HỘI ĐỒNG GIÁO SƯ NHÀ NƯỚC

HỘI ĐỒNG GIÁO SƯ LIÊN NGÀNH KHOA HỌC TRÁI ĐẤT - MỎ

KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC TRÁI ĐẤT, MỎ, MÔI TRƯỜNG BỀN VỮNG LẦN THỨ V

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TRÁI ĐẤT, MỎ, MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO VÀ NÂNG CAO NĂNG LỰC CẠNH TRANH QUỐC GIA (CREATIVE EME 2022)

PROCEEDINGS OF THE 5th NATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE EARTH, MINE, ENVIRONMENT CREATIVE

EME 2022 FOR CREATIVE INNOVATION AND ENHANCEMENT OF THE NATIONAL COMPETITIVENESS

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

DANH SÁCH ĐƠN VỊ TỔ CHỨC VÀ NHÀ TÀI TRỢ

Đơn vị tổ chức

Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên

Tổng cục Khí tượng Thuỷ văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường

Trường Đại học Tây Bắc

Đơn vị tài trợ

Viện Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Trường Đào tạo, Bồi dưỡng cán bộ Tài nguyên và Môi trường

Công ty Cổ phần Tập đoàn HM

BAN CHỈ ĐẠO

Trưởng ban:

GS.TS. Mai Trọng Nhuận	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN

Phó Trưởng ban:

PGS.TSKH. Vũ Hoàng Linh	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải	Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Uỷ viên:

GS.TS. Trần Thanh Hải	Trường Đại học Mỏ - Địa chất
GS.TS. Trương Quang Hải	Viện Việt Nam học và Khoa học phát triển, ĐHQGHN
GS.TS. Nguyễn Cao Huần	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
GS.TS. Võ Trọng Hùng	Trường Đại học Mỏ - Địa chất
GS.TS. Bùi Xuân Nam	Trường Đại học Mỏ - Địa chất
GS.TS. Trần Nghi	Tổng hội Địa chất Việt Nam, Liên hiệp Các hội Khoa học Kỹ thuật Việt Nam
GS.TS. Bùi Công Quế	Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam, Liên hiệp Các hội Khoa học Kỹ thuật Việt Nam
GS.TS. Trần Hồng Thái	Tổng cục Khí tượng Thuỷ văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường
GS.TS. Trần Đức Thạnh	Viện Tài nguyên và Môi trường biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
GS.TS. Trần Tân Tiến	Trung tâm Khoa học công nghệ Khí tượng Thuỷ văn và Môi trường, Liên hiệp Các hội Khoa học Kỹ thuật Việt Nam

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban:

PGS.TSKH. Vũ Hoàng Linh	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN

Phó Trưởng ban:

PGS.TS. Trần Quốc Bình	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
PGS.TS. Nguyễn Mạnh Khải	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN

Uỷ viên:

GS.TS. Trần Thanh Hải	Trường Đại học Mỏ - Địa chất
GS.TS. Trần Hồng Thái	Tổng cục Khí tượng Thuỷ văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường
PGS.TS. Trần Tuấn Anh	Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
PGS.TS. Đào Đình Châm	Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
PGS.TS. Đỗ Minh Đức	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
PGS.TS. Phạm Trung Hiếu	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM
PGS.TS. Hoàng Anh Huy	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội
PGS.TS. Nguyễn Ngọc Minh	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
PGS.TS. Huỳnh Quyền	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh
PGS.TS. Bùi Quang Thành	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
PGS.TS. Đinh Xuân Thành	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
PGS.TS. Lê Văn Thăng	Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM
PGS.TS. Hoàng Thị Minh Thảo	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
PGS.TS. Phạm Thị Thuý	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
PGS.TS. Nguyễn Hiếu Trung	Trường Đại học Cần Thơ
TS. Trương Quang Hiển	Trường Đại học Quy Nhơn
TS. Công Thanh	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN

BAN KHOA HỌC VÀ BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban:

GS.TS. Trần Thanh Hải	Hội đồng Giáo sư Liên ngành Khoa học Trái Đất - Mỏ

Phó Trưởng ban:

PGS.TS. Nguyễn Mạnh Khải	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN

Uỷ viên:

PGS.TS. Lưu Thế Anh	Viện Tài nguyên và Môi trường, ĐHQGHN
PGS.TS. Đỗ Minh Đức	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
PGS.TS. Hoàng Anh Huy	Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội
PGS.TS. Nguyễn Ngọc Minh	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
PGS.TS. Bùi Quang Thành	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
PGS.TS. Đinh Xuân Thành	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
PGS.TS. Phạm Thị Thuý	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
TS. Lê Ngọc Ánh	Trường Đại học Mỏ - Địa chất
TS. Phạm Thị Thu Hà	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
TS. Trần Thị Minh Hằng	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
TS. Lê Thị Thu Hiền	Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
TS. Trần Quang Hiếu	Trường Đại học Mỏ - Địa chất
TS. Khương Thế Hùng	Trường Đại học Mỏ - Địa chất
TS. Đặng Văn Kiên	Trường Đại học Mỏ - Địa chất
TS. Kiều Quốc Lập	Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên
TS. Nguyễn Viết Nghĩa	Trường Đại học Mỏ - Địa chất
TS. Công Thanh	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
TS. Văn Hữu Tập	Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên
TS. Hoàng Lưu Thu Thủy	Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
TS. Đoàn Quang Trí	Tổng cục Khí tượng Thủy văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường
TS. Phạm Anh Tuân	Trường Đại học Tây Bắc

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban:

PGS.TS. Phạm Thị Thuý	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN

Thành viên:

TS. Phạm Thị Thu Hà	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
TS. Nguyễn Minh Phương	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
TS. Hoàng Minh Trang	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
TS. Lê Anh Tuấn	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN
ThS. Nguyễn Hải Hà	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN

LỜI NÓI ĐẦU

Khoa học Trái Đất, Mỏ, Môi trường (EME - Earth, Mine, Environment) là lĩnh vực khoa học cơ bản, liên ngành và có tính ứng dụng cao. EME ra đời, phát triển, có ảnh hưởng sâu rộng tới toàn bộ các hoạt động trong đời sống con người, có đóng góp quan trọng cho sự phát triển và tiến bộ xã hội thông qua quá trình khai thác và sử dụng tài nguyên, bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi toàn cầu. Sự phát triển mạnh mẽ của các ngành này cũng là tiền đề của nhiều lĩnh vực khoa học cơ bản và ứng dụng khác, đồng thời là công cụ để thúc đẩy các tiến bộ công nghệ trên thế giới, cùng tạo ra sự phồn vinh của nhân loại.

Trong bối cảnh thế giới bước vào cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư (CMCN 4.0), sức ép cạnh tranh lớn trong khu vực và trên quốc tế, sự chuyển đổi mô hình phát triển từ tuyến tính sang tuần hoàn, kinh tế xanh,… việc đổi mới sáng tạo trong đào tạo, nghiên cứu cơ bản và ứng dụng khoa học về EME trở nên càng cấp thiết. Trách nhiệm và nghĩa vụ của các nhà khoa học là đổi mới sáng tạo về đào tạo, nghiên cứu cơ bản, liên ngành và ứng dụng, phát triển công nghệ trong lĩnh vực khoa học Trái Đất, Mỏ, Môi trường, đảm bảo cung cấp nguồn nhân lực chất lượng cao, trình độ cao, các sản phẩm khoa học, công nghệ và chuyển giao tri thức cho đất nước, đáp ứng nhu cầu phát triển bền vững, ứng phó biến đổi khí hậu, góp phần chuyển đổi số và nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia.

Từ năm 2018, Hội đồng Giáo sư Liên ngành Khoa học Trái Đất - Mỏ đã phối hợp với các đơn vị đào tạo và nghiên cứu tổ chức Hội nghị khoa học toàn quốc thường niên về lĩnh vực khoa học Trái Đất, Mỏ, Môi trường. Năm 2022, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội là đơn vị đăng cai tổ chức, phối hợp với các viện nghiên cứu, trường đại học trong nước tổ chức Hội nghị Khoa học toàn quốc Khoa học và công nghệ Trái Đất, Mỏ, Môi trường phục vụ đổi mới sáng tạo và nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia (EME 2022 for Creative Inovation and Enhancement of the National Competitiveness (CREATIVE EME 2022)) nhằm tập hợp các kết quả nghiên cứu, đồng thời tạo cơ hội cho các nhà quản lý, nhà khoa học, giảng viên, doanh nhân, nghiên cứu sinh, học viên cao học và sinh viên giao lưu, trao đổi, thảo luận và đề xuất các hướng nghiên cứu mới trong lĩnh vực khoa học Trái Đất, Mỏ, Môi trường trên phạm vi toàn quốc.

Mục tiêu hội nghị:

- Thảo luận, công bố các kết quả đổi mới sáng tạo trong nghiên cứu cơ bản và ứng dụng, phát triển công nghệ về Khoa học Trái Đất, Mỏ, Môi trường và các lĩnh vực liên quan phục vụ nâng cao hiệu quả kinh tế, năng lực cạnh tranh quốc gia và phát triển bền vững đất nước.

- Đề xuất các giải pháp thúc đẩy đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực khoa học Trái Đất, Mỏ, Môi trường để góp phần nâng cao năng lực đổi mới và năng lực cạnh tranh quốc gia, phát triển bền vững.

Ban Tổ chức Hội nghị khoa học toàn quốc CREATIVE EME 2022 đã nhận được 73 báo cáo khoa học, mỗi báo cáo khoa học đều được bình xét bởi tối thiểu 02 nhà khoa học trong cùng lĩnh vực nghiên cứu. Qua quá trình bình xét, 46 báo cáo có nội dung phù hợp, chất lượng tốt được lựa chọn để xuất bản trong Kỷ yếu toàn văn của Hội nghị. Ban Tổ chức Hội nghị xin cám ơn sự góp ý, chỉ đạo của Ban Chỉ đạo, Hội đồng Giáo sư Liên ngành Khoa học Trái Đất - Mỏ; sự tham gia gửi bài và bình xét của đông đảo các nhà khoa học, các chuyên gia; sự giúp việc tích cực của Ban Thư ký; sự hỗ trợ của các tổ chức, cá nhân tham gia chuẩn bị và tài trợ cho Hội nghị khoa học toàn quốc này.

Ban Tổ chức

MỤC LỤC

ĐÁNH GIÁ SỰ BIẾN ĐỔI CỦA CHỈ SỐ NHIỆT TỈNH HẢI DƯƠNG 1

Hoàng Lưu Thu Thủy, Đào Ngọc Hùng, Đỗ Thị Vân Hương, Trần Thị Mùi, Đặng Thị Ngân Hà

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH AERMOD MÔ PHỎNG LAN TRUYỀN BỤI MỊN $PM_{2.5}$ DO PHÁT THẢI CỦA CÁC PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG CƠ GIỚI ĐƯỜNG BỘ TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HÀ NỘI THEO KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ QUY HOẠCH 2030-2050 12

Đoàn Quang Trí, Nguyễn Văn Nhật, Quách Thị Thanh Tuyết, Phạm Tiến Đức

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PHÂN TÍCH KHÔNG GIAN TRONG ĐÁNH GIÁ ĐỘ NHẠY CẢM XÓI MÒN CẢNH QUAN TẠI XÃ NGŨ CHỈ SƠN, THỊ XÃ SA PA, TỈNH LÀO CAI 26

Kiều Quốc Lập, Ngô Văn Giới, Mai Xuân Thiện

KIỂM SOÁT TIẾNG ỒN NỔ MÌN TRONG HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC TẠI MỎ ĐÁ VÔI KỲ PHÚ – NINH BÌNH, VIỆT NAM 35

Trần Quang Hiếu, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Hoàng, Đỗ Ngọc Hoàn, Nguyễn Trung Tỉnh

TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN NHU CẦU NƯỚC CỦA CÂY CÀ PHÊ TẠI HUYỆN KRÔNG PẮC, TỈNH ĐẮK LẮK 46

Nguyễn Thị Ngọc Quyên, Nguyễn Thị Tịnh Ấu, Lâm Thị Nghiêm

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ GIS ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG NHIỆT ĐỘ THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG THEO KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU 58

Lê Ngọc Hành, Trần Thị Ân, Nguyễn Văn An, Trương Phước Minh

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HÀNH VI SỬ DỤNG TÚI NILON THÂN THIỆN VỚI MÔI TRƯỜNG TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ THỦ ĐỨC 69

Nguyễn Thị Tịnh Ấu, Nguyễn Hải Âu, Nguyễn Thị Ngọc Quyên

TRAO ĐỔI VÀ CHIA SẺ THÔNG TIN VỀ TÀI NGUYÊN NƯỚC XUYÊN BIÊN GIỚI THÔNG QUA CÁC CƠ CHẾ HỢP TÁC LƯU VỰC SÔNG MÊ KÔNG 81

Trần Thị Minh Hằng, Phạm Thị Thúy, Trần Thị Huyền Nga, Hoàng Minh Trang, Vũ Đình Tuấn, Nguyễn Mạnh Khải

Ô NHIỄM VI NHỰA TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC TẠI MỘT SỐ VÙNG CỬA SÔNG VEN BIỂN TỈNH QUẢNG NINH 93

Phạm Hùng Sơn, Ngô Mỹ Linh, Hồ Ngọc Bảo Trung, Ngô Tiến An, Nguyễn Hữu Huấn, Trần Thiện Cường, Phạm Hoàng Giang, Nguyễn Trang Nhung, Nguyễn Xuân Hải

XÁC ĐỊNH CÁC CHẤT PYRETHROID TRONG RAU QUẢ Ở XÃ SONG PHƯƠNG (HOÀI ĐỨC, HÀ NỘI) VÀ ĐÁNH GIÁ RỦI RO SỨC KHỎE NGƯỜI TIÊU DÙNG 102

Trần Thị Huyền Nga, Phạm Liên Hoa, Hoàng Minh Trang, Lê Anh Tuấn, Đỗ Thị Thu Hằng, Đỗ Thị Việt Hương

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH ĐỘ CHE PHỦ THỰC VẬT TỈNH ĐẮK LẮK TỪ DỮ LIỆU ẢNH VỆ TINH LANDSAT 8 OLI 111

Nguyễn Huy Anh, Nguyễn Thị Ánh Thu, Nguyễn Trịnh Minh Anh, Phạm Thị Thanh Mai

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VẬT LIỆU THAN SINH HỌC VỎ TRẤU GẮN KẾT CÁC NANO Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO VÀ Fe_3O_4@ZnO@GRAPHEN VÀ ỨNG DỤNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI GIẤY VÀ NƯỚC THẢI DỆT NHUỘM 120

Văn Hữu Tập, Nguyễn Thu Hường, Nguyễn Thị Bích Liên, Đặng Văn Thành, Phạm Hoài Linh, Nguyễn Văn Đăng, Lương Thị Quỳnh Nga, Vũ Thị Mai

VẬT LIỆU HYDROCHAR KALI TINH THỂ HÓA: ĐẶC TÍNH VÀ TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG TRONG SẢN XUẤT PHÂN BÓN CHẬM TAN 132

Nguyễn Thị Quỳnh Anh, Đinh Mai Vân, Nguyễn Thị Huế, Nguyễn Ngọc Minh

LỌC CÁT CHÌM - PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN MỚI ĐỂ CUNG CẤP NƯỚC NÔNG THÔN 141

Nguyễn Trường Thành, Kim Lavane, Huỳnh Vương Thu Minh, Nguyễn Võ Châu Ngân và Trần Văn Tỷ

TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH HÓA Ô SINH THÁI TRONG NGHIÊN CỨU ĐA DẠNG SINH HỌC VÀ BẢO TỒN Ở VIỆT NAM 154

Nguyễn Tuấn Anh, Trần Hiền Anh, Lê Xuân Tùng, Trần Hải Đăng, Lê Thanh Hằng, Phạm Thanh Ngân, Phạm Văn Anh, Lê Đức Minh

VAI TRÒ CỦA LIGNIN VÀ HEMIXENLULOZƠ ĐỐI VỚI VẬT LIỆU THAN SINH HỌC TỪ VỎ TRẤU TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI 163

Phạm Hoàng Giang, Phạm Thị Thúy, Nguyễn Mạnh Khải

NGHIÊN CỨU CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT GẠCH KHÔNG NUNG SỬ DỤNG BÙN THẢI HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC ĐÔ THỊ 173

Nguyễn Xuân Huân, Nguyễn Mạnh Khải, Phạm Thị Thuý

NGHIÊN CỨU BIẾN TÍNH MÀNG MICROFILTRATION (MF) BẰNG CHITOSAN ĐỂ LOẠI BỎ KHÁNG SINH TRONG NƯỚC 184

Trần Văn Sơn, Nguyễn Thanh Hà

NGHIÊN CỨU TIỀM NĂNG XỬ LÝ ASEN VÀ AMONI TRONG NƯỚC CỦA VẬT LIỆU THAN THỦY NHIỆT HÌNH CẦU BIẾN TÍNH VỚI K_2CO_3 194

Nguyễn Thị Hải, Tạ Thị Hoài, Hoàng Tú Hằng, Nguyễn Thị Hoàng Hà

XÂY DỰNG CÔNG CỤ THU THẬP DỮ LIỆU PHỤC VỤ ĐIỀU TRA KHẢO SÁT TRƯỢT LỞ ĐẤT 201

Phạm Thị Thanh Thủy, Trương Xuân Quang, Lê Lan Anh, Nguyễn Thị Hiền, Đỗ Thị Thu Nga, Vũ Ngọc Phan, Trần Thị Hồng Minh, Trương Vân Anh, Khúc Thành Đông

TIỀM NĂNG CHẾ TẠO VẬT LIỆU GEOPOLYMER ĐỂ XỬ LÝ AMONI TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC TẠI VIỆT NAM 209

Tạ Thị Hoài, Mai Trọng Nhuận, Nguyễn Thị Hải, Nguyễn Thị Hoàng Hà

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA BÃI THẢI MẶT MỎ ĐẾN ỨNG XỬ CỦA KẾT CẤU CHỐNG GIỮ CÁC ĐƯỜNG LÒ PHÍA DƯỚI TẠI VÙNG THAN QUẢNG NINH 219

Đặng Văn Kiên, Võ Trọng Hùng, Đỗ Ngọc Anh, Nguyễn Hữu Sà

NGHIÊN CỨU ỨNG XỬ CỦA HẦM METRO TIẾT DIỆN CHỮ NHẬT CONG TRONG ĐIỀU KIỆN ĐẤT ĐÁ PHÂN LỚP TẠI KHU VỰC HÀ NỘI 231

Đặng Văn Kiên, Augustin Bracco, Đỗ Ngọc Anh, Nguyễn Tài Tiến

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ TÍNH CHẤT VÀ ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TÁI SỬ DỤNG CỦA BÙN THẢI ĐÔ THỊ HÀ NỘI 243

Nguyễn Mạnh Khải, Nguyễn Xuân Huân, Trần Thị Minh Hằng, Phạm Thị Thúy

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT SỬ DỤNG HỆ THỐNG THIẾU KHÍ - HIẾU KHÍ LUÂN PHIÊN 251

Phạm Duy Hoàn, Bùi Thị Thủy Ngân, Chu Xuân Quang, Nguyễn Minh Phương

DIỄN BIẾN MỘT SỐ KIM LOẠI NẶNG TRONG MỘT SỐ VÙNG ĐẤT VEN BIỂN TỈNH THANH HÓA VÀ ĐỀ XUẤT NGĂN NGỪA Ô NHIỄM 262

Lê Sỹ Chung, Nguyễn Quốc Việt, Lê Sỹ Chính, Phạm Anh Hùng, Nguyễn Mạnh Khải

NGHIÊN CỨU KINH NGHIỆM QUỐC TẾ PHỤC VỤ XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH BỒI DƯỠNG CÁN BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ NGÀNH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG 271

Nguyễn Đức Toàn, Nguyễn Bình Minh

XÂY DỰNG THƯ VIỆN QUANG PHỔ ĐẤT PHỤC VỤ CÔNG TÁC GIÁM SÁT NHIỄM MẶN ĐẤT KHU VỰC VEN BIỂN 283

Lê Thị Thu Hiền, Dương Thị Lịm, Phạm Hà Linh, Nguyễn Ngọc Thắng

NGHIÊN CỨU, ĐỀ XUẤT LOẠI HÌNH NÚT GIAO THÔNG NGẦM TẠI NGÃ TƯ NGUYỄN AN NINH – GIAO GIỮA ĐƯỜNG NGUYỄN AN NINH VÀ ĐƯỜNG 3 THÁNG 2 - THÀNH PHỐ VŨNG TÀU 294

Nguyễn Chí Thành, Dương Tuấn Anh

ĐỒNG DANH CÁC VỈA THAN MỎ NÚI BÉO, QUẢNG NINH BẰNG PHƯƠNG PHÁP HỒI QUY LOGISTIC VÀ MẠNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO 305

Khương Thế Hùng, Tạ Thị Toán, Nguyễn Danh Tuyên

THIẾT LẬP MÔ HÌNH TÍNH TOÁN VÀ ĐÁNH GIÁ LAN TRUYỀN BỤI VÀ KHÍ THẢI TỪ KHU LIÊN HỢP XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN TRÀNG CÁT, HẢI PHÒNG 318

Phạm Thị Thu Hà, Phạm Thị Việt Anh

ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP HIỂN VI ĐIỆN TỬ QUÉT (SEM) VÀ PHÂN TÍCH HIỂN VI ĐẦU DÒ ĐIỆN TỬ (EPMA) ĐỂ XÁC ĐỊNH CÁC GIAI ĐOẠN NHIỆT DỊCH VÀ SỰ DI CHUYỂN CỦA NGUYÊN TỐ ĐẤT HIẾM GHI NHẬN TRONG KHOÁNG VẬT ALLANITE MỎ SIN QUYỀN, LÀO CAI 327

Ngô Xuân Đắc, Quách Đức Tín, Khương Thế Hùng, Phạm Đắc Sinh

NGHIÊN CỨU, DỰ BÁO VÙNG ẢNH HƯỞNG DO BÃO NHIỆT ĐỚI PHỤC VỤ VẬN HÀNH CÁC CÔNG TRÌNH DẦU KHÍ TRÊN BIỂN ĐÔNG 336

Nguyễn Hải An

ỨNG DỤNG VIỄN THÁM NGHIÊN CỨU HẠN HÁN TẠI THÀNH PHỐ TUY HÒA, TỈNH PHÚ YÊN 349

Nguyễn Huy Anh, Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Thị Thảo Nguyên

ỨNG DỤNG DRASTIC KẾT HỢP VỚI GIS PHÂN VÙNG DỄ BỊ TỔN THƯƠNG TẠI HUYỆN ĐẢO PHÚ QUÝ, TỈNH BÌNH THUẬN 359

Nguyễn Hải Âu, Tất Hồng Minh Vy, Nguyễn Anh Quốc

XÁC ĐỊNH RANH GIỚI XÂM NHẬP MẶN THEO KẾT QUẢ ĐO ĐỊA VẬT LÝ: NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH TẠI KHU VỰC HUYỆN ĐẤT ĐỎ, TỈNH BÀ RỊA - VŨNG TÀU 371

Nguyễn Hải Âu, Phạm Thị Tuyết Nhi, Nguyễn Hoàng Thành, Hoàng Thị Thanh Thủy

ỨNG DỤNG MÔ PHỎNG SỐ TRONG THIẾT KẾ KẾT CẤU CHỐNG GIỮ ĐƯỜNG LÒ CHỊU ẢNH HƯỞNG ÁP LỰC DO HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC LÒ CHỢ 383

Phạm Thị Nhàn, Nguyễn Viết Nghĩa

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH TÍNH VẬN TỐC CHUYỂN DỊCH THẲNG ĐỨNG XÁC ĐỊNH ĐƯỢC BẰNG CÔNG NGHỆ GNSS 392

Nguyễn Gia Trọng, Nguyễn Viết Nghĩa, Lý Lâm Hà, Nguyễn Hà Thành, Vũ Trung Dũng, Nguyễn Viết Quân, Bùi Hữu Trong

PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ XÁC SUẤT NGƯỠNG MƯA GÂY TRƯỢT LỞ TẠI CÁC KHU VỰC GIAO THÔNG MIỀN NÚI TỈNH QUẢNG NAM 400

Nguyễn Khắc Hoàng Giang, Đỗ Minh Đức, Phí Trường Thành

ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC, ĐỊA HÓA MỘT SỐ THỂ ĐÁ MAGMA XÂM NHẬP TRONG HỆ TẦNG HUỐI HÀO VÙNG SÔNG MÃ, SƠN LA; Ý NGHĨA TRONG NGHIÊN CỨU TIẾN HÓA MAGMA, KIẾN TẠO ĐỚI KHẨU SÔNG MÃ 409

Nguyễn Khắc Du, Nguyễn Văn Tuyên, Ngô Xuân Thành

ĐẶC ĐIỂM CHẤT LƯỢNGVÀ ĐỊNH HƯỚNG SỬ DỤNG KHOÁNG SẢN KYANIT VÀ TOURMALIN ĐI CÙNG TRONG ĐÁ PHIẾN MICA Ở HOÀNG SU PHÌ, HÀ GIANG 418

Nguyễn Thị Minh Thuyết, Bùi Văn Đông

BƯỚC ĐẦU ĐÁNH GIÁ NỒNG ĐỘ, SỰ PHÂN BỐ VÀ RỦI RO SỨC KHỎE CỦA CÁC POLYCHLORINATED BIPHENYLS TƯƠNG TỰ DIOXIN (dl-PCBs) TRONG BỤI $PM_{2.5}$ Ở HÀ NỘI 427

Nguyễn Thị Phương Mai, Nguyễn Mạnh Khải, Trần Thị Minh Hằng, Đinh Thị Dịu, Phạm Hải Long, Lê Thị Thảo

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN MÔ HÌNH/ PHẦN MỀM TÍNH TOÁN PHÁT THẢI KHÍ CH_4 TỪ BÃI CHÔN LẤP DỰA TRÊN NỀN TẢNG WebGIS 436

Bùi Tá Long, Nguyễn Hoàng Phong, Nguyễn Châu Mỹ Duyên

TÁC ĐỘNG CỦA CHUYỂN NƯỚC LIÊN VÙNG TỪ LƯU VỰC SÔNG BA SANG SÔNG KÔN ĐẾN SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP VÀ GIẢI PHÁP SỬ DỤNG HIỆU QUẢ NGUỒN NƯỚC 448

Nguyễn Hữu Xuân, Nguyễn Trọng Đợi, Phan Thái Lê

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ LIDAR KẾT HỢP DỮ LIỆU ẢNH SỐ PHỤC VỤ XÂY DỰNG BẢN ĐỒ 3D, THỬ NGHIỆM TẠI SÂN BAY LIÊN KHƯƠNG, TỈNH LÂM ĐỒNG 461

Nguyễn Quốc Long, Nguyễn Viết Nghĩa

ĐẶC ĐIỂM NHẬN DIỆN KHỐI TRƯỢT LỞ TRÊN TÀI LIỆU ĐỊA CHẤN 3D VÀ Ý NGHĨA TRONG TÌM KIẾM DẦU KHÍ NGOÀI KHƠI NA UY 472

Lê Ngọc Ánh

Doi: 10.15625/vap.2022.0155

ĐÁNH GIÁ SỰ BIẾN ĐỔI CỦA CHỈ SỐ NHIỆT TỈNH HẢI DƯƠNG

Hoàng Lưu Thu Thủy[1*], Đào Ngọc Hùng[2], Đỗ Thị Vân Hương[3], Trần Thị Mùi[1], Đặng Thị Ngân Hà[4]

[1]Viện Địa lý - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
18 Hoàng Quốc Việt, Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội
[2]Khoa Địa lý, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, 136 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội
[3]Khoa Du lịch, Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên, Tân Thịnh, Thái Nguyên
[4]Trung tâm Nghiên cứu sản xuất vắc xin và sinh phẩm y tế, Bộ Y tế,
135 Lò Đúc, Hai Bà Trưng, Hà Nội

TÓM TẮT

Các yếu tố khí tượng và đặc biệt là nhiệt độ và độ ẩm tác động lớn đến sinh lý con người. Cơ quan Thời tiết Quốc gia Hoa Kỳ (NWS) dựa vào nhiệt độ và độ ẩm tương đối xây dựng chỉ số nhiệt (HI) làm thước đo - xác định các ngưỡng rủi ro để cảnh báo nhiệt cho cộng đồng. Sử dụng đánh giá tương quan và phương trình hồi quy, số liệu khí tượng giai đoạn 1991-2020 và số liệu kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, tính được kịch bản HI cho tương lai. Kết quả cho thấy trong tương lai xu thế HI gia tăng là 0,0875 °C/năm theo kịch bản RCP 4.5 (kịch bản phát thải khí nhà kính trung bình thấp) và 0,0919 °C/năm theo kịch bản RCP 8.5 (kịch bản phát thải khí nhà kính cao). Số tuần HI ở mức nguy hiểm có xu thế tăng 4,2 tuần/năm đối với kịch bản RCP 4.5; 6 tuần/5 năm theo kịch bản RCP 8.5. Đặc biệt số ngày có nguy cơ gây đột quỵ trong thời kỳ 31 năm trong quá khứ là 5 ngày, chỉ khi có hiện tượng thời tiết rất hiếm gặp, thì trong tương lai cho 31 năm có 77 ngày với kịch bản RCP 4.5 và 116 ngày với kịch bản RCP 8.5 và hiện tượng này chủ yếu tập trung trong các tháng 6, 7, 8.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, stress nhiệt, chỉ số nhiệt.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mỗi loài sinh vật có một giới hạn chịu đựng đối với một nhân tố sinh thái nhất định, trong đó có nhân tố nhiệt, ẩm, gió, bức xạ, chất lượng nước... Khi điều kiện môi trường thay đổi vượt ra ngoài giới hạn sinh thái, sinh vật không thể tồn tại được. Khoảng thuận lợi: là khoảng của nhân tố sinh thái ở mức phù hợp, đảm bảo cho sinh vật thực hiện các chức năng sống tốt nhất hay là khoảng giá trị của nhân tố sinh thái mà sinh vật phát triển thuận lợi nhất. Khoảng chống chịu: là khoảng của nhân tố sinh thái gây ức chế cho hoạt động sinh lý của sinh vật hay là khoảng giá trị của nhân tố sinh thái mà sức sống của sinh vật giảm dần đến giới hạn. Vượt qua điểm giới hạn, sinh vật sẽ chết.

Stress là phản ứng của cơ thể trước các áp lực đến sự tồn tại của con người về thể chất và tinh thần [1]. Theo Nardone và cộng sự [2] stress nhiệt được định nghĩa là nhiệt độ cơ thể của một loài vượt quá phạm vi điều chỉnh cho hoạt động bình thường. Tuy nhiên, theo quy luật tác động tổng hợp, sinh vật không chỉ chịu tác động của nhiệt độ môi trường mà chịu tác động đồng thời của các nhân tố sinh thái khác. Sự biến đổi các nhân tố này có thể dẫn đến sự thay đổi về lượng, có khi về chất của các yếu tố khác và sinh vật chịu ảnh hưởng sự biến đổi đó. Tất cả các yếu tố đều gắn bó

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: thuy_hoangluu@yahoo.com

chặt chẽ với nhau tạo thành một tổ hợp sinh thái, ví dụ sự kết hợp của nhiệt độ môi trường cao với độ ẩm tương đối cao có thể dẫn đến tình trạng vượt quá giới hạn chịu nhiệt sinh lý của con người là 35–37 °C, khi đó cơ thể không còn có thể làm mát thông qua bài tiết mồ hôi [3].

Đã có rất nhiều nghiên cứu xây dựng các heat indext dựa trên các yếu tố môi trường. Các chỉ số nhiệt phổ biến nhất là Apparent Temperature (AT) và Wet-Bulb Temperature (WBGT). AT là một mối quan hệ cân bằng nhiệt - cơ thể người theo kinh nghiệm và có thể được tính toán trực tiếp từ các biến khí tượng tiêu chuẩn [4, 5]. Chỉ số nhiệt, còn được gọi là nhiệt độ biểu kiến, là nhiệt độ mà cơ thể con người cảm thấy như thế nào khi độ ẩm tương đối được kết hợp với nhiệt độ không khí [6].

Stull và Roland đã xây dựng công thức xác định nhiệt độ bầu ướt từ độ ẩm tương đối và nhiệt nhiệt độ không khí [7]. D.S. Moran và cộng sự đã phát triển một chỉ số căng thẳng môi trường [8] mới dựa trên các thông số khác nhau liên quan đến ứng suất nhiệt [9]. Nghiên cứu của Wu và cộng sự [10] đã đánh giá stress nhiệt dựa trên chỉ số ET với các yếu tố đầu vào bao gồm: nhiệt độ, độ ẩm tương đối và tốc độ gió cho lãnh thổ Trung Quốc giai đoạn: 1961-2014. Tác giả đã chia ra các mức rất lạnh, lạnh, mát, thoải mái, ấm, nóng, rất nóng. Khu vực có mức độ stress nhiệt cao nhất xung quanh các vùng đồng bằng Sông Hằng, Sông Ấn. Zhang và cộng sự [11] sử dụng số liệu khí tượng ngày bao gồm: nhiệt độ Tmax, độ ẩm tương đối và tốc độ gió giai đoạn: 1960-2016 từ hơn 500 trạm khí tượng để đánh giá sự phân bố không gian chỉ số stress nhiệt. Cơ quan Thời tiết Quốc gia Hoa Kỳ dựa vào nhiệt độ và độ ẩm tương xây dựng chỉ số nhiệt (HI, còn được gọi là nhiệt độ biểu kiến) làm thước đo - để xác định các ngưỡng rủi ro để cảnh báo nhiệt cho cộng đồng. Tại trang web của Cơ quan Quản trị khí quyển và đại dương Quốc gia (NOAA) - Hoa Kỳ cũng đưa ra Heat Forecast Tools, trong đó có bảng phân cấp đánh giá stress nhiệt, bản đồ dự báo các vùng có nguy cơ stress nhiệt ở Hoa Kỳ dựa vào nhiệt độ bầu ướt.

Nghiên cứu của Im và cộng sự [12] đánh giá stress nhiệt dựa trên chỉ số nhiệt của nhiệt kế ướt tại vùng Nam Á (trong đó có Việt Nam) với chuỗi số liệu trong giai đoạn: 1976-2005 và số liệu kịch bản biến đổi khí hậu. Kết quả cho thấy Tw có xu thế tăng cao vào cuối thể kỷ XXI.

Tác giả Nguyễn Công Tài và Nguyễn Đăng Quang trong nghiên cứu của mình đã chỉ ra xu thế gia tăng nhiệt độ cảm nhận và hệ số nhiệt dư thừa thông qua dữ liệu khí tượng tại Quảng Nam từ năm 1979-2019 [13].

Phan Văn Tân [14], cho rằng sự biến đổi của các hiện tượng thời tiết cực đoan như mưa lớn, nắng nóng, rét đậm, rét hại, hạn hán có xu thế tăng lên rõ rệt trong phạm vi cả nước.

Trong nghiên cứu của Opitz-Stapleton và cộng [15] đã xem xét một số chỉ số nhiệt khác nhau để xác định mức độ stress nhiệt đối với người lao động trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại Đà Nẵng bằng chuỗi số liệu khí tượng giai đoạn: 1970-2011. Kết quả cho thấy nhiệt độ ban đêm vẫn quá cao sau thời gian ban ngày nóng, khiến sự phục hồi sức khỏe sau một ngày làm việc không đảm bảo và dẫn đến stress nhiệt.

Theo [6] có mối liên quan trực tiếp giữa nhiệt độ, độ ẩm tương đối và chỉ số nhiệt, nhiệt độ và độ ẩm tương đối tăng thì chỉ số nhiệt cũng tăng. Theo [16], có sự ảnh hưởng của nhiệt độ cực đoan đến việc thăm khám bệnh đường hô hấp. Theo [17], nhiệt độ, độ ẩm cao, gió yếu, ánh sáng mặt trời trực tiếp là tổ hợp sinh thái làm suy yếu khả năng duy trì nhiệt độ lõi của cơ thể, gây stress nhiệt. Tác giả Kjellstrom và cộng sự [18] cho rằng các yếu tố môi trường cơ bản gây stress nhiệt là nhiệt độ, độ ẩm, nhiệt bức xạ, vận tốc chuyển động của không khí. Ngoài ra đối tượng dễ bị stress nhiệt là người cao tuổi, béo phì, người sức khỏe kém và kém thích nghi với nhiệt cao. Sự gia tăng stress

nhiệt do biến đổi khí hậu đến năm 2030 sẽ làm giảm năng suất lao động tương đương với 80 triệu việc làm toàn thời gian.

Như vậy, có thể thấy, các nghiên cứu về stress nhiệt đã được nhiều tác giả quan tâm và thực hiện. Tuy nhiên, chưa có những đánh giá về stress nhiệt cho tương lai dựa trên kịch bản từng ngày về stress nhiệt.

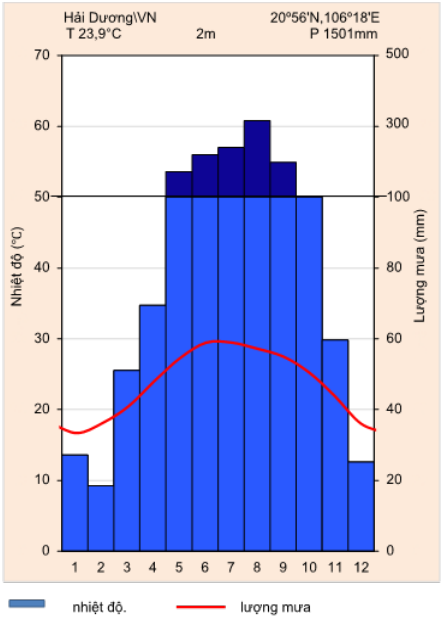
Nghiên của của Dao Ngoc Hung đã chỉ ra rằng do hiệu ứng đô thị ở thành phố Hà Nội, nên nhiệt độ trong khu vực nội thành cao hơn khu vực ngoại thành khoảng 1-2 ºC [19], độ ẩm tương đối trong khu vực nội thành cao hơn, tốc độ gió yếu khu vực ngoại thành.

Thành phố Hải Dương là một tỉnh thuộc miền Bắc Việt Nam, có dân số 295.902 người, mật độ dân số gần 2650 người/km² với rất nhiều các khu công nghiệp [20]. Chính các nhân tố dân số, hoạt động kinh tế - xã hội, cùng với hiệu ứng đảo nhiệt đã làm cho thành phố Hải Dương có giá trị nhiệt độ tối cao cao hơn các thanh phố xung quanh. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu nên stress nhiệt diễn ra ở Hải Dương nghiêm trọng hơn.

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá sự biến động của chỉ số nhiệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu, nhằm cảnh báo về các tác động tiềm tàng trong tương lai của nhiệt độ đối với người lao động tại thành phố Hải Dương. Để đánh giá stress nhiệt cho Hải Dương có nhiều phương pháp tính chỉ số stress nhiệt khác nhau. Tuy nhiên cách tính chỉ số nhiệt (HI) là phù hợp, để có thể từ các yếu tố khí tượng có trong kịch bản biến đổi khí hậu nội suy ra giá trị stress nhiệt.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu



Hình 1. Biểu đồ khí hậu trạm Hải Dương

Thành phố Hải Dương nằm ở trung tâm vùng đồng bằng Sông Hồng. Diện tích tự nhiên toàn thành phố là 111,7 km², chiếm 6,7 % diện tích tự nhiên của tỉnh Hải Dương, độ cao trung bình 5-20m so với mực nước biển. Dân số đến năm 2021 là 296.000 người, mật độ dân số là 2.650

người/km² lớn gấp 8,4 lần mật độ dân số trung bình của cả nước [20]. Hải Dương có khí hậu nhiệt đới gió mùa, với nhiệt độ trung bình năm là 23,9 ºC, độ ẩm tương đối trung bình năm là 82,5 %, tổng lượng mưa năm là 1.501 mm, thấp nhất trong vùng đồng bằng Sông Hồng. Tổng số giờ nắng năm 1.631 giờ, là một trong những nơi có số giờ nắng cao trong vùng đồng bằng Sông Hồng. Khí hậu Hải Dương có tính phân mùa rõ rệt với mùa đông lạnh và một mùa hè nóng ẩm.

2.2. Dữ liệu

Trong nghiên cứu này sử dụng các số liệu sau:

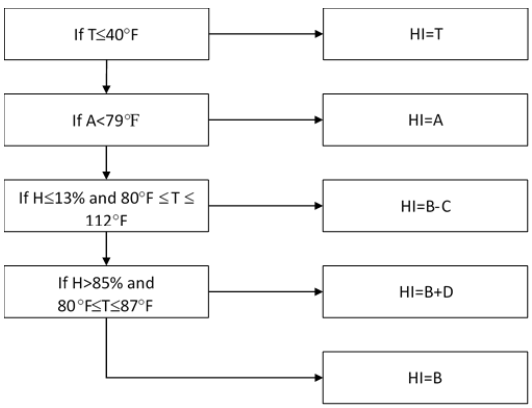
- Nhiệt độ tối cao ngày; nhiệt độ tối thấp ngày, nhiệt độ trung bình ngày, tổng lượng mưa ngày, độ ẩm tương đối trung bình ngày, độ ẩm tương đối tối thấp ngày tại Trạm khí tượng Hải Dương (Hải Dương) giai đoạn: 1991-2020 [21].

- Số liệu nhiệt độ tối cao ngày, nhiệt độ tối thấp ngày, nhiệt độ trung bình ngày, tổng lượng mưa ngày theo các kịch bản phát thải khí nhà kính trung bình thấp (RCP 4.5) kịch bản thải thải khí nhà kính cao (RCP 8.5) trong giai đoạn: 2021-2053 do Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành năm 2020 [21].

2.3. Phương pháp

2.3.1. Chỉ số nhiệt

HI thường được tính bằng cách sử dụng dữ liệu nhiệt độ tức thời hoặc hàng giờ (T) và độ ẩm tương đối (RH) [22]. Đây là thuật toán mà NWS sử dụng để dự báo và cảnh báo nhiệt. Chỉ số nhiệt được xác định dựa trên nhiệt độ không khí tính bằng độ F (T) và độ ẩm tương đối tính bằng phần trăm (H).



Hình 2. Thuật toán được NWS sử dụng để tính toán chỉ số nhiệt (HI) [23]

$$A = -10{,}3 + 11 \times T + 0{,}047 \times H \quad (1)$$

$$B = -42{,}379 + 2{,}04901523 \times T + 10{,}14333127 \times H - 0{,}22475541 \times T \times H - 6{,}83783 \times 10^{-3} \times T^2 - 5{,}481717 \times 10^{-2} \times H^2 + 1{,}22874 \times 10^{-3} \times T^2 \times H + 8{,}5282 \times 10^{-4} \times T \times H^2 - 1{,}99 \times 10^{-6} \times T^2 \times H^2 \quad (2)$$

$$C = \left[\frac{13 - H}{4}\right] \times [(17 - |T - 95|)/17)]^{0{,}5} \quad (3)$$

$$= 0{,}02 \times (H - 85) \times (87 - T) \quad (4)$$

Stress nhiệt được chia ra 6 mức độ thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Bảng phân loại chỉ số nhiệt

Mức độ	Chỉ số nhiệt (ºC)	Tác động đến cơ thể
Mệt mỏi	27-32	Có thể mệt mỏi khi tiếp xúc lâu và/hoặc hoạt động thể chất
kiệt sức	32-41	Có thể bị chuột rút do nóng, hoặc kiệt sức do nhiệt khi tiếp xúc lâu và/hoặc hoạt động thể chất
Nguy hiểm	41-54	Có thể bị chuột rút do nhiệt hoặc kiệt sức vì nóng, và có thể bị đột quỵ do tiếp xúc lâu dài và/hoặc hoạt động thể chất
Cực kỳ nguy hiểm	> 54	Có khả năng cao bị đột quỵ

Nguồn: [23]

2.3.2. Phương trình hồi quy đa biến

Trong mô hình hồi quy đa biến, biến phụ thuộc được mô tả như một hàm tuyến tính của các biến độc lập Xi, như sau:

$$\hat{y}_i = a + b_1 \times x_{i1} + b_2 \times x_{i2} \dots b_n \times x_{in} \quad (5)$$

ở đây:

y: biến phụ thuộc; b_j: hệ số hồi quy của biến độc lập x_{ij};

a: hằng số; i: quan trắc thứ i;

x_{ij}: biến độc lập.

Mô hình cho phép tính toán hệ số hồi quy b_i cho mỗi biến độc lập x_{ij}.

Trong nghiên cứu này, việc lựa chọn phương trình hồi quy đa biến nhằm xác định độ ẩm tương đối thấp nhất trong ngày dựa vào các yếu tố khí tượng có trong kịch bản biến đổi khí hậu. Từ giá trị độ ẩm tương đối thấp nhất trong ngày và giá trị nhiệt độ tối cao trong ngày các định hoá trị HI cao nhất trong ngày.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trong nghiên cứu này giả định rằng T và RH luôn có quan hệ nghịch biến và mối quan hệ đó không thay đổi trong tương lai. Dựa trên các nghiên cứu trước đây cho thấy HI lớn nhất vào thời điểm nhiệt độ ngày cao nhất và khi đó độ ẩm tương đối cũng thấp nhất.

Xác định độ ẩm tương đối thấp nhất ngày dựa vào nhiệt độ tối cao, nhiệt độ tối thấp và nhiệt độ trung bình ngày. Qua phân tích, nhận thấy có mối tương quan tốt giữa độ ẩm tương đối tối thấp ngày và nhiệt độ trung bình, nhiệt độ tối cao, nhiệt độ tối thấp và lượng mưa ngày.

Các chuỗi số liệu được tính toán trên phần mềm SPSS, kết quả thu được kết quả thu được phương của hệ số tương quan $R^2 = 0,6$, như vậy các biến độc lập giải thích được 60 % độ ẩm tương đối tối thấp ngày, và có cơ sở để xây dựng phương trình hồi quy phức giữa các biến độc lập và biến phụ thuộc. Giá trị Durbin-Watson dùng để kiểm tra hiện tượng tự tương quan chuỗi bậc nhất. Giá

trị Durbin-Watson bằng 1,14 nên không xảy ra hiện tượng tự tương quan. Giá trị sig của kiểm nhiệm
F < 0,05 chứng tỏ mô hình hồi quy phù hợp, giá trị sig trong kiểm định t của hệ số hồi quy < 0,05 chứng tỏ biến độc lập tác động đến biến phụ thuộc. Dựa vào biểu đồ tần suất, nhận thấy kỳ vọng toán học của của hồi quy tiêu chuẩn hóa phần dư gần bằng không, phương sai gần bằng 1, như vậy phân phối xấp xỉ chuẩn. Quan sát biểu đồ P-P Plot (Hình 3) cho thấy các điểm phân vị trong phân phối của phần dư tập chung theo đường chéo, như vậy giả định phân phối chuẩn của phần dư không vi phạm và phương trình hồi quy đảm bảo tin cậy.

Kết quả thu được là phương trình hồi quy sau:

$$RH_{min} = 84{,}753 - 5{,}894 \times T_{tb} + 5{,}359 \times T_{max} + T_{min} \times 0{,}792 \quad (6)$$

trong đó:

RH_{min}: độ ẩm tương đối tối thấp ngày;

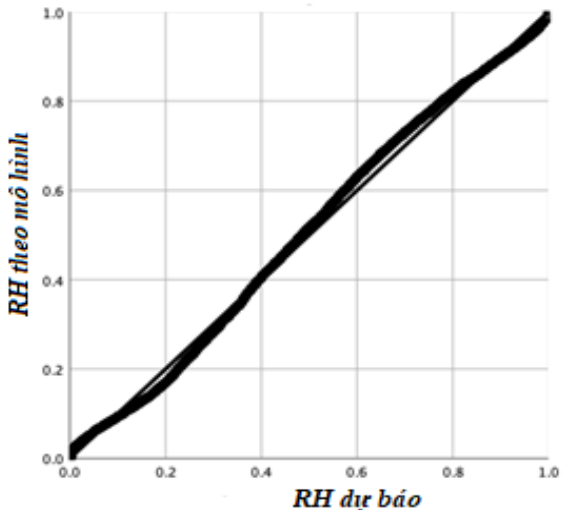
T_{max}: nhiệt độ tối cao ngày;

T_{tb}: nhiệt độ không khí trung bình ngày;

P: lượng mưa ngày.

T_{min}: nhiệt độ tối thấp ngày;

Phương trình (6) có thể xác định giá trị độ ẩm tương đối tối thấp ngày trong tương lai dựa vào nhiệt độ trung bình ngày, nhiệt độ tối cao ngày, nhiệt độ tối thấp ngày, lượng mưa ngày từ kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam [24].

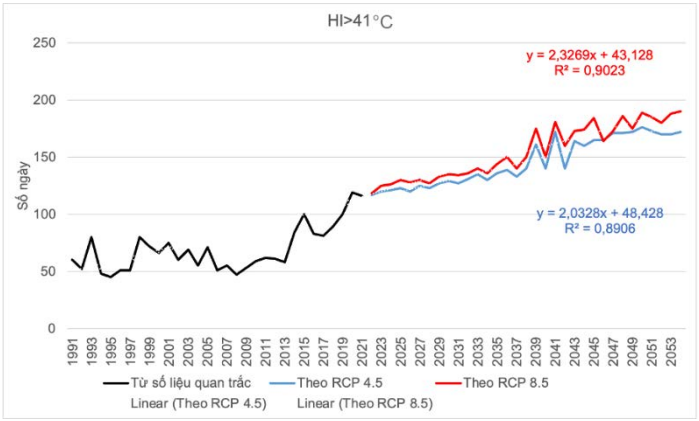


Hình 3. Biểu đồ P-P. Plot

3.1. Sự biến đổi HI ở mức nguy hiểm

Dựa vào Hình 4 nhận thấy sự HI ở mức nguy hiểm có xu thế tăng cả trong quá khứ và tương lai.

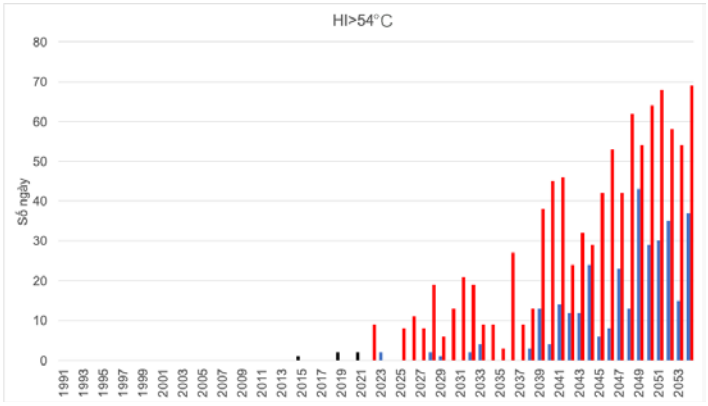
Với kịch bản RCP 4.5 cho thấy, độ tin cậy của mối tương quan giữa HI và thời gian thể hiện qua giá trị $R^2 = 0{,}9$ - đây là mối quan hệ rất chặt, chứng tỏ phương trình hồi quy đáng tin cậy. Theo phương trình hồi quy, số ngày HI ở mức nguy hiểm có xu thế tăng trong tương lai, trung bình 1 năm tăng 2,3 ngày. Tương tự như vậy đối với kịch bản RCP 8.5 cho thấy số ngày HI ở mức nguy hiểm có xu thế tăng trong tương lai, trung bình tăng 2 ngày/năm.



Hình 4. Sự biến đổi của HI ở mức nguy hiểm giai đoạn: 1991-2021; giai đoạn: 2023-2053 theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5

3.2. Sự biến đổi HI ở mức cực kỳ nguy hiểm

Dựa vào Hình 5 nhận thấy, sự biến đổi khí hậu đến sức khoẻ con người thể hiện ở số ngày mà HI ở mức cực kỳ nguy hiểm. Nếu như trong quá khứ chỉ xuất hiện 5 lần vào các năm 2015 (1 ngày); 2019 (2 ngày), 2021 (2 ngày) chỉ là hiện tượng thời tiết rất hiếm ngặp thì trong tương lai cho 30 năm có 77 ngày với kịch bản RCP 4.5 và 116 ngày với kịch bản RCP 8.5 và hiện tượng này chủ yếu tập trung trong các tháng 6, 7, 8.



Hình 5. Sự biến đổi HI ở mức cực kỳ nguy hiểm giai đoạn: 1991-2021; giai đoạn: 2023-2053 theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5

3.3. Sự biến đổi của HI tối cao tuyệt đối năm

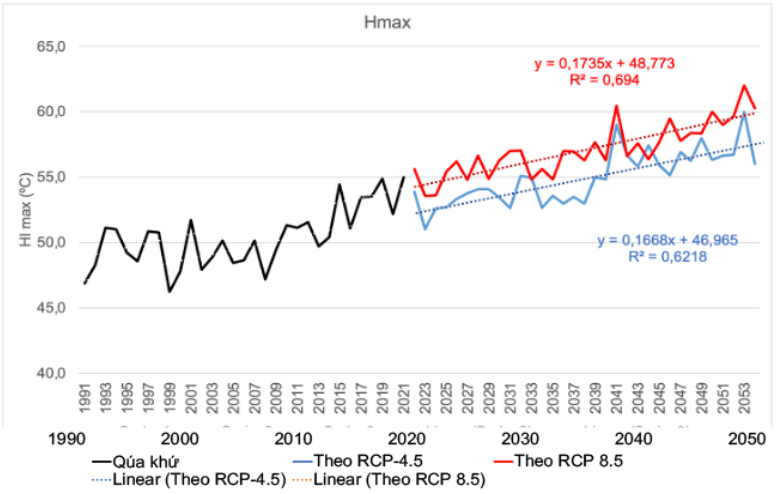
Dựa vào Hình 6 nhận thấy sự HI tối cao tuyệt đối năm có xu thế tăng cả trong quá khứ và tương lai.

Với kịch bản RCP 4.5 cho thấy, độ tin cậy của mối tương quan giữa HI và thời gian thể hiện qua giá trị $R^2 = 0,6$ - đây là mối quan hệ rất chặt, chứng tỏ phương trình hồi quy đáng tin cậy. Theo phương trình hồi quy, số ngày HI ở mức nguy hiểm có xu thế tăng trong tương lai, trung bình 1 năm tăng 0,17 ºC/năm.

Với kịch bản RCP 8.5 cho thấy, độ tin cậy của mối tương quan giuruax HI và thời gian thể hiện qua giá trị $R^2 = 0,7$ - đây là mối quan hệ rất chặ, chứng tỏ phương trình hồi quy đáng tin cậy. Theo

phương trình hồi quy, số ngày HI ở mức nguy hiểm có xu thế tăng trong tương lai, trung bình 1 năm tăng 0,17 ºC/năm.

Có thể thấy xu thế gia tăng nhiệt độ tối cao tuyệt đối năm nhanh hơn rất nhiều xu thế tăng của nhiệt độ trung bình năm theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 (khoảng 0,034 ºC với kịch bản RCP 4.5 và 0,035 ºC với kịch bản RCP 8.5 trong giai đoạn: 2023-2053.



Hình 6. Sự biến đổi HI tối cao tuyệt đối năm giai đoạn từ năm 1991-2021; giai đoạn: 2023-2053 theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5

4. KẾT LUẬN

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, nhiệt độ Trái đất có xu thế gia tăng, kéo theo các hiện tượng thời tiết cực đoan cũng biến đổi gia tăng cả về cường độ và tần suất. Sự kết hợp giữa nền nhiệt độ cao, độ ẩm cao và xu thế gia tăng của nhiệt độ trong tương lai kết hợp với đặc điểm thành phố Hải Dương là một đô thị lớn là nguyên nhân làm cho số ngày HI ở mức nguy hiểm tăng trong tương lai. Nghiên cứu này phân loại HI để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ đến con người. Kết quả cho thấy theo cả 2 kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 đều có nguy cơ HI tăng cả về cường độ và số ngày nguy hiểm và cực kỳ nguy hiểm.

Số ngày HI ở mức nguy hiển cũng có xu thế tăng rõ rệt trong tương lai, cường độ HI trung bình năm sẽ gia tăng 0,0875 °C/năm với RCP 4,5 và 0,0919 với RCP 8.5 trong giai đoạn: 2023-2053. Với những ngày này, thời tiết có thể gây ra chuột rút do nhiệt hoặc kiệt sức vì nóng, và có thể bị đột quỵ do tiếp xúc lâu dài và/hoặc hoạt động thể chất.

Điểm đặc biệt là trong quá khứ chỉ có 5 lần xuất hiện HI ở mức cực kỳ nguy hiểm, nhưng trong trong giai đoạn: 2023-2053. Số ngày HI > 54 °C trong giai đoạn: 2011-2050 theo kịch bản RCP 4.5, là 77, theo kịch bản RCP 8.5 là 116 chủ yếu tập trung trong các tháng 6, 7, 8. Với những ngày này, thời tiết có nguy cơ cao gây đột quỵ.

Với mức độ biến động của HI theo thời gian như trên, cần xây dựng những phương án cụ thể về cơ sở hạ tầng, nhân viên ý tế để bảo vệ những người lao động ngoài trời, những người già, người có bệnh nền trước nguy cơ tiềm tàng của thời tiết thể hiện qua heat indext ngày càng mạnh hơn về cường độ trong các tháng 6, 7, 8, đặc biệt là tháng 6.

Kết quả nghiên cứu này sẽ là kênh thông tin hữu ích để các nhà hoạch định chính sách cho Hải Dương có định hướng về phát triển hạ tầng y tế thích ứng với biến đổi khí hậu trong tương lai. Hạn chế của nghiên cứu là chưa có số liệu thông kê thực tế số người bị tác động của nắng nóng và đặc biệt là đột quỵ. Tập thể tác giả sẽ phát triển nghiên cứu trong tương lai khi có nguồn số liệu y tế thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Selye H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents, Nature, 138(3479): p. 32-32.
2. Nardone A., et al. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. Livestock Science, 130(1-3): p. 57-69.
3. Kim E. (2016). The impacts of climate change on human health in the United States: A scientific assessment, by us global change research program. Journal of the American Planning Association, 82(4): p. 418-419.
4. Steadman R. (1979). The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. Journal of Applied Meteorology Climatology, 18(7): p. 861-873.
5. Steadman R. (1984). A universal scale of apparent temperature, Journal of Applied Meteorology Climatology, 23(12): p. 1674-1687.
6. National Weather Service (2021). The Heat Index Equation, [cited 2021 19th December], Available from: https://www.wpc.ncep.noaa.gov/html/heatindex_equation.shtml.
7. Stull R. (2011). Wet-bulb temperature from relative humidity and air temperature, Journal of applied meteorology and climatology, 50(11): p. 2267-2269.
8. Gouezo M., et al. (2015). Impact of two sequential super typhoons on coral reef communities in Palau, Marine Ecology Progress Series, 540: p. 73-85.
9. Moran D.S., et al. (2001). An environmental stress index (ESI) as a substitute for the wet bulb globe temperature (WBGT), Journal of Thermal Biology, 26(4): p. 427-431.
10. Wu J., et al. (2017). Changes of effective temperature and cold/hot days in late decades over China based on a high resolution gridded observation dataset, International Journal of Climatology, 37: p. 788-800.
11. Zhang J., et al. (2019). Detecting spatial differences in thermal stress across China. Theoretical Applied Climatology, 138(1): p. 541-552.
12. Im E.S., Pal J.S. and Eltahir E.A. (2017). Deadly heat waves projected in the densely populated agricultural regions of South Asia. Science advances, 3(8): p. e1603322.
13. Tai N.C. and N.D. Quang (2020). Research on building a set of indicators of heat and humidity affecting the health of some residential communities in Quang Nam (Vietnam). Vietnam Journal of Hydrometeorology, 717: p. 20-31.
14. Phan V.T. (2013). Biến đổi khí hậu ở Việt Nam: Một số kết quả nghiên cứu, thách thức và cơ hội trong hội nhập quốc tế, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 29(2): p. 42-55.

15. Opitz-Stapleton S., et al. (2016). Heat index trends and climate change implications for occupational heat exposure in Da Nang, Vietnam. Climate Services, 2: p. 41-51.

16. Ma Y., et al. (2019). Effects of extreme temperatures on hospital emergency room visits for respiratory diseases in Beijing, China. Environmental Science Pollution Research, 26(3): p. 3055-3064.

17. McGregor G.R. and Vanos J. (2018). Heat: a primer for public health researchers, Public health nutrition, 161: p. 138-146.

18. Kjellstrom T., et al. (2019). Climate change and the rising incidence of heat stress, in Working on a warmer planet: The effect of heat stress on productivity and decent work, Report of the International Labour Office (ILO): Geneva, Switzerland p. 21-23.

19. Dao Ngoc Hung (2013). Assessing the impact of traffic on the effect of heat island Hanoi. Vietnam Journal of Hydrometeorology, 626(2): p. 46-50.

20. Cục Thống kê tỉnh Hải Dương (2021). Niên giám thống kê tỉnh Hải Dương, Hà Nội: Nhà xuất bản Thống kê.

21. Vietnam Center of Hydro-Meteorological Data (2021). Hydrometeorological data, Hanoi.

22. Dahl K., et al. (2019). Increased frequency of and population exposure to extreme heat index days in the United States during the 21st century. Environmental Research Communications, 1(7): p. 075002.

23. National Weather Service (2021). Meteorological Conversions and Calculations: Heat Index Calculator. 2021 [cited 2021 10th July]; Available from: https://www.wpc.ncep.noaa.gov/html/heatindex.shtml.

24. Vietnam Ministry of Natural Resources and Environment (2022). Climate change, sea level rise scenarios for Vietnam in 2020. 2021 [cited 2022 12, January, 2022].

ASSESSING THE CHANGE OF HEAT INDEX IN HAI DUONG PROVINCE

Hoang Luu Thu Thuy[1*], Dao Ngoc Hung[2], Do Thi Van Huong[3], Tran Thi Mui[1], Dang Thi Ngan Ha[4]

[1]Instituteof Geography, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi
[2]Faculty of Geography, Hanoi National University of Education, 136 Xuan Thuy, Cau Giay, Hanoi
[3]Faculty of Tourism, Thai Nguyen University of Sciences, Tan Thinh, Thai Nguyen
[4]Center for Research and Production of Vaccines and Biological products, Ministry of Health, 135 Lo Duc, Hai Ba Trung, Hanoi

ABSTRACT

Meteorological factors, especially temperature and humidity, have great impacts on human physiology. The US National Weather Service uses temperature and relative humidity to develop the heat index (HI) as a metric to determine the human heat thresholds. The study applied correlation assessment and regression equations to calculate future HI scenarios from meteorological data in the period 1991-2020 and climate change and sea level rise scenario data for Vietnam. The results showed that in the future, the HI increases 0.087 °C/year under the RCP 4.5 scenario and 0.09 °C/year under the RCP 8.5 scenario. The number of weeks with dangerous HI level for health tended to increase to 4,2 weeks/year for scenario RCP 4.5; 6 weeks/5 years under RCP 8.5 scenario. Especially, the number of days with high risk of stroke for the past 31 year period was 5 days, happening during days with very rare weather phenomena. This will increase to 77 days with RCP scenario 4.5 and 116 days with scenario RCP 8.5. The high risk of stroke mainly occurs in June, August and August.

Keywords: Climate change, heat stress, heat index.

[*] Corresponding author, email address: thuy_hoangluu@yahoo.com

Doi: 10.15625/vap.2022.0156

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH AERMOD MÔ PHỎNG LAN TRUYỀN BỤI MỊN $PM_{2,5}$ DO PHÁT THẢI CỦA CÁC PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG CƠ GIỚI ĐƯỜNG BỘ TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HÀ NỘI THEO KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ QUY HOẠCH 2030-2050

Đoàn Quang Trí*, Nguyễn Văn Nhật, Quách Thị Thanh Tuyết, Phạm Tiến Đức

Tạp chí Khí tượng Thuỷ văn
8 Pháo Đài Láng, Láng Thượng, Đống Đa, Hà Nội

TÓM TẮT

Quá trình phát triển đô thị, quá trình công nghiệp hóa - hiện đại hóa kéo theo những tác động tiêu cực ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống người dân, tiêu biểu trong số những tác động tiêu cực đó chính là vấn đề sự suy giảm chất lượng môi trường không khí. Nghiên cứu sử dụng mô hình AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD) để mô phỏng lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường không khí do phát thải từ các phương tiện giao thông trong bối cảnh của biến đổi khí hậu. Kết quả mô phỏng dưới dạng thiết lập lưới tính không gian 2-3 chiều, đưa ra bản đồ lan truyền bụi $PM_{2,5}$ trong thành phố Hà Nội theo các kịch bản hiện trạng năm 2020, năm 2030 và năm 2050 với nguồn phát thải chính là các phương tiện giao thông. Kết quả cho thấy trước tình trạng biến đổi khí hậu và quy hoạch phát triển giao thông năm 2030 và 2050 thì lượng bụi $PM_{2,5}$ có xu hướng tăng, diện tích bị ảnh hưởng ngày càng nhiều. Để giảm thiểu tác hại của bụi $PM_{2,5}$ cần có sự chuyển dịch các phương tiện giao thông cá nhân sang sử dụng các phương tiện công cộng, sử dụng các nhiên liệu thân thiện với môi trường, giảm tối đa lượng khí thải ra ngoài môi trường không khí.

Từ khóa: Ô nhiễm không khí, AERMOD, $PM_{2,5}$, Hà Nội.

1. MỞ ĐẦU

Quá trình phát triển đô thị kéo theo đó là vấn đề ô nhiễm không khí (ÔNKK) bởi áp lực gia tăng các nguồn thải từ hoạt động sản xuất, các phương tiện giao thông trong khu vực. Trên thế giới, quá trình nghiên cứu đánh giá chất lượng ÔNKK được thực hiện tại nhiều quốc gia từ những năm 60-70 và đã thu được những kết quả nhất định. Các nghiên cứu đã tập trung vào phát triển và ứng dụng các mô hình chất lượng không khí (CLKK) để nghiên cứu vấn đề ÔNKK có xu hướng ngày càng gia tăng [1, 3, 4, 6, 12, 17].

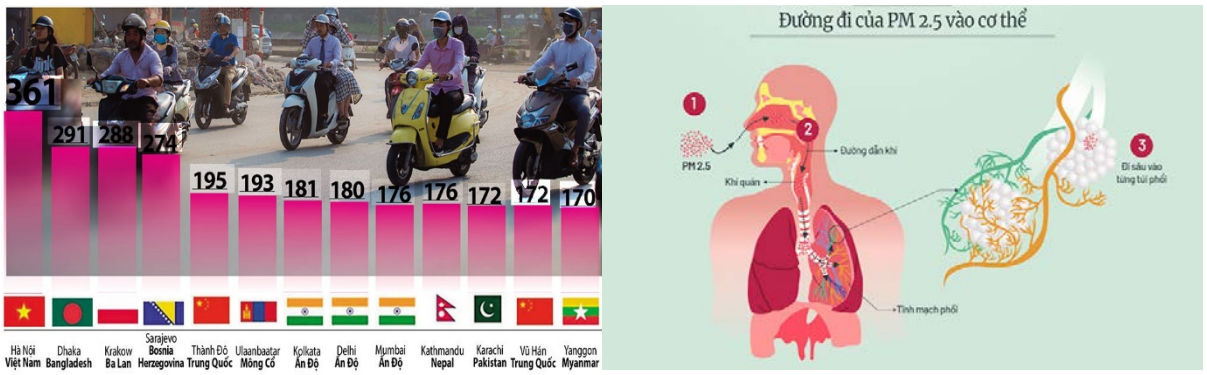
Tại Việt Nam, trong những năm gần đây vấn đề ÔNKK ở khu vực nội đô, đặc biệt tại các thành phố lớn như Hà Nội, Tp. Hồ Chí Minh đang trở thành vấn đề được cả xã hội quan tâm. Nhiều nghiên cứu phát triển mô hình, ứng dụng các mô hình thương mại đã được thực hiện và bước đầu đưa vào ứng dụng dự báo, cảnh báo ô nhiễm cho các khu vực thành phố lớn hoặc trên toàn lãnh thổ Việt Nam [2, 10, 11, 13, 14, 16]. Hà Nội với điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa và vị trí địa lý thuận lợi, vùng này có một lợi thế rất lớn trong việc phát triển kinh tế - xã hội. Hà Nội có quá trình công nghiệp hóa - hiện đại hóa diễn ra hết sức mạnh mẽ và nhanh chóng. Bên cạnh những tác động tích cực, quá trình công nghiệp hóa - hiện đại hóa cũng đã kéo theo những tác động tiêu cực gây nên những ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống người dân trong vùng, tiêu biểu trong số những

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: doanquangtrikttv@gmail.com

tác động tiêu cực đó chính là hai vấn đề môi trường sau: sự cạn kiệt nguồn tài nguyên thiên nhiên, sự suy giảm chất lượng môi trường (không khí, nước, đất). Vấn đề môi trường mà thành phố Hà Nội đang phải đối mặt, ÔNKK chính là vấn đề môi trường có tính chất nghiêm trọng nhất. CLKK là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe của từng người dân, do đó, vấn đề này cần phải được quan tâm đúng mức. Các số liệu quan trắc CLKK được thu thập trong thời gian gần đây cho thấy CLKK tại thành phố Hà Nội có sự giảm sút rõ rệt. Ngoài ra, các báo cáo y tế cũng cho thấy số lượng bệnh nhân mắc các bệnh về đường hô hấp tại vùng này cũng có sự gia tăng đáng kể trong những năm gần (Hình 1). Nguồn gây ô nhiễm môi trường không khí rất đa dạng, với các đô thị lớn, nguồn gây ÔNKK chủ yếu từ hoạt động giao thông vận tải, các ngành công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, hoạt động xây dựng và dân sinh. Trong đó, ÔNKK ở đô thị Việt Nam do hoạt động giao thông gây ra chiếm tỷ lệ khoảng 70 % [6]. Với mật độ các loại phương tiện giao thông lớn, chất lượng chưa tốt và hệ thống đường giao thông còn chật chội và chưa đồng bộ, lượng khí thải, bụi giao thông có xu hướng ngày càng gia tăng.

Bài báo sử dụng thông số bụi $PM_{2,5}$ để đánh giá vì bụi $PM_{2,5}$ (hạt có đường kính khí động học nhỏ hơn 2,5 µm) có ảnh hưởng lớn hơn đến sức khỏe do khả năng tích tụ và đi sâu vào cơ thể carbon đen (BC), một sản phẩm của quá trình đốt cháy không hoàn toàn là thành phần chính của bụi $PM_{2,5}$. Ngoài ra, bụi $PM_{2,5}$ đóng góp phần lớn trong bụi PM_{10} (hạt có đường kính khí động học nhỏ hơn 10 µm)) với tỷ lệ là $PM_{2,5}/PM_{10}$ ~ 0,76/0,8 cho thấy tầm quan trọng của phát thải do đốt cháy và sự hình thành các hạt bụi thứ cấp [7]. Bên cạnh đó bụi $PM_{2,5}$ và bụi PM_{10} thể hiện mối tương quan mạnh mẽ (R^2 = 0,92), do đó sự thay đổi của bụi PM_{10} chủ yếu được thúc đẩy bởi sự thay đổi của bụi $PM_{2,5}$.

Theo số liệu được công bố tại hội thảo "Ô nhiễm không khí - Mối đe dọa với sức khỏe cộng đồng" từ năm 2017 thì lượng bụi mịn $PM_{2,5}$ trung bình năm 2016 ở TP. HCM là 28,23 µg/m^3 (cao gấp 3 lần so với tiêu chuẩn của WHO) và tại Hà Nội là 50,5 µg/m^3 (cao 2 lần quy chuẩn quốc gia và gấp 5 lần so với ngưỡng trung bình của WHO). Cảnh báo mức độ ô nhiễm không khí ở tại Hà Nội chỉ đứng sau thủ đô New Delhi của Ấn Độ (nơi ô nhiễm không khí nặng nhất nhì thế giới với 124 µg/m^3) và thực tế những năm gần đây ô nhiễm tại thành phố Hà Nội ngày càng nghiêm trọng.



Hình 1. Tác động của ô nhiễm bụi $PM_{2,5}$ từ hoạt động giao thông đến sức khỏe con người [18]

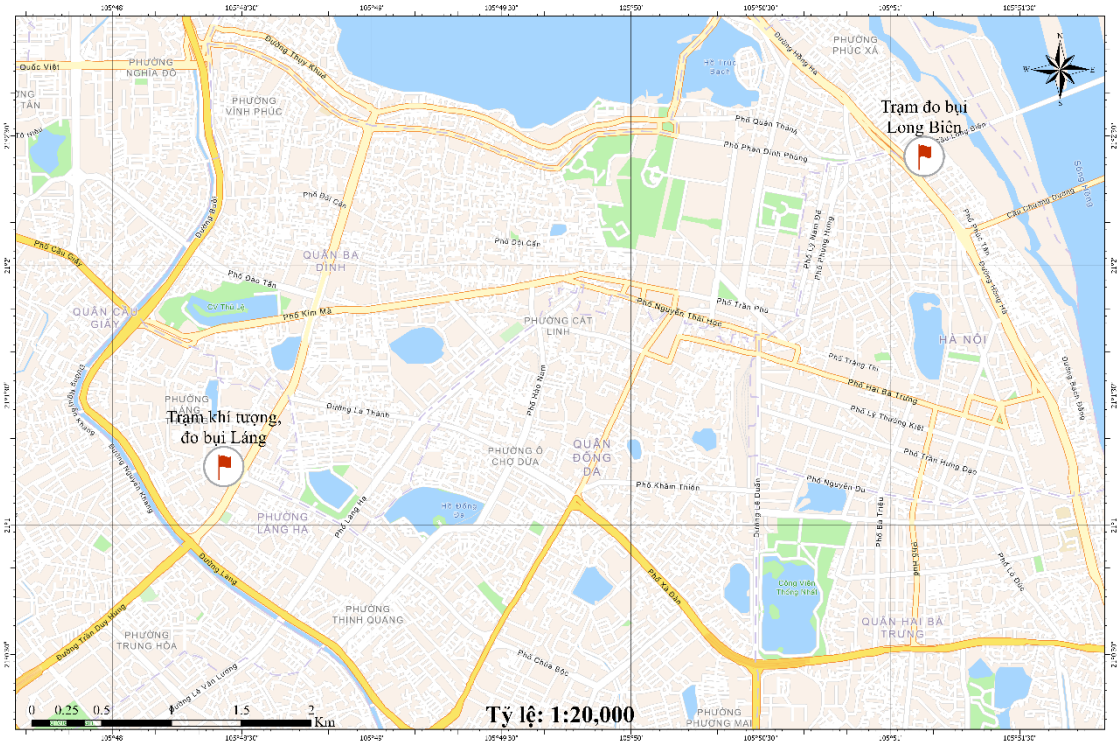
Trong rất nhiều các mô hình khuếch tán khí đang được áp dụng rộng rãi trên thế giới và trong nước [1, 3, 8, 12, 15], nghiên cứu lựa chọn và sử dụng mô hình AMS/EPA Regulatory Model

(AERMOD) để mô phỏng nguồn phát thải đường từ hoạt động giao thông với nguồn số liệu khí tượng sử dụng hai trạm Láng và Long Biên phục vụ hiệu chỉnh, kiểm định mô hình và số liệu khí tượng lấy trực tiếp từ mô hình toàn cầu Global Forecast System (GFS) để mô phỏng tính toán theo một số kịch bản phát thải theo kịch bản biến đổi khí hậu.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Hà Nội nằm ở phía hữu ngạn Sông Đà và hai bên Sông Hồng, vị trí và địa thế thuận lợi cho một trung tâm chính trị, kinh tế, văn hoá, khoa học và đầu mối giao thông quan trọng của Việt Nam. Hiện trạng ÔNKK ở Hà Nội đang ngày càng gia tăng, có thể nhận thấy rõ nét tình hình CLKK Hà Nội thông qua các chỉ số ÔNKK (Air Quality Index - AQI) (Hình 1 với AQI = 361, Hà Nội đã vượt qua Dhaka (Bangladesh) và Sarajevo (Bosnia Herzegovina), trở thành thành phố có mức độ ô nhiễm cao nhất toàn cầu, theo bảng xếp hạng của Air Visual (Hình 2).



Hình 2. Vị trí trạm quan trắc bụi $PM_{2,5}$ nội thành Hà Nội



Hình 3. Vị trí các tuyến đường mô phỏng trong mô hình

Bảng 1. Danh sách các tuyến đường mô phỏng

STT	Tuyến đường chính	STT	Tuyến đường chính	STT	Tuyến đường chính
1	Nguyễn Khoái	25	Trần Cung	49	Hàm Nghi
2	Vành Đai 3	26	Trần Thái Tông	50	Tôn Thất Thuyết
3	Minh Khai	27	An Dương Vương	51	Phạm Văn Bách
4	Nguyễn Chí Thánh	28	Âu Cơ	52	Mễ Trì
5	Kim Mã	29	Nghi Tàm	53	Đại lộ Thăng Long
6	Lạc Long Quân	30	Yên Phụ	54	Trần Duy Hưng
7	Giảng Võ	31	Trần Nhật Duật	55	Văn Cao
8	Nguyễn Trãi	32	Trần Quang Khải	56	Liễu Giai
9	Nguyễn Thái Học	33	Trần Khánh Dư	57	Huỳnh Thúc Kháng
10	Giải Phóng	34	Võ Chí Công	58	Chùa Bộc
11	Trần Khát Chân	35	Bưởi	59	Tố Hữu
12	La Thành	36	Láng	60	Lê Văn Lương
13	Hoàng Quốc Việt	37	Trường Chinh	61	Láng Hạ
14	Nguyễn Văn Huyên	38	Đại La	62	Cát Linh
15	Dương Đình Nghệ	39	Hồ Tùng Mậu	63	Tôn Đức Thắng
16	Trung Kính	40	Xuân Thuỷ	64	Tây Sơn
17	Nguyễn Phong Sắc	41	Cầu Giấy	65	Nguyễn Lương Bằng
18	Nguyễn Hoàng	42	Tràng Tiền	66	Ngọc Hồi
19	Phố Huế	43	Tràng Thi	67	Lê Duẩn
20	Thái Hà	44	Hàng Khay	68	Trương Định
21	Phạm Ngọc Thạch	45	Khâm Thiên	69	Bạch Mai
22	Tôn Thất Tùng	46	Ô Chợ Dừa	70	Hàng Bài
23	Đức Thắng	47	Xã Đàn		
24	Cổ Nhuế	48	Đại Cồ Việt		

2.2. Phương pháp nghiên cứu

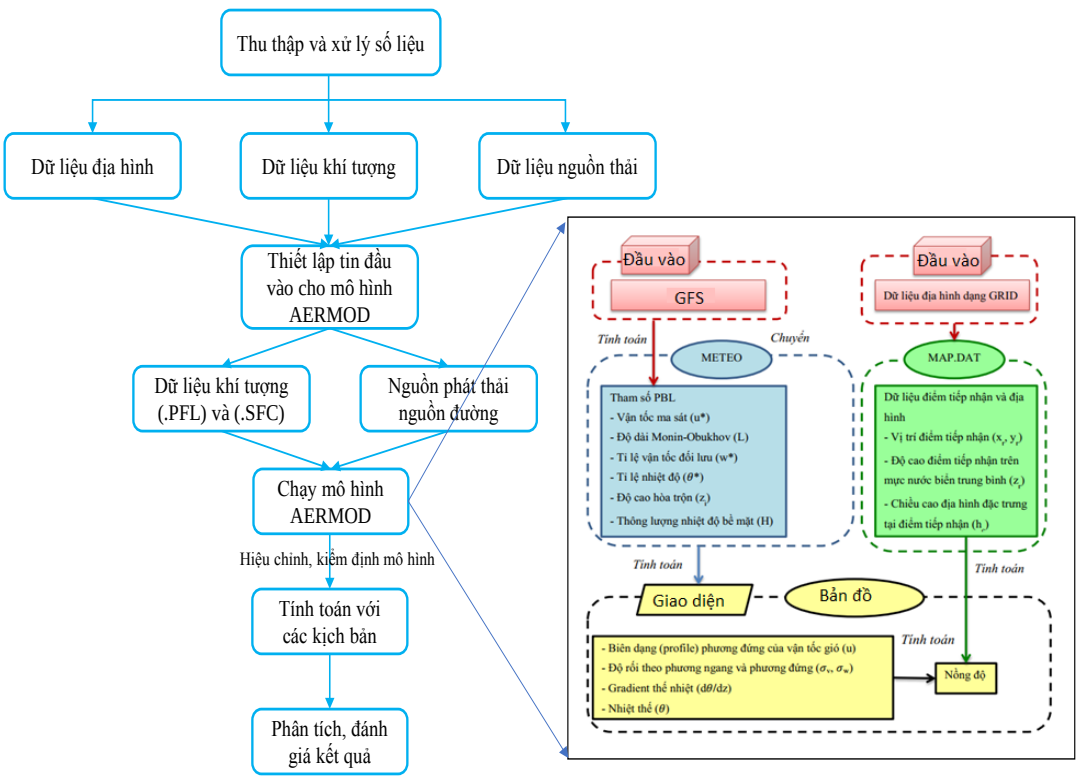
a) Giới thiệu mô hình nghiên cứu

Mô hình AERMOD được phát triển dựa trên mô hình AERMIC bởi Cơ quan Khí tượng và Cục Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ [19]. Các nhà khoa học từ AMS và EPA, AERMIC bước đầu đã được hình thành trong năm 1991, Sau đó AERMIC phát triển thành AERMOD và được chính thức sử dụng vào ngày 09/12/2005. Mô hình AERMOD gồm hai công cụ hỗ trợ khai thác và xử lý dữ liệu là công cụ khí tượng AERMET và công cụ địa hình AERMAP [20].

- Công cụ khí tượng (AERMET): sử dụng các phép đo khí tượng, để tính toán các thông số lớp biên nhất định, xử lý các số liệu khí tượng bề mặt trên các tầng khác nhau, xử lý về hướng gió, tốc độ gió, nhiệt độ và độ cao.

- Công cụ địa hình (AERMAP) có mục đích chính là thể hiện mối quan hệ vật lý giữa các tính năng địa hình và hoạt động của các chất ÔNKK. Công cụ này tạo ra các dữ liệu và chiều cao cho từng vị trí đồng thời cung cấp thông tin cho phép các mô hình phân tán để mô phỏng tác động của không khí.

AERMOD là một mô hình trạng thái ổn định ở chỗ mô hình giả định rằng nồng độ ở tất cả các khoảng cách trong một giờ được mô hình hóa. AERMOD có thể áp dụng cho các vùng nông thôn, thành thị, địa hình bằng phẳng hay phức tạp và các loại nguồn thải như điểm, đường, diện tích. Kết quả mô phỏng dưới dạng hình ảnh không gian 2 chiều, 3 chiều, giúp người dùng dễ dàng nhận thấy những tác động của khí thải lên các khu vực cần đánh giá. Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu được thể hiện trên hình 3.



Hình 4. Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu

AERMOD cho ra kết quả mô phỏng sự khuếch tán chất ô nhiễm không khí phù hợp với thực tế do có nhiều tính năng như:

- Xử lý được sự không đồng nhất theo chiều dọc của lớp biên;
- Xử lý được sự phát thải tại bề mặt đất;
- Xử lý được các nguồn diện không đều;

- Mô hình hoá vệt chất ô nhiễm ba chiều cho lớp biên đối lưu;
- Hạn chế được sự trộn lẫn theo chiều dọc trong lớp biên ổn định;
- Cố định sự phản xạ bề mặt ở chân ống khói.

Nghiên cứu sử dụng mô hình AERMOD phiên bản 8.9.0 để mô phỏng lan truyền bụi trên trục giao thông chính khu vực thành phố Hà Nội. Mô hình có tuỳ chọn mô phỏng phát thải dang đường (LINE), các nguồn thải được mô hình hóa dưới dạng nguồn LINE có thể bao gồm các tuyến đường và khu vực trong đó phát thải xảy ra tương đối đồng đều. Tùy chọn loại nguồn LINE cho phép người dùng chỉ định các nguồn loại đường dựa trên điểm đầu và điểm cuối của đường và chiều rộng của đường, các thông số bao gồm: Tốc độ phát thải (g/s), toạ độ tim đường, độ rộng tuyến đường giao thông, hệ số kích thước ban đầu theo chiều dọc, chiều cao phát thải trên mặt đất.

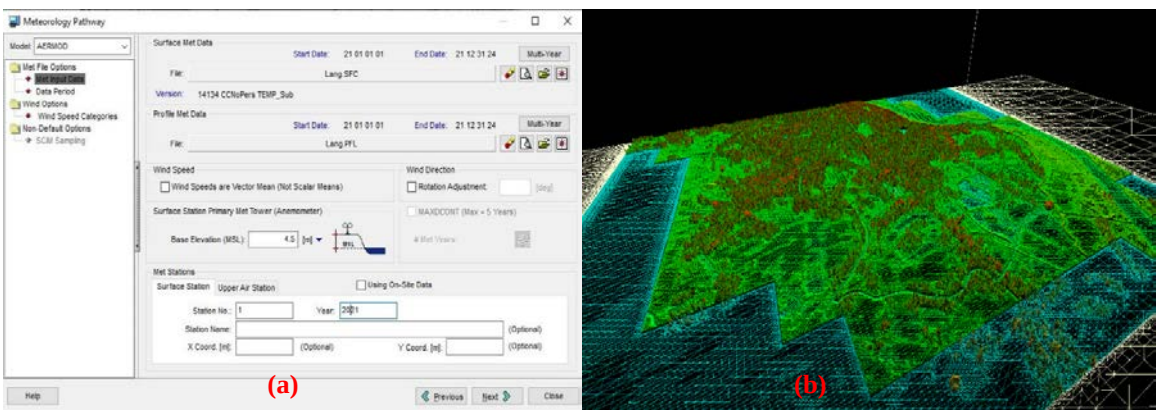
b) Số liệu sử dụng tính toán

- Số liệu khí tượng

Số liệu khí tượng được sử dụng là số liệu khí tượng tại trạm Láng thuộc Đài KTTV Đồng bằng Bắc Bộ. Trạm Láng là trạm khí tượng cấp 3 đo các yếu tố: gió, bốc hơi, nhiệt độ không khí, nhiệt độ đất, độ ẩm không khí, mưa tầm nhìn xa, thời gian nắng và các yếu tố về mây. Các yếu tố khí tượng chính sử dụng trong mô hình bao gồm: nhiệt độ; độ ẩm; áp suất; độ che phủ mây; tốc độ gió; hướng gió; độ cao khí quyển; lượng mưa. Các yếu tố áp suất không khí, độ cao khí quyển mô hình yêu cầu nhưng trạm khí tượng Láng không có số liệu thực đo nghiên cứu này đã sử dụng số liệu từ mô hình tái phân tích GFS để bổ sung số liệu các yếu tố khí tượng này (Hình 4a).

- Số liệu địa hình

Dữ liệu địa hình Lakes AERMOD view được lấy từ dữ liệu địa hình SRTM DEM của NASA. Dữ liệu SRTM DEM có các thông số chính sau đây: Độ phân giải không gian: 90 m; Đơn vị đo chiều cao: m; Hệ tọa độ: kinh độ vĩ độ WGS 1984; Trang web download: http://srtm.csi.cgiar.org/; Định dạng dữ liệu GIS: Raster (Hình 5b).



Hình 5. (a) Thiết lập số liệu khí tượng; (b) Số liệu địa hình cho khu vực Hà Nội

- Số liệu nguồn thải

Nồng độ bụi $PM_{2,5}$ phát thải từ một số trục đường giao thông chính có lưu lượng giao thông lớn được thống kê trong Bảng 2.

Bảng 2. Thông số nguồn phát thải bụi một số tuyến đường chính tại Hà Nội (đơn vị: km.phương tiện/năm) [21]

Loại xe	Xe máy	Xe ô tô	Xe buýt thường	Tổng cộng
Năm 2020	26.307.433.713,36	6.626.911.230,42	760.916.873,76	33.695.261.817,54
Năm 2030	28.454.393.599,05	7.167.736.030,47	823.015.595,44	36.445.145.224,97
Năm 2050	30.776.567.715,11	7.752.697.752,56	890.182.217,93	39.419.447.685,59

Kết hợp với mức phát thải khí bụi của các loại phương tiện (g/km) như trong Bảng 3.

Bảng 3. Mức phát thải khí bụi của các loại phương tiện (g/km) [22]

	Xe máy	Xe con, taxi	Xe buýt thành phố	Đường sắt đô thị
PM 2,5	0,05	0,03	0,56	0

Từ số lượng các phương tiện trong từng năm và hệ số phát thải bụi tương ứng cho từng loại phương tiện, tính toán ra lượng phát thải bụi (mg/s) cho từng năm. Từ số liệu chiều dài các đoạn đường mô phỏng, tính toán tổng số km di chuyển trong 1 năm, nhân hệ số phát thải và số lượng phương tiện tương ứng ra được nồng độ bụi $PM_{2,5}$ (mg/s) cho từng tuyến đường. Với số liệu các phương tiện dự báo năm 2030 và năm 2050 sẽ tính ra được hệ số phát thải bụi tương ứng cho các kịch bản mô phỏng

c) Thiết lập miền tính mô hình mô phỏng

Miền tính khu vực nghiên cứu có thông số như sau: Toạ độ trung tâm: X = 578731,19 m; Y = 2316793,92 m; Chiều dài: 16,8 km; Chiều rộng: 15,8 km; Khoảng cách mắt lưới: X = 200 m; Y = 200 m; Số ô lưới: X = 80; Y = 85 (Hình 5b).

d) Chỉ số đánh giá kết quả mô phỏng

Để so sánh đánh giá kết quả mô phỏng của mô hình AERMOD và giá trị đo đạc, quan trắc tại các vị trí quan trắc nghiên cứu sử dụng 02 chỉ số đánh giá hệ số tương quan (R^2) và hệ số phần trăm sai số trung bình tuyệt đối (MAPE).

Hệ số tương quan R^2:

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i - \overline{O}\right)\times\left(P_i - \overline{P}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(O_i - \overline{O}\right)^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(P_i - \overline{P}\right)^2}} \right)^2 \quad (1)$$

Hệ số phần trăm sai số trung bình tuyệt đối MAPE:

$$MAPE = \frac{100}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{O_i - P_i}{O_i}\right| \quad (2)$$

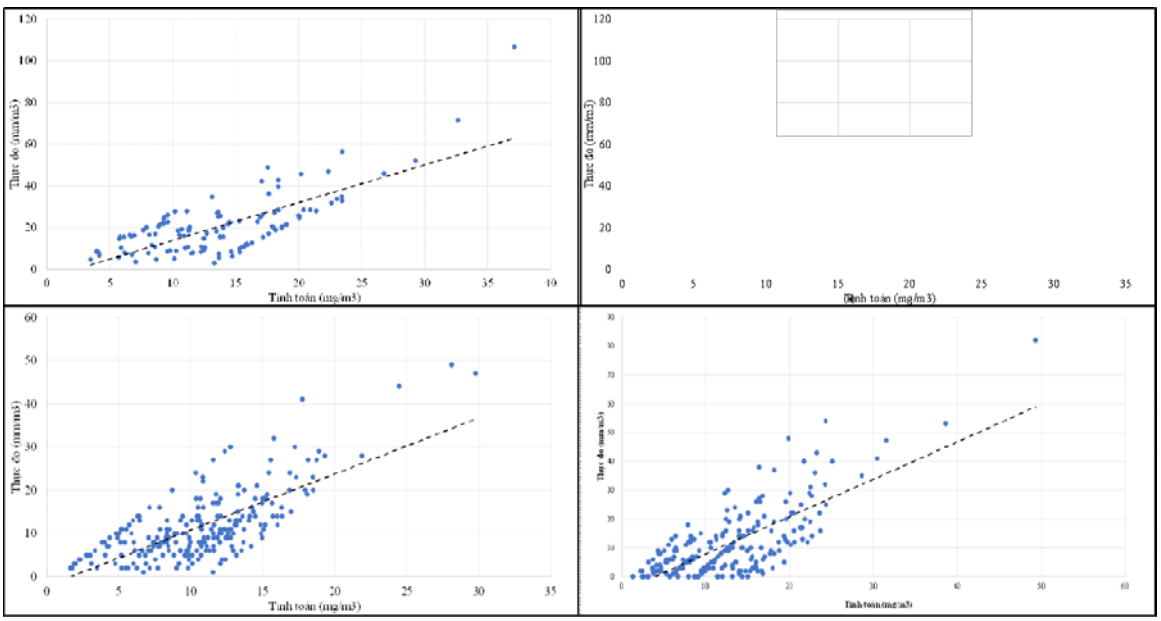
trong đó: O_i là nồng độ bụi thực đo tại thời gian i; P_i là nồng độ bụi mô phỏng của mô hình tại thời gian i; $\overline{O}$ là nồng độ bụi đo đạc trung bình; $\overline{P}$ là nồng độ bụi mô phỏng trung bình; n là số lượng giá trị tính toán.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Nghiên cứu sử dụng số liệu quan trắc CLKK tại 02 trạm: Láng và Long Biên được thể hiện trên Hình 2.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình AREMOD với số liệu bụi quan trắc trong năm 2021 và năm 2022 (6 tháng đầu năm) tại hai trạm Láng và Long Biên cho kết quả thể hiện trên Hình 6.



Hình 6. Kết quả hiệu chỉnh nồng độ bụi $PM_{2,5}$ năm 2021: (a) Trạm Láng; (b) Trạm Long Biên; Kết quả kiểm định nồng độ bụi $PM_{2,5}$ năm 2022: (c) Trạm Láng; (d) Trạm Long Biên

Bảng 4. Đánh giá sai số hiệu chỉnh mô hình

STT	Tên trạm	Năm	Sai số R^2	Sai số MAPE (%)
1	Láng	2021	0,56	43,7
2	Long Biên		0,60	50,2
3	Láng	2022	0,52	53,6
4	Long Biên		0,56	45,6

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho thấy sai số tương quan giữa nồng độ bụi $PM_{2,5}$ thực đo và tính toán tại Láng lần lượt là 0,56 và 0,52; tại Long Biên lần lượt là 0,60 và 0,56, có thể nhận thấy mô hình có khả năng áp dụng để mô phỏng lan truyền bụi do hoạt động giao thông cho khu vực nội thành Hà Nội.

3.2. Kết quả tính toán theo các kịch bản biến đổi khí hậu

Tiếp tục sử dụng bộ thông số mô hình tính toán với các kịch bản mô phỏng cụ thể như sau:

- Kịch bản 1: Điều kiện khí hậu hiện tại;

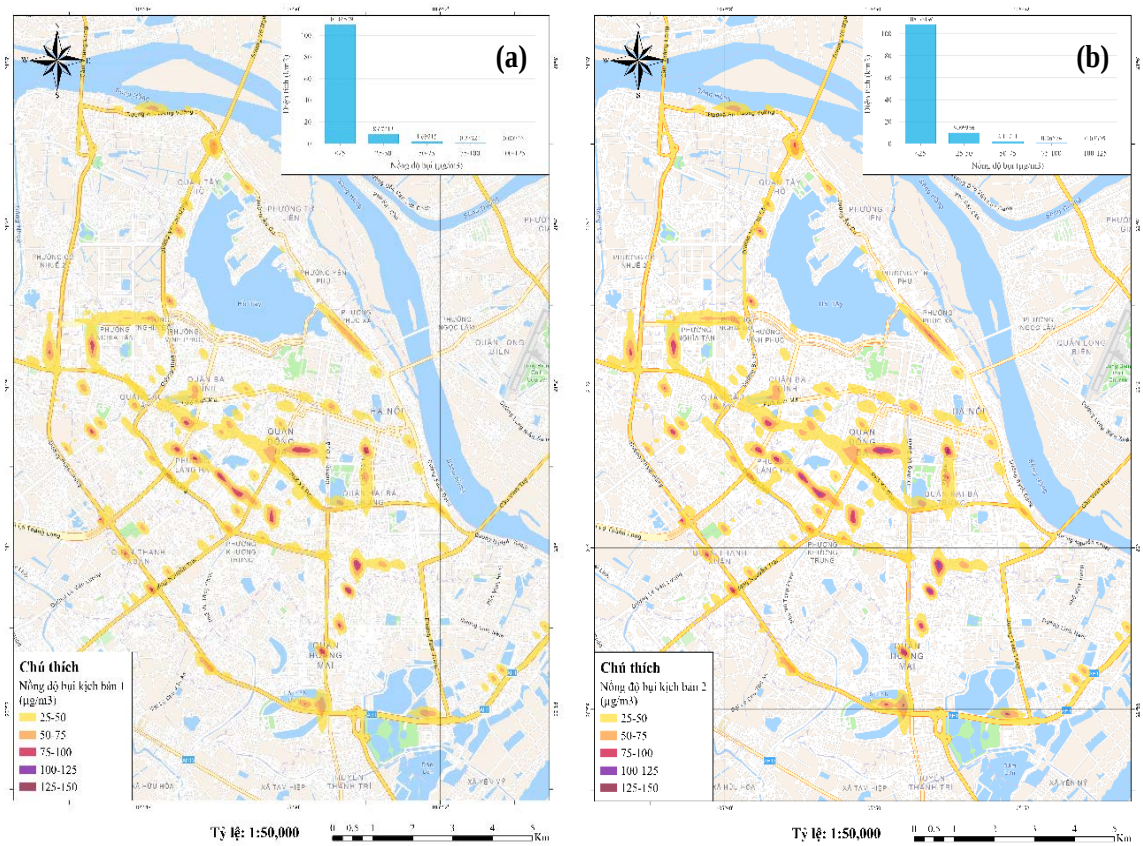
- Kịch bản 2: Điều kiện khí hậu thay đổi theo kịch bản BĐKH RCP 4.5 năm 2030 và quy hoạch phát triển thành phố năm 2030;

- Kịch bản 3: Điều kiện khí hậu thay đổi theo kịch bản BĐKH RCP 4.5 năm 2050 và quy hoạch phát triển thành phố năm 2050.

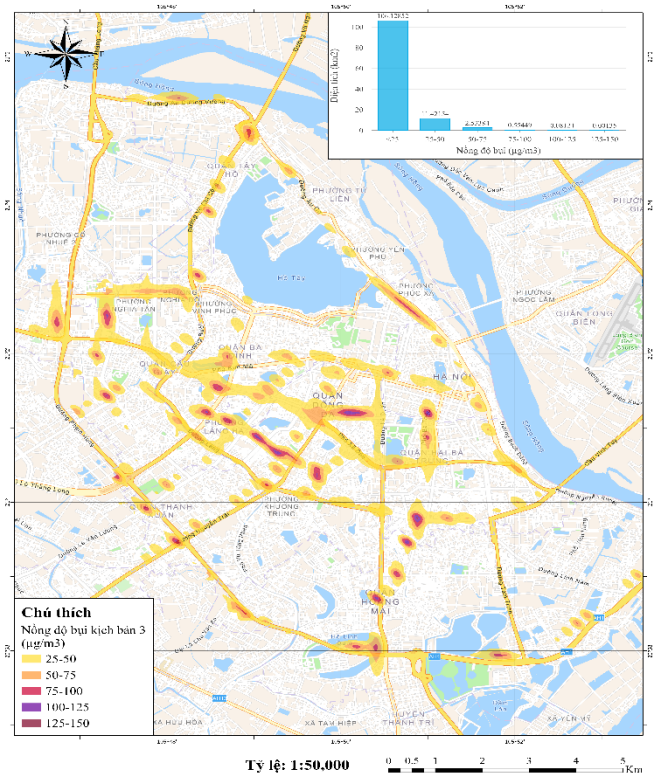
Kết quả mô phỏng theo 03 kịch bản được thể hiện trên các hình 6-7. Kết quả mô phỏng mô hình được so sánh với nồng độ bụi $PM_{2,5}$ được quy định trong QCVN 05:2013/BTNMT về Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh thì giá trị giới hạn của bụi $PM_{2,5}$ là 25 $\mu g/m^3$.

Kết quả mô phỏng các kịch bản cho thấy diện tích có nồng độ bụi $PM_{2,5}$ ngày càng gia tăng qua các kịch bản mô phỏng, đối với kịch bản 3 còn có khu vực xuất hiện nồng độ bụi trong khoảng từ 125-150 $\mu g/m^3$ với diện tích khoảng 1351 m^2.

Kết quả thống kê diện tích ô nhiễm bụi $PM_{2,5}$ do hoạt động giao thông nội thành Hà Nội theo ba kịch bản được thể hiện trên Bảng 5.



Hình 7. Kết quả mô phỏng nồng độ bụi nội thành Hà Nội: (a) Kịch bản hiện trạng; (b) Kịch bản năm 2030



Hình 8. Kết quả mô phỏng nồng độ bụi nội thành Hà Nội kịch bản năm 2050

Bảng 5. Thống kê diện tích ô nhiễm bụi $PM_{2,5}$ do hoạt động giao thông nội thành Hà Nội (Đơn vị: km^2)

Nồng độ bụi (µg/m^3)	**< 25**	**25-50**	**50-75**	**75-100**	**100-125**	**125-150**
Kịch bản 1	110,16	8,67	1,69	0,23	0,007	
Kịch bản 2	108,36	9,98	2,12	0,37	0,033	
Kịch bản 3	106,13	11,55	2,54	0,55	0,081	0,001

Nhận xét: Kết quả mô phỏng cho thấy diện tích khu vực bị ô nhiễm tăng dần qua các kịch bản mô phỏng, nếu như kịch bản hiện trạng và kịch bản năm 2030 không có khu vực có nồng độ bụi trong khoảng 125-150 µg/m^3 thì năm 2050 đã có khu vực có nồng bụi trong khoảng này. Có thể nhận thấy khi các điều kiện khí hậu thay đổi theo kết quả tính toán kịch bản BĐKH thì nồng độ bụi mịn có xu hướng tăng cao.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã ứng dụng thành công mô hình AERMOD mô phỏng lan truyền bụi $PM_{2,5}$ do hoạt động các phương tiện giao thông trên các tuyến đường chính theo các kịch bản BĐKH RCP 4.5 cho khu vực nội thành Hà Nội.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định còn chưa cao vì bài báo mới chỉ đánh giá ô nhiễm bụi $PM_{2,5}$ dưới tác động của các phương tiện giao thông trên trục đường chính, chưa tính đến các nguồn ô nhiễm khác như: từ khu công nghiệp, cụm công nghiệp… nhưng đã đánh giá được xu thế ảnh hưởng của thời tiết và các phương tiện giao thông trên trục đường chính đến chất lượng không khí, cụ thể là bụi $PM_{2,5}$.

Nghiên cứu cho thấy mô hình AERMOD là mô hình phù hợp cho mô phỏng lan truyền khí tại Hà Nội: mô hình có xét đến tương quan chặt chẽ giữa các yếu tố khí tượng cũng như điều kiện địa hình với quá trình lan truyền các chất ô nhiễm trong không khí. Kết quả mô phỏng cho thấy dưới tác động của BĐKH cũng với hoạt động của các phương tiện giao thông như hiện nay thì diện tích bị ô nhiễm với nồng độ bụi ngày càng tăng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Davor Z. Antanasijević, Viktor V. Pocajt, Dragan S. Povrenović, Mirjana Đ. Ristić, Aleksandra A. Perić-Grujić (2013). PM_{10} emission forecasting using artificial neural networks and genetic algorithm input variable optimization, *Science of the Total Environment*, ISSN: 0048-9697, 443, 511-519.
2. Hồ Quốc Bằng và cộng sự (2006). Mô hình hóa chất lượng không khí khu vực TP. Hồ Chí Minh - Nghiên cứu những chiến lược giảm thiểu, *Tạp chí Khoa học Công nghệ ĐHQG TP.HCM*, số 9(5), 65-73, ISSN: 1859-0128.
3. Chen, D.S., Cheng, S.Y., Liu, L., Chen, T., Guo, X.R. (2008). An integrated MM5-CMAQ modeling approach for assessing trans-boundary PM_{10} contribution to the host city of 2008 Olympic Summer Games - Beijing, China, *Atmospheric Environment*, ISSN: 1352-2310, 41, 1237-1250.
4. Davis, J.M., Speckman, P. (1998). A model for predicting maximum and 8-hour average ozone in Houston, *Atmospheric Environment*, ISSN: 1352-2310, 33, 2487-2500.
5. Donaldson K., Li, X.Y., Mac Nee, W. (1998), Ultrafine (nanometre) particle mediated lung injury, Journal of Aerosol Science, 29, pp. 553-560
6. Phạm Ngọc Đăng, và cộng sự (2000), Nghiên cứu, dự báo diễn biến môi trường và đề xuất các giải pháp bảo vệ môi trường đối với thành phố Hà Nội.
7. Cao Dung Hai, Nguyen Thi Kim Oanh (2013), Effects of local, regional meteorology and emission sources on mass and compositions of particulate matter in Hanoi, Atmospheric Environment, 78, pp. 105–122
8. Hồ Thị Ngọc Hiếu, Hoàng Anh Vũ, Bùi Tá Long (2011). Xây dựng hệ thống tích hợp đánh giá ô nhiễm không khí do các phương tiện giao thông đường bộ tại Huế, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, Số 49(5C), 333-342, ISSN: 0866-708x.
9. Kaprara A., Kostas Karatzas and Nicolas Moussiopoulos (2001). Maximum ozone level prediction in Athens with the aid of the CART system, 7th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, May 2001.
10. Bùi Tá Long (2008). Mô hình hóa Môi trường, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh.

11. Nguyễn Thị Hồng Nhung (2016). Ứng dụng mô hình AERMOD và kỹ thuật GIS mô phỏng chất lượng không khí tại khu vực sông Thị Vải. Luận văn tốt nghiệp, Đại học Nông Lâm TP. HCM.

12. Manju Mohan, Shweta Bhati, Archana Sreenivas and Pallavi Marrapu (2011). Performance Evaluation of AERMOD and ADMS-Urban for Total Suspended Particulate Matter Concentrations in Megacity Delhi, *Aerosol and Air Quality Research*, ISSN: 2071-1409, 11, 83-894.

13. William F. Ryan (1994). Forecasting severe ozone episodes in the Baltimore metropolitan area, *Atmospheric Environment*, ISSN: 1352-2310, 29, 2387-2398.

14. Trương Anh Sơn và cộng sự (2007). Nghiên cứu thử nghiệm áp dụng Hệ thống Mô hình Dự báo Chất lượng Không khí Cộng đồng Đa quy mô CMAQ tại Việt Nam, Hội nghị khoa học Viện KTTV lần 9, Tiểu ban Môi trường và Tài nguyên.

15. Tran Do Bao Trung and Doan Quang Tri (2022), Application of the AERMOD model to evaluate the health benefits due to air pollution from the public transport sector in Ha Noi, Viet Nam, *Journal of Geoscience and Environment Protection*, ISSN: 2327-4336, 10(3), 13-33.

16. Trần Thị Vương (2011). Nghiên cứu áp dụng mô hình MM5-CMAQ dự báo chất lượng không khí TP. Hồ Chí Minh, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh, 95.

17. Yunzhen Xua, Wendong Yang and Jianzhou Wang (2016), Air quality early-warning system for cities in China, *Atmospheric Environment*, ISSN: 1352-2310, 148, 239-257.

18. https://thanhnien.vn/tai-chinh-kinh-doanh/ha-noi-doi-so-chat-luong-khong-khi-1159318.html

19. https://www.weblakes.com/software/air-dispersion/aermod-view.

20. AERMOD_UserGuide (2022). https://gaftp.epa.gov/Air/aqmg/SCRAM/models/preferred/aermod/aermod_userguide.pdf.

21. Trần Đỗ Bảo Trung (2022). Nghiên cứu định lượng đồng lợi ích của giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông công cộng ở Thành phố Hà Nội. Luận án tiến sỹ Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và biến đổi khí hậu.

APPLICATION OF THE AERMOD MODEL TO SIMULATE $PM_{2,5}$ DUST TRANSMISSION CAUSED BY ROAD TRANSPORT VEHICLES IN HANOI CITY IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE SCENARIO AND 2030-2050 PLANNING

Doan Quang Tri*, Nguyen Van Nhat, Quach Thi Thanh Tuyet, Pham Tien Duc

*Vietnam Journal of Hydrometeorology, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration, 8 Phao Dai Lang, Lang Thuong, Dong D*a, Hanoi

ABSTRACT

The process of urban development, industrialization and modernization pose negative impacts on the environment and people's lives. One of these serious problems is the deterioration of air quality. The study used AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD) to simulate the spread of air pollutants from vehicle emission in the context of climate change. The simulation results in the form of a 2–3-dimensional grid was utilized to produce $PM_{2,5}$ dust spread maps in Hanoi City with the main emission sources from transportation vehicles for various scenarios including 2020 scenario, traffic development planning in 2030 and in 2050. The results show that in the context of climate change and traffic development planning in 2030 and 2050, the amount of $PM_{2,5}$ dust tends to increase. In order to minimize the harmful effects of $PM_{2,5}$ dust, it is necessary to switch from private transport vehicles to public transport, use environmentally friendly fuels and minimize emissions to the environment.

Keywords: Air pollution, AERMOD model, $PM_{2,5}$, Hanoi.

* Corresponding author, email address: doanquangtrikttv@gmail.com

Doi: 10.15625/vap.2022.0157

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PHÂN TÍCH KHÔNG GIAN TRONG ĐÁNH GIÁ ĐỘ NHẠY CẢM XÓI MÒN CẢNH QUAN TẠI XÃ NGŨ CHỈ SƠN, THỊ XÃ SA PA, TỈNH LÀO CAI

Kiều Quốc Lập[*], Ngô Văn Giới, Mai Xuân Thiện

Trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên, Tân Thịnh, thành phố Thái Nguyên, Thái Nguyên

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả ứng dụng mô hình phân tích không gian trong đánh giá mức độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan tại xã Ngũ Chỉ Sơn, thị xã Sa Pa, tỉnh Lào Cai. Phương pháp chủ đạo là ứng dụng mô hình phân tích không gian GIS để thành lập bản đồ cấu trúc cảnh quan. Dựa vào bản đồ cấu trúc đơn vị cảnh quan, xây dựng mô hình đánh giá độ xói mòn cảnh quan từ các nhân tố xói mòn bao gồm lượng mưa, địa hình, độ dày tầng đất, thành phần cơ giới, lớp phủ thực vật và biện pháp canh tác. Các thuật toán được sử dụng bao gồm chồng xếp không gian, nội suy không gian, phân loại thuộc tính và chỉ số trung bình cộng. Kết quả nghiên cứu đã chỉ rõ các mức độ nhạy cảm xói mòn của từng đơn vị cảnh quan, phân cấp mức độ nhạy cảm xói mòn thành 5 cấp: rất thấp, thấp, trung bình, cao và rất cao. Trong đó mức độ xói mòn cao và rất cao chiếm 31,25 % diện tích khu vực nghiên cứu. Kết quả đánh giá và phân cấp mức độ xói mòn cảnh quan là cơ sở để đưa ra các định hướng sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Độ nhạy cảm, xói mòn, cảnh quan, phân tích không gian, Ngũ Chỉ Sơn.

1. MỞ ĐẦU

Độ nhạy cảm xói mòn của cảnh quan là tổng hợp các mức độ nhạy cảm xói mòn của các hợp phần cảnh quan dưới tác động của các nhân tố tự nhiên, như địa hình, lượng mưa, thảm thực vật, lũ, xói mòn đất [10]. Đơn vị cảnh quan - dạng cảnh quan là đơn vị cơ sở để đánh giá độ nhạy cảm cảm xói mòn cảnh quan. Trong đó, mức độ nhạy cảm xói mòn của một đơn vị cảnh quan dựa vào mức độ xói mòn đất, mức độ xói mòn do yếu tố địa hình, mức độ xói mòn do lượng mưa, mức độ xói mòn do địa hình, mức độ xói mòn do mất lớp phủ thực vật, mức độ xói mòn do phương thức canh tác của con người. Độ nhạy cảm xói mòn của cảnh quan được coi là chỉ số quan trọng trong nghiên cứu, đánh giá sinh thái cảnh quan miền núi, nhằm phản ánh mức độ bền vững trong khai thác và sử dụng lãnh thổ. Tổng quan các công trình nghiên cứu có liên quan đến lĩnh vực cảnh quan miền núi, không nhiều các nghiên cứu đề cập đến độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan. Tổng quan các công trình nghiên cứu về cảnh quan miền núi, có khá ít nghiên cứu về chỉ số xói mòn dưới góc độ chỉ số cảnh quan. Đa phần các nghiên cứu tập trung vào chỉ số xói mòn đất, trong đó điển hình là nghiên cứu xói mòn đất theo phương trình mất đất phổ dụng của Wiscehmeir và Smith và phân tích các yếu tố tác động đến xói mòn cảnh quan như địa hình, địa mạo, lượng mưa, thảm thực vật [8].

Ngày nay, việc áp dụng công nghệ viễn thám và hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong nghiên cứu cảnh quan trở nên phổ biến. Các nghiên cứu đánh giá chỉ số cảnh quan miền núi bằng ảnh viễn thám và GIS đã tiếp cập với hướng nghiên cứu định lượng, mô tả, so sánh không gian nghiên cứu trực quan bằng hệ thống bản đồ. Một số nghiên cứu tiêu biểu theo hướng ứng dụng viễn thám và GIS trong phân tích cảnh quan miền núi phải kể đến như nghiên cứu đánh giá chỉ số xói mòn đất

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: lapkq@tnus.edu.vn

trên cảnh quan Kart bằng ảnh vệ tinh Landsat 7 ETM và phần mềm ArcGIS [1]; Phân loại và giám sát cảnh quan miền núi bằng ảnh vệ tinh và mô hình DEM [2]; Tích hợp viễn thám, GIS và dữ liệu lượng mưa trong phân tích chỉ số xói mòn đất theo cảnh quan lưu vực [3]. Công nghệ GIS cho phép mô phỏng kết quả nghiên cứu, hiển thị các chỉ số cảnh quan bằng không gian trực quan, khắc phục được những hạn chế về mô phỏng không gian nghiên cứu. Tuy nhiên, hiện tại chưa có các mô hình nghiên cứu tổng hợp chuyên về đánh giá độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan trên cơ sở xác định tổng hợp các nhân tố tác động.

Ở Việt Nam, nghiên cứu cảnh quan nói chung và nghiên cứu chỉ số xói mòn cảnh quan còn nhiều hạn chế, chưa có nghiên cứu cụ thể trong xác lập chỉ số xói mòn cảnh quan. Xuất phát từ những vấn đề nêu trên, nghiên cứu này đã sử dụng công nghệ địa không gian trong đánh giá độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan khu vực miền núi tại xã Ngũ Chỉ Sơn, thị xã Sa Pa, tỉnh Lào Cai. Chức năng phân tích không gian GIS cho phép phân tích đặc điểm cấu trúc không gian các đơn vị cảnh quan, đồng thời đánh giá tổng hợp các chỉ số về độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan thông qua các chỉ số phân cấp từ dữ liệu đầu vào. Nghiên cứu này khắc phục được hạn chế trong mô tả không gian cảnh quan miền núi, chỉ số xói mòn cảnh quan được tiếp cận trên quan điểm tổng hợp. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để định hướng không gian sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường tại khu vực miền núi của Việt Nam.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau: Dữ liệu điều tra khảo sát, dữ liệu thống kê, dữ liệu quan trắc, ảnh viễn thám và các dữ liệu từ các nghiên cứu có liên quan. Trong đó, dữ liệu độ dốc được xây dựng trên mô hình số độ cao (DEM) và dữ liệu bản đồ địa hình thị xã Sa Pa tỷ lệ 1:25.000. Dữ liệu lớp phủ thực vật dựa trên ảnh vệ tinh Sentinal 2. Dữ liệu về lượng mưa được thu thập từ dữ liệu trạm quan trắc khí tượng thủy văn tại thị xã Sa Pa trong khoảng thời gian 60 năm (1960-2020). Ngoài ra, nghiên cứu còn sử dụng dữ liệu quan trắc lượng mưa của 8 điểm đo mưa trên địa bàn nghiên cứu trong giai đoạn 2017-2022. Dữ liệu về hiện trạng sử dụng đất, đặc điểm mẫu chất, loại đất, tầng dày, thành phần cơ giới được nhóm nghiên cứu khảo sát và và phân tích 32 phẫu diễn đất đại diện cho 9 dạng cảnh quan bao phủ toàn bộ khu vực nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

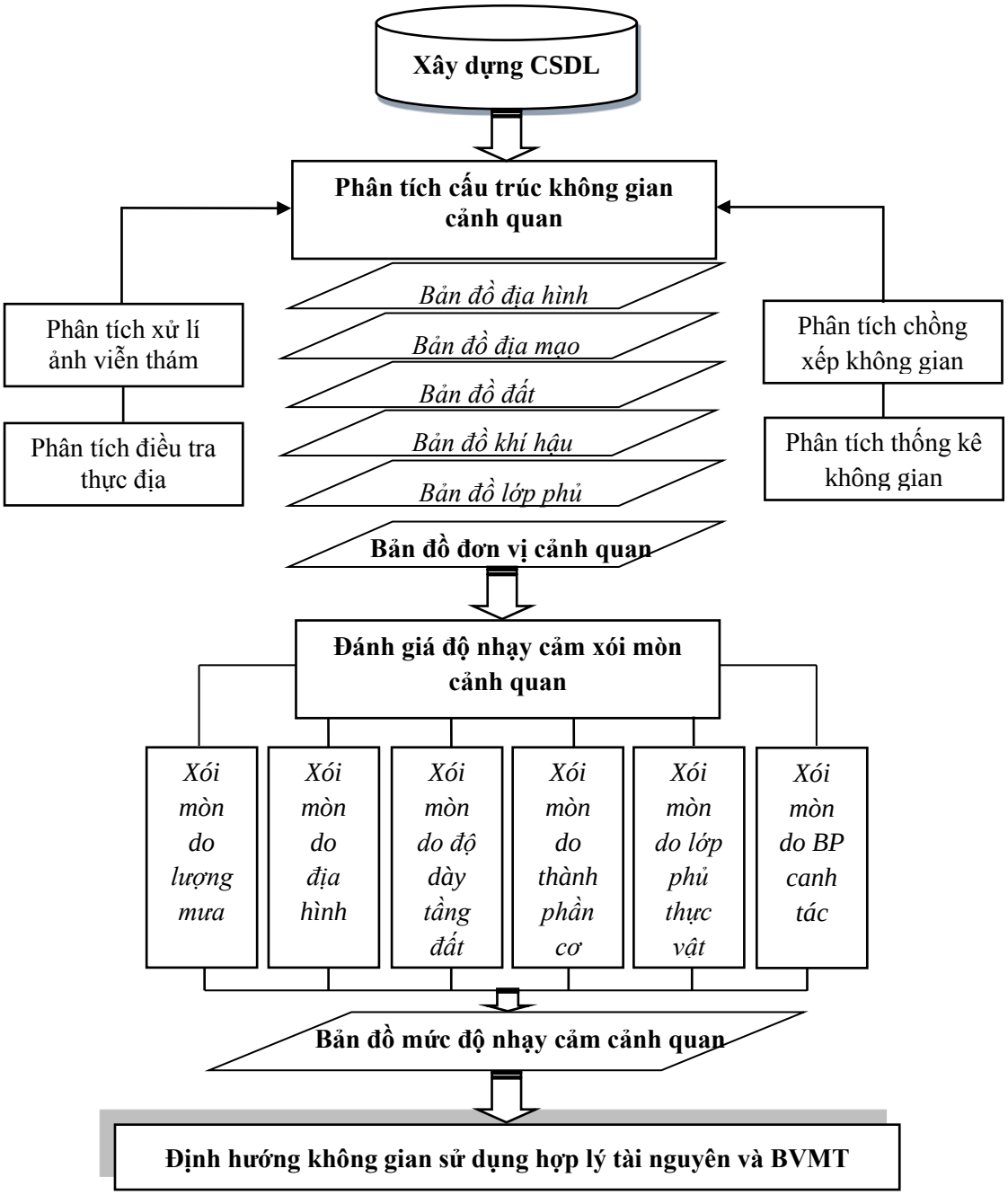
- *Phương pháp thu thập dữ liệu thống kê:* Gồm các dữ liệu về điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội, hiện trạng sử dụng đất, hiện trạng rừng; các dữ liệu thống kê về lượng mưa, các hiện tượng thời tiết cực đoan tại khu vực nghiên cứu.

- *Phương pháp phân tích không gian GIS:* Là phương pháp chủ đạo ứng dụng trong phân tích, thành lập các bản đồ đơn vị cảnh quan và bản đồ đánh giá độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan. Hai thuật toán sử dụng trong phân tích không gian GIS bao gồm thuật toán chồng xếp không gian và thuật toán phân loại thuộc tính [9]; sử dụng mô hình DEM trong phân tích các yếu tố địa hình, địa mạo; sử dụng thuật toán nội suy không gian GIS để thành lập bản đồ đơn vị đất đai.

- *Phương pháp xử lý ảnh viễn thám:* Sử dụng phần mềm QGIS xử lý ảnh vệ tinh Sentinal 2 để thành lập bản đồ lớp phủ thực vật cho khu vực nghiên cứu. Lựa chọn 2 phương pháp xử lý là phương pháp NDVI differencing và phương pháp post classification [9].

- *Phương pháp khảo sát thực địa:* Đề tài đã tiến hành nhiều chuyến khảo sát thực địa nhằm đánh giá tổng quan khu vực nghiên cứu, thu thập các tài liệu, dữ liệu liên quan và kiểm định lại kết quả nghiên cứu.

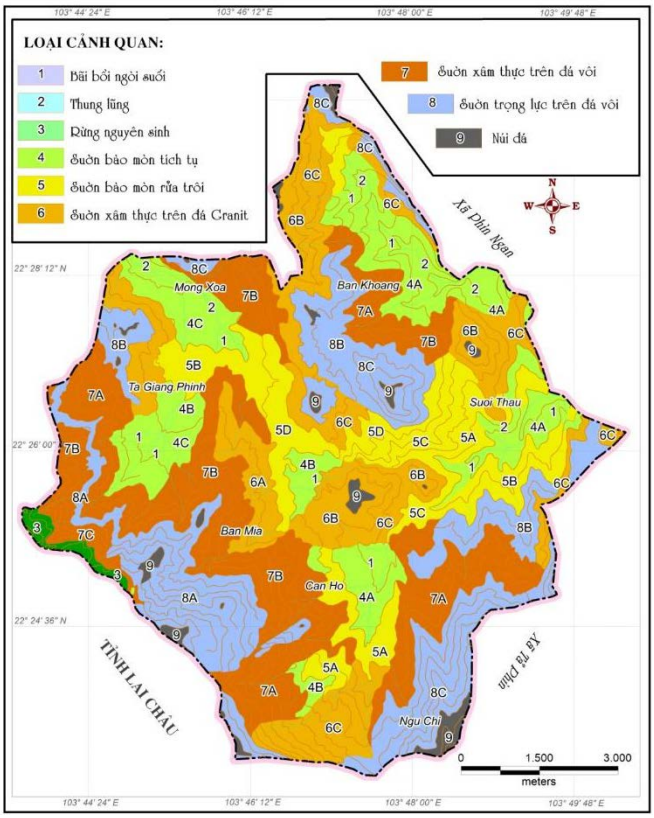
Trên cơ sở hệ thống các phương pháp, nghiên cứu đã xây dựng mô hình phân tích không gian trong đánh giá độ xói mòn cảnh quan miền núi tại xã Ngũ Chỉ Sơn (Hình 1).



Hình 1. Mô hình phân tích không gian trong đánh giá độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm cấu trúc cảnh quan khu vực nghiên cứu



Hình 2. Bản đồ cảnh quan xã Ngũ Chỉ Sơn

Ứng dụng mô hình phân tích không gian, chồng xếp các lớp bản đồ thành phần, bao gồm bản đồ địa hình, bản đồ địa mạo, bản đồ đất, bản đồ khí hậu, bản đồ thảm thực vật tạo thành bản đồ cấu trúc đơn vị cảnh quan xã Ngũ Chỉ Sơn, với 20 diện, thuộc 9 dạng cảnh quan (Hình 2).

Mỗi dạng cảnh quan có những đặc điểm riêng về địa hình, độ dốc, đá mẹ, loại đất, tầng dày của đất, thành phần cơ giới và thực vật (Bảng 1). Trong 9 dạng cảnh quan thuộc khu vực nghiên cứu các dạng cảnh quan sườn xâm thực và sườn trọng lực trên đá vôi chiếm diện tích lớn nhất (51,97%). Trong đó, dạng cảnh quan số 7 là 2096,8 ha, dạng cảnh quan số 8 là 2167,2 ha. Cảnh quan sườn xâm thực trên đá granit có diện tích 2176,5 ha, phân bố rải rác, có mặt ở hầu hết các khu vực trên lãnh thổ nghiên cứu. Dạng cảnh quan sườn bào mòn rửa trôi có diện tích là 1536,2 ha, cảnh quan sườn bào mòn tích tụ là 1341,8 ha. Các dạng cảnh quan còn lại (số 1; 2; 3 và 9) chiếm diện tích không lớn. Diện tích nhỏ nhất là dạng cảnh quan rừng nguyên sinh (72,1 ha) phân bố ở khu vực phía Tây của xã; dạng cảnh quan thung lũng (82,3 ha) tập trung ở ven và hạ lưu các suối Can Hồ và Suối Thầu, nằm xen kẽ các dạng cảnh quan bãi bồi. Cảnh quan núi cao trên 1500 m có diện tích là 198,17 ha phân bố trên khu vực núi Ngũ Chỉ Sơn, chủ yếu là núi đá vôi, sườn trọng lực có độ dốc lớn, rừng tự nhiên phát triển.

Bảng 1. Đặc điểm cấu trúc cảnh quan xã Ngũ Chỉ Sơn

TT	Dạng cảnh quan	Diện cảnh quan	Đặc điểm các đơn vị cảnh quan						
			Dạng địa hình	Độ dốc (^{o})	Mẫu chất	Loại đất	Tầng dày (cm)	TP CG	Thực vật
1	Dạng cảnh quan bãi bồi ngòi suối	1	Bãi bồi	0-3	A-P	P'	50-70	c	Lúa, hoa màu
2	Dạng cảnh quan thung lũng	2	Thung lũng	0-3	D-P	D	50-70	c	Ruộng lúa
3	Dạng cảnh quan rừng nguyên sinh	3	Núi đá	3-8	Đá vôi	Fa	50-70	c	Rừng nguyên sinh

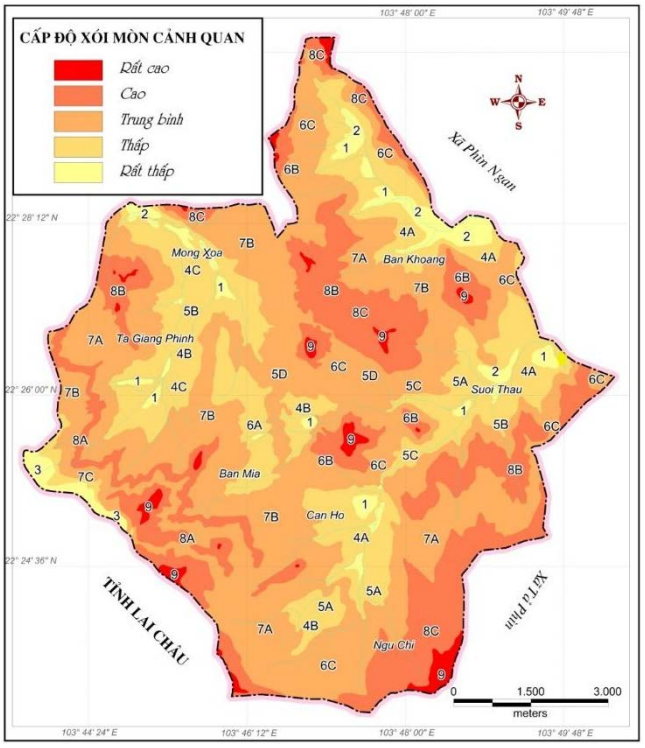
TT	Dạng cảnh quan	Diện cảnh quan	Đặc điểm các đơn vị cảnh quan						
			Dạng địa hình	Độ dốc (°)	Mẫu chất	Loại đất	Tầng dày (cm)	TP CG	Thực vật
4	Dạng cảnh quan sườn bào mòn tích tụ	4A	Sườn bào mòn tích tụ Deluvi	8-10	Granit	Fa	> 100	c	Rừng trồng
		4B	Sườn bào mòn tích tụ Deluvi	8-10	Granit	Fa	> 100	c	Cây bụi
		4C	Sườn bào mòn tích tụ Deluvi	8-10	Granit	Fa	> 100	d	Vườn tạp
5	Dạng cảnh quan sườn bào mòn rửa trôi	5A	Sườn bào mòn rửa trôi bề mặt	10-15	Granit	Fa	> 100	d	Cây bụi
		5B	Sườn bào mòn rửa trôi bề mặt	10-15	Granit	Fa	> 100	d	Cây bụi
		5C	Sườn bào mòn rửa trôi bề mặt	10-15	Phiến sét	Fa	> 100	d	Nương rẫy
		5D	Sườn bào mòn rửa trôi bề mặt	10-15	Phiến sét	Fa	70-100	d	Nương rẫy
6	Dạng cảnh quan sườn xâm thực sâu trên đá Granit với loại đất Fa	6A	Sườn xâm thực sâu	10-15	Granit	Fa	70-100	d	Rừng thứ sinh
		6B	Sườn xâm thực sâu	10-15	Granit	Fa	70-100	d	Cây bụi
		6C	Sườn xâm thực sâu	10-15	Granit	Fa	70-100	d	Rừng trồng
7	Dạng cảnh quan sườn xâm thực trên đá vôi	7A	Sườn xâm thực sâu	15-20	Đá vôi	HFa	> 100	d	Rừng thứ sinh
		7B	Sườn xâm thực sâu	15-20	Đá vôi	HFa	> 100	d	Nương rãy
		7C	Sườn xâm thực sâu	15-20	Đá vôi	HFa	> 100	d	Rừng trồng
8	Dạng cảnh quan sườn trọng lực trên đá vôi	8A	Sườn trọng lực	15-20	Đá vôi	Fv	30-50	d	Rừng trồng
		8B	Sườn trọng lực	15-20	Đá vôi	Fv	30-50	d	Trảng cỏ
		8C	Sườn trọng lực	> 20	Đá vôi	Fv	10-30	d	Cây bụi
9	Dạng cảnh quan núi đá	9	Sườn trọng lực	> 20	Đá vôi	Fa	< 10	d	Đất trống

Đặc biệt, do đặc điểm địa mạo khu vực rất đa dạng, từ bãi bồi ngòi suối, thung lũng đến các các dạng địa động lực trên núi đá vôi và đá granit tạo cho khu vực có sự đa dạng về lớp phủ thổ nhưỡng. Từ dữ liệu khảo sát cho thấy xã Ngũ Chỉ Sơn có 5 loại đất khác nhau, bao gồm: đất ngòi suối (P), đất thung lũng do sản phẩm dốc tụ đá vôi (D), đất mùn trên đá granit và phiến sét (Fa), đất mùn trên đá vôi (HFa), đất mùn nâu đỏ trên đá vôi (Fv).

Trong nghiên cứu này các dạng cảnh quan được mô tả chi tiết. Đặc điểm về địa hình được mô tả theo dạng địa hình, phân chia theo 6 cấp của độ dốc (^{o}) địa hình: 0-3; 3-8; 8-10; 10-15;15-20 và > 20). Cách phân chia này tương đồng với các nghiên cứu trên quan điểm tiếp cận địa mạo cảnh quan và phù hợp với đặc điểm địa hình của khu vực Ngũ Chỉ Sơn [6]. Đặc điểm đất đai được mô tả theo đặc điểm mẫu chất, loại đất, độ dày tầng đất và thành phần cơ giới (FAO, 2006). Đặc điểm của 6 loại đất, có độ dày (cm) phân loại theo 6 cấp (< 10; 10-30; 30-50; 50-70; 70-100 và > 100 cm) thành phần cơ giới từ cát đến thịt nặng [8]. Độ dày tầng đất và thành phần cơ giới cũng là hai chỉ số được lựa chọn để xác định độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan. Đặc điểm thảm thực vật được mô tả theo hiện trạng thực tế dựa trên kết quả phân tích của bản đồ chỉ số thảm thực vật.

3.2. Kết quả đánh giá mức độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan khu vực nghiên cứu

Ứng dụng mô hình phân tích không gian cho ra kết quả đánh giá và phân cấp độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan của xã Ngũ Chỉ Sơn thể hiện trên bản đồ đánh giá (Hình 3). Kết quả phân tích cho thấy các dạng cảnh quan thung lũng và bãi bồi có địa hình thấp, độ dốc nhỏ (diện 1 và 2); hoặc cảnh quan rừng nguyên sinh (diện 3) có độ nhạy cảm rất thấp. Kết quả này cũng tương đồng với các kết quả nghiên cứu về tác động của địa hình, địa mạo tới cảnh quan tại khu vực miền núi hoặc nghiên cứu tác động độ che phủ rừng tới mức độ xói mòn đất. Diện tích khu vực có mức độ nhạy cảm rất thấp là 744,28 ha, chiếm 9,25 % diện tích. So sánh với diện tích mức độ xói mòn đất ở mức độ rất thấp tại cùng khu vực thì diện tích này giảm 912,4 ha [5]. Điều này cho thấy việc đánh giá tổng hợp các yếu tố xói mòn cảnh quan sẽ giới hạn và phù hợp với chỉ số xói mòn cảnh quan thực tế.



Hình 3. Bản đồ mức độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan xã Ngũ Chỉ Sơn

Dạng cảnh quan mức độ xói mòn thấp có diện tích là 1.885,00 ha, chiếm 33,41 % (Bảng 2). Dạng cảnh quan này chủ yếu phân bố tại nơi có địa hình dạng sườn tích Deluvi (diện 4A, 4B, 4C), có độ dốc < 10°, tầng đất dày từ 70-100 cm, lượng mưa trung bình năm dưới 1500 mm. Một số khu vực có độ dốc > 10° (diện 6A, 7C) có mức độ xói mòn thấp do có thảm thực vật là rừng thứ sinh hoặc rừng trồng. Các dạng cảnh quan nhân tác (diện 5A, 5B) có mức độ xói mòn thấp nguyên nhân chủ yếu do đặc điểm canh tác trên đất dốc bằng hình thức ruộng bậc thang, đặc điểm mẫu chất là đá phiến sét.

Bảng 2. Kết quả phân cấp các mức độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan tại xã Ngũ Chỉ Sơn

Cấp độ nhạy cảm	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện cảnh quan phân bố
Rất thấp	744,82	9,25	(1); (2); (3)
Thấp	1.885,00	23,41	(4A); (4B); (4C); (5A); (5B); (6A); (7C)
Trung bình	2.906,01	36,09	(5C); (5D); (6C); (7A); (7B); (8A)
Cao	2.075,84	25,78	(6B); (8B); (8C)
Rất cao	440,45	5,47	(9)
Tổng	*8052,125*	*100,0*	*20*

Độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan ở mức độ trung bình có diện tích lớn nhất, 2.906,01 ha, chiếm trên 36 % diện tích. Dạng cảnh quan này là sườn bào mòn rửa trôi trên đá granit (diện 5C, 5D), sườn xâm thực trên đá vôi (diện 6C, 7A, 7B), độ dốc dao động từ 10°-20°, lượng mưa trung bình năm từ 1500-2000 mm. Đặc biệt có diện cảnh quan 8A có độ dốc lớn, độ dày tầng đất từ 30-50 cm, lượng mưa trung bình năm trên 2000 mm, có mức độ xói mòn trung bình. Nguyên nhân chủ yếu do diện tích rừng trồng và độ che phủ thực vật cao. Điều này cũng đã được đề cập đến trong một số nghiên cứu về tác động của lớp phủ thực vật đến mức độ xói mòn cảnh quan [7].

Cảnh quan sườn trọng lực có địa hình cao, độ dốc lớn, thực vật chủ yếu là cây bụi, (diện 8B và 8C) có mức độ nhạy cảm xói mòn cao. Đặc biệt có diện cảnh quan 6B có độ dốc trung bình, tầng đất dày nhưng mức độ xói mòn cao. Nguyên nhân chủ yếu là do thảm cỏ cây bụi, khả năng chống lại xói mòn kém. Diện tích cảnh quan ở mức độ xói mòn cao khá lớn, chiếm 25,78 % diện tích. So sánh với kết quả nghiên cứu trước đây về xói mòn đất, diện tích này có xu hướng tăng cao [8]. Kết quả này phản ánh sự biến đổi cảnh quan khu vực miền núi theo thời gian do tác động của các yếu tố con người, chủ yếu là do giảm diện tích rừng [12]. Điều này đặt ra nhiều thách thức trong khai thác và sử dụng bền vững cảnh quan miền núi.

Diện tích cảnh quan có mức độ xói mòn rất cao là 440,45 ha, chiếm 5,47 % diện tích, thuộc diện cảnh quan số 9, phân bố trên sườn trọng lực, có độ dốc lớn. Phần lớn diện tích cảnh quan có độ xói mòn rất cao là đất trống, núi đá vôi, không thích hợp cho các hoạt động của con người.

Như vậy, so với việc đánh giá xói mòn cảnh quan theo phương trình mất đất phổ dụng dựa vào hệ số xói mòn của từng nhân tố, phương pháp ứng dụng mô hình phân tích không gian mang tính phổ quát, tiếp cận theo hướng tổng hợp và định lượng. Mô hình phân tích không gian đã kế thừa các phương pháp đánh giá truyền thống như phương pháp trung bình cộng, sử dụng chỉ số cân bằng cảnh quan, kết hợp với công nghệ phân tích không gian GIS [11]. Kết quả đánh giá mức độ xói mòn cảnh quan tại xã Ngũ Chỉ Sơn hoàn toàn phù hợp với hiện trạng xói mòn cảnh quan thực tế.

3.3. Định hướng sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường khu vực nghiên cứu

Căn cứ vào kết quả đánh giá độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan, nghiên cứu đề xuất một số định hướng sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường tại xã Ngũ Chỉ Sơn như sau:

(1) Đối với khu vực cảnh quan có độ nhạy cảm xói mòn thấp và rất thấp: Có địa hình tương đối bằng phẳng nên sử dụng canh tác lúa, trồng hoa màu và cây ăn quả. Ngoài ra, có thể khai thác phát triển khu dân cư, tuy nhiên cần thực hiện các biện pháp phòng tránh lũ quét. Dạng cảnh quan sườn tích Deluvi nên trồng các cây ngắn ngày, cây dược liệu và hoa màu. Đối với dạng cảnh quan rừng nguyên sinh thuộc khu vực phía Bắc Vườn Quốc gia Hoàng Liên cần phải có biện pháp bảo vệ nghiêm ngặt, tránh ảnh hưởng đến các dạng cảnh quan phía thấp.

(2) Đối với khu vực cảnh quan có mức độ nhạy cảm trung bình: Chiếm diện tích lớn nhất, tầng đất dày, độ dốc khá lớn, phù hợp nhất là phát triển mô hình nông lâm kết hợp, trồng rừng theo băng. Phương thức canh tác các loại cây nông nghiệp theo đường bình độ sẽ tận dụng được tiềm năng của dạng cảnh quan này trong khi vẫn bảo vệ được tính bền vững môi trường. Dạng cảnh quan này nên trồng rừng bảo vệ đất, canh tác theo băng dạng ruộng bậc thang để giảm khả năng di chuyển của đất đá trên sườn, tránh gây hậu quả cho khu dân cư phía dưới.

(3) Đối với khu vực cảnh quan có mức độ nhạy cảm cao và rất cao: Diện tích khá lớn, có thể phát triển loại hình trồng rừng hoặc kết hợp rừng trồng và cây dược liệu. Tuy nhiên, phải đặc biệt chú ý đến thảm thực vật nhân tác và các điều kiện sinh thái đối với cây trồng tầng dưới. Ngoài ra, cần chú ý các biện pháp khoanh nuôi rừng trên núi đá, kết hợp phát triển cây ăn quả và cây dược liệu dưới tán rừng. Diện tích cảnh quan có mức độ nhạy cảm rất cao không lớn, chủ yếu là đất trống và núi đá. Dạng cảnh quan này nên định hướng cho việc phát triển thảm thực vật tự nhiên, kết hợp trồng rừng đầu nguồn, hạn chế các tác nhân gây xói mòn.

4. KẾT LUẬN

Ngũ Chỉ Sơn là xã miền núi điển hình của Việt Nam, điều kiện tự nhiên tương đối phức tạp, chưa có định hướng khai thác lãnh thổ theo đơn vị cảnh quan. Nghiên cứu ứng dụng mô hình phân tích không gian đánh giá độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan xã Ngũ Chỉ Sơn đã chỉ ra mức độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan theo diện cảnh quan. Đây là hướng nghiên cứu tiếp cận đánh giá tổng hợp cảnh quan dựa trên mô hình phân tích không gian GIS. Kết quả nghiên cứu đã phân cấp được độ nhạy cảm xói mòn cảnh quan, thể hiện trên bản đồ đánh giá với 5 mức độ khác nhau, trong đó mức độ xói mòn cao và rất cao chiếm 31,25 % diện tích. Kết quả đánh giá là cơ sở để định hướng khai thác các dạng cảnh quan phù hợp với từng mục đích sử dụng nhằm khai thác bền vững tài nguyên và môi trường. Nghiên cứu này có thể áp dụng cho phạm vi các xã miền núi, hoặc mở rộng phạm vi nghiên cứu ở tỉ lệ lớn hơn cho khu vực miền núi của Việt Nam.

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả xin cảm ơn UBND thị xã Sa Pa, UBND xã Ngũ Chỉ Sơn và Chủ nhiệm đề tài ĐH2021-TN06-02 đã cung cấp dữ liệu, tài liệu cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alexakis D, Hadjimitsis D.G (2013). Integrated use of remote sensing, GIS and precipitation data for the assessment of soil erosion rate in the catchment area of “Yialias” in Cyprus, *Atmospheric Research*, 131, pp. 108-124.
2. Andreani L, Stanek K, Gloaguen R, Krentz O, Dominguez L (2014). DEM-Based Analysis of Interactions between Tectonics and Landscapes in the Ore Mountains and Eger Rift (East Germany and NW Czech Republic), *Remote Sensing*, 6(9), pp. 7971–8001.
3. Bannari R (2018). Frost for the trees: Did climate increase erosion in unglaciated landscapes during the late Pleistocene, *Science Advances*, 1(10), pp . 248-260.
4. Borrelli P, Panagos P (2020). An indicator to reflect the mitigating effect of Common Agricultural Policy on soil erosion, *Land Use Policy*, 92, 104467.
5. Cao Việt Hà, Nguyễn Văn Quảng (2016). Tình hình quản lý và sử dụng đất nông lâm nghiệp tỉnh Lào Cai, *Tạp chí Khoa học đất*, số 48, tr 110-115.

6. Nguyễn Cao Huần (2005). Đánh giá cảnh quan theo tiếp cận kinh tế sinh thái. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
7. Kiều Quốc Lập (2018). Đánh giá độ nhạy cảm xói mòn của cảnh quan phục vụ định hướng sử dụng hợp lý tài nguyên môi trường tại xã Bản Lầu, thị xã Mường Khương, tỉnh Lào Cai, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Thái Nguyên*, số 166(6), tr 83-88.
8. Ngô Thanh Sơn, Trần Trọng Phương (2021). Tổng quan về những ứng dụng công cụ đánh giá tài nguyên đất và nước (SWAT) ở Việt Nam: thách thức và triển vọng trong tương lai, *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, số 19(12), tr 1693-1705.
9. Steiniger S. and Hay G.J. (2009). Free and Open Source Geographic Information Tools for Landscape Ecology, *Ecological Informatics*, 4(4), pp. 183-195.
10. Thomas M.F. (2001). Landscape sensitivity in time and space: an introduction, *Catenna*, 42(2-4), pp. 83-98.
11. Turner M.G. and Gardner R.H. (1991). Quantitative Methods in Landscape Ecology, Springer-Verlag, New York.
12. Ủy ban nhân dân thị xã Sa Pa (2022). Báo cáo hiện trạng sử dụng đất thị xã Sa Pa năm 2021, Sa Pa, Lào Cai.

APPLICATION OF SPATIAL ANALYSIS MODEL IN ASSESSMENT OF LANDSCAPE EROSION SENSITIVITY IN NGU CHI SON COMMUNE, SA PA TOWN, LAO CAI PROVINCE

Kieu Quoc Lap[*], Ngo Van Gioi, Mai Xuan Thien

Thai Nguyen University of Sciences, Tan Thinh, Thai Nguyen City, Thai Nguyen

ABSTRACT

This paper presents the results of applying a spatial analysis model in assessing the sensitivity of landscape erosion in Ngu Chi Son commune, Sa Pa district, Lao Cai province. The main method is to apply the GIS spatial analysis model to create a landscape structure map. Based on the map of landscape unit structure, a model is built to evaluate landscape erosion from various erosion factors such as rainfall, topography, soil thickness, mechanical composition, vegetation cover, and farming practices. The algorithms used include spatial superposition, spatial interpolation, attribute classification, and average index. The research results show that the erosion sensitivity levels of each landscape unit could be hierarchized into 5 levels: very low, low, medium, high, and very high. Areas with high and very high erosion levels account for 31.25% of the total study area. The results of the assessment and classification of landscape erosion could serve as the basis for the rational use of resources and environmental protection in the study area.

Keywords: Sensitivity, erosion, landscape, spatial analysis, Ngu Chi Son.

[*] Corresponding author, email address: lapkq@tnus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0158

KIỂM SOÁT TIẾNG ỒN NỔ MÌN TRONG HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC TẠI MỎ ĐÁ VÔI KỲ PHÚ - NINH BÌNH, VIỆT NAM

Trần Quang Hiếu [*], Bùi Xuân Nam, Nguyễn Hoàng, Đỗ Ngọc Hoàn, Nguyễn Trung Tỉnh

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, TP. Hà Nội

TÓM TẮT

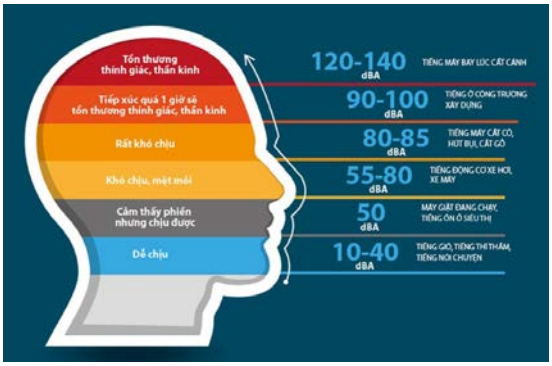
Tiếng ồn là những âm thanh không mong muốn, gây khó chịu cho người nghe, tiếng ồn ảnh hưởng tới quá trình làm việc, nghỉ ngơi và tác động trực tiếp đến sức khỏe con người. Công tác nổ mìn trên các mỏ khai thác đá vôi diễn ra hàng ngày thường vào khung giờ từ 11h00’ đến 13h00’, nó gây ra những tiếng ồn lớn làm ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe của người thợ mìn và đời sống của các hộ dân cư gần đó. Tiếng ồn âm thanh ở mức trung bình 50 dB(A) là chấp nhận được, còn từ 80 dB(A) trở lên thì có thể gây khó chịu hoặc mức độ ảnh hưởng cao hơn nữa. Trong bài báo này đã tiến hành nghiên cứu sử dụng thiết bị đo Blastmate-III (Canada) có gắn các đầu đo âm thanh chuyên dụng để đo giám sát ảnh hưởng của tiếng ồn âm thanh sinh ra do nổ mìn tại mỏ đá vôi Kỳ Phú, Ninh Bình. Kết quả đo được cho phép đưa ra các giải pháp kiểm soát tiếng ồn âm thanh, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất cho doanh nghiệp, bảo vệ sức khỏe cho người công nhân và những người dân sống gần khu vực khai thác này.

Từ khóa: Tiếng ồn, nổ mìn, âm thanh, mỏ đá vôi, Việt Nam.

1. MỞ ĐẦU

1.1. Giới thiệu chung về tiếng ồn

Tiếng ồn là những âm thanh gây khó chịu cho người nghe, ảnh hưởng tới quá trình làm việc, nghỉ ngơi và tác động đến sức khỏe con người như: giảm thính lực, cao huyết áp, tim mạch, các bệnh đường tiêu hóa, rối loạn giấc ngủ, thay đổi chức năng miễn dịch. Độ ồn ảnh hưởng khá lớn đến đời sống sinh hoạt và sức khỏe con người, vì vậy người ta sử dụng Decibel (dB) làm đơn vị đo tiếng ồn để xác định được độ ồn của môi trường [4, 6]. Âm thanh ngoài sự cao thấp về tần số còn có sự khác biệt về cường độ. Nếu mức độ âm thanh quá nhỏ, thấp hơn mức cảm giác của con người thì không thể nghe được; Nhưng nếu mức độ âm thanh lớn, gây cảm giác đau tai có thể gây điếc. Lượng vật lý dùng đề mô tả độ mạnh yếu của âm thanh được gọi là cường độ âm thanh (Hình 1).



Hình 1. Biểu đồ thể hiện ngưỡng chịu đựng độ ồn của con người (WHO)

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: tranquanghieu@humg.edu.vn

Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về tiếng ồn QCVN 26:2010/BTNMT [3] được ban hành theo Thông tư số 39/2010/TT-BTNMT ngày 16/12/2010 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường, quy định giới hạn tối đa các mức tiếng ồn tại khu vực thông thường, nơi có con người sinh sống, hoạt động và làm việc, gồm khu chung cư, các nhà ở riêng lẻ nằm cách biệt hoặc liền kề, khách sạn, nhà nghỉ, cơ quan hành chính như sau: Từ 6h00 - 21h00 là 70 dB(A); Từ 21h00 - 6h00 hôm sau là 55 dB(A).

Tùy thuộc vào tần số và cường độ âm, tần số lặp lại của tiếng ồn mà chúng gây ra những ảnh hưởng khác nhau. Tiếng ồn tác động trực tiếp đến tai, sau đó tác động đến hệ thần kinh trung ương, rồi đến hệ tim mạch, dạ dày và các cơ quan khác, sau đó mới đến cơ quan thính giác [2, 3, 4, 5].

1.2. Tiếng ồn sinh ra từ các vụ nổ mìn

Công tác khoan - nổ mìn để phá vỡ đất đá và khoáng sản rắn được sử dụng rộng rãi trong khai thác mỏ nói chung và trong khai thác mỏ lộ thiên nói riêng. Mục đích chính của công tác nổ mìn khi khai thác mỏ lộ thiên là sử dụng năng lượng nổ của chất nổ để phá vỡ đất đá thành những cục có kích thước đồng đều phù hợp với các thiết bị mỏ như máy xúc, thiết bị vận tải, thiết bị phụ trợ, tuy nhiên năng lượng nổ sẽ bị tổn thất bởi nhiều nguyên nhân mà trong đó đa số biến thành những dạng công vô ích có tác động xấu đến môi trường xung quanh [1, 7].

Sóng đập không khí là một trong những biểu hiện của vụ nổ mìn gây ra, đây là những nguy hiểm tiềm tàng gây cho các công trình bảo vệ xung quanh và con người. Mức độ gây tổn hại phụ thuộc vào cường độ sóng va đập không khí lan truyền sóng trên bề mặt Trái đất, nó đặc trưng bởi các thành phần khí quyển như: nhiệt độ không khí, độ ẩm không khí và tốc độ gió [13, 14]. Trong các nghiên cứu [5, 13, 14] mới chỉ nghiên cứu ảnh hưởng của sóng đập không khí sinh ra từ các vụ nổ mìn đến an toàn của các công trình bảo vệ. Tác giả chưa có đánh giá nghiên cứu ảnh hưởng của tiếng ồn nổ mìn đến sức khỏe con người.

Khi nổ mìn đối với lượng thuốc nổ trong lỗ khoan, áp lực trên mặt sóng đập không khí được xác định theo công thức:

$$P_a = (5,3 \pm 2,4) K_m . K_g . \sqrt{n} . (23 \frac{d_k}{r})^{2/3} . 10^5 \text{ , } kG/cm^2 \quad (1)$$

trong đó: K_m- hệ số kể đến ảnh hưởng của điều kiện khí hậu đến cường độ sóng đập không khí, đối với mùa đông $K_m = 3$, các mùa còn lại $K_m = 2$; K_g- hệ số tính đến ảnh hưởng của bua đến cường độ sóng đập không khí, khi nhồi thuốc đến miệng lỗ khoan thì $K_g = 1$, khi chiều dài bua $l_s = 20.d$ thì $K_g = 0,4$; d- đường kính lỗ khoan, cm; n- số lượng lỗ khoan nổ đồng thời trong nhóm vi sai.

Khi tiến hành vụ nổ, các tiếng ồn sinh ra từ các vụ nổ mìn là khá lớn (sóng đập âm thanh), đây là một yếu tố có hại cùng với sóng chấn động và sóng va đập không khí. Các phương pháp xác định tiếng ồn nổ mìn bao gồm áp suất âm thanh (Pa) và mức áp suất âm thanh (dB). Vì áp suất âm thanh quá rộng và không tỷ lệ với độ nhạy của cơ thể con người nên mức áp suất âm thanh được biểu thị bằng thang chỉ số và nó được sử dụng rộng rãi. Mức áp suất âm thanh từ áp suất âm thanh được xác định theo công thức [1, 8]:

$$SPL = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad (2)$$

trong đó: *SPL*- mức áp suất âm thanh, dB; *P*- áp suất âm thanh tham chiếu (2×10^{-5}Pa), là áp suất âm thanh thấp nhất mà một người có thể nhận ra.

Mức độ suy giảm theo khoảng cách của tiếng ồn phụ thuộc vào loại và dạng của nguồn gây ra tiếng ồn. Nếu nguồn tiếng ồn được giả định là nguồn âm thanh điểm, thì mức độ suy giảm theo khoảng cách của tiếng ồn được xác định theo công thức [8]:

$$SPL = SPL_0 - 20\log\left(\frac{r}{r_0}\right) \quad (3)$$

trong đó: *SPL*- mức độ tiếng ồn, dB(A); SPL_0- mức tiếng ồn tổng hợp, dB (A); r- khoảng cách từ vị trí nổ mìn (nguồn sinh ra tiếng ồn đến điểm đo giám sát), m; r_o- khoảng cách từ nguồn gây ra tiếng ồn đến điểm cơ bản, m.

Tiếng ồn đề cập đến những âm thanh không mong muốn về mặt giác quan của con người với tần số trong phạm vi có thể nghe được (20-20.000 Hz) trong số các sóng âm thanh do sự rung động của không khí. Khi cường độ tần số thay đổi, cảm giác của mức áp suất âm thanh thay đổi theo cơ thể người, do đó giá trị được hiệu chỉnh dựa trên đường cong độ nhạy cảm giác dựa trên tần số trung tâm 1.000 Hz. Nhóm tác giả Siskind [8] đã đưa ra phương trình dự đoán tiếng ồn nổ mìn:

$$dB(A) = 20\log\left(\frac{P}{P_0}\right) \quad (4)$$

$$P = 82\left(\frac{D}{\sqrt[3]{W}}\right)^{-1,2} \quad (5)$$

trong đó: P_o- áp suất âm thanh (2.10^{-5} Pa); W- khối lượng thuốc nổ lớn nhất trong một nhóm vi sai, kg; D- khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến điểm đo giám sát tiếng ồn, m.

Để dự báo tiếng ồn sinh ra từ các vụ nổ mìn, tác giả ONECRC [10] đã xây dựng một phương trình dự báo như sau:

$$dB(A) = -16,02\log\left(\frac{D}{\sqrt[3]{W}}\right) + 97,46 \quad (6)$$

trong đó: W- khối lượng thuốc nổ lớn nhất trong một nhóm vi sai, kg; D- khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến điểm đo giám sát tiếng ồn, m.

Tác giả IOERSNU [11] đã đưa ra phương trình dự đoán tiếng ồn:

$$dB(A) = -14,05\log\left(\frac{D}{\sqrt[3]{W}}\right) + 97,46 \quad (7)$$

trong đó: W- khối lượng thuốc nổ lớn nhất trong một nhóm vi sai, kg; D- khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến điểm đo giám sát tiếng ồn, m.

Nhóm tác giả H.S.Yang và N.S. Kim [9] đã đề xuất phương trình dự báo tiếng ồn như sau:

$$dB(A) = -14,0\log\left(\frac{D}{\sqrt[3]{W}}\right) + 88,1 \quad (8)$$

Tác giả M.J. Crocker [12] đã đưa ra phương trình dự báo để giảm tiếng ồn nổ mìn:

$$dB(A) = 120 - SPL \quad (9)$$

trong đó: $SPL = 20\log r - 8$; r- khoảng cách (m) từ nguồn đến điểm dự đoán.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu trong bài báo là những tiếng ồn (mức áp suất âm thanh) sinh ra từ các vụ nổ mìn tại mỏ đá vôi dolomit Kỳ Phú, xã Kỳ Phú, Ninh Bình.

a. Vị trí địa lý, đặc điểm địa hình khu vực nghiên cứu

Mỏ đá vôi dolomit có diện tích khai thác là 36,11 ha, thuộc địa phận xã Kỳ Phú, huyện Nho Quan, tỉnh Ninh Bình. Khu mỏ thuộc vùng núi có độ cao trung bình, là một phần của dãy núi đá kéo dài theo phương Tây Bắc - Đông Nam với đỉnh cao nhất có độ cao tuyệt đối là +250,6 m. Địa hình phân cắt khá mạnh và có đặc trưng là sườn núi tương đối dốc, đường phân thuỷ hẹp và phát triển các khe hẻm, hố sụt karst. Gần khu mỏ có hệ thống giao thông đường bộ gần khu mỏ tương đối tốt: ở phía Bắc mỏ có Quốc lộ 12B nối Quốc lộ 1A lên Nho Quan, Hoà Bình; phía Nam mỏ có đường liên xã nối khu mỏ với các xã phía Bắc Thanh Hoá. Các đường chính này đều đã rải thảm nhựa, xe ôtô các loại có thể lưu thông dễ dàng (Hình 2).

b. Đặc điểm dân cư, văn hóa xã hội khu vực nghiên cứu



Hình 2. Vị trí khu vực khai thác mỏ đá vôi dolomit Kỳ Phú

Khu mỏ Kỳ Phú có mật độ dân số trung bình, dân cư chủ yếu là người Mường và người Kinh sống tập trung thành làng xóm dọc theo đường giao thông và hai bờ Sông Lạng, các hộ dân nằm cách mỏ ở khoảng cách từ 200-500 m. Nghề sống chính của nhân dân trong vùng là làm ruộng và một số người làm nghề buôn bán nhỏ. Lực lượng lao động tại chỗ đủ đáp ứng nhu cầu nhân lực lao động phổ thông cho công tác khai thác mỏ cũng như chế biến khoáng sản. Đời sống văn hoá tinh thần của nhân dân trong vùng tương đối tốt, các xã đã có điện lưới quốc gia, cụm xã có các trường học cấp I, II, III và các trạm xá, bệnh viện chăm lo sức khoẻ cho nhân dân.

c. Đặc điểm địa chất thân đá vôi dolomit khu vực nổ mìn thử nghiệm

Thân đá vôi dolomit, xen lớp mỏng sét vôi thuộc phân hệ tầng Đồng Giao dưới nằm chuyển tiếp lên các thành tạo lục nguyên của hệ tầng Tân Lạc. Chúng phân bố trên toàn bộ khu mỏ và lộ gần như hoàn toàn từ cos +125 m trở lên. Các đá có thế nằm đơn nghiêng, cắm về Tây Nam tương đối ổn định. Đá màu màu xám sáng, xám đen, phần trên mặt bị phong hoá vỡ vụn thành dăm, sạn (Hình 3).

- Các thông số kỹ thuật và đặc tính cơ lý của đá vôi dolomit Kỳ Phú:

+ Dung trọng tự nhiên dao động từ 2,62-2,69, trung bình 2,66 g/cm^3.

+ Dung trọng khô dao động từ 2,61-2,69, trung bình 2,65 g/cm^3.

+ Tỷ trọng dao động từ 2,69-2,72, trung bình 2,71 g/cm^3.

+ Đá có cường độ kháng nén bão hoà tương đối cao, thay đổi từ 325-641 daN/cm^2, trung bình 479,5 daN/cm^2; cường độ kháng cắt bão hoà thay đổi từ 98-139 daN/cm^2, trung bình 120 daN/cm^2.

Chất lượng của đá phụ thuộc vào mức độ phong hoá, thành phần thạch học và hoá học của đá.





Hình 3. Đặc điểm địa chất khu mỏ đá vôi

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo sử dụng các phương pháp nghiên cứu: Phương pháp phân tích và tổng hợp lý thuyết; phương pháp nghiên cứu thực nghiện ngoài hiện trường (sử dụng máy đo Blastmate III) để thu thập, phân tích số liệu nghiên cứu.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tiến hành đo giám sát ảnh hưởng tiếng ồn nổ mìn tại mỏ đá vôi dolomit Kỳ Phú - Ninh Bình

Trong bài báo này nhóm tác giả đã sử dụng 02 thiết bị (Blastmate III-Canada) có gắn đầu đo tiếng ồn âm thanh chuyên dụng (Hình 4) để đo giám sát ảnh hưởng của tiếng ồn âm thanh sinh ra từ các vụ nổ mìn tại mỏ đá vôi Kỳ Phú, Ninh Bình đến sức khỏe con người. Thời gian tiến hành đo đạc được thực hiện tại thời điểm lúc 11h22 phút ngày 05/4/2022. Máy 1 đặt tại văn phòng làm việc của mỏ và cách vị trí bãi nổ 220 m, máy 2 đặt tại nhu vự nhà dân và cách vị trí bãi nổ 250 m. Thiết bị đo sẽ ghi nhận kết quả đo tiếng ồn nổ mìn nhanh chóng và kịp thời từ đó cho phép đưa ra các giải pháp

kiểm soát tiếng ồn sinh ra từ các vụ nổ mìn, nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất ổn định cho doanh nghiệp và bảo vệ sức khỏe cho người công nhân, cho người dân sống gần khu vực khai thác đá.



(Máy 1 đặt tại văn phòng làm việc của mỏ)



(Máy 2 đặt tại nhu vực nhà dân)

Hình 4. Máy đo Blastmate III (Canada) đo giám sát ảnh hưởng của tiếng ồn nổ mìn







Hình 5. Công tác khoan - nổ mìn trên mỏ

Mỏ sử dụng máy khoan thủy lực đường kính 102 mm để khoan các lỗ khoan phục vụ công tác nổ mìn. Áp dụng phương pháp nổ mìn vi sai phi điện với thuốc nổ sử dụng loại Anfo, AĐ-1, Nhũ tương (Hình 5). Khởi nổ bằng kíp điện + máy nổ mìn điện. Tổng khối lượng thuốc nổ sử dụng là 1000 kg, khối lượng thuốc nổ lớn nhất trong 1 cấp vi sai là 59 kg. Chỉ tiêu thuốc nổ trung bình q= 0,22-0,29 kg/m^3

Các thông số khoan - nổ mìn thực hiện đo tiếng ồn trong Bảng 1, kết quả đo được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 1. Các thông số khoan - nổ mìn áp dụng trên mỏ đá

Chiều cao tầng, m	Đường kính lỗ khoan, mm	Chiều sâu lỗ khoan, m	Đường cản chân tầng W, m	Mạng lỗ khoan a × b, m	Chỉ tiêu thuốc nổ q, kg/m^3	Độ cứng đất đá, f	Chiều cao cột thuốc chính, m	Chiều cao cột bua phân đoạn, m	Chiều cao cột bua trên, m
12,5	102	14	3,3	5,0 x 4,3	0,22	6-7	7,4	6,6	7,0

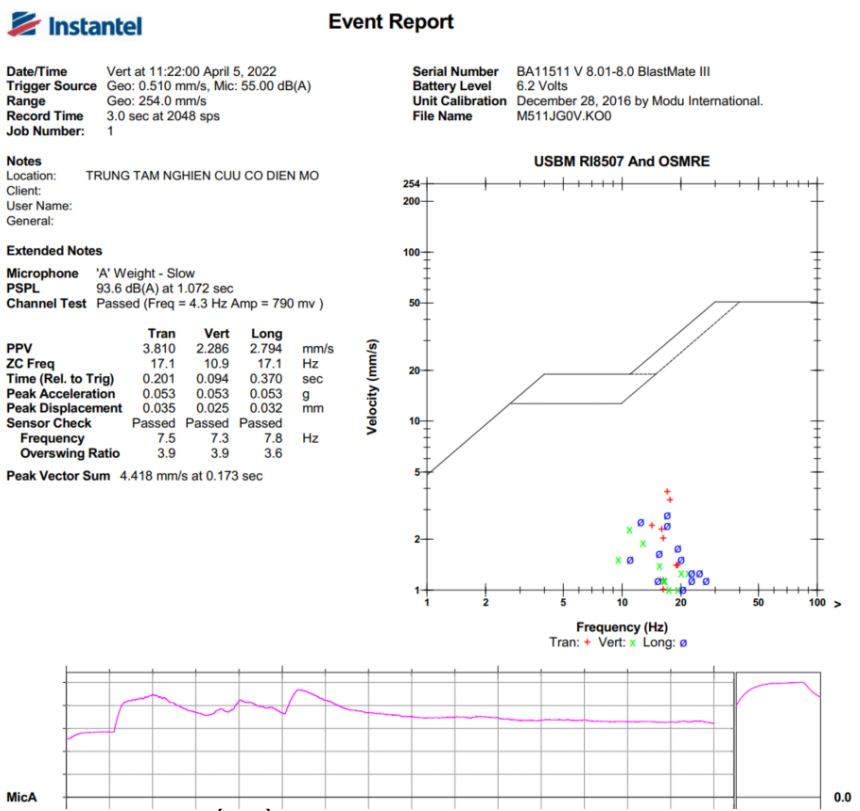
Bảng 2. Kết quả đo giám sát ảnh hưởng của tiếng ồn âm thanh sinh ra từ các vụ nổ mìn trong hoạt động khai thác tại mỏ đá vôi dolomit Kỳ Phú

Tổng khối lượng thuốc nổ Q, kg	Khối lượng thuốc nổ 1 cấp vi sai, kg	Khoảng cách đo từ vị trí đặt máy đến vị trí bãi nổ R, m	Tốc độ dao động tổng hợp V, mm/s	Tiếng ồn âm thanh đo được, dB(A)
1000	59	220	4,418	**93,6**
		250	0,311	**78,0**

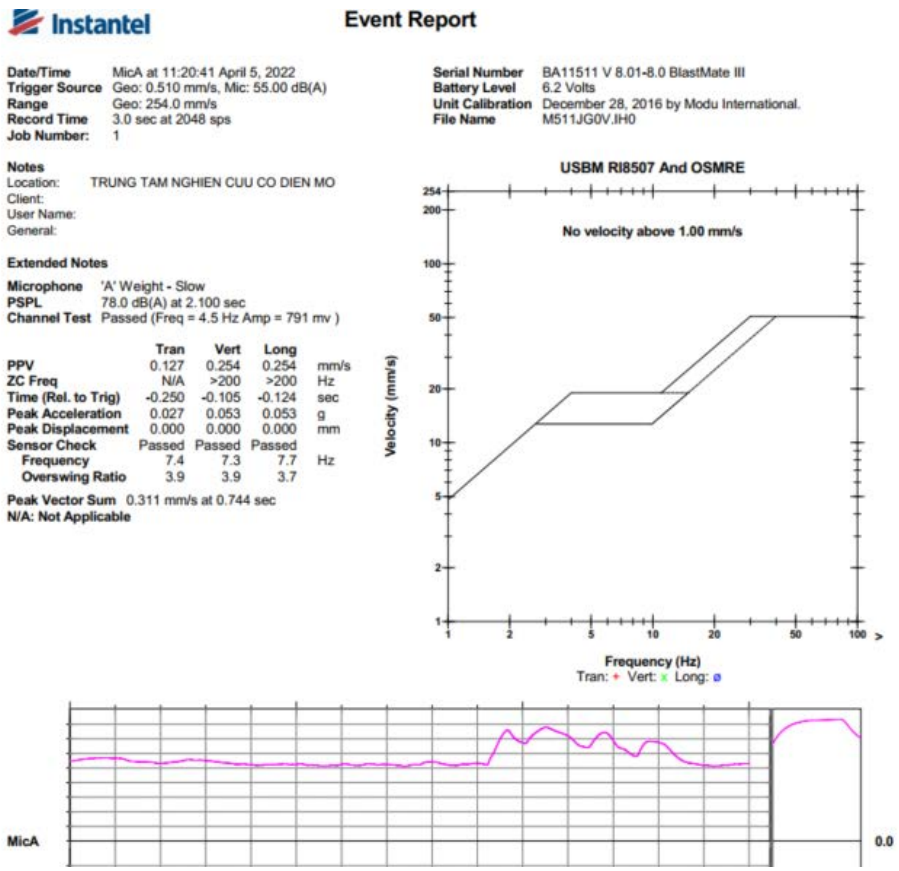
3.2. Thảo luận kết quả đo

Từ kết quả đo được trong Bảng 2 và Hình 6 ta thấy:

- Sóng chấn động sinh ra do nổ mìn đo được tại máy 1 ở khoảng cách 220 m là V_1 = 4,418 mm/s và đo tại máy 2 ở khoảng cách xa hơn 250 m là V_2 = 0,311 mm/s. Đối chiếu với QCVN 01:2019/BCT [4] cho thấy vụ nổ an toàn về sóng chấn động nổ mìn đến công trình bảo vệ.



(Kết quả đo giám sát tiếng ồn tại máy 1 - đặt tại văn phòng làm việc của mỏ)



(Kết quả đo giám sát tiếng ồn tại máy 2 - đặt tại nhu vực nhà dân)

Hình 6. Kết quả đo giám sát ảnh hưởng của tiếng ồn nổ mìn (MicA) tại mỏ đá vôi Kỳ Phú, Ninh Bình

Kết quả đo tiếng ồn âm thanh sinh ra từ vụ nổ mìn đo được tại máy 1 ở khoảng cách 220 m là 93,6 dB(A) và đo tại máy 2 ở khoảng cách xa hơn 250 m là 78 dB(A). Tại thời điểm đo, điều kiện thời tiết trời nắng, không có gió. Đối chiếu với QCVN 24/2016/BYT [3, 5] và Hình 1 cho thấy với mức ồn này thì nếu con người tiếp xúc liên tục quá 1 giờ sẽ gây tổn thương thính giác và hệ thần kinh. Tuy nhiên, đặc điểm của các vụ nổ mìn sinh ra tiếng ồn sinh trong thời gian ngắn, tức thời nên mức độ ảnh hưởng của nó đến sức khỏe con người tại thời điểm nổ không đáng kể, nhưng nếu vụ nổ diễn ra thường xuyên, đều đặn vào các ngày trong tuần thì tiếng ồn sẽ ảnh hưởng đến sức khỏe con người xung quanh, khi đó phải cần có các giải pháp kiểm soát tiếng ồn này.

3.3. Các giải pháp kiểm soát tiếng ồn sinh ra từ các vụ nổ mìn tại mỏ đá vôi dolomit Kỳ Phú, Ninh Bình

a. Các giải pháp kỹ thuật

- Để giảm tiếng ồn sinh ra từ các vụ nổ ta cần có những giải pháp giảm thiểu sóng đập âm thanh, có thể sử dụng phương pháp nổ mìn có màn chắn để bảo vệ những công trình gần bãi mìn. Phương tiện đơn giản nhất để chắn sóng đập âm thanh, bảo vệ các công trình là: Tường chắn bằng gỗ, gạch, bê tông, giá đỡ, trồng cây xanh.

- Sự lan truyền sóng đập âm thanh phụ thuộc vào điều kiện thời tiết khí hậu (độ ẩm không khí, nhiệt độ, tốc độ gió, hướng gió,...). Theo các kết quả nghiên cứu thì cường độ sóng đập âm thanh tăng khi nổ mìn vào các mùa có độ ẩm không khí cao và tốc độ gió lớn. Do đó, khi tiến hành vụ nổ cần tránh hạn chế tối đa các yếu tố tiêu cực của thời tiết khí hậu tại thời điểm nổ mìn.

- Ngoài ra, để giảm tác dụng của sóng đập âm thanh và tăng mức độ thân thiện với môi trường, cần áp dụng những biện pháp sau:

+ Xác định khối lượng thuốc nổ lớn nhất trong nhóm vi sai và hướng truyền nổ hợp lý;

+ Sử dụng vật liệu bua và chiều cao cột bua hợp lý;

+ Xác định các thông số khoan - nổ mìn hợp lý.

b. Biện pháp phòng hộ cá nhân và sức khỏe y học

- Sử dụng các phương tiện, dụng cụ chống ồn: nút tai, mũ chụp, nút chắn ồn, chụp tai;

- Kiểm tra sức khỏe định kỳ theo luật an toàn, vệ sinh lao động ít nhất mỗi năm một lần và những người lao động đặc biệt ít nhất 06 tháng một lần phải được khám sức khỏe định kỳ. Các đối tượng thường xuyên tiếp xúc với tiếng ồn cao hơn tiêu chuẩn cho phép, ngoài việc kiểm tra sức khỏe tổng quát, cần được kiểm tra thính lực với máy đo thính lực và phòng cách âm, về thính lực, có thể xác định từng mức độ ảnh hưởng của tiếng ồn.

- Trồng cây xanh bao quanh khi vực khai thác mỏ ngoài tác dụng cải tạo không khí, chống bụi còn có tác dụng giảm tiếng ồn. Trồng cây xanh xung quanh mỏ đá thành từng dãy, khoảng sáng trong dãy cây xanh càng nhiều thì khả năng ngăn cản đường lan truyền của sóng đập âm thanh và làm giảm tiếng ồn.

4. KẾT LUẬN

Tiếng ồn sinh ra do sự hình thành mức áp suất âm thanh từ các vụ nổ mìn phụ thuộc vào nhiều yếu tố điều khiển được: đường kháng chân tầng, chiều cao cột bua, khối lượng thuốc nổ lớn nhất trong nhóm vi sai, thời gian vi sai và những yếu tố không điều khiển được: tính chất cơ lý của đất đá, kiến trúc công trình cần bảo vệ, khoảng cách từ khu vực nổ mìn đến công trình cần bảo vệ, điều kiện thời tiết, địa hình khu vực nổ mìn. Do vậy, các giải pháp tổng thể, đồng bộ cùng với sử dụng các thiết bị đo chuyên dụng để kiểm soát tiếng ồn nổ mìn đã đề xuất ở trên là vấn đề mới, cần được quan tâm nhằm góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất cho doanh nghiệp, bảo vệ sức khỏe cho những người công nhân và những người dân sống gần khu vực khai thác ở mỏ đá vôi dolomit Kỳ Phú nói riêng và các mỏ đá vôi ở Việt Nam nói chung.

Trong thời gian tới, nhóm nghiên cứu cần tiến hành đo giám sát thêm nhiều vụ nổ trong các điều kiện khác nhau của mỏ đá vôi Kỳ Phú cũng như đo đạc, nghiên cứu cho nhiều mỏ khai thác đá vôi khác nữa để các giải pháp đề xuất tổng thể về giảm thiểu tiếng ồn nổ mìn cho các mỏ đá vôi ở Việt Nam được đầy đủ và có cơ sở khoa học thực tiễn hơn.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin cảm ơn các cán bộ kỹ thuật tại mỏ đá vôi dolomit Kỳ Phú, tỉnh Ninh Bình đã phối hợp và cảm ơn các chuyên gia của Trung tâm Nghiên cứu Cơ điện Mỏ, Trường Đại học Mỏ-Địa chất đã hỗ trợ thiết bị đo cho nhóm tác giả thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đàm Trọng Thắng, Bùi Xuân Nam, Trần Quang Hiếu, (2015). Nổ mìn trong ngành mỏ và công trình, *Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ*.
2. Nghị định số 167/2013/NĐ-CP, ngày 12/11/2013 của Chính Phủ Quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực an ninh và trật tự xã hội; phòng, chống tệ nạn xã hội; phòng cháy, chữa cháy; phòng, chống bạo lực gia đình.
3. Nghị định số 155/2016/NĐ-CP ngày 18/11/2016 của Chính Phủ Quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực môi trường.
4. QCVN 26:2010/BTNMT Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về tiếng ồn được ban hành theo Thông tư số 39/2010/TT-BTNMT ngày 16/12/2010 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường.
5. QCVN 01:2019/BCT- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong sản xuất, thử nghiệm, nghiệm thu, bảo quản, vận chuyển, sử dụng, tiêu hủy vật liệu nổ công nghiệp và bảo quản tiền chất thuốc nổ.
6. QCVN 24/2016/BYT- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về tiếng ồn - Mức tiếp xúc cho phép tiếng ồn tại nơi làm việc.
7. Trần Quang Hiếu, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Anh Tuấn, Lê Quí Thảo, (2017). Công tác khoan nổ mìn và Kỹ thuật an toàn sử dụng VLNCN trong ngành mỏ - công trình, *Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội*.
8. E. Siskind, V. J. Stachura, M. S. Stagg, and J. W. Kopp, (1980). "Structure response and damage produced by airblast from surface mining" *Report of Investigations - United States*, Bureau of Mines.
9. H. S. Yang and N. S. Kim, (1999). "Blasting design considering noise and vibration regulatory law" in Proceedings of the in proceedings of KSRM annual conference at Korean Society for Rock Mechanics, pp. 21–27.
10. ONECRC, (1997). A study on examining criteria on cause and efect relationship for noise damage and calculation of damage cost, *Ofce of National Environmental Confict Resolution Commission*.
11. IOERSNU, (2000). Infuence evaluation of blasting-induced vibration and noise at rock excavation part of 9th construction area of Daegu-Pohang Expressway, *Institute of Engineering Research at Seoul National University*.
12. M. J. Crocker, (2007). Handbook of noise and vibration control.
13. Чан Куанг Хиеу, В.А. Белин, (2013). Влияние скорости ветра и температуры воздуха на степень воздействия УВВ при взрывах скальных горных пород, *Горный информационно-аналитический бюллетень*. № 12.- С. 284–291. ISSN: 0236-1493.
14. Чан Куанг Хиеу, (2014). *Определение влияния конструкции забойки на интенсивность УВВ, обеспечивающего уменьшение опасной зоны взрыва на угольных разрезах Вьетнама*, Горный информационно-аналитический бюллетень. № 1.- С. 422 - 425. ISSN 0236-1493.

EXPLOSION NOISE CONTROL IN MINING ACTIVITIES AT KY PHU LIMENSION - NINH BINH, VIETNAM

Tran Quang Hieu [*], Bui Xuan Nam, Nguyen Hoang, Do Ngoc Hoan, Nguyen Trung Tinh

Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi

ABSTRACT

Noise is unwanted sounds, it causes discomfort to listeners and directly affects human health. The blasting work on limestone mines takes place every day, often in the time frame from 11 a.m. to 1 p.m., it causes loud noises that directly affect the miner's health and life. surrounding residential areas. Acoustic noise at an average level of 50 dB(A) is acceptable, while 80 dB(A) or more can be annoying or even more disruptive. In this paper, a study was conducted using a Blastmate-III measuring device (Canada) with specialized probes attached to measure and monitor the effects of acoustic noise generated by blasting Ky Phu limestone-Ninh Binh. The measured results were contributed solutions to control acoustic noise, to improve production efficiency for enterprises, and to protect the health of workers and people living near this mining area.

Keywords: Noise, blast, sound, limestone quarries, Vietnam.

[*] Corresponding author, email address: tranquanghieu@humg.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0159

TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN NHU CẦU NƯỚC CỦA CÂY CÀ PHÊ TẠI HUYỆN KRÔNG PẮC, TỈNH ĐẮK LẮK

Nguyễn Thị Ngọc Quyên[1*], Nguyễn Thị Tịnh Ấu[2], Lâm Thị Nghiêm[3]

[1]Trường Đại học Tây Nguyên, 567 Lê Duẩn, Buôn Ma Thuột, Đắk Lắk

[2]Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật, 1 Võ Văn Ngân, Thủ Đức, Tp. Hồ Chí Minh

[3]Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Chí Minh, 227 Nguyễn Văn Cừ, Quận 5, Tp. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Việc tính toán nhu cầu nước trong trồng trọt là rất cần thiết để phục vụ cho công tác lập kế hoạch quản lý và phát triển lâu dài ở những vùng chuyên sản xuất nông nghiệp. Đặc biệt trong bối cảnh của biến đổi khí hậu, nhu cầu nước tưới cho cây trồng ngày càng tăng dần theo từng năm. Mục tiêu của nghiên cứu sẽ dự báo nhu cầu dùng nước đến năm 2030 cho cây cà phê, một cây trồng chủ lực tại huyện Krông Pắc với phương pháp tiếp cận của FAO dựa vào mô hình CROPWAT 8.0. Kết quả cho thấy nhu cầu nước của cây cà phê đã thay đổi trước những tác động của biến đổi khí hậu, cụ thể với diện tích tưới khoảng 20.078 ha thì nhu cầu tưới có xu hướng tăng: dự báo năm 2030 ($135,77\times10^6$ m^3) và năm 2030 theo các kịch bản RCP4.5 ($137,47\times10^6$ m^3) và RCP8.5 ($138,52\times10^6$ m^3). Mặt khác, nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, nhiệt độ và lượng mưa chính là những yếu tố tác động mạnh nhất, làm thay đổi nhu cầu nước giữa các tháng của cây cà phê tại huyện Krông Pắc. Nghiên cứu được kỳ vọng là tài liệu tham khảo cho các cơ quan, ban ngành đánh giá lại thực trạng cấp nước cho sản xuất nông nghiệp của hệ thống thủy lợi trên địa bàn và đưa ra các giải pháp để ứng phó với biến đổi khí hậu.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, nhu cầu nước, CROPWAT, cây cà phê, huyện Krông Pắc.

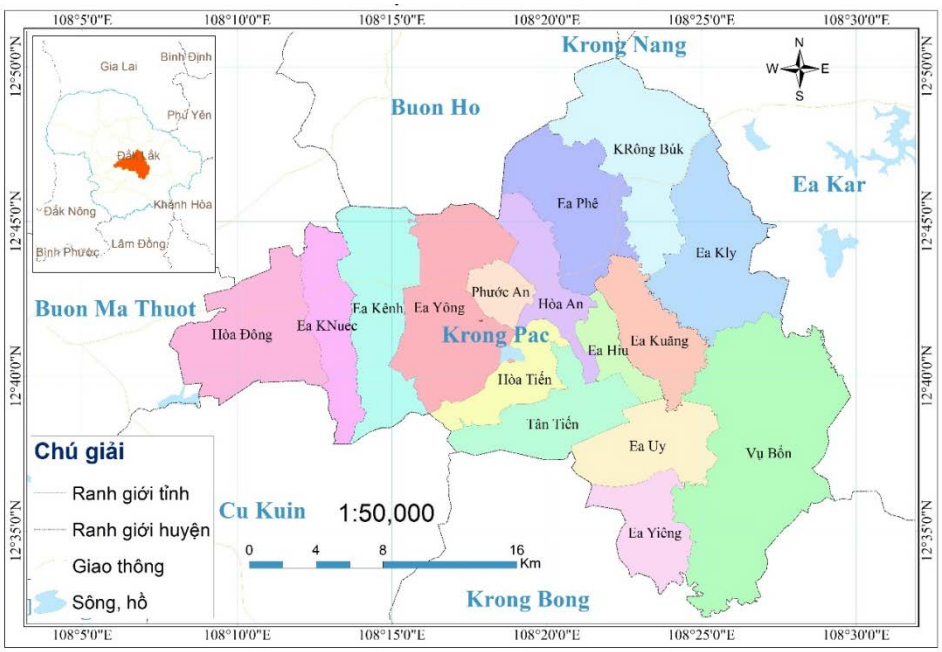
1. MỞ ĐẦU

Biến đổi khí hậu (BĐKH) và ảnh hưởng của nó đã và đang là một vấn đề được quan tâm hàng đầu của tất cả các quốc gia trên thế giới. Theo báo cáo năm 2008 của Bộ Tài nguyên và Môi trường (TN&MT), trong 50 năm qua nhiệt độ trung bình đã tăng khoảng 7 ^oC và mực nước biển đã tăng khoảng 20 cm [1]. Sự gia tăng cường độ của thiên tai và tần suất của các hiện tượng cực đoan như các đợt nắng nóng cục bộ vào mùa hè và rét đậm vào mùa đông kéo dài, tăng nhiệt độ và lượng mưa, hạn hán, lũ lụt... đã tác động mạnh mẽ đến lĩnh vực nông nghiệp, sức khỏe con người, đa dạng sinh học, tài nguyên thiên nhiên. Bên cạnh đó, báo cáo đánh giá lần thứ tư của IPCC (AR4) đã khẳng định Việt Nam là một trong số các quốc gia dễ bị tổn thương dưới tác động của BĐKH [2], đặc biệt trong lĩnh vực nông nghiệp, do quá trình sản xuất phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện tự nhiên nên khi thời tiết thay đổi thất thường sẽ làm cho việc canh tác gặp nhiều khó khăn.

Không thể phủ nhận rằng, trong sản xuất nông nghiệp, nước tưới là một vấn đề quan trọng hàng đầu. Vì vậy, việc nghiên cứu nhu cầu sử dụng nước của cây trồng để có kế hoạch tưới phù hợp và xây dựng hệ thống tưới đáp ứng nhu cầu đó trở thành mối quan tâm của các cơ quan chức

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: ntnquyen@ttn.edu.vn

năng tại địa phương cũng như các nhà nông nghiệp và thậm chí cả người nông dân trong thời đại mới. Năm 2012, một nghiên cứu đã xác định nhu cầu tưới cho cây khoai tây tại lưu vực Ganga và đề xuất phát triển giống mới cần ít nước hơn do nhu cầu này được dự báo sẽ tăng 14-15 % vào năm 2050 [3]; hay các nghiên cứu ứng dụng mô hình CROPWAT 8.0 xác định nhu cầu nước tưới cho cây ngô ở Ấn Độ [4], [5]. Tại Việt Nam, mô hình CROPWAT cũng được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất nông nghiệp [6], [7] hay tính toán cân bằng nước cho vùng đất bazan - Tây Nguyên [8]. Đối với cây cà phê, một cây trồng chủ lực trên địa bàn Tây Nguyên, việc xác định hay dự báo nhu cầu nước trở nên thực sự cần thiết đặc biệt trong bối cảnh hạn hán có xu hướng ngày càng kéo dài hơn trong tương lai [9]. Tại Đắk Nông, một nghiên cứu sử dụng CROPWAT và Dấu chân nước - Water Footprint để đánh giá nhu cầu sử dụng nước trong canh tác cây cà phê. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự khác biệt về nhu cầu nước trong canh tác cây cà phê ở các huyện trên địa bàn tỉnh Đắk Nông là do tác động của các yếu tố về điều kiện tự nhiên, kỹ thuật canh tác và cây giống [10]; trên lưu vực sông Srepok, nhu cầu sử dụng nước của các loại hình sử dụng đất chính đã được dự báo dưới sự hỗ trợ của công cụ CROPWAT 8.0. Theo đó, định mức tưới cho cây cà phê giai đoạn 1980-2021 là 4029 m^3/ha/vụ và dự báo cho giai đoạn tương lai (2013-2045) có xu hướng giảm ở kịch bản RCP 2.6 (3543 m^3/ha/vụ), kịch bản RCP4.5 (3330 m^3/ha/vụ) và xu hướng tăng ở kịch bản RCP 8.5 (4112 m^3/ha/vụ) [9].



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu - huyện Krông Pắc

Huyện Krông Pắc có nền kinh tế chủ yếu dựa vào sản xuất và xuất khẩu nông, lâm sản. Hầu hết diện tích đất canh tác được trồng các loại cây lâu năm như: cà phê, điều, hồ tiêu, cao su... Thực tế, các hiện tượng thời tiết cực đoan như hạn hán kéo dài, mưa tập trung với cường độ lớn, gió mạnh, bão… ngày càng diễn biến thất thường, đã gây ra những thiệt hại nghiêm trọng ảnh hưởng đến quá trình sản xuất nông nghiệp cũng như đời sống của người dân nơi đây [11]. Vài năm trở lại đây, dưới tác động của BĐKH, hạn hán và khan hiếm nguồn nước ngày càng gia tăng nên ngành nông nghiệp của huyện đang phải đối mặt với nhiều thách thức. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu chính là dự báo nhu cầu dùng nước đến năm 2030 cho cây cà phê nhằm góp phần xác định ảnh

hưởng của BĐKH một cách hiệu quả và là tài liệu tham chiếu hữu ích để giải quyết bài toán quản lý tài nguyên nước hoặc các nghiên cứu liên quan, tránh gây ra những thiệt hại lớn không mong muốn cho ngành trồng trọt nói chung và cây cà phê của huyện nói riêng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: Nhu cầu nước tưới của cây cà phê và các yếu tố khí tượng (nhiệt độ, lượng mưa) ảnh hưởng đến nhu cầu nước tưới của nó.

- Phạm vi nghiên cứu: Do thời gian có hạn nên nghiên cứu chỉ tính toán nhu cầu nước năm 2021 của cây cà phê trên địa bàn huyện Krông Pắc, tỉnh Đắk Lắk; nhu cầu nước của cây cà phê năm dự báo (2030) được xác định trong điều kiện giả định rằng các yếu tố tính toán trong mô hình sẽ không thay đổi theo thời gian, chỉ thay đổi yếu tố lượng mưa và nhiệt độ theo kịch bản BĐKH của Bộ TN&MT ban hành năm 2020 [12].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập và phân tích số liệu

- Thu thập số liệu sơ cấp: Điều tra, khảo sát thực địa thông qua làm việc với Ủy ban nhân dân (UBND) huyện Krông Pắc, những người dân sống tại vùng nghiên cứu nhằm nắm bắt một số thông tin quan trọng về tình hình phát triển các khu vực trồng cây cà phê; nhu cầu nước tưới và thực trạng nguồn nước tưới; tình hình khí hậu,…

- Thu thập số liệu thứ cấp: Các báo cáo thống kê về diện tích, năng suất, sản lượng của cây cà phê được thu thập tại UBND huyện Krông Pắc, Sở Khoa học và Công nghệ, Sở TN&MT; kịch bản BĐKH và nước biển dâng của Bộ TN&MT (2020); số liệu khí tượng của trạm Buôn Ma Thuột năm 2021 tại Trung tâm Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên.

2.2.2. Phương pháp phân tích thống kê

Dữ liệu khí tượng, thủy văn được xử lý dựa trên phương pháp thống kê, phân tích số liệu và biên tập chủ yếu bằng phần mềm Excel làm đầu vào cho mô hình CROPWAT 8.0.

2.2.3. Phương pháp mô hình hóa (CROPWAT 8.0)

Mô hình CROPWAT được phát triển bởi Tổ chức Nông lương Thế giới (FAO) để tính toán nhu cầu dùng nước, phục vụ các dự án quản lý và quy hoạch tưới, mô hình thực hiện tính toán lượng bốc thoát hơi chuẩn, nhu cầu nước tưới của cây trồng để xây dựng kế hoạch tưới cho các điều kiện quản lý và cung cấp nước khác nhau [13].

Dữ liệu đầu vào cho mô hình được tính toán và thu thập từ các yếu tố khí tượng năm hiện trạng (năm 2021) được thu thập tại trạm Buôn Ma Thuột ở Trung tâm Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên; lượng mưa và nhiệt độ năm dự báo (năm 2030) được thu thập từ Kịch bản BĐKH của Bộ TN&MT ban hành năm 2020.

Đầu ra của mô hình chính là nhu cầu nước tưới của cây trồng (kí hiệu: IRR). Theo FAO (1998), nhu cầu nước tưới của cây trồng cạn (IRR) là lượng nước cần bù vào tổn thất do bốc thoát hơi nước. Các công thức tính toán cụ thể như sau [13]:

$$IRR = ET_c - P_{eff} (mm/ngày) \quad (2.1)$$

trong đó: ET_c: lượng bốc hơi cây trồng (mm); P_{eff}: lượng mưa hiệu quả cây trồng (mm);

- *Tính toán lượng bốc hơi mặt ruộng (ET_c)*

Theo FAO, lượng nước cần của cây trồng hay còn gọi lượng bốc hơi mặt ruộng đối với cây trồng, (kí hiệu: CWR - Crop Water Requirement) chính bằng lượng bốc hơi cây trồng (ET_c: Crop evapotranspiration) được xác định bởi công thức sau:

$$ET_c = CWR = ET_o.K_c \text{ (mm/ngày)} \quad (2.2)$$

trong đó: ET_c: là lượng bốc hơi cây trồng (mm/ngày); ET_o: là lượng bốc hơi chuẩn và phụ thuộc hoàn toàn vào các yếu tố khí tượng (mm/ngày); K_c: hệ số cây trồng, phụ thuộc từng loại cây trồng, vùng canh tác và giai đoạn sinh trưởng của cây trồng.

+ *Xác định lượng bốc hơi chuẩn ET_o*

Lượng bốc hơi chuẩn ET_o được tính toán trong mô hình CROPWAT 8.0 bằng cách sử dụng công thức Penman-Monteith cho tính toán lượng thoát hơi nước cần xác định những thông tin sau: tên trạm khí hậu, cao độ trạm, kinh độ và vĩ độ địa lý của trạm nhiệt, nhiệt độ tối thiểu (°C), nhiệt độ tối đa (°C), số giờ nắng, tốc độ gió và độ ẩm tương đối làm đầu vào cho nghiên cứu [14]. ET_o được xác định bằng công thức sau:

$$\mathbf{ET_0} = \frac{\mathbf{0{,}408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}}{\mathbf{\Delta + \gamma(1 + 0{,}34u_2)}} \quad (2.3)$$

trong đó: ET_o: bốc hơi chuẩn (mm/ngày); R_n: bức xạ mặt trời trên bề mặt lá cây trồng (MJ/m^2/ngày); G: mật độ hấp thụ nhiệt trong đất (MJ/m^2/ngày); T: nhiệt độ trung bình ngày tại độ cao 2 m từ mặt đất (^oC); u_2: tốc độ gió tại độ cao 2 m từ mặt đất (m/s); e_s: áp suất hơi nước bão hòa (kPa); e_a: áp suất hơi nước thực tế (kPa); Δ: độ dốc của áp suất hơi nước trên đường cong quan hệ nhiệt độ (kPa/^{o}C); γ: hằng số ẩm (kPa/^{o}C).

+ *Xác định lượng hệ số cây trồng K_c*

Tăng trưởng cây trồng được quốc tế công nhận là các giai đoạn để tính toán hệ số cây trồng, cụ thể giai đoạn đầu mùa (từ khi gieo hạt và phát triển), giữa mùa (ra hoa kết trái) và cuối mùa (thu hoạch) [14]. Do sự khác biệt trong các giai đoạn sinh trưởng, K_c cho cây trồng sẽ khác nhau trong các thời kỳ phát triển [13]. Quá trình tổng hợp các nghiên cứu chuyên sâu về cây cà phê đã xác định được hệ số K_c tại Bảng 1.

Bảng 1. Hệ số cây trồng (K_c) của cây cà phê cho mô hình CROPWAT 8.0

Giai đoạn	Đầu vụ	Giữa vụ	Cuối vụ
Hệ số K_c	0,60	1,10	0,90

- *Tính toán lượng mưa hiệu quả (P_{eff}):*

Thông thường, nguồn nước cung cấp cho cây trồng vào các mùa có sự khác biệt. Vào mùa khô, lượng nước tưới chủ yếu dựa vào nguồn nước tưới tiêu, tuy nhiên mùa mưa sẽ có thêm cả lượng nước mưa rơi xuống, một phần nước mưa sẽ thấm xuống đất bổ cập lại vào phần nước ngầm hoặc chảy tràn theo các sườn dốc. Phần nước được gọi lượng mưa hiệu quả (P_{eff}) chính là lượng nước rơi xuống trên diện tích đang canh tác mà cây trồng có thể sử dụng được. Thông thường,

lượng mưa hiệu quả được tính dựa trên công thức kinh nghiệm với các hệ số được xác định theo số liệu cụ thể thực tế của từng địa phương, nhưng do điều kiện không có số liệu thực tế để xác định các hệ số kinh nghiệm cho địa phương nghiên cứu nên có thể sử dụng công thức kinh nghiệm của FAO [15]. Theo FAO (1998), hiện nay có nhiều công thức kinh nghiệm để xác định lượng mưa hiệu quả và căn cứ đặc điểm khí hậu của huyện Krông Pắk, lượng mưa biến động khá lớn giữa mùa khô và mùa mưa nên công thức của Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA) được lựa chọn để tính toán P_{eff}.

$$P_{eff} = (P_{tk}.(125 - 0,2.P_{tk})) /125 \text{ với } P_{tk} \leq 250 \text{ mm} \quad (2.4)$$

$$P_{eff} = 125 + 0,1.P_{tk} \text{ với } P_{tk} \geq 250 \text{ mm} \quad (2.5)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thực trạng và định hướng sản xuất cây cà phê địa bàn huyện Krông Pắc

3.1.1. Thực trạng canh tác cây cà phê

Theo Niên giám thống kê huyện Krông Pắc năm 2021, diện tích đất trồng trọt của huyện khoảng 61.601 ha, trong đó diện tích cà phê trồng thuần chiếm nhiều nhất khoảng 18.000 ha với 29,2 % tổng diện tích đất trồng trọt. Hiện nay, xu hướng phát triển mô hình trồng xen cây cà phê với một số cây ăn quả như sầu riêng, bơ vừa tiết kiệm được nước tưới, phân bón, vừa nâng cao thu nhập cho người dân (Bảng 2).

Bảng 2. Diện tích và sản lượng của một số cây trồng huyện Krông Pắc năm 2021

Loại cây	Tên	Diện tích (ha)	Sản lượng (tấn)
Cây lâu năm	Cà phê	18.000	37.653
	Cao su	947	138
	Tiêu	1.265	2.631
	Cây trồng khác	9.652	
Cây trồng xen	Sầu riêng	5.841	45.000
	Bơ		8.868
Cây hàng năm	Lúa	15.279	112.428
	Bắp	10.844	10.844
	Cây trồng khác	8.236	

(Niên giám thống kê huyện Krông Pắc, 2021)

Theo khảo sát từ UBND huyện, giống cây cà phê mới dần được thay đổi trong quá trình canh tác như: giống 4C, RFA, Fairtra, UTZ Certified, cà phê mít (Liberia), cà phê vối (Robusta)... nhằm phù hợp với những điều kiện tự nhiên và xã hội của địa bàn. Khu vực trồng nhiều cà phê trên địa bàn huyện là xã Hòa Đông (3.557 ha), xã Ea Kênh (2.666 ha), Ea Yông (2.333 ha). Tuy nhiên, theo ý kiến của nông hộ, dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, hạn hán có xu hướng keo dài, nhiều loại sâu bệnh hại trên cây như: các loài sâu, rệp sáp… xuất hiện thường xuyên hơn làm cho cây bị rụng trái, khả năng đậu quả thấp, không phát triển, ảnh hưởng nghiêm trọng đến năng suất cây cà phê trong thời gian gần đây. Từ đó, các hộ canh tác cây cà phê lâu năm có xu hướng chuyển đổi qua các

loại cây trồng khác hoặc trồng xen thêm các loại cây khác để giảm thiểu rủi ro. Điều này làm cho diện tích cà phê trên địa bàn huyện có xu hướng ngày càng giảm.

3.1.2. Định hướng sản xuất cây cà phê

Định hướng phát triển nông nghiệp đến năm 2030 huyện Krông Pắc được xác định theo Nghị quyết số 140/2014/NQ-HĐND ngày 13/12/2014 của HĐND tỉnh thông qua *"Quy hoạch xây dựng vùng tỉnh Đắk Lắk đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030"* cụ thể:

- Định hướng vùng nguyên liệu nông sản giá trị cao là những vùng chuyên canh cây công nghiệp và chế biến nông sản chăn nuôi đại gia súc, thủy sản, phạm vi gồm các huyện: Krông Pắc, Cư Kuin, Cư M'gar, Buôn Đôn, Ea Kar, Krông Ana, Krông Búk, Krông Năng, Lắk, Krông Bông, Ea Súp, M'Đrắk và Ea H'leo;

- Phát triển kinh tế nông nghiệp, hình thành các vùng chuyên canh có giá trị kinh tế cao như cà phê, cao su, cây ăn quả....

Theo báo cáo của UBND huyện Krông Pắc (10/2021), các chỉ tiêu ngành nông nghiệp giai đoạn đến 2025 được xác định trong quyết định phê duyệt Kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội 5 năm (2021-2025). Do diện tích trồng trọt của huyện Krông Pắc chưa có quy hoạch chi tiết đến năm 2030, vì vậy dữ liệu sử dụng để dự đoán nhu cầu nước cho cây cà phê được giả định lấy bằng diện tích quy hoạch đến năm 2025 với khoảng 20.078 ha. Tuy nhiên, việc dự báo nhu cầu nước của cây cà phê được xác định đến năm 2030 để phục vụ công tác quy hoạch chi tiết vùng trồng cà phê đến năm 2030 cũng như để phù hợp với Quy hoạch sử dụng đất của huyện với chu kỳ 10 năm theo quy định của Luật Đất đai năm 2013.

3.2. Kết quả tính toán nhu cầu nước của cây cà phê năm 2021 và dự báo đến năm 2030 dưới tác động của BĐKH

3.2.1. Kết quả tính toán ET_0 cho năm 2021 và dự báo năm 2030

Giá trị bốc thoát hơi tiềm năng năm 2021 tại trạm Buôn Ma Thuột được tính toán theo công thức Penman-Monteith dựa trên cơ sở nguồn số liệu khí tượng thu thập được, kết quả tính toán được đưa vào làm đầu vào cho mô hình. Các kết quả tính toán được thể hiện tại Bảng 3.

Bảng 3. Tính toán ET_0 (mm) cho năm 2021 và dự báo năm 2030 theo kịch bản BĐKH

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tổng
Năm 2021	4,29	5,10	5,71	5,56	4,80	4,01	3,87	3,72	3,57	3,45	3,44	3,40	4,24
Năm 2030 (RCP 4.5)	4,41	5,22	5,83	5,69	4,88	4,08	3,95	3,80	3,64	3,53	3,53	3,49	4,34
Năm 2030 (RCP 8.5)	4,42	5,23	5,85	5,69	4,90	4,10	3,96	3,81	3,65	3,54	3,54	3,50	4,35

Kết quả cho thấy, khi nhiệt độ tăng lên sẽ kéo theo sự gia tăng bốc hơi chuẩn ET_0 (vì nhiệt độ tỉ lệ thuận với bốc hơi). Sự gia tăng của ET_0 ứng với các kịch bản BĐKH cũng theo tỉ lệ thuận (RCP8.5 > RCP4.5) và có sự chênh lệch về một khoảng nhiệt độ. Vì vậy ứng với kịch bản BĐKH, lựa chọn cả hai kịch bản trung bình (RCP4.5) và kịch bản cao (RCP8.5) để xác định nhu cầu nước cây trồng trong tương lai ứng với thời kỳ (2016-2035) sẽ cho thấy rõ nhất về sự thay đổi nhu cầu nước của cây cà phê tại khu vực nghiên cứu.

3.2.2. Phân phối lượng mưa hiệu quả P_{eff} (mm) cho năm 2021 và dự báo năm 2030

Xét điều kiện có tính đến yếu tố BĐKH, lượng mưa hiệu quả của khu vực nghiên cứu theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 đều có xu hướng tăng lên so với năm nghiên cứu (Bảng 4).

Bảng 4. Phân phối lượng mưa hiệu quả (mm) theo tháng cho năm 2021 và dự báo năm 2030

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tổng
Năm 2021	4,5	3,6	25,1	75,1	148,4	149,5	149,8	156,3	158,6	144,1	86,2	21,3	1.122,6
Năm 2030 (RCP 4.5)	4,8	3,8	26,7	79,2	150,8	151,4	151,5	158,4	160,8	147,9	90,6	22,6	1.148,4
Năm 2030 (RCP 8.5)	4,8	3,8	26,4	78,4	150,5	151,1	151,2	158,0	160,4	147,2	89,9	22,4	1.144,0

3.2.3. Kết quả tính toán ET_c cho các giai đoạn năm 2021 và dự báo năm 2030

So với năm 2021, lượng bốc hơi của cây trồng ET_c có xu hướng tăng lên ở cả hai kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 với khoảng trên 30 mm (Bảng 5).

Bảng 5. Tính toán ET_c (mm) theo tháng cho năm 2021 và dự báo năm 2030

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tổng
Năm 2021	150,4	455,0	181,9	163,3	123,4	73,4	71,9	76,1	90,7	111,3	116,8	120,5	1.434,7
Năm 2030 (RCP 4.5)	154,2	158,6	185,7	166,8	125,7	74,8	73,5	77,7	93,2	113,8	119,5	123,6	1.467,1
Năm 2030 (RCP 8.5)	154,6	158,9	186,4	166,9	126,1	75,1	73,6	77,9	92,8	114,1	119,9	124,0	1.470,3

3.2.4. Nhu cầu nước cho cây cà phê năm 2021

Kết quả trích xuất từ mô hình CROPWWAT 8.0, định mức nước tưới cho cây cà phê tại huyện Krông Pắc được trình bày tại (Bảng 6). Từ định mức này kết hợp với số liệu thống kê diện tích cây

cà phê năm 2021 của UBND huyện Krông Pắc là 18.000 ha, kết quả tính toán nhu cầu nước được xác định theo từng tháng trong năm theo công thức dưới đây và kết quả thể hiện tại Bảng 7.

NCN (m^3) = Diện tích cây cà phê (ha) × (Định mức nước tưới (mm) × 10) (m^3/ha)

Bảng 6. Định mức nước tưới (mm) cho cây cà phê của huyện Krông Pắc năm 2021

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tổng
Năm 2021	145,7	151,3	156,7	88,1	4,7	-	-	-	-	-	30,6	99,1	676,2

Ghi chú: 1 mm =10 m^3/ha; -: Không có dữ liệu

Bảng 7. Nhu cầu nước tưới (triệu m^3/năm) của cây cà phê của huyện Krông Pắc năm 2021

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tổng
Năm 2021	26,226	27,234	28,206	15,858	0,846	-	-	-	-	-	5,508	17,838	121,171

Ghi chú: (-): Không có dữ liệu

Tổng nhu cầu nước cho cây cà phê trên toàn huyện tính được khoảng 121,171 triệu m^3/năm. Trong đó, NCN tại các tháng đầu mùa khô như tháng XII, I, II, III, là lớn nhất với NCN lần lượt là 17,84; 26,23; 27,23; 28,21 triệu m^3/tháng.

3.2.5. Dự báo nhu cầu nước của cây cà phê năm 2030

Với diện tích quy hoạch trồng cà phê là 20.078 ha, tổng nhu cầu nước cho cây cà phê định hướng đến năm 2030 là 135,77 triệu m^3/năm, tăng 12,05% so với năm 2021 được thể hiện trong (Bảng 8).

Bảng 8. Nhu cầu nước tưới của cây cà phê (triệu m^3/năm) huyện Krông Pắc định hướng đến năm 2030

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tổng
Năm 2030	29,253	30,378	31,462	17,688	0,943	-	-	-	-	-	6,143	19,897	135,767

Ghi chú: (-): Không có dữ liệu

3.3. Đánh giá tác động của BĐKH đến nhu cầu nước của cây cà phê huyện Krông Pắc

3.3.1. Dự báo thay đổi lượng mưa và nhiệt độ theo các kịch bản BĐKH

Dưới tác động của BĐKH, các yếu tố khí tượng như nhiệt độ và lượng mưa thời kỳ 2016-2035 bị thay đổi so với thời kỳ cơ sở (1986-2005). Điều này dẫn đến định mức nước cho cây trồng bị thay đổi, nhu cầu nước cây trồng cũng bị thay đổi theo. Sự thay đổi cụ thể được thể hiện tại (Bảng 9 và Bảng 10).

Với sự thay đổi của yếu tố mưa và nhiệt độ như trên, định mức tưới cho cây cà phê năm 2030 có xét đến tác động của BĐKH được tính toán bằng mô hình CROPWAT 8.0 với 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5, kết quả được thể hiện như Bảng 11.

Bảng 9. Sự thay đổi lượng mưa theo các kịch bản BĐKH thời kỳ 2016 -2035

Kịch bản	RCP4.5	RCP8.5
Thay đổi lượng mưa (%)	+ 6,5	+ 5,3
Lượng mưa (mm)	1.982,0	1.959,7

Bảng 10. Sự thay đổi nhiệt độ theo các kịch bản BĐKH thời kỳ 2016-2035

Kịch bản	RCP4.5	RCP8.5
Nhiệt độ (°C)	+ 0,8	+ 0,9
Trung bình tối thấp (°C)	20,9	21,0
Trung bình tối cao (°C)	31,1	31,2

Bảng 11. Định mức nước tưới (mm) cho cây cà phê tính đến năm 2030 theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tổng
RCP 4.5	149,3	154,6	158,9	87,5	4,6	-	-	-	-	-	29,0	100,8	684,7
RCP 8.5	149,9	155,3	159,8	88,4	4,9	-	-	-	-	-	30,1	101,5	689,9

Ghi chú: 1 mm =10 m^3/ha; -: Không có dữ liệu

Nhu cầu nước cho diện tích 20.078 ha cà phê quy hoạch đến năm 2030 có tính đến BĐKH lần lượt là 137,47 triệu m^3/năm (kịch bản RCP4.5) tăng 1,25 % và 138,52 triệu m^3/năm (kịch bản RCP8.5) tăng 0,76 % so với năm 2030 không tính đến BĐKH thể hiện ở Bảng 12. Như vậy, mặc dù có ảnh hưởng của BĐKH, thời tiết không ổn định (nắng nhiều vào đầu vụ và mưa nhiều trong những tháng giữa năm) và ảnh hưởng đến tình hình sản xuất cũng như sản lượng thu hoạch cây cà phê của người dân nhưng về tổng thể thì nhu cầu nước cho cây cà phê tăng không đáng kể so với năm 2030 không tính đến BĐKH.

Bảng 12. Nhu cầu nước tưới (triệu m^3/năm) của cây cà phê tính đến năm 2030 theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tổng
RCP 4.5	29,976	31,040	31,903	17,568	0,923	-	-	-	-	-	5,822	20,238	137,474
RCP 8.5	30,096	31,181	32,084	17,748	0,983	-	-	-	-	-	6,043	20,379	138,518

Ghi chú: (-): Không có dữ liệu

Tuy nhiên, kết quả tính toán tại Bảng 7, 8 và 12 cho thấy rõ sự thay đổi nhu cầu nước cho cây cà phê theo các giai đoạn. Nghiên cứu tiến hành so sánh nhu cầu nước cho cây cà phê theo các tháng và tổng nhu cầu nước năm 2021 - 2030 của huyện Krông Pắc và rút ra các nhận định sau:

- Từ tháng V đến tháng X nhu cầu nước của cây cà phê trên địa bàn không đáng kể thậm chí những tháng này không cần tưới, do lượng mưa lớn dẫn đến lượng mưa hiệu quả tăng cao vượt khỏi lượng bốc hơi tối đa của cây, điều này đúng với đặc điểm thời tiết ở khu vực huyện Krông Pắc.

- Các tháng từ tháng XI đến tháng IV năm sau có nhu cầu sử dụng nước cao, trong khi tháng XI nhu cầu nước thấp hơn các tháng khác vì giai đoạn này mùa mưa mới kết thúc nên độ ẩm trong đất còn cao; tương tự, tháng V là tháng đầu mùa mưa, thời điểm người dân mới bắt đầu gieo trồng nên lượng nước tưới cũng thấp hơn đáng kể.

- Nhu cầu tưới có sự khác nhau giữa các năm nhưng không quá lớn: trong giai đoạn năm 2021 ($121{,}17\times10^6$ m^3), giai đoạn năm 2030 ($135{,}77\times10^6$ m^3) và giai đoạn năm 2030 có tính BĐKH theo kịch bản RCP4.5 ($137{,}47\times10^6$ m^3) và RCP8.5 ($138{,}52\times10^6$ m^3).

- Ở đầu thế kỷ, khi nhiệt độ tăng lên so với thời kỳ cơ sở (1986-2005) (tăng 0,8-0,9 ^oC) theo hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 thì nhu cầu nước cũng tăng theo. Vì vậy, có thể nói, ngoài yếu tố lượng mưa có tác động trực tiếp đến nhu cầu nước cây trồng thì nhiệt độ cũng tác động rất lớn theo hai kịch bản BĐKH.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chỉ ra rằng, BĐKH có ảnh hưởng tới nhu cầu nước cho cây cà phê với xu hướng tăng ở năm dự báo (2030) nhưng chênh lệch không đáng kể so với năm hiện trạng (2021). Tuy nhiên, quá trình thực địa cho thấy nguồn nước phục vụ cho nông nghiệp trên địa bàn huyện được lấy chủ yếu từ các nguồn ao, hồ, hoặc giếng khoan hay phụ thuộc vào nước trời... và hầu hết hoạt động sản xuất nông nghiệp của huyện có quy mô nhỏ lẻ, theo hộ gia đình nên quá trình canh tác chủ yếu theo kinh nghiệm, chưa áp dụng khoa học kỹ thuật vào sản xuất. Vì vậy, sự thay đổi thất thường của thời tiết gây ra tình trạng thiếu hụt nước tưới làm ảnh hưởng đến quá trình sản xuất tại địa phương. Kết quả tính toán nhu cầu nước cho cây cà phê trên địa bàn huyện Krông Pắk bằng mô hình CROPWAT 8.0 cho thấy, nhu cầu tưới cho cây cà phê năm 2021 là $121{,}17\times10^6$ m^3, dự báo năm 2030 là $135{,}77\times10^6$ m^3 và năm 2030 có tính BĐKH theo kịch bản RCP4.5 là $137{,}47\times10^6$ m^3, theo kịch bản RCP8.5 là $138{,}52\times10^6$ m^3. Số liệu trích xuất theo tháng chỉ ra rằng nhu cầu nước của khu vực có xu hướng tăng cao vào các tháng (XI XII, I, II, III, IV), đây là những tháng thuộc mùa khô do đó gây khó khăn trong việc cấp nước bởi vấn đề quy hoạch hệ thống các hồ chứa tồn tại nhiều bất cập và hệ thống tưới không đảm bảo yêu cầu làm hao hụt nước tưới. Cuối cùng, nghiên cứu được kỳ vọng là tài liệu tham chiếu cho các cơ quan ban ngành địa phương đánh giá lại hệ thống các hồ chứa và tiến hành trùng tu, sửa chữa hệ thống hồ chứa, kênh mương nhằm đảm bảo yêu cầu tưới hiện tại cũng như nâng cấp dung tích các hồ chứa nhằm ứng phó với BĐKH trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài Nguyên và Môi trường (2008). *Chương trình mục tiêu quốc gia thích ứng với biến đổi khí hậu*, Hà Nội, 65 trang.

2. IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]*. Geneva, Switzerland, 104 page.

3. Sudip Kumar Chatterjee, Saon Banerjee and Mridul Bose (2012). Climate Change Impact on Crop Water Requirement in Ganga River Basin, West Bengal, India, *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering (IPCBEE)* Vol.46 pp.17-20 ref.4.

4. Roja, M., Deepthi, C. H., & Devender Reddy, M., (2020). Estimation of Crop Water Requirement of Maize Crop Using FAO CROPWAT 8.0 Model, *Ind. J. Pure App. Biosci.* 8(6): 222-228.

5. Thimme Gowda P., Manjunaththa S. B., Yogesh T. C. and Sunil A. Satyareddi (2013). Study on Water Requirement of Maize (Zea mays L.) using CROPWAT Model in Northern Transitional Zone of Karnataka. *Journal of Environmental science, computer science and engineering & technology,* Vol.2. No.1: 105-113.

6. Vũ Ngọc Dương, Nguyễn Mai Đăng, Hà Văn Khối (2014). Đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến nhu cầu nước tưới cho nông nghiệp thuộc khu tưới Hồ Cửa Đạt. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường,* số 45: 102-108.

7. Nguyễn Văn Linh, Hoàng Văn Thuận (2017). Nghiên cứu nhu cầu nước cho các loại cây trồng chủ lực tài thành phố Kon Tum nhằm đối phó với biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khoa học Lạc Hồng,* số đặc biệt: 175-179.

8. Bùi Hiếu, Nguyễn Quang Phi (2006). *Cân bằng sử dụng nước trên vùng đất Bazan - Tây Nguyên*. Bộ môn Thủy nông, Đại học Thủy Lợi, 13 trang.

9. Nguyễn Thị Ngọc Quyên (2019). Dự báo nhu cầu sử dụng nước cho các loại hình sử dụng đất trên lưu vực Srepok trong bối cảnh biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 17(2): 126-136.

10. Phan Thanh Định (2017). Đánh giá nhu cầu sử dụng nước trong canh tác cây cà phê của tỉnh Đắk Nông. *Tạp chí Khoa học và Xã hội* số 4 (224): 56-66.

11. UBND huyện Krông Pắc (2021). *Báo cáo tổng kết thực hiện nhiệm vụ phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo quốc phòng – an ninh năm 2021 và phương hướng, nhiệm vụ năm 2022.*

12. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020). *Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*. Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, 253 trang.

13. FAO (1998). *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56, Chapter 5 - Introduction to crop evapotranspiration.*

14. Ayushi Trivedi, S.K. Pyasi and Galkate, R.V., (2018). Estimation of Evapotranspiration using CROPWAT 8.0 Model for Shipra River Basin in Madhya Pradesh, India, *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*., 7(05):1248-1259.

15. Hoàng Trang Thư, Phạm Thị Thảo Nhi, Nguyễn Văn Thịnh, Đào Nguyên Khôi (2021). Đánh giá hiện trạng sử dụng nước và năng lượng cho lúa xã Tân An, huyện Vĩnh cửu, tỉnh Đồng Nai. *Tạp chí Khí tượng thủy văn số 725: 80-91*.

IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON THE WATER DEMAND FOR COFFEE CROPS IN KRONG PAC DISTRICT, DAK LAK PROVINCE

Nguyen Thi Ngoc Quyen[1*], Nguyen Thi Tinh Au[2], Lam Thi Nghiem[3]

[1]Tay Nguyen University, 567 Le Duan, Buon Ma Thuot, Dak Lak

[2]University of Technology and Education, 01 Vo Van Ngan, Thu Duc, Ho Chi Minh

[3]University of Science, Vietnam National University, Ho Chi Minh, 227 Nguyen Van Cu, District 5, Ho Chi Minh City

ABSTRACT

Calculating water demand in crop production is essential for long-term development and management planning in agricultural production areas. Especially, in the context of climate change, the irrigation water demand for crops is increasing year by year. The objective of this study is to forecast water demand by 2030 for coffee, the main crop in Krong Pac district, by using CROPWAT 8.0 model of FAO. The results show that water use for coffee crops would dramatically increase in the future due to climate change. With the irrigated area of about 20.078 ha, in 2030, irrigation demand is forecasted to increase to 135.77×10^6 m^3, 137.47×10^6 m^3under RCP4.5 scenario and 138.52×10^6 m^3 under RCP8.5 scenario, respectively. On the other hand, the study also shows that temperature and rainfall are the most significant factors, changing the water demand for coffee crops in Krong Pac district. The study serves as a reference for agencies and departments to re-evaluate the current status of water supply for agricultural production and provides solutions to cope with the climate change situation.

Keywords: Climate change, Water demand, CROPWAT, Coffee, Krong Pac district.

[*] Corresponding author, email address: ntnquyen@ttn.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0160

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ GIS ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG NHIỆT ĐỘ THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG THEO KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Lê Ngọc Hành[1*], Trần Thị Ân[2], Nguyễn Văn An[1], Trương Phước Minh[1]

[1]Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng, 459 Tôn Đức Thắng, Liên Chiểu, Đà Nẵng
[2]Trường Đại học Thủ Dầu Một, 06 Trần Văn Ơn, Thủ Dầu Một, Bình Dương

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm mục tiêu đánh giá biến động nhiệt độ tại thành phố Đà Nẵng và phân tích xu hướng biến đổi nhiệt độ theo kịch bản biến đổi khí hậu tại địa phương. Phương pháp viễn thám và GIS được sử dụng trong bài báo này để chiết tách thông tin về nhiệt độ bề mặt và đánh giá biến động theo từng giai đoạn. Chúng tôi sử dụng nguồn ảnh viễn thám Landsat 5 và OLI trên nền tảng Google Earth Engine trong giai đoạn từ 1991-2020. Theo đó, chúng tôi tiến hành phân tích 412 ảnh Landsat trong thời gian nghiên cứu để tính toán nhiệt độ trung bình mùa hè từ tháng 5-8 là thời gian nóng nhất trong năm ở Đà Nẵng. Sau đó, nhiệt độ trung bình của các năm và từng giai đoạn được tính toán trên nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine. Kết quả cho thấy, nhiệt độ trung bình của thành phố Đà Nẵng có sự biến động qua các giai đoạn và có xu hướng tăng cao hơn trong giai đoạn từ 2011-2015 và 2016-2020. Bên cạnh đó, nghiên cứu này dựa vào kịch bản biến đổi khí hậu RCP4.5 để tính toán nhiệt độ của các quận, huyện trong các giai đoạn của thế kỷ XXI. Kết quả cho thấy, nhiệt độ giai đoạn từ 2046-2065 và từ 2080-2099 có sự tăng mạnh.

Từ khóa: Biến động nhiệt độ; Đà Nẵng; Google Earth Engine; Viễn thám.

1. MỞ ĐẦU

Biến đổi khí hậu (BĐKH) mà các biểu hiện cụ thể là hiện tượng nóng lên toàn cầu, mực nước biển dâng và sự gia tăng các hiện tượng thời tiết cực đoan, đã tác động đến rất nhiều khu vực trên thế giới và Việt Nam. Nhiệt độ là mối quan tâm hàng đầu trong nghiên cứu về BĐKH, vì nó ảnh hưởng sâu rộng đến nhiều thành phần khác trong tự nhiên. Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) đã công bố trong Báo cáo đánh giá lần thứ sáu rằng nhiệt độ trung bình toàn cầu đã tăng 1,1 °C trong thập kỷ gần đây (2011-2020) trong khi dự kiến sẽ tăng khoảng 1,3-5,7 °C vào cuối thế kỷ này tương ứng với lượng khí thải thấp và lượng khí thải rất cao ở các kịch bản [1]. Một số biểu hiện của thay đổi nhiệt độ ở Việt Nam đã xuất hiện là nhiệt độ mùa đông tăng nhanh hơn so với mùa hè; nhiệt độ sâu trong đất liền tăng nhanh hơn so với nhiệt độ vùng biển, đảo [2].

Nhiệt độ bề mặt đất là mức độ nóng của bề mặt Trái đất ở một vị trí cụ thể. Mặt đệm có thể là đất hay nước, lớp phủ thực vật hay bằng băng tuyết bao phủ. Do đó, nhiệt độ bề mặt đất không giống với nhiệt độ không khí được đưa vào bản tin thời tiết hàng ngày. Bề mặt đệm thay đổi, không đồng nhất giữa các khu vực, vùng miền. Nguyên nhân chủ yếu là do quá trình biến động sử dụng đất, tốc độ phát triển kinh tế - xã hội, quá trình đô thị hóa.

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: lnhanh@ued.udn.vn

Việc sử dụng viễn thám và GIS để nghiên cứu về nhiệt độ bề mặt đã được nhiều cơ quan, tổ chức, các nhà nghiên cứu trên thế giới thực hiện. Các tác giả Enric Valor và Vicente Caselles (1996) nghiên cứu phát xạ bề mặt từ chỉ số NDVI: Ứng dụng cho châu Âu, châu Phi và khu vực Nam Mỹ. Kết quả cho thấy giữa giá trị phát xạ và chỉ số NDVI có quan hệ rất mật thiết với nhau Việc tính toán này dựa trên những bề mặt đệm có tính chất đồng nhất [3]. Javed Mallick, Yogesh Kant và B.D. Bharath (2008) đã sử dụng ảnh Landsat ETM+ để ước tính nhiệt độ bề mặt đất của thành phố Delhi. Kết quả cho thấy sự thay đổi nhiệt độ bề mặt (LST) liên quan chặt chẽ đến các loại thảm thực vật khác nhau. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng nhiệt độ bề mặt có thể ước tính được nếu tính được giá trị NDVI [4]. Heldens, Hannes Taubenböck, Thomas Esch, Uta Heiden, Michael Wurm (2013) nghiên cứu vi khí hậu ở thành phố Munich, Đức. Kết quả cho thấy những đặc điểm không gian đô thị ảnh hưởng mạnh mẽ đến vi khí hậu đô thị [5]. Mohammad Subzar Malik, Jai Prakash Shukla và Satanand Mishra (2019) đã nghiên cứu mối quan hệ của LST, NDBI và NDVI bằng cách sử dụng dữ liệu Landsat-8 ở lưu vực sông Kandaihimmat, Hoshangabad, Ấn Độ [6]. Manal El Garouani, Mhamed Amyay, Abderrahim Lahrach, Hassane Jarar Oulidi (2021) đã theo dõi LST trong mối tương quan với thay đổi sử dụng đất ở đồng bằng Saïss (Morocco) [7].

Ở Việt Nam, Lê Văn Trung và Nguyễn Thanh Minh (2004) đã sử dụng hai thuật toán: thuật toán kênh tham chiếu (Reference Channel Method, REF) và thuật toán chuẩn hóa giá trị phát xạ (Emissivity Normalization Method, NOR) để tính toán nhiệt độ bề mặt của khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả đề tài đã thành lập được bản đồ giá trị nhiệt bề mặt (LST) khu vực nghiên cứu theo phương pháp REF và NOR [8]. Nhóm tác giả Trần Thị Vân, Hoàng Thái Lan và Lê Văn Trung (2009) đã nghiên cứu xác định nhiệt độ bề mặt cho đô thị Thành phố Hồ Chí Minh, có tính đến việc hiệu chỉnh kết quả tính toán thông qua việc xác định độ phát xạ bề mặt từ phương pháp NDVI. Nghiên cứu đã thử nghiệm thực hiện trên 2 dòng ảnh vệ tinh Landsat và ASTER có các kênh hồng ngoại nhiệt với độ phân giải không gian trung bình, thích hợp cho các nghiên cứu về các quá trình nhiệt ở các khu đô thị [9].

Nhìn chung, những nghiên cứu về nhiệt độ bằng ảnh vệ tinh đã được rất nhiều tác giả thực hiện. Tuy nhiên, do ảnh vệ tinh chỉ thể hiện nhiệt độ ở một thời điểm cụ thể, vì vậy nó không thể đại diện cho nhiệt độ trong một khoảng thời gian nếu chúng ta chỉ sử dụng một hay một số ảnh. Để có thể tính toán nhiệt độ trung bình của một khu vực, chúng ta cần phải xử lý một số lượng ảnh lớn. Điều này sẽ khó thực hiện trong giai đoạn trước đây, vì ảnh vệ tinh thường có dung lượng lớn và việc xử lý số lượng ảnh lớn sẽ mất thời gian rất lâu. Để khắc phục nhược điểm đó, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu là sử dụng Google Earth Engine để xử lý một số lượng ảnh rất lớn từ tháng 5-8 giai đoạn 1991-2020. Việc tính toán nhiệt độ được thực hiện trên server của Google Earth Engine, nên việc xử lý và xuất kết quả được diễn ra nhanh chóng. Trên cơ sở đó, chúng tôi sử dụng các công cụ trong GIS để đánh giá sự thay đổi nhiệt độ của thành phố Đà Nẵng theo các kịch bản BĐKH. Kết quả của nghiên cứu này có thể là tài liệu tham khảo về xu hướng thay đổi nhiệt độ của thành phố trong tương lai theo các kịch bản BĐKH.

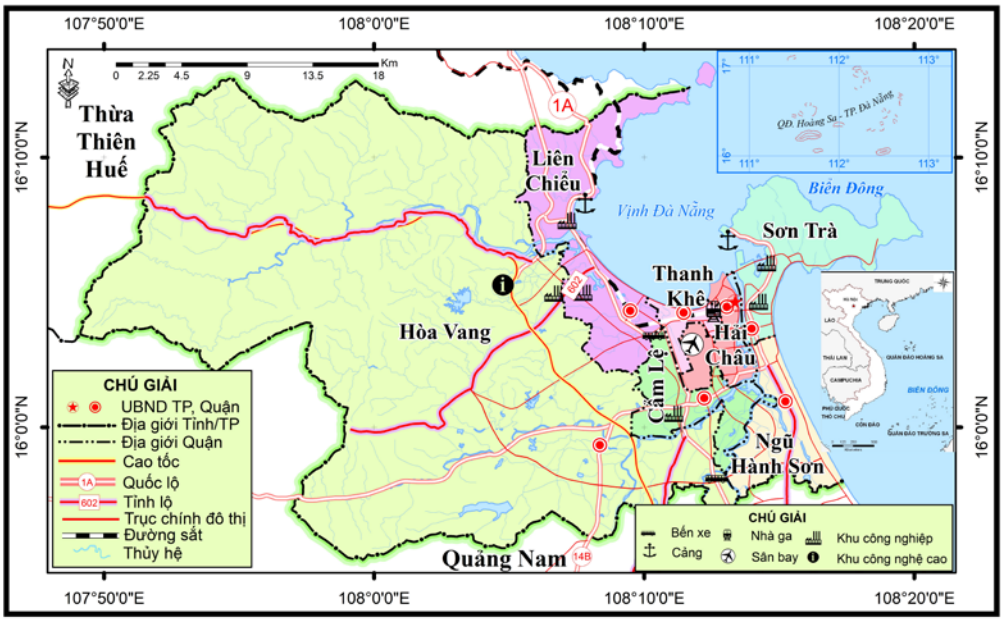
2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của bài báo là đặc điểm về nhiệt độ và kịch bản biến đổi nhiệt độ (RCP4.5) của thành phố Đà Nẵng. Đối với việc đánh giá chi tiết về biến động nhiệt độ của thành phố Đà Nẵng từ tháng 5-8, chúng tôi tiến hành so sánh nhiệt độ của giai đoạn 2016-2020 so với giai đoạn 1991-1995. Trên cơ sở đó, chúng tôi đánh giá sự thay đổi nhiệt độ trong giai đoạn từ 1991-2020 và theo các kịch bản thay đổi nhiệt độ trong tương lai.

2.2. Dữ liệu và khu vực nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng Google Earth Engine để xử lý một số lượng ảnh Landsat rất lớn từ tháng 5-8 giai đoạn 1991-2020. Theo đó, chúng tôi tiến hành phân tích 412 ảnh Landsat 5 TM và Landsat 8 OLI trong thời gian nghiên cứu để tính toán nhiệt độ trung bình mùa hè từ tháng 5-8. Theo số liệu thống kê, nhiệt độ của thành phố Đà Nẵng cao nhất là trong khoảng thời gian từ tháng 5-8. Đây là thời gian nóng nhất trong năm ở Đà Nẵng.



Hình 1. Bản đồ hành chính thành phố Đà Nẵng

[Nguồn: Kết quả biên tập của nhóm tác giả]

Khu vực nghiên cứu của bài báo là thành phố Đà Nẵng. Đây là đô thị loại 1 và là thành phố lớn thứ 3 cả nước, là trung tâm kinh tế - chính trị, văn hóa - xã hội của khu vực miền Trung và Tây Nguyên.

Thành phố Đà Nẵng có diện tích tự nhiên là 1284,73 km^2 trong đó các quận nội thành chiếm diện tích 246,56 km^2, các huyện ngoại thành chiếm diện tích 1038,18 km^2 [10]. Đà Nẵng là thành phố phát triển năng động, có quá trình đô thị hóa đã và đang diễn ra mạnh mẽ. Hiện nay, thành phố Đà Nẵng có tỷ lệ dân số đô thị cao nhất trong số các tỉnh, thành phố ở Việt Nam với gần 90 % vào năm 2020 trong khi tỷ lệ dân số đô thị bình quân của cả nước chỉ là 37,3 % [11]. Bên cạnh những mặt tích cực, quá trình đô thị hóa đã hình thành nên nhiều diện tích bề mặt không thấm. Điều này có ảnh hưởng tiêu cực đến nền nhiệt độ của thành phố. Theo đó, nhiệt độ tại những khu vực có mật độ dân số cao, nhiều công trình, cơ sở hạ tầng, khu dân cư tăng cao hơn so với những khu vực ngoại thành.

2.3. Phương pháp đánh giá biến động nhiệt độ trung bình bằng ảnh Landsat trên nền tảng Google Earth Engine

- *Bước 1: Tính toán bức xạ quang phổ TOA* [12]

$$TOA\ (L) = M_L \times Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

trong đó:

M_L: Hệ số thay đổi tỷ lệ nhân theo băng tần cụ thể từ siêu dữ liệu. Đối với ảnh Landsat 8, giá trị M_L = 0,0003342;

Q_{cal}: tương ứng với băng tần 10;

A_L: Hệ số thay đổi tỷ lệ phụ gia theo băng tần cụ thể từ siêu dữ liệu. Giá trị này là 0,1 đối với ảnh Landsat 8. Vậy công thưc tính bức xạ quang phổ TOA có thể viết lại thành:

$$TOA = 0{,}0003342 \times \text{“Band 10”} + 0{,}1 \quad (2)$$

- *Bước 2: Chuyển giá trị bức xạ sang giá trị nhiệt độ* [12]

$$BT = (K_2 / (\ln (K_1 / L) + 1)) - 273{,}15 \quad (3)$$

trong đó:

K_1: Hằng số chuyển đổi nhiệt theo dải tần cụ thể từ siêu dữ liệu (K_1_CONSTANT_BAND_x, trong đó x là số dải nhiệt);

K_2: Hằng số chuyển đổi nhiệt theo dải tần cụ thể từ siêu dữ liệu (K_2_CONSTANT_BAND_x, trong đó x là số dải nhiệt);

L: TOA

Do đó, để có được kết quả tính ^oC, nhiệt độ bức xạ được điều chỉnh bằng cách thêm vào độ không tuyệt đối (khoảng -273,15 °C).

$$BT = (1321{,}0789 / \text{Ln}((774{,}8853 / \text{“\% TOA\%”}) + 1)) - 273{,}15 \quad (4)$$

- *Bước 3: Tính giá trị NDVI* [12]

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (5)$$

Việc tính toán NDVI là một trong những công việc quan trọng vì tỷ lệ thực vật (Pv) có liên quan nhiều đến NDVI và độ phát xạ (ε).

- *Bước 4: Tính tỉ lệ thực vât (Pv)* [12]

$$Pv = ((NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}))^2 \quad (6)$$

trong đó:

$NDVI_{min}$: Giá trị NDVI nhỏ nhất;

$NDVI_{max}$: Giá trị NDVI lớn nhất.

- *Bước 5: Tính độ phát xạ* [12]

Giữa các loại thảm thực vật khác nhau sẽ có giá trị phát xạ khác nhau. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tính toán độ phát xạ dựa vào công thức:

$$\varepsilon = 0{,}004 \times Pv + 0{,}986 \quad (7)$$

- *Bước 6: Tính nhiệt độ bề mặt* [12]

Sau khi tính được giá trị BT và ε, chúng tôi tiến hành tính nhiệt độ bề mặt theo công thức:

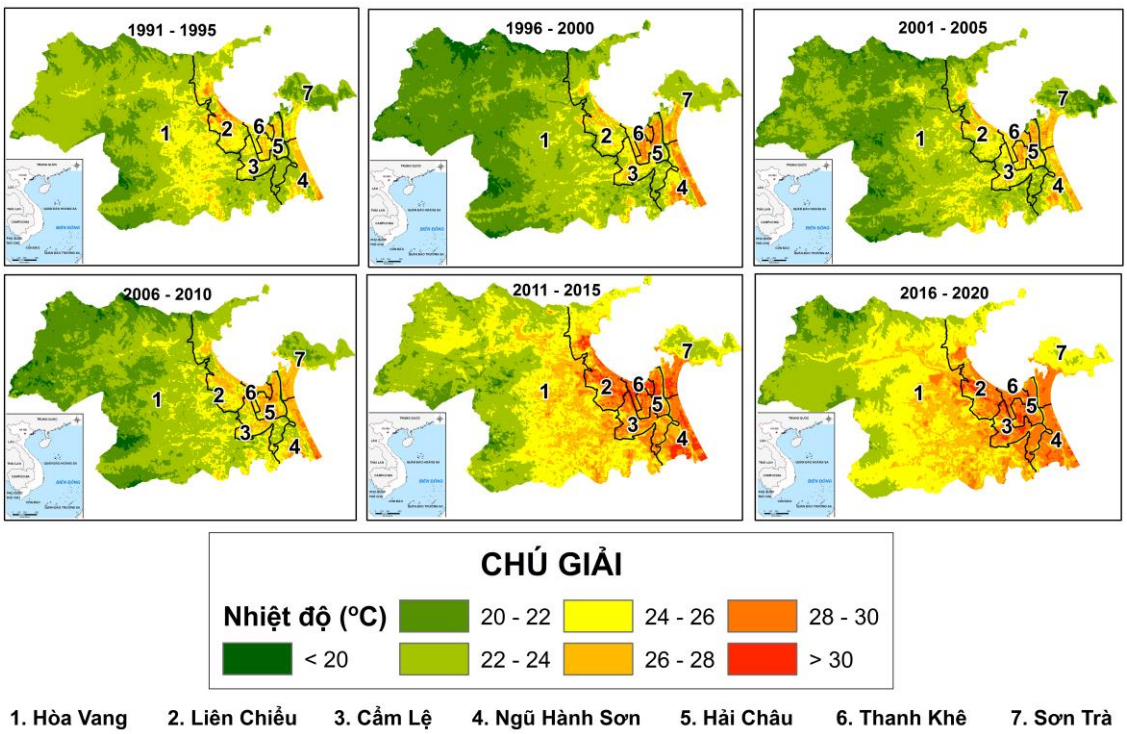
$$LST = (BT / (1 + (0{,}00115 \times BT / 1{,}4388) \times \text{Ln}(\varepsilon))) \quad (8)$$

Việc thiết lập các công thức để tính toán nhiệt độ được chúng tôi tiến hành trên Google Earth Engine. Trên cơ sở đó, chúng tôi đã tính toán được nhiệt độ của 412 ảnh Landsat TM và OLI trong giai đoạn từ 1991-2020. Tiếp tục, chúng tôi tiến hành tính nhiệt độ trung bình của các giai đoạn 1991-1995, 1996-2020, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 và 2016-2020 trên phần mềm GIS (ArcGIS).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thành lập bản đồ nhiệt độ bề mặt

Giá trị nhiệt độ bề mặt tại các thời điểm từ 01/5-31/8 hằng năm từ 1991-2020 được tính toán trên Google Earth Engine. Sau đó, chúng tôi tiến hành tính toán nhiệt độ trung bình trên phần mềm ArcGIS. Kết quả được thể hiện ở Hình 2.



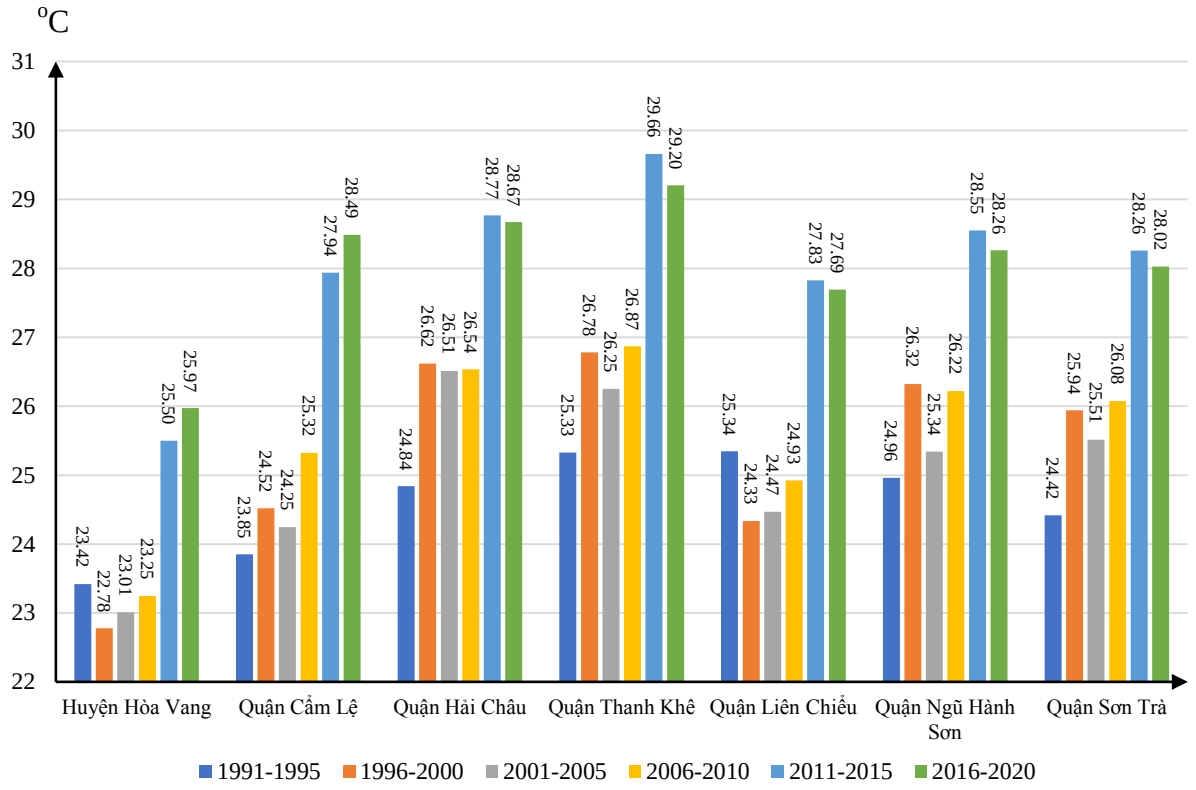
Hình 2. Nhiệt độ (°C) trung bình thành phố Đà Nẵng từ tháng 5-8 giai đoạn 1991-2020

Dựa vào Hình 2, chúng ta có thể thấy nhiệt độ của thành phố Đà Nẵng có sự thay đổi qua các giai đoạn từ 1991-2020. Nhìn chung, nhiệt độ ở những giai đoạn sau cao hơn so với các giai đoạn trước, phù hợp với xu thế biến đổi nhiệt độ toàn cầu. Nhiệt độ cao tập trung ở khu vực nội thành, nơi có mật độ xây dựng cao, quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh. Đây là những mặt không thấm nên chúng tập trung thu nhận bức xạ mặt trời và việc chuyển năng lượng đó đi các hướng khác nhau thấp, vì thế nhiệt độ sẽ tăng cao. Những quận ngoại thành và huyện Hòa Vang thì có nhiệt độ thấp hơn do còn có nhiều cây xanh bao phủ.

Tiếp tục, chúng tôi tiến hành tính toán nhiệt độ của các quận, huyện của thành phố Đà Nẵng. Kết quả được thể hiện ở Bảng 1 và Hình 3.

Bảng 1. Nhiệt độ trung bình từ tháng 5-8 ở thành phố Đà Nẵng giai đoạn 1991-2020

Quận/huyện	Giai đoạn						
	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Trung bình
Huyện Hòa Vang	23,42	22,78	23,01	23,25	25,50	25,97	23,99
Quận Cẩm Lệ	23,85	24,52	24,25	25,32	27,94	28,49	25,73
Quận Hải Châu	24,84	26,62	26,51	26,54	28,77	28,67	26,99
Quận Thanh Khê	25,33	26,78	26,25	26,87	29,66	29,20	27,35
Quận Liên Chiểu	25,34	24,33	24,47	24,93	27,83	27,69	25,76
Quận Ngũ Hành Sơn	24,96	26,32	25,34	26,22	28,55	28,26	26,61
Quận Sơn Trà	24,42	25,94	25,51	26,08	28,26	28,02	26,37
Thành phố Đà Nẵng	**23,23**	**23,23**	**22,38**	**22,88**	**24,94**	**25,15**	**23,63**



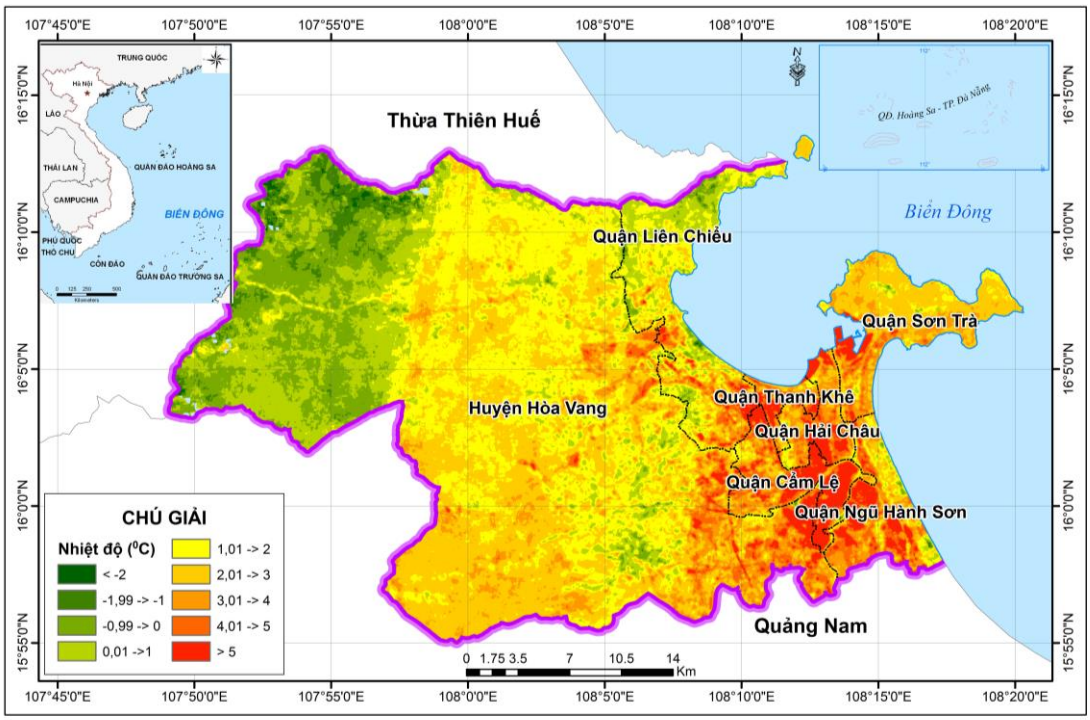
Hình 3. Biểu đồ tương quan giữa biến động nhiệt độ (°C) ở thành phố Đà Nẵng từ tháng 5-8 giai đoạn 1991-2020

Dựa vào Bảng 1 và Hình 3 chúng có thể thấy nhìn chung nhiệt độ của các quận, huyện ở thành phố Đà Nẵng có xu hướng thay đổi theo chiều hướng nhiệt độ ở giai đoạn sau cao hơn so với giai đoạn trước. Trong đó, giai đoạn từ 2016-2020 có nhiệt độ trung bình cao nhất (25,15 °C), tiếp theo là giai đoạn từ 2011-2015 (24,94 %). Những giai đoạn trước từ 1991-2005 không có sự biến đổi mạnh về nhiệt độ. Về phân bố không gian của nhiệt độ, các quận trung tâm như Thanh Khê (27,35 °C)

và Hải Châu (26,99 ^{o}C) có nhiệt độ cao nhất, tiếp đến là các Quận giáp ranh như Ngũ Hành Sơn (26,61 ^{o}C), Sơn Trà (26,37 ^{o}C), Liên Chiểu (25,76 ^{o}C) và Cẩm Lệ (25,73 ^{o}C). Huyện Hòa Vang có nhiệt độ thấp nhất (23,99 ^{o}C). Tuy nhiên, giữa các giai đoạn với nhau và trong cùng một quận, huyện, xu hướng này không có sự thay đổi rõ. Nhìn chung, nguyên nhân quan trọng góp phần làm nhiệt độ tăng ở thành phố Đà Nẵng là sự thay đổi bề mặt đệm từ thảm thực vật sang những bề mặt không thấm.

3.2. Đánh giá biến động nhiệt độ thành phố Đà Nẵng giai đoạn 1991-2020

Trong phạm vi nghiên cứu của bài báo này, chúng tôi dựa vào các công cụ trên GIS để đánh giá biến động nhiệt độ từ tháng 5-8 của giai đoạn 2016-2020 so với giai đoạn 1991-1995 ở thành phố Đà Nẵng. Kết quả được thể hiện ở Hình 4, Bảng 2.



Hình 4. Bản đồ biến động nhiệt độ từ tháng 5-8 giai đoạn 2016-2020 so với giai đoạn 1991-1995 ở thành phố Đà Nẵng

Theo kết quả tính toán trên GIS, khoảng biến động nhiệt độ < -2 ^{o}C chỉ chiếm khoảng 0,2 % diện tích. Vì vậy, chúng tôi lấy khoảng đầu tiên là ≤ -2 ^{o}C. Để có thể dễ dàng nhận biết được sự thay đổi nhiệt độ một cách chi tiết, chúng tôi đã tiến hành chia các khoảng biến động nhiệt độ là 1 ^{o}C từ giá trị -1,99 ^{o}C đến 5 ^{o}C. Vì vậy, bài báo có các khoảng nhiệt độ tương ứng. Đối với khoảng nhiệt độ > 5 ^{o}C, đây là mức thay đổi nhiệt độ rất lớn, nó sẽ ảnh hưởng nhiều đến các hiện tượng tự nhiên và các hoạt động kinh tế - xã hội khác. Vì vậy, chúng tôi chia khoảng biến động nhiệt độ lớn nhất là > 5 ^{o}C. Dựa vào Hình 4, Bảng 2, chúng ta có thể thấy nhiệt độ từ tháng 5-8 giai đoạn 2016-2020 so với giai đoạn 1991-1995 ở thành phố Đà Nẵng có xu hướng tăng nhanh. Trên toàn thành phố, nhiệt độ tăng (< 0 ^{o}C) chiếm 88,01 % diện tích. Trong đó khoảng tăng nhiệt độ cao nhất là từ 1 đến 3 ^{o}C, chiếm 55,23 % diện tích. Tất cả các quận của thành phố đều có nhiệt độ tăng chiếm trên 96 %

diện tích. Chỉ có huyện Hòa Vang có mức tăng nhiệt độ thấp hơn, nhưng cũng đạt gần 85 %. Điều này có thể thấy quá trình đô thị hóa của thành phố từ 1991-2020 diễn ra rất mạnh mẽ. Đây là một trong những nguyên nhân quan trọng làm gia tăng nhiệt độ của thành phố. Việc tăng nhiệt độ ở mức cao (> 3 ^oC) chiếm 18,99 % diện tích. Đây là một trong những vấn đề đáng lo ngại đối với xu thế thay đổi nhiệt độ của thành phố. Đặc biệt có những quận như Cẩm Lệ, mức tăng nhiệt độ > 5 ^oC chiếm đến 40,83 %, quận Hải Châu là 20,52 % và quận Thanh Khê là 21,66 %. Đây là những khu vực có mức độ tập trung các cơ sở hạ tầng rất cao cộng với diện tích thảm thực vật không còn nhiều là nguyên nhân làm nhiệt độ tăng cao.

Bảng 2. Thống kê biến động nhiệt độ từ tháng 5-8 giai đoạn 2016-2020 so với giai đoạn 1991-1995 ở thành phố Đà Nẵng theo % diện tích

Đơn vị tính: %

Địa phương	Biến động nhiệt độ								
	≤ -2	-1,99 > -1	-0,99 > 0	0,01 > 1	1,01 > 2	2,01 > 3	3,01 > 4	4,01 > 5	> 5
Huyện Hòa Vang	0,26	2,60	12,57	15,24	28,83	30,33	6,71	2,36	1,10
Quận Cẩm Lệ	0,01	0,05	0,11	0,26	3,91	14,21	20,90	19,72	40,83
Quận Hải Châu	0,00	0,00	0,01	0,91	5,47	19,83	32,39	20,87	20,52
Quận Liên Chiểu	0,02	0,45	4,16	25,71	34,33	16,73	9,01	6,39	3,18
Quận Ngũ Hành Sơn	0,00	0,17	0,61	3,03	11,19	21,27	25,16	20,52	18,05
Quận Sơn Trà	0,00	0,01	0,13	1,22	9,09	56,73	21,91	5,63	5,26
Quận Thanh Khê	0,00	0,00	0,00	0,52	4,44	16,74	33,51	23,12	21,66
Thành phố Đà Nẵng	**0,20**	**1,99**	**9,80**	**13,78**	**25,75**	**29,48**	**9,89**	**4,85**	**4,24**

3.3. Dự báo biến đổi nhiệt độ thành phố Đà Nẵng trong thế kỷ XXI

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng kịch bản RCP4.5 về biến đổi nhiệt độ mùa hè trong báo cáo cập nhật kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu thành phố Đà Nẵng giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến 2050 để tính toán nhiệt độ của thành phố trong những giai đoạn của thế kỷ XXI. Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ XXI, nhiệt độ trung bình mùa hè tăng khoảng 0,7 ^oC, với mức tin cậy trong khoảng 0,3-1,2 ^oC. Đến giữa thế kỷ XXI, nhiệt độ trung bình mùa hè tăng khoảng 1,8 ^oC, với mức tin cậy trong khoảng 1,1-2,8 ^oC. Đến cuối thế kỷ XXI, nhiệt độ trung bình mùa hè tăng khoảng 2,4 ^oC, với mức tin cậy trong khoảng 1,7-3,4 ^oC.

Bảng 3. Kết quả chi tiết hóa kịch bản biến đổi nhiệt độ mùa hè (^oC) theo kịch bản RCP4.5 so với thời kỳ nền 1986-2005

STT	Huyện/Quận	Thời kỳ trong thế kỷ XXI		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Quận Hải Châu	0,7 (0,3-1,2)	1,8 (1,1-2,8)	2,4 (1,7-3,4)
2	Quận Cẩm Lệ	0,7 (0,3-1,2)	1,8 (1,1-2,8)	2,4 (1,7-3,4)
3	Quận Thanh Khê	0,7 (0,3-1,2)	1,8 (1,1-2,8)	2,4 (1,7-3,4)
4	Quận Liên Chiểu	0,7 (0,3-1,2)	1,8 (1,1-2,8)	2,4 (1,7-3,4)
5	Quận Ngũ Hành Sơn	0,7 (0,3-1,2)	1,8 (1,1-2,8)	2,4 (1,7-3,4)
6	Quận Sơn Trà	0,7 (0,3-1,2)	1,8 (1,1-2,8)	2,4 (1,7-3,4)
7	Huyện Hòa Vang	0,7 (0,3-1,2)	1,8 (1,1-2,8)	2,4 (1,7-3,4)
8	Huyện Hoàng Sa	0,7 (0,3-1,2)	1,8 (1,1-2,8)	2,4 (1,7-3,4)

Ghi chú: Giá trị trong dấu "()" là khoảng tin cậy; giá trị ngoài dấu "()" là trung bình các phương án kịch bản

(Nguồn: [13])

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tính toán nhiệt độ trung bình mùa hè giai đoạn 1991-2005 để làm thời kỳ nền. Trên cơ sở đó, chúng tôi tiến hành tính toán nhiệt độ cho các thời kỳ 2016-2035, 2046-2065 và 2080-2099. Sau đó, bài báo tiến hành thống kê nhiệt độ theo các quận theo từng giai đoạn của thế kỷ XXI. Kết quả được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Nhiệt độ trung bình mùa hè ở thành phố Đà Nẵng trong thế kỷ XXI theo kịch bản RCP4.5

STT	Quận/huyện	Giai đoạn			
		1991-2005 (giai đoạn nền)	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Huyện Hòa Vang	23,07	23,77	24,87	25,47
2	Quận Cẩm Lệ	24,21	24,91	26,01	26,61
3	Quận Hải Châu	25,99	26,69	27,79	28,39
4	Quận Thanh Khê	26,12	26,82	27,92	28,52
5	Quận Liên Chiểu	24,71	25,41	26,51	27,11
6	Quận Ngũ Hành Sơn	25,54	26,24	27,34	27,94
7	Quận Sơn Trà	25,29	25,99	27,09	27,69
8	**Thành phố Đà Nẵng**	**22,95**	**23,65**	**24,75**	**25,35**

Dựa vào Bảng 4, chúng ta có thể thấy xu thế biến đổi nhiệt độ mùa hè ở các quận, huyện của thành phố là khá tương đồng. Điều này được giải thích là do Đà Nẵng có diện tích tương đối hẹp và tiếp giáp với biển nên khí hậu có sự điều hòa hơn. Nhìn chung, nhiệt độ các quận, huyện của thành phố Đà Nẵng tăng nhanh, đặc biệt là hai giai đoạn 2046-2065 và 2080-2099. Điều này sẽ tác động mạnh đến các quá trình tự nhiên và những hoạt động kinh tế xã hội của thành phố trong tương lai.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả đánh giá biến động nhiệt độ thành phố Đà Nẵng bằng viễn thám và Google Earth Engine, chúng tôi có một số kết luận sau:

- Việc sử dụng Google Earth Engine trong việc tính toán nhiệt độ đem lại hiệu quả cao, tiết kiệm thời gian và chi phí. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã sử dụng 421 ảnh Landsat TM và Landsat OLI để tính toán nhiệt độ trong khoảng thời gian từ tháng 5-8 giai đoạn 1991-2020 của thành phố Đà Nẵng.

- Nhìn chung nhiệt độ của các quận, huyện ở thành phố Đà Nẵng có xu hướng thay đổi theo chiều hướng nhiệt độ ở giai đoạn sau cao hơn so với giai đoạn trước. Trong đó, giai đoạn từ 2016-2020 có nhiệt độ trung bình cao nhất (25,15 ^{o}C), tiếp theo là giai đoạn từ 2011-2015 (24,94 %). Kết quả nghiên cứu cho thấy nhiệt độ trung bình của thành phố Đà Nẵng là 23,63 ^{o}C. Ở những giai đoạn đầu từ 1991-2005, nhiệt độ không có sự biến động mạnh, dao động trong khoảng nhiệt độ là 22,93 ^{o}C. Tuy nhiên, ở giai đoạn từ 2011-2020, nhiệt độ tăng mạnh, đạt giá trị là 25,05 ^{o}C. Các quận trung tâm như Hải Châu (26,99 ^{o}C), Thanh Khê (27,35 ^{o}C) có giá trị nhiệt độ cao nhất, huyện Hòa Vang là địa phương có nhiệt độ thấp nhất (23,99 ^{o}C).

- Nghiên cứu cũng đã tiến hành đánh giá biến động nhiệt độ thành phố Đà Nẵng từ tháng 5-8 của giai đoạn 2016-2020 so với giai đoạn 1991-1995. Kết quả cho thấy trên toàn thành phố, nhiệt độ tăng (< 0 ^{o}C) chiếm 88,01 % diện tích. Trong đó khoảng tăng nhiệt độ cao nhất là từ 1-3 ^{o}C,

chiếm 55,23 % diện tích. Điều này phù hợp với tình hình phát triển kinh tế - xã hội, đặc biệt là quá trình đô thị hóa của thành phố Đà Nẵng.

- Cuối cùng, nghiên cứu dựa vào kịch bản biến đổi khí hậu cho thành phố Đà Nẵng để tính toán nhiệt độ của các quận, huyện trong các giai đoạn của thế kỷ XXI. Nhìn chung, nhiệt độ giai đoạn từ 2046-2065 và từ 2080-2099 có sự tăng mạnh. Điều này sẽ ảnh hưởng mạnh đến các quá trình tự nhiên và phát triển kinh tế xã hội của thành phố trong tương lai.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, mã số B2021-DNA-14.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. IPCC (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis - Summary for the Policymakers (Working Group I), Switzerland.
2. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2012). Tích hợp vấn đề biến đổi khí hậu vào kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội. Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
3. E. Valor and V. Caselles, (1996). Mapping land surface emissivity from NDVI: Application to European, African, and South American areas. *Remote Sensing of Environment*, vol. 57, no. 3, doi: 10.1016/0034-4257(96)00039-9.
4. Javed Mallick, Yogesh Kant and B.D.Bharath (2008). Estimation of land surface temperature over Delhi using Landsat-7 ETM+. *Journal Ind. Geophys. Union*, vol. 12, no. 3, pp. 131-140, [Online]. Available: http://www.igu.in/12-3/5javed.pdf.
5. W. Heldens, H. Taubenböck, T. Esch, U. Heiden, and M. Wurm, (2013). Analysis of surface thermal patterns in relation to urban structure types: A case study for the city of Munich. *Remote Sensing and Digital Image Processing*, vol. 17, pp. 475-493, doi: 10.1007/978-94-007-6639-6_23.
6. M. S. Malik, J. P. Shukla, and S. Mishra (2019). Relationship of LST, NDBI and NDVI using landsat-8 data in Kandaihimmat watershed, Hoshangabad, India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, vol. 48, no. 1, pp. 25-31.
7. M. El Garouani, M. Amyay, A. Lahrach, and H. J. Oulidi (2021). Land Surface Temperature in Response to Land Use/Cover Change Based on Remote Sensing Data and GIS Techniques: Application to Saïss Plain, Morocco. *Journal of Ecological Engineering*, vol. 22, no. 7, pp. 100-112, doi: 10.12911/22998993/139065.
8. Lê Văn Trung, Nguyễn Thanh Minh (2006). Trích lọc giá trị nhiệt bề mặt (LST) từ ảnh vệ tinh Landsat ETM+. *Proceding of GIS - IDEAS 2006*, Việt Nam.
9. Trần Thị Vân, Hoàng Thái Lan, Lê Văn Trung (2009). Nghiên cứu xác định nhiệt đọ bề mặt đô thị bằng phương pháp viễn thám nhiệt, *Tạp chí Phát triển KH&CN*, vol. 12, no. 4, pp. 107-120.
10. Cục Thống kê Thành phố Đà Nẵng (2020). Niên giám thống kê Thành phố Đà Nẵng năm 2020. Nhà xuất bản Thống kê, Hà Nội.

11. Tổng cục Thống kê (2021). Niên giám thống kê năm 2021. Nhà xuất bản Thống kê, Hà Nội.

12. D. Jeevalakshmi, S. Narayana Reddy, and B. Manikiam (2017). Land surface temperature retrieval from LANDSAT data using emissivity estimation. *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 12, no. 20, pp. 9679-9687.

13. Trung tâm Ứng phó biến đổi khí hậu (2020). Cập nhật kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu thành phố Đà Nẵng giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến 2050, Hà Nội, 2020.

APPLICATION OF REMOTE SENSING AND GIS TECHNOLOGY IN ASSESSMENT OF TEMPERATURE CHANGE FOR DA NANG CITY ACCORDING TO CLIMATE CHANGE SCENARIOS

Le Ngoc Hanh[1*], Tran Thi An[2], Nguyen Van An[1], Truong Phuoc Minh[1]

[1]University of Science and Education, The University of Danang, 459 Ton Duc Thang, Lien Chieu, Da Nang
[2]Thu Dau Mot University, 06 Tran Van On, Thu Dau Mot, Binh Duong

ABSTRACT

This study aims to assess the change in temperature in Da Nang City and analyze the trend of temperature change according to local climate change scenarios. Remote sensing and GIS methods were effectively used in this study to extract information about the land surface temperature and evaluate changes in each period. Landsat 5 and OLI satellite images were analyzed on the Google Earth Engine platform during the research period. Accordingly, 412 Landsat images in the period from 1991 to 2020 were processed to calculate the average temperature in the dry season from May to August which is the hottest period in Da Nang City. Then, the average temperature of the years and each period from 1991 to 2020 were calculated on the Google Earth Engine cloud computing platform. The results show that the average temperature of Da Nang City fluctuates over time and tends to increase higher in the period from 2011-2015 and 2016-2020. In addition, the climate change scenario RCP4.5 was utilized to estimate the temperature of various districts in the different periods of the 21st century. The results show that the temperature in the period from 2046-2065 and 2080-2099 would strongly increase.

Keywords: Temperature change; Da Nang; Google Earth Engine; Remote Sensing.

[*] Corresponding author, email address: lnhanh@ued.udn.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0161

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN HÀNH VI SỬ DỤNG TÚI NYLON THÂN THIỆN VỚI MÔI TRƯỜNG TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ THỦ ĐỨC

Nguyễn Thị Tịnh Ấu[1*], Nguyễn Hải Âu[2], Nguyễn Thị Ngọc Quyên[3]

[1]Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hồ Chí Minh,
01 Võ Văn Ngân, Linh Chiểu, TP. Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh
[2]Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia Hồ Chí Minh,
142 - Tô Hiến Thành, quận 10, TP. Hồ Chí Minh
[3]Trường Đại học Tây Nguyên, 567 Lê Duẩn, Ea Tam, Thành phố Buôn Ma Thuột, Đắk Lắk

TÓM TẮT

Hiện trạng sản xuất và tiêu thụ túi nylon thân thiện với môi trường đã xuất hiện trong khoảng 10 năm trở lại đây. Tuy nhiên do nhận thức cũng như thái độ quan tâm đến môi trường của người tiêu dùng chưa cao dẫn đến nhu cầu sử dụng mặt hàng túi nylon thân thiện với môi trường chưa nhiều, các doanh nghiệp vẫn còn e ngại trong việc sản xuất đại trà loại túi nylon này. Mặt khác, Nhà nước dù đã ban hành một số chính sách khuyến khích sản xuất và tiêu dùng túi nylon thân thiện với môi trường nhưng chỉ dừng lại ở mức độ đề xuất, chưa có sự tác động mạnh mẽ đến xu hướng sản xuất và tiêu dùng của người dân trên địa bàn thành phố. Nghiên cứu này được thực hiện với mong muốn tìm ra các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường. 6 giả thuyết được đặt ra với 6 yếu tố có khả năng ảnh hưởng đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường, các giả thuyết đã được thống kê và kiểm định thông qua công cụ phân tích thống kê SPSS, AMOS. Kết quả nghiên cứu đã ghi nhận rằng: "Xu hướng xã hội, tính sẵn có của túi nylon thân thiện với môi trường"; "Sự quan tâm và thái độ đối với môi trường" và "Đạo đức cá nhân" có tác động tích cực đến "Hành vi sử dụng túi nylon thân thiện môi trường".

Từ khóa: Túi nylon thân thiện, môi trường, hành vi, tiêu dùng, SPSS.

1. MỞ ĐẦU

Theo đánh giá của Liên hợp quốc thì ô nhiễm môi trường và biến đổi khí hậu là hai mối đe dọa lớn nhất đối với sự tồn tại và phát triển của xã hội. Nguyên nhân chính của hiện tượng này là do sự gia tăng quá mức các hoạt động của con người, trong đó có các hoạt động tiêu dùng tạo ra chất thải gây ô nhiễm môi trường và sự khai thác quá mức các khu rừng nguyên sinh, các hệ sinh thái ven biển, trên bờ và đất liền khác.

Túi nylon là sản phẩm của ngành công nghiệp hiện đại, với nhiều mẫu mã và những tiện ích mà chúng đem lại và được làm chủ yếu từ nylon và nhựa tổng hợp. Nguyên liệu để sản xuất túi nylon chủ yếu được làm từ hạt nhựa tổng hợp từ dầu mỏ và một vài phụ gia khác nhau với nhiều kích thước khác nhau tuỳ theo mục đích sử dụng riêng. Ban đầu, túi nylon chỉ được dùng với mục đích đựng hàng hoá khi đi mua sắm hay dùng cho sinh hoạt trong gia đình. Ngày nay, chúng gần như bao trùm hầu hết các hoạt động trong xã hội hiện đại.

Túi nylon là một vật dụng không thể thiếu góp phần làm gia tăng lượng rác thải nhựa thải ra

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: tinhau@hcmute.edu.vn

môi trường mỗi ngày. Theo báo cáo của Liên hợp quốc, trên thế giới cứ mỗi phút có 1 triệu chai nhựa được bán ra, mỗi năm 5.000 tỷ túi nylon được tiêu thụ [1]. Điều đáng lo ngại là phải mất hàng trăm, thậm chí hàng nghìn năm, các chất thải từ nhựa và nylon mới phân hủy hoàn toàn, gây ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người, đe dọa đến hệ sinh thái và sự phát triển bền vững của mỗi quốc gia [2].

Trong khoảng vài thập niên gần đây, túi nylon được người tiêu dùng Việt Nam lạm dụng và tiêu dùng quá mức, điều đó đã gây ra những tác hại nghiêm trọng đến môi trường và sức khỏe cộng đồng. Theo thống kê, bình quân mỗi hộ gia đình sử dụng khoảng 1 kg túi nylon/tháng. Riêng Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh trung bình mỗi ngày thải ra môi trường khoảng 80 tấn nhựa và nylon [3].

Để ngăn chặn sự gia tăng mức độ tiêu thụ túi nylon, hạn chế lượng rác thải nhựa ra môi trường như hiện nay, các cơ quan chính phủ và các doanh nghiệp đã phát động mạnh mẽ các chương trình khuyến khích về tiêu dùng xanh (tiêu dùng sinh thái) nhằm giảm thiểu việc sử dụng các sản phẩm nhựa, túi nylon dùng một lần và thay thế vào đó là các sản phẩm có thể tái sử dụng, các loại túi thân thiện với môi trường, bắt đầu từ hệ thống các siêu thị và cửa hàng tự chọn đến với người dân. Ngày càng có nhiều người tiêu dùng quan tâm và nhận thức được các vấn đề về môi trường từ đó nảy sinh ý định sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường. Tác động lớn nhất ảnh hưởng đến ý định sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường là họ cảm thấy việc tiêu dùng các loại sản phẩm túi nylon thân thiện với môi trường của mình có ý nghĩa thực tiễn, có hiệu quả tác động tích cực đến vấn đề bảo vệ môi trường.

Xác định các yếu tố có thể ảnh hưởng tới hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường của người tiêu dung là mục tiêu của nghiên cứu này. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học cho các nhà hoạch định chính sách cũng như các doanh nghiệp có các giải pháp để thúc đẩy hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường, góp phần tạo ra môi trường thuận lợi để người tiêu dùng có hành vi thực tế thay vì chỉ có ý định hoặc có thái độ tốt với túi nylon thân thiện với môi trường.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết

2.1.1. Túi nylon thân thiện với môi trường

Tại khoản 9, điều 3 của Nghị định 19/2015/NĐ-CP [4] có đưa ra định nghĩa sản phẩm thân thiện với môi trường. Theo đó, "sản phẩm thân thiện với môi trường là sản phẩm đáp ứng các tiêu chí nhãn sinh thái và được chứng nhận nhãn sinh thái. Túi nylon thân thiện với môi trường là các loại túi nylon mà nguyên liệu sản xuất ít gây tác hại về môi trường và quá trình phân hủy sinh học trong môi trường tự nhiên hoặc bãi chôn lấp của chúng được rút ngắn hơn so với sản phẩm túi nylon thông thường.

Hiện nay, việc sử dụng túi nylon đã rất phổ biến trong cuộc sống sinh hoạt hằng ngày của các hộ gia đình. Mặc dù đem lại sự tiện lợi, giá thành rẻ nhưng việc phát sinh ngày càng nhiều túi nylon khó phân hủy ra môi trường đã gây ra nhiều tác động tiêu cực đến môi trường sống và sức khỏe con người.

Chính vì thế, trong những năm gần đây, các nhà khoa học trên thế giới và ở Việt Nam đã nghiên cứu, điều chế và ứng dụng vật liệu polymer dễ phân hủy sinh học nhằm mục đích ngăn ngừa, hạn chế sự ô nhiễm môi trường. Túi nylon dễ phân hủy sinh học đã ra đời nhằm cải thiện môi trường sống mà vẫn đảm bảo những nhu cầu mong muốn của con người. Túi thân thiện với môi trường (tên gọi tắt là túi môi trường) còn được gọi là túi vải không dệt vì túi này được làm từ vải không dệt, nó có khả năng tự hủy trong môi trường.

Thông thường loại túi này tự phân hủy hoàn toàn trong môi trường tự nhiên từ 3-6 tháng do tác động của các loại vi sinh. Loại túi này thường có giá thành cao hơn từ 1,5-2 lần.

2.1.2. Hành vi người tiêu dùng

Hành vi người tiêu dùng là một thuật ngữ chỉ tất cả các hoạt động liên quan đến việc mua hàng, sử dụng và ngưng sử dụng các sản phẩm hàng hóa, dịch vụ. Hành vi người tiêu dùng bao gồm các phản ứng và thái độ về cảm xúc, tinh thần và hành vi của người tiêu dùng khí sử dụng sản phẩm trước đó [5]. Dựa theo lý thuyết các yếu tố đưa ra quyết định và hành động xã hội (Reeder, 1971), bất kỳ hành vi nào của con người đều có thể được giải thích trong mô hình tâm lý xã hội. Theo Reeder, mọi hành vi dẫn đến quyết định của con người bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như mục tiêu, niềm tin định hướng, tiêu chuẩn giá trị, thói quen và phong tục, kỳ vọng, cam kết, lực lượng, cơ hội, khả năng và hỗ trợ.

Nghiên cứu này sẽ tập trung vào những đặc điểm tác động đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường của người tiêu dùng, giá cả, địa điểm mua, xã hội, cá nhân và tâm lý. Trong đó: Yếu tố sản phẩm tác động đến sự lựa chọn của người tiêu dùng khi mua sắm, bao gồm thông tin rõ ràng của túi nylon thân thiện với môi trường, thông tin an toàn về sức khỏe, môi trường và tiết kiệm năng lượng được cung cấp trên bao bì sản phẩm. Yếu tố giá cả và điều kiện kinh tế tác động đến sự lựa chọn của người tiêu dung. Những yếu tố xã hội ảnh hưởng đến hành vi của người tiêu dùng gồm các nhóm liên quan (nhóm người có vai trò tham khảo đối với người tiêu dùng), gia đình, bạn bè, những người xung quanh, chính phủ, các phương tiệnn thông tin đại chúng (báo đài, ti vi, internet,…), vai trò và địa vị xã hội. Yếu tố cá nhân là các đặc điểm của người tiêu dùng như tuổi tác, giới tính, nghề nghiệp, mức thu nhập, phong cách sống. Yếu tố tâm lý tác động đến sự lựa chọn của người tiêu dùng khi mua sắm gồm động cơ, nhận thức, hiểu biết, niềm tin và thái độ đối với môi trường và túi nylon thân thiện với môi trường.

2.2 Mô hình nghiên cứu đề xuất

Căn cứ vào mối quan hệ nhân quả giữa ý định và hành vi tiêu dùng trong lý thuyết hành vi có kế hoạch của Ajzen [6] và mô hình hành vi tiêu dùng vì môi trường của Rylander và Allen [7]. Dựa vào các nghiên cứu trước đây của Hui-hui Zhao et al. [8] và Qinghua Zhu et al. [9], các yếu tố có tác động tới mối quan hệ giữa ý định và hành vi tiêu dùng xanh gồm có các nhóm nhân tố: quan tâm tới môi trường, nhận thức về tính hiệu quả của sản phẩm, xúc tiến của chính phủ, xúc tiến của doanh nghiệp, tính sẵn có của sản phẩm và các yếu tố tình huống và nhân tố giới.

Dựa trên kết quả này, mô hình nghiên cứu dự kiến (Hình 1) được đề xuất với một số yếu tố có thể ảnh hưởng tới hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường như sau:

H1: Kiến thức và nhận thức về túi nylon thân thiện với môi trường có tác động tích cực đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường.

H2: Sự quan tâm và thái độ đối với môi trường có tác động tích cực đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường.

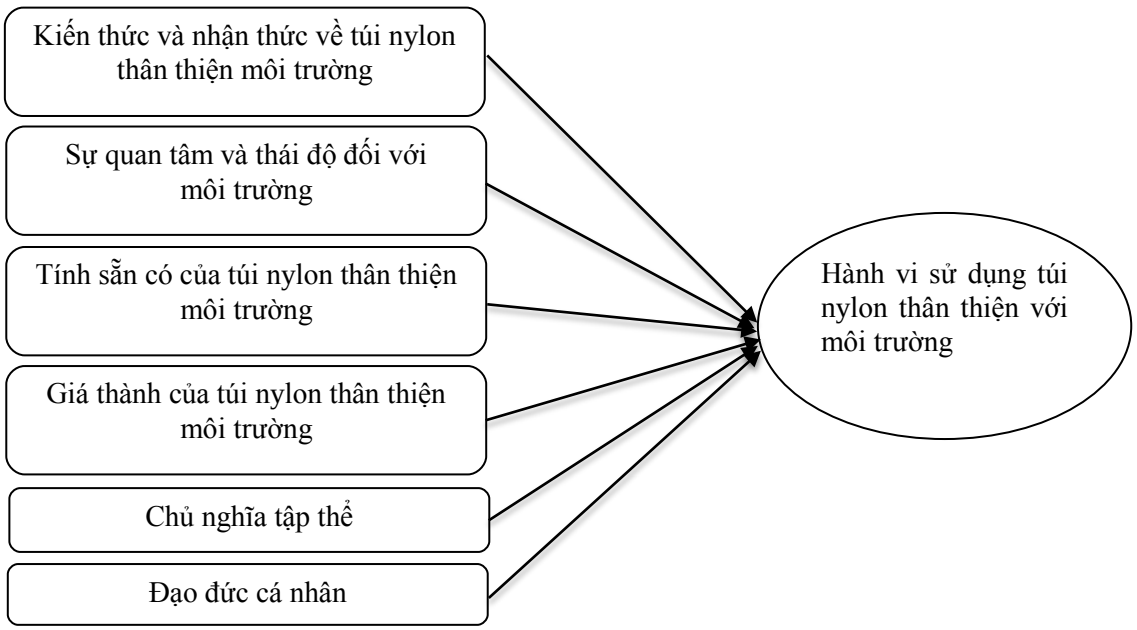
H3: Tính sẵn có của túi nylon thân thiện với môi trường có tác động tích cực đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường.

H4: Giá thành của túi nylon thân thiện với môi trường có tác động tích cực đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường.

H5: Chủ nghĩa tập thể có tác động tích cực đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường.

H6: Đạo đức cá nhân có tác động tích cực đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường

Ngoài ra, chúng tôi cũng muốn tìm hiểu xem các biến quan sát trong các nhân tố của nhân khẩu học (giới tính, độ tuổi, trình độ học vấn, nghề nghiệp, thu nhập hàng tháng) có sự khác nhau như thế nào trong việc tác động đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường.



Hình 1. Mô hình nghiên cứu đề xuất

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp điều tra xã hội học

Để đạt được mục tiêu của nghiên cứu, bảng câu hỏi về các yếu tố ảnh hưởng đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường được xây dựng và tiến hành khảo sát. Bảng câu hỏi được thiết kế gồm 2 phần, phần 1 gồm 5 câu hỏi liên quan đến các đặc điểm nhân khẩu học như độ tuổi, giới tích, trình độ học vấn, nghề nghiệp, mức thu nhập; phần hai gồm 24 câu hỏi liên quan đến nội dung các thang đo được đề xuất trong mô hình nghiên cứu, cụ thể: biến quan sát về "kiến thức nhận thức" có 3 câu; biến quan sát "quan tâm thái độ" có 4 câu; biến "tính sẵn có của túi nylon thân thiện mô trường" 3 câu; biến "giá thành của túi nylon thân thiện với môi trường" có 3 câu; biến quan sát "chủ nghĩa tập thể" có 4 câu; biến quan sát "đạo đức cá nhân" 3 câu và biến quan sát "hành vi sử dụng túi nylon thân thiện môi trường" có 4 câu. Nhằm đảm bảo độ tin cậy nhất định, quy mô mẫu được tính dựa trên công thức Cochran, 1977 [10] với số lượng mẫu cần thiết tối thiểu là 384 mẫu.

$$n = \frac{z^2 \,.\, p(1-p)}{e^2}$$

trong đó: n: kích thước mẫu; z: giá trị ngưỡng của phân phối chuẩn; z = 1,96 tương ứng với độ tin cậy là 95 %; e: sai số cho phép. Trong nghiên cứu này e = 5 % là tỷ lệ thông thường được sử dụng; p: tỷ lệ mẫu dự kiến được chọn, trong nghiên cứu này p = 0,5 là tỷ lệ tối đa.

Thực tế đề tài nghiên cứu sử dụng 400 mẫu và tiến hành khảo sát 400 người trong độ tuổi từ 18-50 đang sinh sống, làm việc và học tập trên địa bàn thành phố Thủ Đức thông qua phỏng vấn trực tiếp, trả lời bảng câu hỏi. Phạm vi thực hiện khảo sát tập trung ở các trường đại học, các trung tâm thương mại và các chợ truyền thống.

2.3.2. Phương pháp phân tích, xử lý số liệu

Kết quả khảo sát được phân tích bằng phần mềm thống kê SPSS 26.0 và AMOS 24. Các thang đo được kiểm định độ tin cậy Cronbach's Alpha, phân tích nhân tố khám phá EFA (Exploratory Factor Analysis), phân tích nhân tố khẳng định CFA (Confirmatory Factor Analysis) để kiểm tra mô hình đo lường có đạt yêu cầu hay không. Nghiên cứu sử dụng chỉ số "Chi-square" điều chỉnh theo bậc tự do (CMIN/df), chỉ số thích hợp so sánh CFI (Comparative Fit Index), chỉ số GFI (Goodness of Fix Index), chỉ số Tucker và Lewin TLI và chỉ số RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation). Nếu một mô hình phù hợp với dữ liệu thị trường thì các giá trị TLI, CFI, GFI > 0,9; CMIN/df < 3 và RMSEA < 0,08 [11] để đo lường mức độ phù hợp của nghiên cứu với thị trường. Cuối cùng, mô hình cấu trúc tuyến tính SEM (Structural Equation Modeling) được sử dụng để kiểm chứng sự ảnh hưởng của các nhân tố đến ý định và hành vi sử dụng túi thân thiện với môi trường.

2.3.3. Thang đo

Các thang đo sử dụng để phân tích trong nghiên cứu này được xây dựng trên cơ sở tham khảo các nghiên cứu trước đây cũng như các lý thuyết đã phân tích, từ đó hiệu chỉnh phù hợp với bối cảnh thực tế tại khu vực nghiên cứu. Thang đo Likert với 5 mức độ từ 1 (hoàn toàn không đồng ý) đến 5 (hoàn toàn đồng ý) được sử dụng trong nghiên cứu này. Thang đo cụ thể các biến được thể hiện trong Bảng 1

Bảng 1. Thang đo các biến trong mô hình nghiên cứu

Thang đo	Hạng mục câu hỏi	Ký hiệu
Kiến thức và nhận thức về túi nylon thân thiện môi trường (H1)	Tôi biết rằng được túi nylon thân thiện môi trường ít gây tác động đến môi trường	KTNT1
	Tôi nhận biết được túi nylon thân thiện môi trường thông qua các thông tin ghi trên sản phẩm	KTNT2
	Tôi cho rằng sử dụng túi nylon thân thiện môi trường là an toàn đối với sức khỏe con người	KTNT3
Sự quan tâm và thái độ đối với môi trường (H2)	Chúng ta đang phải đối mặt với các mối đe dọa đến môi trường như nóng lên toàn cầu và biến đổi khí hậu	QTTD1
	Bảo vệ môi trường là trách nhiệm chung của toàn dân, toàn xã hội	QTTD2
	Khi có cơ hội lựa chọn, tôi sẽ chọn sản phẩm ít gây hại cho môi trường hơn	QTTD3
	Sử dụng túi nylon thân thiện môi trường là hành động đem lại lợi ích cho môi trường.	QTTD4
Tính sẵn có của túi nylon thân thiện môi trường (H3)	Tôi dễ dàng tìm thấy túi nylon thân thiện môi trường trong các nơi mua sắm (siêu thị, chợ,...), các kênh mua hàng online (shopee, lazada,...)	TSC1

	Túi nylon thân thiện môi trường có mẫu mã đa dạng và phong phú phù hợp với nhu cầu của tôi	TSC2
	Những thông tin an toàn về sức khỏe và môi trường luôn được cung cấp trên bao bì sản phẩm	TSC3
Giá thành của túi nylon thân thiện môi trường (H4)	Túi nylon thân thiện môi trường có giá thành cao hơn so với túi nylon thông thường	GT1
	Giá thành túi nylon thân thiện môi trường phù hợp với những lợi ích mà chúng đem lại	GT2
	Tôi sẵn sàng trả tiền cao hơn để mua các túi nylon thân thiện môi trường trong tương lai	GT3
Chủ nghĩa tập thể (H5)	Các phương tiện thông tin đại chúng (báo đài, ti vi, internet) hiện nay đưa nhiều thông tin về túi nylon thân thiện với môi trường	CNTT1
	Chính quyền thành phố tuyên truyền, khuyến khích mọi người sử dụng túi nylon thân thiện môi trường	CNTT2
	Các trung tâm thương mại, siêu thị, cửa hàng tiện lợi,... đều sử dụng túi nylon thân thiện môi trường	CNTT3
	Gia đình, bạn bè, đồng nghiệp của tôi đều sử dụng túi nylon thân thiện môi trường	CNTT4
Đạo đức cá nhân (H6)	Tôi cảm thấy có lỗi nếu sử dụng các sản phẩn gây ảnh hưởng đến môi trường	DDCN1
	Tôi biết tôi phải có trách nhiệm sử dụng túi nylon than thiện với môi trường	DDCN2
	Sự dụng túi nylon thân thiện với môi trường là nguyên tắc sống của tôi	DDCN3
Hành vi sử dụng túi nylon thân thiện môi trường (H7)	Tôi nhất định mua túi nylon thân thiện vì chúng không gây ô nhiễm môi trường	HV1
	Tôi sẵn lòng thay đổi thói quen sử dụng túi nylon sang túi nylon thân thiện môi trường	HV2
	Tôi sẽ thuyết phục người thân và bạn bè mua túi nylon thân thiện môi trường thay túi nylon thông thường	HV3
	Tôi thường sử dụng túi nylon than thiện với môi trường khi đi mua sắm.	HV4

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân tích thông tin về nhân khẩu học - Thống kê tần số

Nghiên cứu được thực hiện với số phiếu khảo sát thu về là 400 phiếu, trong đó có 390 phiếu hợp lệ và 10 phiếu không hợp lệ do thiếu sót trong quá trình khảo sát. Tỷ lệ tham gia khảo sát nam chiếm 43,8 % và nữ 56,2 % cho thấy người tiêu dùng là nữ đóng vai trò chủ động và quan tâm nhiều đến

việc mua sắm. Độ tuổi của các người được phỏng vấn khá trẻ, từ 18-22 tuổi chiếm 33,6 %, 23-40 tuổi chiếm 41,4 %, và trên 40 tuổi chiếm 25,0 %. Nhóm tuổi từ 23-40 là nhóm tuổi đã có khả năng tư chủ về tài chính và cũng là nhóm tuổi dễ tiếp cận với những thông tin mua sắm mới nhất, hiện đại nhất trên thị trường. Họ dành nhiều sự quan tâm đến việc sử dụng túi nylon thân thiện để bảo vệ môi trường hơn. Nhóm tuổi từ 18 đến 22 tuổi và nhóm 40 tuổi trở lên ít quan tâm đến vấn đề sử dụng túi nylon thân thiện môi trường hơn. Về trình độ học vấn, 28,1 % có trình độ trung học trở xuống, 45 % là trình độ cao đẳng, đại học và 26,9 % còn lại là sau đại học. Với 71,9 % nhóm khảo sát có trình độ từ cao đẳng trở lên, đây được xem là nhóm có trình độ học vấn đóng vai trò quyết định trong sự phát triển xã hội, họ có khả năng tạo nên xu hướng của đất nước trong tương lai, có sự hiểu biết, quan tâm đến những biến động về môi trường xung quanh. Trong số 390 phiếu khảo sát, người tham gia khảo sát là sinh viên chiếm 22,1 %; những người kinh doanh, buôn bán là 13,6 %; nhân viên văn phòng, công chức, viên chức chiếm 24,6 %; công nhân 17,4 % và nội trợ là 22,3 %. Đối tượng tham gia khảo sát là sinh viên phần lớn chỉ có khả năng chi trả cho các sản phẩm có thể tái chế, tái sử dụng, có giá thành phù hợp với điều kiện kinh tế. Còn đối với nhóm các nghề nghiệp còn lại, khi khả năng tài chính ổn định thì họ có xu hướng quan tâm đến sức khỏe và môi trường nhiều hơn, vì vậy họ sẽ sẵn sàng chi trả cho các mặt hàng thân thiện môi trường với giá thành cao hơn. Đặc biệt là nhóm nhân viên văn phòng, đây là nhóm nghề nghiệp dễ tạo ra văn hóa tiêu dùng chung, có tính lan truyền ý thức tiêu dùng các sản phẩm thân thiện môi trường.

3.2. Kiểm định độ tin cậy của thang đo

Kết quả kiểm định Cronbach's Alpha (Bảng 2) cho thấy 7 thang đo được giữ nguyên với hệ số đều lớn hơn 0,7. Tất cả các biến đều có hệ số tương quan biến tổng lớn hơn 0,3 và hệ số Cronbach's Alpha nếu loại biến vẫn thấp hơn Cronbach's Alpha chung.

Bảng 2. Kết quả kiểm định Cronbach's Alpha cho biến độc lập và biến phụ thuộc

Thang đo	Số biến quan sát		Cronbach's Alpha
	Trước	Sau	
Kiến thức và nhận thức về túi nylon thân thiện môi trường	3	3	0,729
Sự quan tâm và thái độ đối với môi trường	4	4	0,826
Tính sẵn có của túi nylon thân thiện môi trường	3	3	0,815
Giá thành của túi nylon thân thiện môi trường	3	3	0,718
Chủ nghĩa tập thể	4	4	0,882
Đạo đức cá nhân	3	3	0,817
Hành vi sử dụng túi nylon thân thiện môi trường	4	4	0,855

3.3. Phân tích nhân tố khám phá EFA

Theo Hair và cs. [12], hệ số tải nhân tố hay trọng số nhân tố (Factor loading) là chỉ tiêu để đảm bảo mức ý nghĩa thiết thực của EFA. Điều kiện để phân tích nhân tố khám phá phải thoả mãn các yêu cầu:

+ Hệ số tải nhân tố (Factor loading) > 0,5; 0,5 ≤ KMO ≤ 1, trong đó hệ số KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) là chỉ số đo lường sự thích hợp của phân tích nhân tố; hệ số này càng lớn thì ý nghĩa phân tích nhân tố càng phù hợp.

+ Kiểm định Bartlett có ý nghĩa thống kê với giá trị Sig. < 0,05, đạt được điều kiện này có nghĩa các biến có tương quan với nhau và thoả mãn điều kiện phân tích nhân tố.

+ Tiến hành phân tích nhân tố khám phá cho toàn bộ thang đo và thu được hệ số tải các nhân tố đều lớn hơn 0,5 (Bảng 3).

+ Phần trăm phương sai trích (Percentage of variance) thể hiện phần trăm biến thiên của các biến quan sát, hay cho biết nhân tố giải thích được bao nhiêu phần trăm biến thiên của dữ liệu; hệ số này đạt yêu cầu khi lớn hơn 50 % (là 63,109 %).

Bảng 3. Hệ số tải các nhân tố

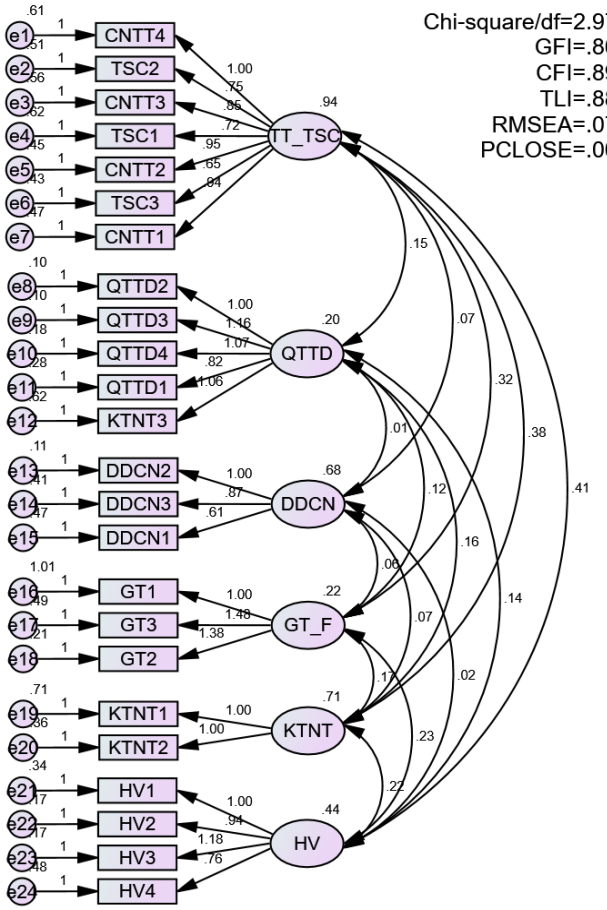
Biến quan sát	**Nhóm nhân tố**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
TSC1	0,880				
TSC2	0,866				
CNTT3	0,801				
CNTT4	0,793				
CNTT2	0,734				
TSC3	0,734				
CNTT1	0,666				
QTTD2		0,860			
QTTD3		0,852			
QTTD4		0,748			
QTTD1		0,731			
DDCN2			0,891		
DDCN3			0,860		
DDCN1			0,772		
GT1				0,832	
GT3				0,687	
GT2				0,644	
KTNT2					0,701
KTNT3					0,656
KTNT1					0,604

Kết quả ma trận xoay cho 6 nhân tố với 20 biến quan sát cho thấy các biến quan sát ở nhân tố "Tính sẵn có" TSC1, TSC2 và TSC3 đã nhảy sang nhóm nhân tố "Chủ nghĩa tập thể". Điều này có thể hiểu rằng các biến quan sát ở nhân "Tính sẵn có" hội tụ mạnh với các biến quan sát ở nhân tố "Chủ nghĩa tập thể", do đó thang đo mới chỉ còn 5 nhân tố. Phần trăm phương sai trích là 63,109 % (> 50 %) cho ta biết rằng 5 nhân tố được trích nàygiải thích được 63 % sự biến thiên của 20 biến quan sát tham gia vào phân tích EFA.

Kết quả cho thấy hệ số KMO = 0,863 > 0,5 do đó dữ liệu phân tích là hoàn toàn phù hợp. Kết quả kiểm định Bartlett's Test là 2573,896, với mức ý nghĩa sig. 0,000 (< 0,05), như vậy các biến quan sát có sự tương quan với nhau nên việc phân tích nhân tố khám phá EFA là hoàn toàn phù hợp.

3.4. Phân tích nhân tố khẳng định

Để đánh giá sự phù hợp của mô hình, nghiên cứu sử dụng các chỉ số Chi-square điều chỉnh bậc tự do CMIN/df < 3; Chỉ số Tucker và Lewis TLI ≥ 0,8; Chỉ số thích hợp so sánh CFI ≥ 0,8; chỉ số GFI ≥ 0,8 và Chỉ số RMSEA < 0,08. Với các giá trị này, mô hình được xem như là chấp nhận được [13]. Phân tích nhân tố CFA trên Amos 24 đã cho ra giá trị của các chỉ số (hình 2), điều đó có thể khẳng định mô hình nghiên cứu phù hợp với dữ liệu.



Hình 2. Kết quả phân tích nhân tố khẳng định CFA

Để đánh giá độ tin cậy của thang đo cũng như tính hội tụ thang đo, nghiên cứu này sử dụng các chỉ số: Độ tin cậy tổng hợp (CR), phương sai trích trung bình (AVE). CR nằm trong khoảng từ 0-1, với giá trị càng cao, gần với 1 cho thấy mức độ tin cậy càng cao, giá trị độ tin cậy từ 0,7-0,9 được chấp nhận. Nếu giá trị này lớn hơn 0,95 được xem như có vấn đề vì có khả năng cao xảy ra tình trạng trùng lắp biến quan sát, nghĩa là các biến quan sát cùng một nội dung với nhau. Nếu độ tin cậy tổng hợp có giá trị nhỏ hơn 0,6, điều này cho thấy rằng thiếu độ tin cậy nhất quán nội tại và cần xem xét lại. Đối với AVE giá trị từ 0,5 hoặc cao hơn cho thấy thang đo đạt tính hội tụ tốt [14]. Các giá trị độ tin cậy tổng hợp và phương sai trích trung bình của các thang đo ở bảng 4 nhìn chung đều thỏa mãn yêu cầu CR > 0,7 và AVE > 0,5. Như vậy, có thể khẳng định các thang đo đạt yêu cầu.

Bảng 4. Độ tin cậy tổng hợp tổng hợp CR và phương sai trích trung bình AVE

Nhân tố	CR	AVE
Chủ nghĩa tập thể và tính sẵn có	0,896	0,553
Sự quan tâm và thái độ đối với môi trường	0,833	0,509
Đạo đức cá nhân	0,806	0,588
Giá thành của túi nylon thân thiện môi trường	0,793	0,545
Kiến thức và nhận thức về túi nylon thân thiện môi trường	0,734	0,581
Hành vi sử dụng túi nylon thân thiện môi trường	0,852	0,595

3.5. Kết quả mô hình cấu trúc tuyến tính SEM

Một mô hình được đánh giá là phù hợp với dữ liệu khảo sát khi đảm bảo các chỉ số CMIN/df ≤ 3; TLI, CFI, GFI ≥ 0,9 và RMSEA ≤ 0,08. Như vậy, các chỉ số CMIN/df = 2,722; TLI = 0,916; CFI = 0,902; GFI = 0,945 và RMSEA = 0,067 đạt yêu cầu nên có thể kết luận mô hình phù hợp với dữ liệu nghiên cứu. Việc xử lý mô hình cho thấy năm nhân tố gồm "Tính sẵn có và chủ nghĩa tập thể", "Sự quan tâm và thái độ đối với môi trường", "Đạo đức cá nhân", "Giá thành của túi nylon thân thiện môi trường" và "Kiến thức và nhận thức về túi nylon thân thiện môi trường"
đều có giá trị *p* nhỏ hơn 0,05 (Bảng 5).

Bảng 5. Kết quả mô hình các nhân tố ảnh hưởng đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường

Tác động mô hình cấu trúc	Hệ số	SE	p
Tính sẵn có và chủ nghĩa tập thể tác động đến Hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường	0,204	0,079	0,001
Sự quan tâm và thái độ đối với môi trường tác động đến Hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường	0,127	0,090	0,005
Đạo đức cá nhân tác động đến Hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường	0,324	0,063	0,002
Giá thành của túi nylon thân thiện môi trường tác động đến Hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường	0,490	0,079	0,000
Kiến thức và nhận thức về túi nylon thân thiện môi trường tác động đến Hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường	0,806	0,099	0,000

Kết quả Bảng 5 cho thấy rằng tính sẵn có và chủ nghĩa tập thể, sự quan tâm và thái độ đối với môi trường, đạo đức cá nhân, giá thành của túi nylon thân thiện và kiến thức, nhận thức đều có tác động đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường. Có thể kết luận rằng các giả thiết đặt ra đều được chấp nhập ở độ tin cậy 95 %. Trong đó kiến thức và nhận thức là nhân tố tác động mạnh nhất, trong khi đó sự quan tâm và thái độ ít tác động đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện.

4. Kết luận

Từ giả thuyết mô hình nghiên cứu ban đầu, sau khi thực hiện phân tích dựa trên phần mềm SPSS 26 và Amos 24, kết quả nghiên cứu cho thấy rằng nhân tố "Kiến thức nhận thức về túi nylon thân thiện môi trường có tác động mạnh nhất đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện môi trường,

tiếp đến lần lượt là các nhân tố "Giá thành của túi nylon thân thiện môi trường", "Đạo đức cá nhân", "Tính sẵn có và chủ nghĩa tập thể", "Sự quan tâm thái độ đối với môi trường".

Dựa trên thuyết về nhận thức, kiến thức về môi trường, có thể ghi nhận rằng khi giới trẻ có kiến thức và nhận thức về túi nylon thân thiện với môi trường thì họ sẽ có xu hướng mua sắm và sử dụng chúng. Thực tế hiện nay cũng đã có một bộ phận giới trẻ tại thành phố Thủ Đức nói riêng và TP.HCM nói chung chủ động tìm hiểu, theo dõi thông tin báo đài, internet về các vấn đề môi trường, các thông tin về túi nylon thân thiện với mục đích muốn chuyển sang sử dụng các sản phẩm bảo vệ môi trường. Giá thành của túi nylon thân thiện với môi trường có tác động đến hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng giá thành của một sản phẩm luôn là một trong những yếu tố quyết định đến xu hướng sử dụng sản phẩm đó. Hiện nay, người tiêu dùng đã nhận biết túi nylon thân thiện với môi trường thông qua các chiến dịch tuyên truyền bảo vệ môi trường trên các phương tiện truyền thông, đồng thời họ cũng được chính quyền địa phương khuyến khích sử dụng túi nylon thân thiện, các sản phẩm bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, việc phân phối túi nylon thân thiện với môi trường còn khá hạn chế ở các siêu thị, chợ hay các trang mua sắm online, người tiêu dùng gặp khó khăn trong việc tìm kiếm khi có nhu cầu mua túi nylon thân thiện môi trường.

Nghiên cứu này đã góp phần trả lời câu hỏi tại sao người tiêu dùng dù có ý định nhưng vẫn chưa thực hiện hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường. Để tiêu thụ được túi nylon thân thiện với môi trường, trước khi có các chương trình quảng bá để tuyên truyền, giáo dục tạo ra ý định mua, các doanh nghiệp cũng cần nắm rõ các yếu tố có thể ảnh hưởng tới hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường nhằm chuẩn bị các điều kiện để hành vi sử dụng túi nylon thân thiện với môi trường diễn ra.

Lời cảm ơn

Tác giả xin cảm ơn các ý kiến phản biện, góp ý của các phản biện viên, giúp bài báo được hoàn thiện hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Niall McCarthy (2020), The Countries Polluting The Oceans The Most. Waste Management Inc.
2. https://www.unep.org/interactive/beat-plastic-pollution.
3. https://www.thiennhien.net/2022/01/18/nguy-co-o-nhiem-trang/.
4. Nghị định số 19/2015/NĐ-CP. Quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật bảo vệ môi trường, ngày 14/02/2015.
5. Ginsberg, J.M. and Bloom, P.N. (2004). Choosing the right green marketing strategy, MIT Sloan Management Review, pp. 79–84.
6. Ajzen (1991). The theory of planned behavior, Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50(1), 179–211.
7. Rylander D.H, Allen C. (2001). Understanding green consumption behavior: toward an integrative framework. American Marketing Association Winter Educator's Conference Proceedings.

8. Hui-hui Zhao, Quian Gao, Yao- ping (2014), What affects green consumer behavior in China? A case study from Qingdao, Volume 63, 15 January 2014, Pages 143-151. Journal of Cleaner Production.

9. Qinghua Zhu, Ying Li, Yong Geng, Yu Qi (2013). Green food consumption intention, behaviors and influencing factors among Chinese consumers, Volume 28, Issue 1, April 2013, Pages 279-286. Food Quality and Preference.

10. Đinh Phi Hổ, Võ Văn Nhị, Trần Phước (2018). Nghiên cứu định lượng trong kế toán - kiểm toán, Nhà xuất bản Tài chính.

11. Sharp, A., Høj, S. and Wheeler, M. (2010). Proscription and its impact on anti-consumption behaviour and attitudes: the case of plastic bags, Journal of Consumer Behaviour, 9, 470-484.

12. Hair et al. (1998). Multivariate Data Analysis, Prentice-Hall International.

13. Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria versus New Alternatives. Structural Equation Modeling, 6, 1-55.

14. Hair et al, (2021), A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling.

FACTORS INFLUENCING THE USE OF ECO-FRIENDLY PLASTIC BAGS IN THU DUC CITY

Nguyen Thi Tinh Au[1*], Nguyen Hai Au[2], Nguyen Thi Ngoc Quyen[3]

[1]HCMC University of Education and Technology,
No. 01 Vo Van Ngan, Linh Chieu, Thu Duc City, Ho Chi Minh City

[2]Institute for Environment and Resources, Vietnam National University HCMC,
142 To Hien Thanh, District 10, Ho Chi Minh City

[3]Tay Nguyen University, 567 Le Duan, Ea Tam, Buon Ma Thuot City, Dak Lak Province

ABSTRACT

In the last ten years, eco-friendly plastic bags have been increasingly produced and consumed. However, businesses are still unwilling to produce large quantities of eco-friendly plastic bags due to low demand and consumers' low environmental awareness and attitude. On the other hand, although the State has issued a number of policies to encourage the production and consumption of eco-friendly plastic bags, the policy implementation is still limited. There has not been significant change in the production and consumption patterns. This study was conducted to determine the factors influencing the use of eco-friendly plastic bags. According to six different hypotheses, the use of environmentally friendly plastic bags was theorized to be influenced by six elements. The hypotheses were then statistically tested with the statistical software SPSS and AMOS. The findings of the study demonstrate that "social trends," "the availability of eco-friendly plastic bags," and "awareness and attitude toward the environment" are all factors that positively affect the behaviors of using eco-friendly plastic bags.

Keywords: eco-friendly plastic bags, behavior, consumption, SPSS.

* Corresponding author, email address: tinhau@hcmute.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0162

TRAO ĐỔI VÀ CHIA SẺ THÔNG TIN VỀ TÀI NGUYÊN NƯỚC XUYÊN BIÊN GIỚI THÔNG QUA CÁC CƠ CHẾ HỢP TÁC LƯU VỰC SÔNG MÊ KÔNG

Trần Thị Minh Hằng[*1], Phạm Thị Thúy[1], Trần Thị Huyền Nga[1], Hoàng Minh Trang[1], Vũ Đình Tuấn[1], Nguyễn Linh Chi[2], Nguyễn Mạnh Khải[1]

[1]Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội
[2]Tạp chí Biển Việt Nam, B1, Phùng Chí Kiên, Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội

TÓM TẮT

Quản lý tài nguyên nước xuyên biên giới phụ thuộc nhiều vào việc chia sẻ và trao đổi các số liệu, thông tin giữa các bên liên quan. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp thu thập, xử lý số liệu thứ cấp, phương pháp tham vấn chuyên gia và phân tích các bên liên quan để tổng hợp hiện trạng các cơ chế trao đổi thông tin, đánh giá sự đóng góp về chia sẻ thông tin của các bên liên quan và đề xuất các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả chia sẻ thông tin giữa các quốc gia lưu vực sông Mê Kông. Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy các cơ chế trao đổi, chia sẻ thông tin và dữ liệu hiện nay ở lưu vực sông Mê Kông bao gồm các thủ tục chính thức của Ủy hội sông Mê Kông (MRC) như Thủ tục Trao đổi và chia sẻ thông tin và dữ liệu (PDIES) (2001), Thủ tục Thông báo, Tham vấn trước và Thỏa thuận (PNPCA) và các phương thức phi chính thức thông qua các mạng lưới chuyên môn, nhóm khoa học, dân sự như Mekong Wetland University Network, The Mekong Fish Network, Mekong Environment Forum. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự chia sẻ và trao đổi thông tin dữ liệu bao gồm sự minh bạch về chiến lược khai thác tài nguyên nước, khả năng xây dựng niềm tin, mức độ chính trị hóa lợi ích, áp lực xã hội và tính dễ tiếp cận của thông tin. Các cơ chế trao đổi, chia sẻ thông tin nêu trên đóng góp tích cực, hiệu quả trong việc quản lý tài nguyên nước giữa các quốc gia trong Ủy hội sông Mê Kông.

Từ khóa: Mê Kông, thông tin và dữ liệu, trao đổi và chia sẻ, quản lý tài nguyên nước, xuyên biên giới.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các nguồn nước ngọt trên thế giới đang phải gánh chịu những áp lực nặng nề do lạm dụng nguồn nước, xung đột lợi ích giữa các bên liên quan, dân số tăng và các hoạt động khác của con người trong. Đặc biệt, các nguồn nước có tính chất xuyên biên giới có thể chịu tác động mạnh hơn bởi các hoạt động sử dụng tài nguyên, phát triển kinh tế - xã hội, biến đổi khí hậu. Việc quản lý tốt các vùng nước xuyên biên giới đòi hỏi các quốc gia và thể chế trong lưu vực phải có các dữ liệu và thông tin đầy đủ, đáng tin cậy về tình trạng tài nguyên, chất lượng môi trường cũng như cách thức quản lý các vùng nước xuyên biên giới. Đối với sông Mê Kông, việc thiết lập và duy trì các thỏa thuận và mạng lưới chia sẻ, trao đổi dữ liệu và thông tin giữa các quốc gia trong lưu vực sẽ giúp việc tạo lòng tin và xây dựng tầm nhìn chung về tài nguyên nước cùng chia sẻ. Nếu thông tin và dữ liệu không được chia sẻ và trao đổi sẽ gây cản trở rất nhiều cho các quốc gia trong việc quản lý, quy hoạch sử dụng nước, hoạch định các chính sách của lưu vực [1, 2].

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: hangttm@hus.edu.vn

Tuy nhiên, do các quốc gia hạn chế chia sẻ số liệu với các quốc gia khác vì lý địa chính trị, an ninh và nhiều lý do khác, rất khó có được số liệu kịp thời, đảm bảo chất lượng để phục vụ cho các mục đích lớn lao hơn [1]. Gerlak và cộng sự (2011) [3] cho rằng lưu vực sông Mê Kông là một trong những khu vực còn giới hạn về trao đổi dữ liệu liên quan đến nước. Tương tự, Aliagha (2004) [4] cho rằng nguyên nhân chính của các vấn đề môi trường ở lưu vực sông Mê Kông là việc chia sẻ dữ liệu và thông tin không hiệu quả đòi hỏi sự phối hợp nhiều hơn giữa các bên liên quan. Hơn nữa, nghiên cứu của Affeltranger (2009) [5] nhận định rằng các quốc gia lưu vực sông Mê Kông đang cạnh tranh về việc sử dụng nước và dường như vẫn có sự lo ngại rằng việc chia sẻ dữ liệu sẽ tiết lộ kế hoạch sử dụng nước của họ cho các nước khác.

Do vậy, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu nhằm tổng hợp và phân tích hiện trạng các cơ chế trao đổi thông tin chính thức và phi chính thức để cùng hợp tác phát triển và quản lý tài nguyên nước xuyên biên giới của dòng sông Mê Kông, từ đó đề xuất các giải pháp chính sách nhằm nâng cao hiệu quả và sự hợp tác trong chia sẻ thông tin giữa các quốc gia lưu vực sông Mê Kông.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp thu thập và xử lý số liệu thứ cấp được sử dụng chính cho nghiên cứu này. Các tài liệu được thu thập được trên nhiều kênh thông tin với các từ khóa thuộc nội dung quan tâm. Các số liệu thu được được tổng hợp, phân tích để tổng quan và đưa ra các đánh giá, nhận định định tính.

Phương pháp tham vấn chuyên gia, khảo sát ý kiến của các nhà khoa học và quản lý (Ủy ban sông Mê Kông Việt Nam, Cục Quản lý tài nguyên nước, Liên minh Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế (IUCN), chuyên gia Chương trình Phát triển Campuchia - Lào - Việt Nam (CLV)) được tiến hành nhằm thu thập tổng quan về các cơ chế hợp tác song phương, đa phương và cơ chế trao đổi thông tin giữa các quốc gia lưu vực sông Mê Kông trong quản lý tài nguyên nước xuyên biên giới.

Phương pháp phân tích các bên liên quan và yếu tố ảnh hưởng hiệu quả việc chia sẻ thông tin được thực hiện thông qua xây dựng các biểu mẫu các bên liên quan và đánh giá tầm quan trọng của mỗi bên liên quan, yếu tố ảnh hưởng hiệu quả trong việc chia sẻ và trao đổi thông tin từ ý kiến các chuyên gia được tham vấn. Thang điểm được phân định theo mức Likert 1-5 với n của từng nhóm từ 30-50.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các thách thức đối với tài nguyên nước xuyên biên giới sông Mê Kông

Mê Kông là con sông xuyên biên giới ở các quốc gia Đông Nam Á, dài thứ 12 trên thế giới và dài thứ 7 ở châu Á. Sông có chiều dài hơn 4.900 km và thoát nước trên diện tích 795.000 km^2 [6]. Từ nguồn ở cao nguyên Tây Tạng, sông Mê Kông chảy qua Trung Quốc, Myanmar, Lào, Thái Lan, Campuchia, Việt Nam và xả 475 km^3 (13.000 m^3/s) nước vào Biển Đông mỗi năm. Tài nguyên nước sông Mê Kông đã và đang nuôi sống khoảng 70 triệu dân [6]. Sông Mê Kông đã và đang mang lại rất nhiều lợi ích cho các quốc gia ven sông, là nguồn nước quý giá phục vụ dân sinh, canh tác nông nghiệp, nguồn lợi thủy sản đánh bắt với giá trị kinh tế lớn và còn là sinh cảnh của rất nhiều loài sinh vật quý hiếm, đặc hữu, tạo nên sự đa dạng sinh học phong phú vào loại bậc nhất trên thế giới. Do vậy, việc bảo vệ và giữ gìn nguồn tài nguyên nước và tài nguyên thiên nhiên của sông Mê Kông là mối quan tâm hàng đầu của các quốc gia thành viên Ủy hội sông Mê Kông (gồm Campuchia, Lào, Thái Lan và Việt Nam).

Tuy nhiên, cùng với sự phát triển nhanh của vùng, nhu cầu về sử dụng tài nguyên nước, năng lượng sạch và năng lượng tái tạo từ thủy điện tăng lên đáp ứng sự gia tăng về dân số trong khu vực. Nhu cầu tưới thâm canh cho nông nghiệp, sự gia tăng dân số, cũng như các kiểu khí hậu khó dự đoán gây ra lũ lụt và hạn hán thường xuyên đang tạo áp lực lên các nguồn tài nguyên của sông Mê Kông. Hiện nay, lưu vực sông Mê Kông đang đối diện với nhiều thách thức bao gồm suy thoái môi trường, tác động của đập thủy điện và các dự án phát triển khác đến thủy sản và bồi lắng phù sa, biến đổi khí hậu và đói nghèo (Bảng 1). Công tác quản lý lưu vực sông xuyên biên giới trở thành thách thức lớn đối với các quốc gia lưu vực sông Mê Kông đồng thời mang lại các cơ hội hợp tác lớn lao.

Bảng 1. Một số vấn đề về thách thức và áp lực lên tài nguyên nước sông Mê Kông

Vấn đề	Dấu hiệu chỉ báo tương quan	Nguồn
Áp lực dân số và phát triển kinh tế	Bùng nổ dân số; Gia tăng các hoạt động nhân sinh; Thay đổi môi trường; Hệ sinh thái; Phát triển kinh tế (công nghiệp, nông nghiệp, thủy điện, du lịch); Áp lực và suy giảm nguồn nước; Thay đổi dòng chảy, phù sa.	MRC (2015) [7]
Biến đổi khí hậu	Thời tiết cực đoan; Nhiệt độ và lượng mưa thay đổi; Nước biển dâng; Hạn hán; Lũ lụt; Xâm nhập mặn.	USAID (2013) [8], EIU (2017) [9], MRC (2017) [10]
Những khác biệt trong chia sẻ lợi ích quốc gia	Khai thác tối đa tài nguyên trên lưu vực; Tăng mật độ đập thủy điện; Thay đổi quy hoạch sử dụng nước; Vị thế thượng lưu.	Đào Trọng Tứ và cộng sự (2014) [11], OECD/ADBI/Mekong Institute (2020 [12]
Chính sách quản lý nguồn tài nguyên nước	Quản lý nguồn nước, an ninh nguồn nước; Hệ thống luật pháp; Tính minh bạch; Phối hợp liên ngành, liên chính phủ; Đối thoại.	Tran Thi Hong Ngoc & Phan Truong Khanh (2020) [13]

Ở cấp độ khu vực, một số cơ chế khu vực đã được hình thành, trong đó nội dung về hợp tác về quản lý nguồn nước cũng đã được đề cập tới, như Tiểu vùng Sông Mê Kông mở rộng (GMS), Ủy hội sông Mê Kông (MRC) hay Chiến lược hợp tác kinh tế ba dòng sông Ayeyarwady - Chao Phraya - Mê Kông (ACMECS)... Những cơ chế hợp tác này giúp các quốc gia có thể chia sẻ thông tin dữ liệu thủy văn, xử lý các tình huống khẩn cấp liên quan tới các thảm họa, như lũ lụt, hạn hán hay cải thiện năng lực quản lý nguồn nước bền vững. Trong số các cơ chế trên, MRC là cơ chế quan trọng nhất được thành lập nhưng hiện nay chỉ có bốn quốc gia thành viên là Lào, Campuchia, Thái Lan và Việt Nam, trong khi hai quốc gia thượng nguồn là Trung Quốc và Myanmar lại từ chối gia nhập và chỉ tham gia với tư cách nước đối thoại.

3.2. Chia sẻ và trao đổi thông tin trong hợp tác quản lý tài nguyên nước xuyên biên giới

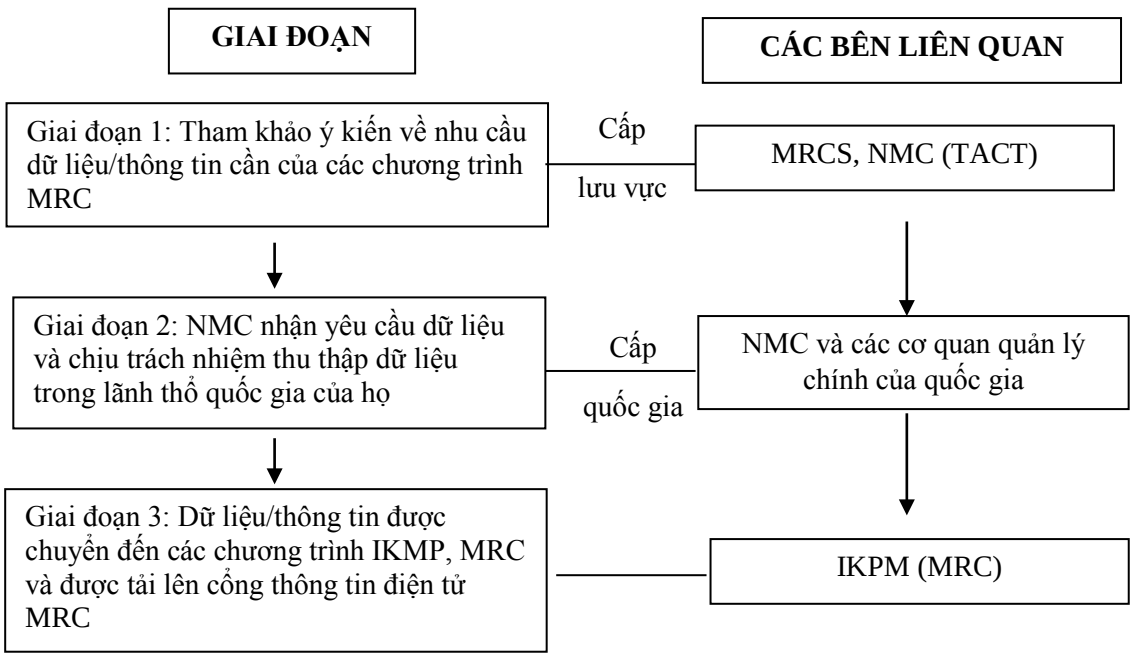
3.2.1. Cơ chế trao đổi và chia sẻ thông tin chính thức của Ủy hội sông Mê Kông (MRC)

Trước những thách thức trong việc chia sẻ thông tin, quản lý tài nguyên nước của các quốc gia trên lưu vực sông Mê Kông, Ủy hội sông Mê Kông được thành lập năm 1995. Ngay sau khi thành lập, MRC đã thông qua nhiều văn bản pháp lý quan trọng như: Thủ tục Trao đổi và chia sẻ thông tin và dữ liệu (PDIES) (2001), Thủ tục về Giám sát sử dụng nước (PWUM) (2003), Thủ tục Thông báo, Tham vấn trước và Thỏa thuận (PNPCA) (2003); Thủ tục Duy trì dòng chảy trên dòng chính

(PMFMS) (2006) và Thủ tục Chất lượng nước (PWQ) (2011)). Các văn kiện trên là những công cụ pháp lý quan trọng để các quốc gia thành viên của Ủy hội thực hiện tốt cam kết đã ký trong Hiệp định Mê Kông năm 1995. Trong đó, hai Thủ tục PDIES và PNPCA quy định trực tiếp hoặc gián tiếp về việc trao đổi và chia sẻ thông tin giữa các quốc gia thành viên [14].

** Thủ tục Trao đổi và chia sẻ thông tin và dữ liệu (PDIES):* Được thông qua năm 2001 để triển khai trao đổi số liệu và thông tin về các chỉ số quan trọng liên quan đến tài nguyên nước giữa bốn quốc gia Mê Kông. PDIES ra đời nhằm hướng tới hợp tác hiệu quả trong khuôn khổ MRC. Các Ủy ban sông Mê Kông thành viên đã phát huy các vai trò và trách nhiệm của mình trong việc chia sẻ thông tin và dữ liệu, chịu trách nhiệm thu thập và lưu trữ thông tin ban đầu. Ngoài ra, Ủy ban sông Mê Kông thành viên được ủy quyền hoàn toàn để chỉ định các cơ quan sẽ cung cấp dữ liệu/thông tin cần thiết cho MRC. Kể từ năm 2006, Ủy ban sông Mê Kông thành viên cũng đã tích cực tham gia vào Chương trình Quản lý Thông tin và Tri thức (IKMP) thuộc MRC, với mục đích chính là phát triển cơ sở dữ liệu và các công cụ mô hình hóa để hỗ trợ mạng lưới giám sát của MRC và cung cấp các dịch vụ thông tin cho Các ủy ban Mê Kông quốc gia và các cơ quan chủ quản của quốc gia đó.

Thỏa thuận MRC không có các điều khoản cụ thể xác định cách thức và loại dữ liệu nào nên được trao đổi hoặc chia sẻ. Thay vào đó, có những điều khoản chung đòi hỏi sự tham gia rộng rãi như "hợp tác trong tất cả các lĩnh vực phát triển bền vững" và "một thỏa thuận thúc đẩy, hỗ trợ, hợp tác và phối hợp trong phát triển lưu vực".

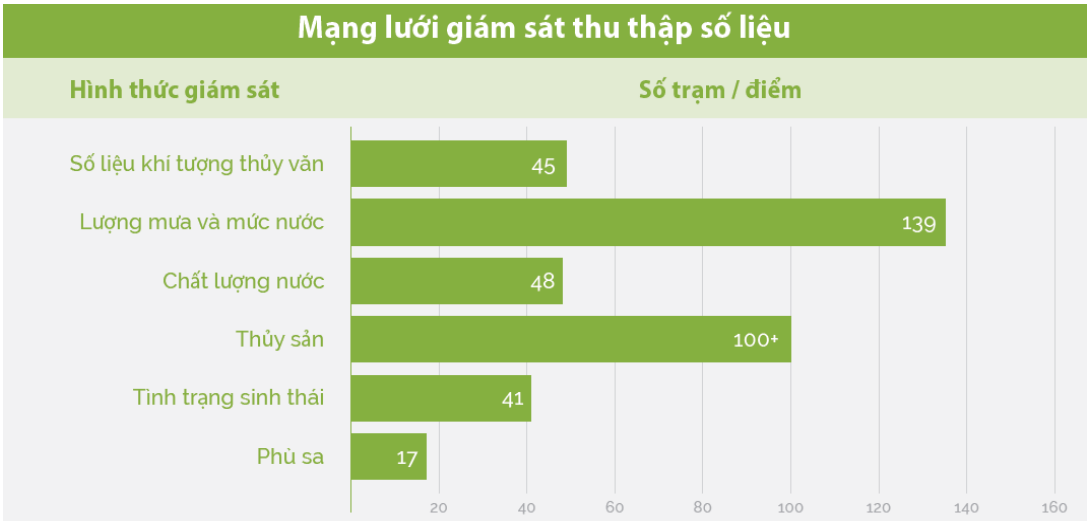


Hình 1. Quá trình trao đổi và chia sẻ dữ liệu và thông tin trong khuôn khổ PDIES

Ghi chú: MRC = Mekong River Commission; MRCS = Ban thư ký Ủy hội sông Mê Kông; NMC = Ủy ban sông Mê Kông quốc gia; TACT = Nhóm Điều phối và Hỗ trợ kỹ thuật; IKMP = Chương trình Quản lý Thông tin và Tri thức.

PDIES cung cấp cơ sở pháp lý để MRC vận hành chia sẻ dữ liệu và thông tin cũng như thúc đẩy sự hợp tác giữa các nước thành viên vì lợi ích chung của sự phát triển bền vững của lưu vực bằng cách thiết lập một hệ thống dữ liệu và thông tin đáng tin cậy và dễ tiếp cận [14]. Các Ủy ban Mê Kông Quốc gia và Ban Thư ký MRC có nhiệm vụ hợp tác, hỗ trợ và thúc đẩy việc áp dụng PDIES.

Việc chia sẻ dữ liệu giữa MRC, các Ủy ban sông Mê Kông quốc gia (NMC) và cơ quan chủ quản của họ được thực hiện theo ba giai đoạn (Hình 1). Trong giai đoạn đầu, ở cấp lưu vực, các nhu cầu về dữ liệu được xác định trong các chương trình của MRC. Sau đó, danh sách dữ liệu/thông tin, các yêu cầu cho dữ liệu cơ bản sẽ được chuyển đến các NMC. Trong giai đoạn thứ hai, ở cấp quốc gia, mỗi NMC, phối hợp với MRC, tổ chức họp tham vấn quốc gia với các cơ quan chủ quản và giám sát viên chính (PC) để xác định khả năng thu thập dữ liệu của phía mình. Dữ liệu được thu thập sau đó được chuyển trở lại MRC. Ở giai đoạn cuối, dữ liệu và thông tin sẽ được MRC lưu trữ, chia sẻ và phân loại theo từng đối tượng sử dụng. Qua nhiều năm, MRC đã tích lũy được lượng thông tin và số liệu cần thiết cho quản lý và phát triển bền vững của lưu vực, bao gồm cả số liệu lịch sử từ năm 1900 và các số liệu thời gian thực về nhiều lĩnh vực tài nguyên nước khác nhau. Những số liệu này được thu thập thông qua mạng lưới giám sát mở rộng bao gồm 45 trạm khí tượng thủy văn tự động, 139 trạm giám sát lượng mưa và mức nước truyền thống, 48 trạm lấy mẫu chất lượng nước và hơn 100 điểm giám sát thủy sản (Hình 2).

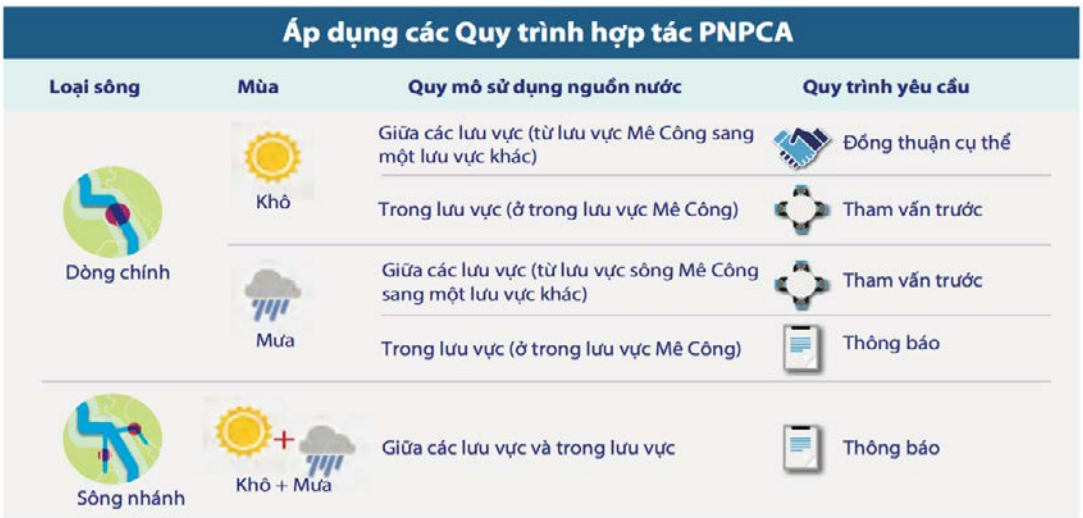


Hình 2. Mạng lưới giám sát thu thập số liệu ở lưu vực sông Mê Kông của MRC [14]

**) Thủ tục Thông báo, Tham vấn trước và Thỏa thuận* (PNPCA)

Bên cạnh Thủ tục Trao đổi và chia sẻ thông tin và dữ liệu (PDIES) (2001), một trong những thành tựu quan trọng nhất trong hợp tác về an ninh nguồn nước của MRC chính là việc thông qua Thủ tục Thông báo, Tham vấn trước và Thỏa thuận (PNPCA) (2003). Với thủ tục này, bất kỳ quốc gia thành viên nào khi đề xuất một dự án lớn sử dụng nguồn nước trên sông Mê Kông cũng phải trải qua một quy trình hợp tác cụ thể (Hình 3). Mục tiêu của quy trình này là để "tạo điều kiện cho hợp tác về nước giữa bốn quốc gia nhằm tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên nước, đồng thời giảm thiểu những tác động bất lợi tiềm tàng xuyên biên giới đến môi trường và sinh kế của cộng đồng người dân ven sông" [14]. Thủ tục PNPCA gồm ba quy trình riêng biệt được các quốc gia thành viên Ủy hội sông Mê Kông quốc tế đồng ý áp dụng đối với những dự án sử dụng nước từ lưu vực sông Mê Kông với quy mô có thể làm thay đổi đáng kể dòng chảy hoặc chất lượng

nước trên dòng chính của sông Mê Kông. Đó có thể là các dự án thủy lợi, thủy điện và cấp nước với quy mô lớn.



Hình 3. Quy trình hợp tác PNPCA [14]

Thực thi PNPCA là hết sức cần thiết trong bối cảnh các nước trong khu vực hạ nguồn đều có những kế hoạch khai thác sông Mê Kông để phục vụ các mục tiêu kinh tế. Tính đến cuối tháng 6/2018, MRC đã nhận được 59 hồ sơ dự án sử dụng nguồn nước, cụ thể là có 55 hồ sơ cho quy trình Thông báo và 4 hồ sơ cho quy trình tham vấn trước. Trong số 55 dự án thuộc quy trình thông báo có 50 dự án trên dòng nhánh và 5 dự án trên dòng chính. 80 % trong số đó là các dự án thủy điện, số còn lại là các hoạt động tưới tiêu, kiểm soát lũ và các dự án hạ tầng khác. Đối với 4 hồ sơ thuộc quy trình Tham vấn trước thì đều liên quan đến các dự án thủy điện trên dòng chính Mê Kông tại Lào, cụ thể là Xayaburi (2010), Don Sahong (2013), Pak Beng (2016) và Pak Lay (2018) [14].

Tuy nhiên, một vấn đề còn tồn tại hiện nay là các cơ chế thông qua MRC không có tính ràng buộc, có nghĩa rằng không nước nào có thể phủ quyết các kế hoạch của những nước khác. Một trong những vấn đề gây tranh cãi nhất và cũng làm lộ ra nhiều bất cập nhất trong quá trình gần 20 năm của MRC là sự thiết lập các đập thủy điện dọc dòng sông này. Kết quả là có những dự án gây tranh cãi quyết liệt, như dự án đập Xayabury của Lào, cho dù bị các quốc gia láng giềng cùng hàng trăm tổ chức quốc tế phản đối, vẫn được tiến hành.

**) Các thủ tục MRC khác*

Ngoài hai thủ tục PDIES và PNPCA liên quan trực tiếp và gián tiếp đến việc thông báo, chia sẻ dữ liệu thông tin, Thủ tục Chất lượng nước (PWQ) cũng là một cơ chế đảm bảo sự giám sát và chia sẻ chất lượng nước giữa các quốc gia. Để giám sát chất lượng nước, MRC yêu cầu bốn nước thành viên thực hiện việc thu thập các mẫu chất lượng nước bề mặt tại 48 trạm. Các tham số chất lượng nước được phân tích và gửi tới Ban Thư ký MRC hàng năm. Các số liệu này sẽ được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu phục vụ cho việc truy cập. Số liệu thu thập được qua nhiều năm đã cho phép các quốc gia trong khu vực nhận biết được sự thay đổi về chất lượng nước để có hành động ngăn chặn hoặc khắc phục tình trạng ô nhiễm nguồn nước xuyên biên giới. Đồng thời, đây là cơ sở quan trọng để đánh giá tác động của các dự án sử dụng nước trên dòng Mê Kông. Từ việc thực hiện Thủ

tục PWQ, các nước trong MRC đã tiến hành đàm phán nhằm thiết lập một hệ thống quản lý và ứng phó khẩn cấp khi xuất hiện tình trạng ô nhiễm nước. Năm 2016, MRC đã xây dựng được các hướng dẫn kỹ thuật cho hệ thống này.

Thủ tục Duy trì dòng chảy trên dòng chính (PMFM), đưa ra quy định cho việc duy trì mức độ tối thiểu hoặc tối đa của dòng chảy trên dòng chính của sông Mê Kông và dòng chảy ngược của sông Tonle Sap ở Campuchia, con sông nối dòng chính của Mê Kông với Biển Hồ Tonle Sap. Thủ tục PMFM yêu cầu bốn quốc gia thành viên tập hợp số liệu dòng chảy hàng ngày tại 12 trạm thủy văn dọc sông Mê Kông và sông Tonle Sap như lượng chảy ra, mức độ và khối lượng. Trong mùa mưa, số liệu được gửi tới Ban Thư ký MRC mỗi ngày để thống nhất và phân tích và công bố trực tuyến trên website PMFM của MRC để công chúng tham khảo. Trong mùa khô, số liệu dòng chảy được tập hợp hàng ngày và được gửi hàng tuần tới Ban Thư ký MRC [14].

**) Chia sẻ và trao đổi thông tin thông qua các nhóm khoa học, dân sự*

Thông tin và dữ kiện còn có thể được chia sẻ và phổ biến thông qua việc tăng cường kết nối giữa các tổ chức phi chính trị như mạng lưới các nhà khoa học, tổ chức phi chính phủ, dân sự [15, 16]. Lý tưởng nhất là những người tham gia kết nối cùng nhau thực hiện các dự án nhằm thúc đẩy việc thu thập và trao đổi dữ liệu để cải thiện kết quả quản lý và bảo tồn. Trong những năm gần đây, một số tổ chức quốc tế và khu vực đã nỗ lực phối hợp để cải thiện mạng lưới xuyên biên giới ở lưu vực sông Mê Kông, cùng chia sẻ thông tin, kiến thức, kinh nghiệm hướng tới hợp tác và phát triển.

Các tổ chức, mạng lưới chia sẻ và trao đổi thông tin thông qua các nhóm khoa học, dân sự gồm: (1) Mekong Wetland University Network - Mạng lưới nghiên cứu và bảo vệ vùng đất ngập nước sông Mê Kông; (2) The Mekong Fish Network (MFN); (3) Diễn đàn môi trường Mekong (Mekong Environment Forum - MEF). Mạng lưới các trường đại học nghiên cứu và bảo vệ Đất ngập nước - Mekong Wetland University Network - MWUN hiện có 20 thành viên. Thông qua các hoạt động hợp tác trong nghiên cứu, giảng dạy, các thông tin và kinh nghiệm được chia sẻ giữa các bên tham gia, dưới góc độ phi chính trị, góp phần đẩy mạnh hợp tác và xây dựng lòng tin giữa các quốc gia trong lưu vực sông Mê Kông. Mekong Fish Network (MFN) hỗ trợ các đối tác ở hạ lưu sông Mê Kông thúc đẩy việc nghiên cứu và quản lý các loài thủy sinh độc đáo và có giá trị của khu vực, xây dựng năng lực kỹ thuật và cải thiện chia sẻ khoa học trong khu vực. Diễn đàn Môi trường Mê Kông, hay MEF, là một diễn đàn chính sách độc lập và phi lợi nhuận để chia sẻ thông tin khoa học môi trường, tin tức và nghiên cứu về các hệ sinh thái và đất ngập nước ở sông Mê Kông. MEF kết nối với rất nhiều các bên liên quan để tìm kiếm và chia sẻ thông tin, đồng thời khuyến khích hành động thông minh vì sự phát triển bền vững ở đồng bằng sông Cửu Long nói chung và lưu vực sông Mê Kông nói riêng.

3.3. Thuận lợi và thách thức trong hợp tác và chia sẻ thông tin quản lý tài nguyên nước trong bối cảnh hợp tác lưu vực sông Mê Kông

Hợp tác và chia sẻ thông tin giữa các quốc gia lưu vực sông Mê Kông đã và đang có nhiều thuận lợi thông qua các cơ chế hợp tác song phương và đa phương trong khu vực. Như đã phân tích trong Mục 3.2, có rất nhiều các cơ chế thông qua Ủy hội sông Mê Kông khi thực hiện Hiệp định sông Mê Kông 1995 để các quốc gia có thể cùng hợp tác, chia sẻ các dữ liệu thông tin phục vụ việc quản lý và đảm bảo an ninh nguồn nước sông Mê Kông. Ngoài ra, các cơ chế phi chính trị như mạng lưới các nhà nghiên cứu khoa học, dân sự cũng là một cơ chế thuận tiện để các nhà khoa học trong khu vực có thể tham gia để cùng chia sẻ các kết quả nghiên cứu, quan trắc, đánh giá môi trường đoạn sông Mê Kông chảy qua từng quốc gia. Nhiều văn bản gần đây như Kế hoạch Chiến

lược 2011 - 2015 của MRC Tuyên bố Hua Hin, Chiến lược phát triển lưu vực 2021 - 2030, Thông tin và Tài liệu của Chương trình Quản lý Tri thức 2011 - 2015 đề cập đến sự cần thiết phải cải thiện việc thực hiện PDIES để đạt được hiệu quả cao hơn.

Các cơ quan chủ quản từng quốc gia đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ trao đổi và chia sẻ dữ liệu và thông tin trong khuôn khổ PDIES. Theo Hướng dẫn của MRC về Giám sát và Quản lý Hệ thống Thông tin MRC (2002), các NMC/các cơ quan chủ quản là những đầu mối thu thập, xử lý và lưu trữ dữ liệu và thông tin cần trao đổi theo PDIES. Cụ thể, mỗi Ủy ban Mê Kông quốc gia có nhiệm vụ lựa chọn những người giám sát chính tại quốc gia của mình đối với 12 loại dữ liệu và thông tin cần thiết để thực hiện Thỏa thuận Mê Kông. Tuy nhiên đến nay vẫn chưa có bất kỳ danh sách giám sát chính thức cho tất cả các tập dữ liệu thuộc PDIES. Điều này cho thấy việc triển khai PDIES vẫn còn rất hạn chế.

Ngoài ra, nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc tiếp cận dữ liệu nguồn nước xuyên biên giới có thể bị hạn chế do chi phí thu thập dữ liệu, điều kiện cấp phép, sự chính trị hóa dữ liệu [17, 18]. Các bên liên quan lo ngại việc trao đổi có thể làm suy yếu vị thế trong các cuộc đàm phán [3]. Hơn nữa, dữ liệu có thể được sử dụng để đổ lỗi cho việc gây ra tác động tiêu cực đến nguồn nước chung. Như vậy, việc chia sẻ dữ liệu phụ thuộc nhiều vào bối cảnh địa phương và lợi ích quốc gia của các nước trong lưu vực.

Hầu hết các nước ở hạ lưu sông Mê Kông vẫn còn nghèo với năng lực kỹ thuật thấp, ngoại trừ Thái Lan [19]. Ngoài ra, lợi ích của từng quốc gia về tài nguyên nước chưa thống nhất. Với 86 % diện tích lãnh thổ thuộc lưu vực sông, Campuchia muốn chỉnh dòng chảy theo thời gian lũ vào sông Tonle Sap để bảo tồn hệ sinh thái và ngành thủy sản. Trong khi đó, đối với Lào, việc duy trì dòng chảy trong mùa khô được ưu tiên nhất vì nguồn nước có giá trị quanh năm đối với lưu thông hàng hải. Việt Nam, với tư cách là quốc gia ở hạ nguồn nhất, quan tâm đến việc giảm thiểu lũ lụt và ngăn chặn xâm nhập mặn để bảo vệ những cánh đồng lúa màu mỡ ở đồng bằng sông Cửu Long [20, 21]. Thái Lan, quốc gia ở thượng nguồn xa nhất, muốn chuyển hướng dòng chính về phía Đông Bắc để phục vụ các công trình thủy lợi quy mô lớn thông qua dự án Khong-Chi-Mun [22, 23]. Việc chia sẻ dữ liệu ở lưu vực sông Mê Kông chính vì vậy còn đang bị chính trị hóa [5,19], là một thách thức lớn cho việc chia sẻ dữ liệu và thông tin.

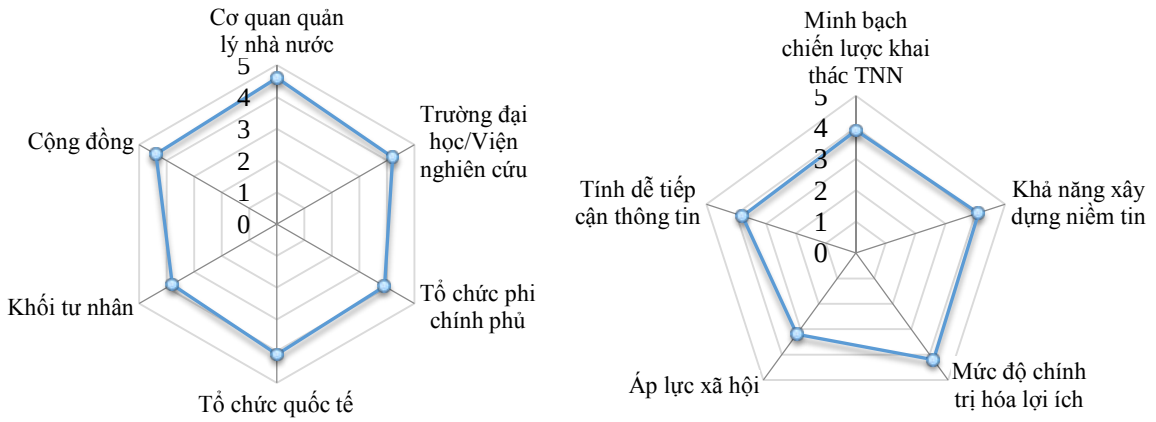
Thủ tục Trao đổi và chia sẻ thông tin số liệu (PDIES) hiện được xem là thủ tục chính thức nhất trong khu vực. Tuy nhiên, vẫn còn thiếu hệ thống quản lý dữ liệu hiện đại theo PDIES, thiếu các quy định quốc gia rõ ràng về chia sẻ dữ liệu giữa các cơ quan nhà nước và thiếu năng lực kỹ thuật ở các nước thành viên cũng như MRC (do sự luân chuyển nhân viên cao). Do đó, các hướng dẫn cụ thể hơn cần được phát triển đồng thời đơn giản hóa PDIES. Các giải pháp kỹ thuật bổ sung cần được xem xét như nâng cấp hệ thống thông tin của MRC, tăng cường năng lực công nghệ thông tin của nhân viên MRC. Đối với các giải pháp phi kỹ thuật, cần đảm bảo tính bảo mật của dữ liệu giữa MRC và các thành viên để duy trì mối quan hệ tốt đẹp lâu dài.

Hơn nữa, cổng thông tin điện tử của MRC có thể chưa đủ hấp dẫn đối với giới học thuật và công chúng. Thay vào đó, các phương tiện truyền thông xã hội như Facebook và Youtube có thể được sử dụng để thu hút người dân đến với các nguồn dữ liệu nhiều hơn. Sự tham gia của các bên liên quan quan trọng khác như Hội Nông dân và Hiệp hội Nghề cá cũng có thể thúc đẩy quá trình chia sẻ dữ liệu. Với việc tăng cường sự quan tâm của cộng đồng, các quốc gia thành viên MRC sẽ tăng cường trách nhiệm và cam kết chia sẻ nhiều dữ liệu hơn.

3.4. Vai trò của các bên liên quan, các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả chia sẻ thông tin quản lý tài nguyên nước lưu vực sông Mê Kông

Các bên liên quan đóng vai trò rất quan trọng trong việc chia sẻ thông tin quản lý tài nguyên nước, ảnh hưởng đến hiệu quả chia sẻ thông tin. Thành công trong trao đổi và hợp tác giữa các tác bên liên quan trong quản lý tài nguyên có thể dẫn đến các chính sách và quyết định quản lý phù hợp hơn dựa trên dữ liệu chính xác, kịp thời đồng thời nâng cao khả năng chấp nhận các chính sách quản lý của các bên liên quan [15].

Kết quả khảo sát ý kiến chuyên gia và các bên liên quan về tầm quan trọng của việc chia sẻ thông tin tài nguyên và quản lý nước trong lưu vực sông Mê Kông theo thang Likert dao động từ 3,8-4,6 cho thấy, nhu cầu của các bên liên quan về vấn đề này rất cao (tiệm cận đến thang 5). Các yếu tổ ảnh hưởng đến việc chia sẻ này phụ thuộc lớn vào khả năng xây dựng niềm tin (3,9) và mức độ chính trị hóa lợi ích (4,2). Do vậy, các cơ chế trao đổi, chia sẻ thông tin nêu trên đóng góp tích cực, hiệu quả trong việc quản lý tài nguyên nước giữa các quốc gia trong Ủy hội sông Mê Kông (Hình 4).



Hình 4. Đánh giá vai trò, các yếu tổ ảnh hưởng đến mức độ ảnh hưởng của các bên liên quan đến chia sẻ thông tin và dữ liệu

4. KẾT LUẬN

Việc quản lý hiệu quả tài nguyên nước xuyên biên giới ở lưu vực sông Mê Kông phụ thuộc rất nhiều vào các số liệu, thông tin có sẵn và đáng tin cậy về những lĩnh vực khác nhau. Qua nhiều năm, MRC và các quốc gia thành viên đã xây dựng được năm bộ quy tắc mang tính thủ tục cùng các hướng dẫn kỹ thuật liên quan về chia sẻ số liệu, giám sát sử dụng nguồn nước, hợp tác sử dụng nước, duy trì dòng chảy và chất lượng nước. Việc thiết lập và duy trì các thỏa thuận và mạng lưới chia sẻ, trao đổi dữ liệu và thông tin giữa các quốc gia và thể chế trong lưu vực sẽ giúp việc tạo lòng tin và xây dựng tầm nhìn chung về tài nguyên nước cùng chia sẻ, tạo nên sự minh bạch và tin cậy, ảnh hưởng tích cực đến sự tuân thủ thỏa thuận của các bên, giảm thiểu tranh chấp và ngăn ngừa xung đột. Bên cạnh các thể chế trao đổi và chia sẻ thông tin chính thức thông qua các bộ quy tắc của MRC, thông tin và dữ kiện còn có thể được chia sẻ và phổ biến thông qua việc tăng cường kết nối giữa các tổ chức phi chính trị như mạng lưới các nhà khoa học, tổ chức phi chính phủ, dân sự.

Trong tương lai, để tăng cường hiệu quả chia sẻ thông tin dữ liệu phục vụ công tác quản lý và chia sẻ nguồn nước chung, mỗi quốc gia cần minh bạch chiến lược khai thác nguồn lợi từ dòng Mê Kông, xây dựng niềm tin cho hợp tác ở khu vực. Hiện nay, dù đã xây dựng được các tiêu chuẩn chia sẻ thông tin dữ liệu về nguồn nước, song chiến lược khai thác nguồn nước sông Mê Kông trong tương lai vẫn chưa được các nước hạ nguồn công bố chính thức về văn bản. Các quốc gia Mê Kông cần tiếp tục phối hợp chặt chẽ với nhau và với các nước, các tổ chức quốc tế trong việc quản lý, sử dụng bền vững và có hiệu quả nguồn nước sông Mê Kông, đảm bảo hài hòa lợi ích của nhân dân các nước ven sông, ngăn ngừa và ứng phó có hiệu quả với những tác động của tình trạng biến đổi khí hậu.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ nhiệm vụ "Quản lý tài nguyên nước tổng hợp thông qua đối thoại song phương với sự tham gia của các bên để cung cấp và tái sử dụng nước quy mô nhỏ trong các lưu vực sông Danube và sông Mê Kông", mã số: NĐT.103.SEA-EU/21.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bunthida Plengsaeng, Uta Wehn & Pieter van der Zaag (2014). *Data-sharing bottlenecks in transboundary integrated water resources management: a case study of the Mekong River Commission's procedures for data sharing in the Thai context*, Water International, 39:7, 933-951.
2. Gabriel Eckstein (2010). *Water Scarcity, Conflict and Security in a Climate Change World: Challenges and Opportunities for International Law and Policy*, 27 Wisconsin. Intl. Law J. 409.
3. Andrea K. Gerlak, Jonathan Lautze & Mark Giordano (2011). *Water Resources Data and Information Exchange in Transboundary Water Treaties*, 11 Intl Environ Agreements. 179.
4. Aliagha, C. (2004). *Environmental Clearinghouse as an Institutional Incentive for Data and Information Sharing and Conflict Reuction in the Mekong River Basin*. Paper 2.
5. Affeltranger B. (2009). *Sustainability of environmental regimes: The Mekong River Commission*. In H. G. Brauch, U. O. Spring, J. Grin, C. Mesjasz, P. Kameri-Mbote, N. C. Behera, B. Chourou, & H. Krummenacher, (Eds.), Facing global environmental change: Environmental, human, energy, food, health and water security concepts (pp. 593-601).
6. MRC Mekong River Commission (2021). *The integrated water resources management–based Basin Development Strategy for the Lower Mekong Basin 2021–2030 and the MRC Strategic Plan 2021–2025.*
7. MRC (2015). *20 years of corporation. Mekong River Commission.* Mekong River Commission.
8. USAID (2013). *USAID Mekong ARCC Climate Change Impact and Adaptation Study for the Lower Mekong Basin.* United States Agency for International Development.
9. The Economist Intelligence Unit (2017). *Water security threats demand new collaborations: Lessons from the Mekoông River Basin.* The Economist.
10. MRC Council Study (2017). *Climate Change Discipline Report.*
11. Đào Trọng Tứ và Nhóm công tác Mê Kông (2014). *Phát triển thủy điện lưu vực sông Mê Kông: Góc nhìn địa chính trị"*, Vietnam Rivers Network, Hà Nội.

12. OECD/ADBI/Mekong Institute (2020*), Innovation for Water Infrastructure Development in the Mekong Region*, The Development Dimension, OECD Publishing, Paris.

13. Tran Thi Hong Ngoc & Phan Truong Khanh (2020). *Transboundary Issues of Water Governance in Mê Kông River Basin.* International Journal of Advanced Science and Technology 29(8). pp. 4290-4305.

14. MRC (2018). *Tài liệu giới thiệu các quy tắc của MRCvề thủ tục hợp tác nguồn nước Mê Kông.*

15. Matthew McPherson, Andrew Ropicki (2021). *Network analysis of collaboration and information sharing in the management of the Lower Mekong River Basin*, Ocean and Coastal Management 199.

16. Paisley, Richard & Henshaw, Taylor (2013). *If You Can't Measure It, You Can't Manage It: Transboundary Waters, Good Governance and Data & Information Sharing & Exchange*. Indiana International & Comparative Law Review. 24. 203-248.

17. Chenoweth, J. L., & Feitelson, E. (2001). *Analysis of factors influencing data and information exchange in international river basins: Can such exchange be used to build confidence in cooperative management?* Water International, 26, 499–512.

18. Beniston, M., Stoffel, M., Harding, R., Kernan, M., Ludwig, R., Moors, E., Samuels, P., Tockner, K., (2012). *Obstacles to data access for research related to climate and water: implications for science and EU policy-making*. Environ. Sci. Policy 17, 41–48.

19. Backer, E.B., (2006). *Paper Tiger Meets White Elephant? An Analysis of the Effectiveness of the Mekong River Regime*. The Fridtjof Nansen Institute.

20. Browder, G., (2000*). An analysis of the negotiations for the 1995 Mekong Agreement. Int. Negot*. 5 (2), 237–261.

21. Browder, G., Ortolano, L., (2000). *Evolution of an international water resources management regime in the Mekong River basin*. Nat. Resources J. 40, 499.

22. Molle, F., Foran, T., Kakonen, M., (2012). *Contested Waterscapes in the Mekong Region: Hydropower, Livelihoods and Governance*: Earthscan.

23. Sneddon, C., (2003). *Reconfiguring scale and power: the Khong-Chi-Mun project in northeast Thailand*. Environ. Plan. A 35 (12), 2229–2250.

DATA AND INFORMATION SHARING AND EXCHANGE ON TRANSBOUNDARY WATER RESOURCE MANAGEMENT IN MEKONG RIVER BASIN

Tran Thi Minh Hang[*1], Pham Thi Thuy[1], Tran Thi Huyen Nga[1], Hoang Minh Trang[1], Vu Dinh Tuan[1], Nguyen Linh Chi[2], Nguyen Manh Khai[1]

[1]*Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi*

334 Nguyen Trai, Thanh Xuan district, Hanoi

[2]*Vietnam Sea Journal, B1, Phung Chi Kien, Nghia Do, Cau Giay, Hanoi*

ABSTRACT

Effective management of transboundary water resources in the river basins relies heavily on the sharing and exchange of reliable data and information among stakeholders. This study uses methods of secondary data analysis, expert consulting, and stakeholder analysis to synthesize and analyze the current status of information exchange mechanisms for managing of transboundary water resources of the Mekong River, assess the contribution of information sharing of different stakeholders, thereby proposing policy solutions to improve efficiency and cooperation in information sharing among the countries of the Mekong Basin. The initial results show that current mechanisms for exchanging and sharing information and data in the Mekong River Basin include formal procedures of the Mekong River Commission (MRC) such as Procedures for Exchange and Sharing information and data (PDIES) (2001), Procedures for Notification, Prior Consultation and Agreement (PNPCA) and informal platforms through professional, scientific, and community networks such as Mekong Wetland University Network, The Mekong Fish Network, Mekong Environment Forum. These mechanisms enhance and effectively improve the management of water resources among the Mekong countries. Factors affecting the sharing and exchange of information and data among stakeholders include transparency of Mekong resource exploitation strategy, trust building ability, the degree of politicization of water resource interest, social pressure and the accessibility of the data and information.

Keywords: Mekong, data and information, sharing and exchange, water resource management, transboundary.

[*] Corresponding author, email address: hangttm@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0163

Ô NHIỄM VI NHỰA TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC TẠI MỘT SỐ VÙNG CỬA SÔNG VEN BIỂN TỈNH QUẢNG NINH

Phạm Hùng Sơn[1*], Ngô Mỹ Linh[1], Hồ Ngọc Bảo Trung[1], Ngô Tiến An[1], Nguyễn Hữu Huấn[1], Trần Thiện Cường[1], Phạm Hoàng Giang[1], Đỗ Quang Hà[1] Nguyễn Trang Nhung[2], Nguyễn Xuân Hải[3]

[1]Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

[2]BQL vịnh Hạ Long, 166 Lê Thánh Tông, Bạch Đằng, Hạ Long, Quảng Ninh

[3]Tổng cục Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 10 Tôn Thất Thuyết, Hà Nội

TÓM TẮT

Cùng với sự phát triển về kinh tế - xã hội, sản lượng và lượng tiêu dùng các sản phẩm nhựa khó phân hủy có xu hướng tăng nhanh chóng đã và đang gây ra nhiều áp lực đối với môi trường và sự sống trên Trái đất. Dưới các tác động của các yếu tố môi trường, rác thải nhựa bị phá huỷ, vỡ vụn ra theo thời gian và gây ô nhiễm vi nhựa. Một vài nghiên cứu đã thể hiện Việt Nam được cho là một trong những quốc gia có khối lượng rác thải nhựa lớn trên thế giới thải ra biển. Ơ nhiễm vi nhựa được nhận định đã trở thành một trong những vấn đề môi trường nghiêm trọng và những ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường, sinh thái và sức khoẻ con người. Nghiên cứu này đề cập đến hiện trạng ô nhiễm vi nhựa thông qua một số đặc điểm, tính chất vật lý, hoá học của vi nhựa được tìm thấy trong các mẫu nước vùng cửa sông ven biển (sông Mông Dương, sông Diễn Vọng) tỉnh Quảng Ninh. Kết quả nghiên cứu cho thấy mức độ ô nhiễm vi nhựa trong khu vực nghiên cứu vẫn nằm trong khoảng thấp, thành phần chủ yếu của các mẫu vi nhựa là nhựa HDPE.

Từ khóa: Vi nhựa, rác thải nhựa, cửa sông, Quảng Ninh.

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển về kinh tế - xã hội, vấn đề môi trường toàn cầu cũng luôn đặt ra những thách thức mới, trong đó có vấn đề ô nhiễm do vi nhựa và được cảnh báo có ảnh hưởng lớn tới sức khỏe con người và tự nhiên. Rác thải nhựa phát sinh từ đất liền được đưa ra đại dương chủ yếu qua các con đường: Do rác thải sinh hoạt khi không được thu gom và xử lý sẽ trôi theo các hệ thống thoát nước, dòng chảy, sông, suối... và ra biển; Rác thải nhựa do hoạt động đánh bắt hải sản; Rác thải nhựa do hoạt động sinh hoạt hay do thiên tai, sự tàn phá của bão, sóng thần cuốn theo đồ đạc, vật dụng bằng nhựa, rác thải nhựa từ đất liền xuống biển... dẫn đến ước tính 4-12 triệu tấn nhựa thải vào đại dương hàng năm [1].

Theo ước tính có 10 % tổng lượng nhựa được sản xuất hàng năm trên Trái đất được thải trực tiếp ra môi trường và đến năm 2025 tổng lượng rác thải nhựa sẽ bằng 1/3 tổng sản lượng cá trong đại dương [2]. Phần lớn rác thải nhựa đại dương (80 %) có nguồn gốc từ đất liền [3] được mang ra đại dương thông qua các con đường như: các hoạt động du lịch, hoạt động đánh bắt thủy hải sản, rác thải sinh hoạt và rác thải công nghiệp được đưa ra biển theo các con sông [4]. Bên cạnh đó, bão, lũ, gió mạnh và thời tiết cực đoan cũng có thể mang nhựa từ đất vào trong thủy vực. Và hiện nay, hầu hết các nhà máy xử lý nước thải đều không thể xử lý toàn bộ vi nhựa trong nước thải [5].

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: phamhungson@hus.edu.vn

Trên toàn thế giới, trong 5,25 ngàn tỷ tấn mảnh nhựa ước tính có khoảng 269 triệu tấn nhựa, dạng vi nhựa chiếm 92 % [6]. Hằng năm, người dân Mỹ phát thải ra ngoài môi trường hơn 260 tấn vi nhựa polyetylen thông qua các sản phẩm chăm sóc sắc đẹp [6]. Ở Na Uy lượng vi nhựa thải bỏ hàng năm là khoảng 8.000 tấn. Trong khi đó ở Đan Mạch, lượng vi nhựa thải bỏ hàng năm lên đến 21.500 tấn bao gồm khoảng 2.000-5.600 tấn từ hoạt động sản xuất lốp xe và dệt may [6]. Bên cạnh đó, các nhà máy xử lý nước thải cũng thải một lượng lớn vi nhựa, khoảng 65 triệu hạt nhựa hàng ngày vào môi trường [6]. Waller và cộng sự (2017) ước tính, mỗi thập niên, có khoảng 44-500 kg hạt vi nhựa từ sản phẩm chăm sóc sắc đẹp đi vào Nam Đại Dương [7].

Việt Nam là nước đứng thứ 4 trên toàn thế giới, đứng sau Trung Quốc, Indonesia và Philippine, về phát thải nhựa vào đại dương [1]. Theo ước tính của Jambeck và nnk (2015), dựa trên lượng chất thải nhựa không được quản lý phát sinh từ khu dân cư ở 50 km ven bờ biển. Lượng nhựa thải không được quản lý lên đến 1,83 triệu tấn/năm, tương ứng với 0,28-0,73 triệu tấn nhựa thải ra biển và 6 % tổng lượng nhựa thải ra biển trên toàn thế giới [4]. Đến nay, chưa có đánh giá tổng thể về nguồn phát sinh (từ các sản phẩm tẩy rửa, mỹ phẩm, hoạt động giặt là, dệt may, giao thông...) và thực trạng vi nhựa trong môi trường (đất, nước, không khí) tại Việt Nam. Các vi nhựa có thể xâm nhập và phá hủy tế bào trong cơ thể của các loài sinh vật trong nước ngọt và trong môi trường biển; chúng có thể là vật trung gian gây tích tụ các loại hóa chất nguy hiểm, khi động vật ăn vào sẽ bị nhiễm độc, chất độc này lại được chuyển sang con người khi con người ăn các động vật đó (Bộ TNMT, 2020).

Rác thải nhựa theo thời gian, dưới tác động của bức xạ, tia UV, nước, và các tác động cơ học... rác thải nhựa đã bị phân rã và phân thành các vi nhựa và từ đó dẫn đến tình trạng ô nhiễm môi trường trên toàn thế giới vì số lượng và đa dạng về chủng loại... [6] Ô nhiễm vi nhựa được nhận định là một trong những vấn đề môi trường nghiêm trọng và những ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường, sinh thái và sức khỏe con người.

Quảng Ninh là tỉnh ven biển thuộc vùng Đông Bắc Việt Nam có vai trò quan trọng trong chiến lược phát triển kinh tế - xã hội vùng vịnh Bắc Bộ... Quảng Ninh không chỉ có tiềm năng lớn đối với phát triển du lịch biển, mà còn đối với phát triển giao thông cảng và đánh bắt, nuôi trồng hải sản. Với lợi thế như vậy, phát triển kinh tế biển đã trở thành lợi thế nổi bật so với các địa phương ven biển khác trong nước. Tuy nhiên cùng với quá trình phát triển kinh tế, xã hội cũng đã dẫn đến có dấu hiệu ô nhiễm vi nhựa tại một số vùng cửa sông ven biển tỉnh Quảng Ninh.

Nghiên cứu này này đề cập đến hiện trạng ô nhiễm vi nhựa thông qua một số đặc điểm, tính chất vật lý, hoá học của vi nhựa được tìm thấy trong các mẫu nước vùng cửa sông ven biển (sông Mông Dương, sông Diễn Vọng) tỉnh Quảng Ninh từ đó làm cơ sở khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo về con đường phát sinh vi nhựa từ rác thải nhựa trên đất liền được đưa ra vùng ven biển.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Để đánh giá một số đặc điểm, tính chất vật lý, hoá học của vi nhựa được tìm thấy trong các mẫu nước vùng cửa sông ven biển trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh. Nghiên cứu tiến hành lấy mẫu nước tại các khu vực cửa sông thuộc các sông Mông Dương và sông Diễn Vọng để phân tích các thông số về thành phần hóa học, cấu trúc, hình thái và khối lượng hạt vi nhựa.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là vi nhựa trong môi trường nước tại một số vùng cửa sông ven biển (sông Mông Dương, sông Diễn Vọng) của tỉnh Quảng Ninh hiện nay.

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành lấy 03 mẫu nước tại các khu vực cửa sông thuộc các sông Mông Dương và sông Diễn Vọng để phân tích các thông số về thành phần hóa học, cấu trúc, hình thái và khối lượng hạt vi nhựa. Tọa độ, vị trí lấy mẫu vi nhựa được thể hiện tại Bảng 1.

Bảng 1. Tọa độ, vị trí lấy mẫu vi nhựa

STT	Kí hiệu mẫu	Tọa độ (VN2000)		Loại mẫu và vị trí lấy mẫu
		X	Y	
1	NS1-MD	2326418	460471	Mẫu nước sông-hạ lưu sông Mông Dương, khu vực hợp lưu vịnh Bái Tử Long
2	NS2-MD	2329205	460483	Mẫu nước sông-hạ lưu sông Mông Dương, khu vực cảng Mông Dương
3	NS3-DV	2322799	427291	Mẫu nước sông-hạ lưu sông Diễn Vọng, khu vực hợp lưu với vịnh Cửa Lục

Mẫu vi nhựa trong nước sông được thu thập bằng lưới vớt vi sinh vật với kích thước mắt lưới 20 µm, lưới thu mẫu có kích thước 50 cm × 50 cm, được giữ nổi 50 % trên bề mặt bằng phao và dùng thuyền kéo lưới chạy trên mặt nước. Quá trình chạy thuyền có sử dụng lưu tốc kế để đo tốc độ dòng nước. Phương pháp phân tích mẫu vi nhựa trong nước sông được thực hiện theo quy trình của NOAA. Phương pháp này được áp dụng để phân tích các mảnh vụn nhựa (vi nhựa thứ cấp) dưới dạng chất rắn lơ lửng trong các mẫu nước, mẫu nước sau khi loại bỏ hết chất hữu cơ sẽ tới bước phân tách dựa vào tỷ trọng sử dụng NaCl, các mảnh vụn nhựa sẽ nổi lên trên bề mặt dựa vào sự chênh lệch tỷ trọng. Tiến hành lọc bằng rây 100 µm và để khô trong không khí sẽ thu được các mảnh hạt vi nhựa [8].

Mẫu vi nhựa được chụp lại bằng kính hiển vi kĩ thuật số LCD Digital Microscope Terino HDMI-HD 1000X, và sử dụng phần mềm GIMP để xử lý hình ảnh và chuyển qua bước đo kích thước hạt. Đo kích thước bằng phần mềm ImageJ (Fiji) dựa trên phương pháp đường kính Feret. Phần mềm ImageJ được sử dụng để đo mẫu theo đường kính Feret, kết quả thu được bao gồm độ dài đường chéo và diện tích của mẫu.

Thành phần hóa học của các mẫu vi nhựa thu được được xác định bằng phương pháp quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR) sử dụng máy JASCO FTIR Model 4600 với đầu đo ATR.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Mật độ hạt vi nhựa trong mẫu nước

Kết quả phân tích cho thấy mật độ hạt vi nhựa trong khu vực nghiên cứu dao động trong khoảng từ 0,05 hạt/m^3 đến 0,18 hạt/m^3. Mật độ hạt nhựa trung bình trên sông Mông Dương ở mức khoảng 0,12 hạt/m^3, sông Diễn Vọng 0,1 hạt/m^3. Kết quả nghiên cứu này cho thấy mật độ vi nhựa ở khu vực cửa sông ven biển sông Mông Dương, sông Diễn Vọng ở mức độ thấp. Mật độ vi nhựa tại khu vực cửa sông ven biển sông Mông Dương, sông Diễn Vọng chỉ ở mức thể hiện dấu hiệu xuất hiện ô nhiễm vi nhựa trong môi trường nước và cũng phù hợp với nghiên cứu trước đây về mật độ các vi nhựa trong khu vực cửa sông ven biển tại khu vực vùng ven biển (Quảng Ninh và Hải Phòng) [9].

Mặc dù đã có công bố trước đây cho rằng Việt Nam là một trong những quốc gia được liệt kê là thải nhiều nhựa nhất ra đại dương [1], tuy nhiên mật độ xuất hiện vi nhựa tại khu vực cửa sông ven biển sông Mông Dương và khu vực của sông ven biển sông Diễn Vọng cũng chỉ ở mức thể

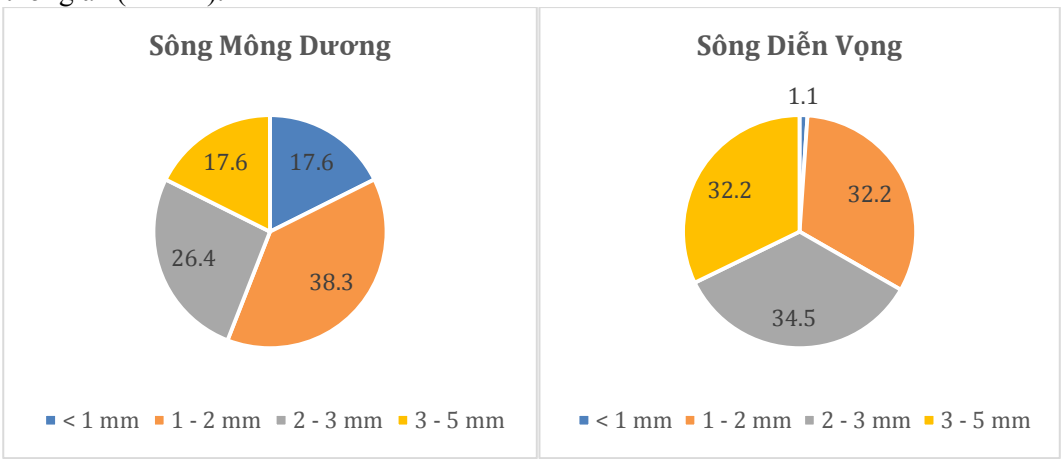
hiện dấu hiệu xuất hiện ô nhiễm vi nhựa và tương đồng với nghiên cứu trước đây [10] và thể hiện rõ xu thế ô nhiễm vi nhựa đo được ở Việt Nam nằm trong khoảng thấp so với mức được đo ở Trung Quốc, Philippines và Indonesia (Bảng 2) [11, 12, 13].

Bảng 2. So sánh mật độ phân bố vi nhựa tại một số vùng cửa sông ven biển

Khu vực nghiên cứu		**Mật độ phân bố**		**Tác giả**
Quốc gia	**Vùng cửa sông, ven biển**	**Giá trị**	**Đơn vị**	
Indonesia	Vùng biển Bắc Surabaya	380-610	hạt/m^3	Cordova, 2019 [12]
Philippines	Vịnh Macajalar	2,95-33,65	g/L	Esquinas, 2020 [13]
Trung Quốc	Cửa sông Yangtze	4.137,3±2.461,5	hạt/m^3	Zhang, 2018 [14]
	Cửa sông Jiaojiang	955,6±848,7		
	Cửa sông Oujiang	680,0±284,6		
Việt Nam	Vùng biển Tiền Giang, Cần Giờ và Bà Rịa - Vũng Tàu	0,04-0,82	hạt/m^3	Strady, 2020 [1]
Việt Nam	Cửa sông Mông Dương, Quảng Ninh	0,05-0,18	hạt/m^3	Nghiên cứu này
	Cửa sông Diễn Vọng, Quảng Ninh	0,1		

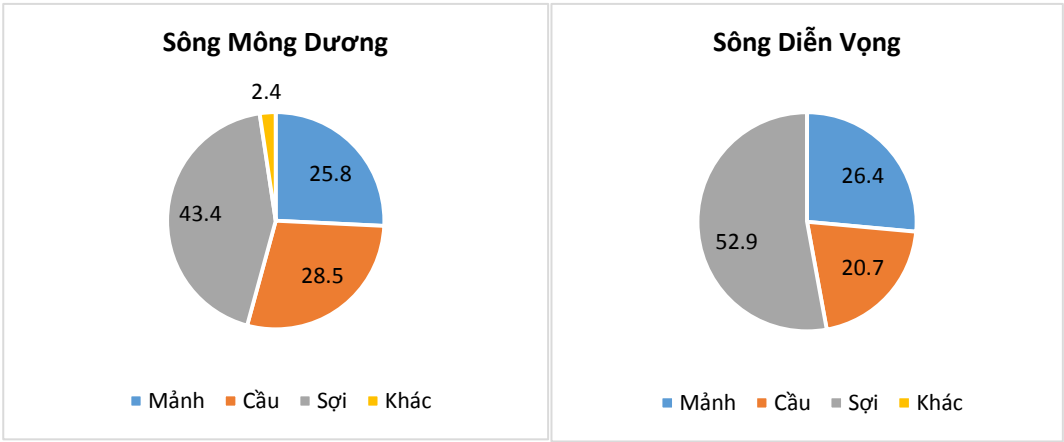
3.2. Kích thước và hình thái hạt vi nhựa trong mẫu nước

Kích thước: Các hạt vi nhựa khu vực nghiên cứu có đường kính (Feret) D50 chủ yếu ở mức 1-2 mm và 2-3 mm. Đối với sông Mông Dương chiếm khoảng 64,7 %, sông Diễn Vọng chiếm khoảng 66,7 % các hạt vi nhựa có kích thước 1-2 mm và 2-3 mm; các hạt có kích thước < 1 mm chiếm tỷ lệ thấp nhất với 17,6 % và 1,1 % lần lượt đối với sông Mông Dương và sông Diễn Vọng. Như vậy có thể cho rằng vi nhựa thứ cấp ở khu vực này vẫn đang tiếp tục trong giai đoạn phân rã thành các hạt vi nhựa nhỏ hơn dưới tác động của bức xạ, tia UV, nước, và các tác động cơ học... theo thời gian (Hình 1).

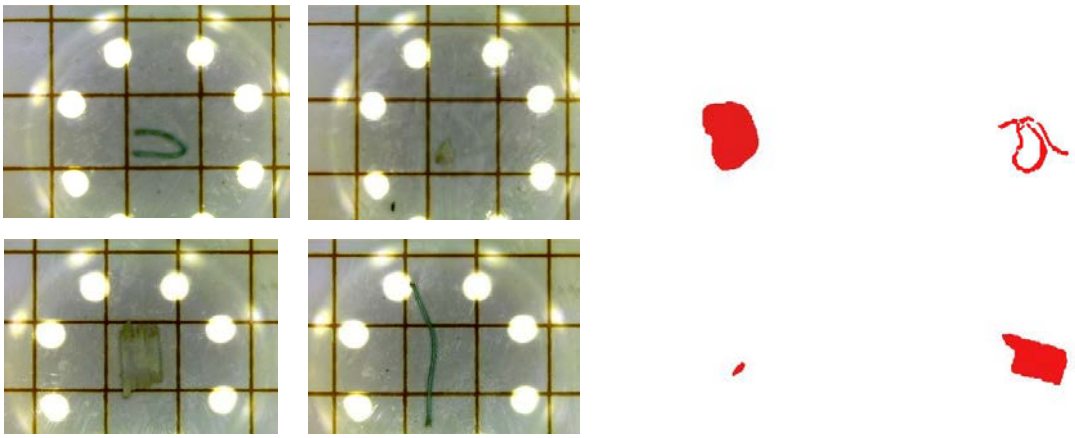


Hình 1. Tỷ lệ các hạt vi nhựa theo đường kính hạt (%)

Hình thái: Các hạt vi nhựa khu vực cửa sông ven biển sông Mông Dương, sông Diễn Vọng có hình thái chủ yếu là mảnh, cầu và sợi. Số lượng hạt vi nhựa có hình dạng cơ bản này chiếm khoảng 97,7 % đối với sông Mông Dương và 100 % đối với sông Diễn Vọng trong tổng số mẫu thu được. Trong đó, dạng sợi chiếm đa số, khoảng 43,4 % trên sông Mông Dương và 52,9 % trên sông Diễn Vọng (Hình 2).



Hình 2. Phân bố hạt vi nhựa theo hình dạng (%)



a b

Hình 3. Một số hình ảnh màu sắc và kích thước vi nhựa khu vực nghiên cứu

a, Ảnh chụp qua kính kính hiển vi kĩ thuật số LCD Digital Microscope

b, Ảnh được xử lý qua phần mềm ImageJ (Fiji)

Dạng sợi chiếm tỷ trọng lớn về hình thái, đặc biệt tại các vị trí mẫu nước vùng cửa sông ven biển cho thấy có thể nguồn gốc của vi nhựa dạng sợi chủ yếu hình thành từ quá trình phân mảnh từ rác thải nhựa của hoạt động nông nghiệp như dây thừng, lưới đánh bắt cá và từ hoạt động công nghiệp như vải công nghiệp, sợi bông công nghiệp, trang trí.

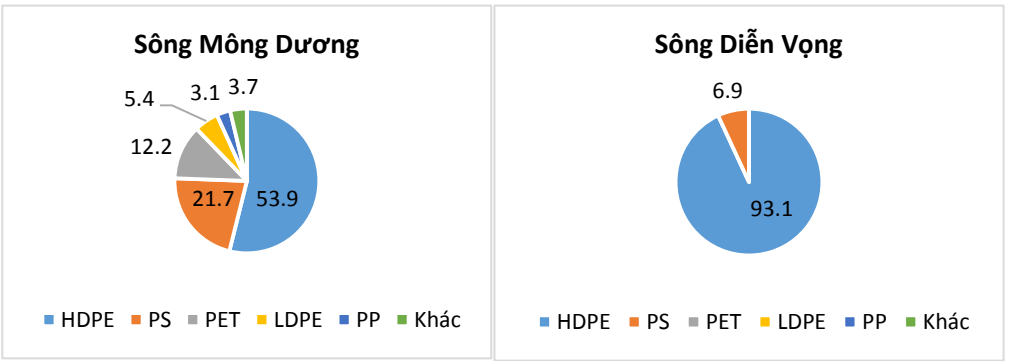
Khu vực nghiên cứu cũng thể hiện số lượng vi nhựa dạng cầu khá cao. Thông thường, nguồn gốc vi nhựa dạng hạt chủ yếu đến từ mảnh vụn của các loại thùng xốp, được sử dụng rộng rãi trong nuôi trồng thủy hải sản trong khu vực.

Như vậy có thể nói, dấu hiệu ô nhiễm vi nhựa khu vực cửa sông ven biển sông Mông Dương chủ yếu đến từ hoạt động liên quan đến đánh bắt cá, nuôi trồng thuỷ sản và dịch vụ kèm theo.

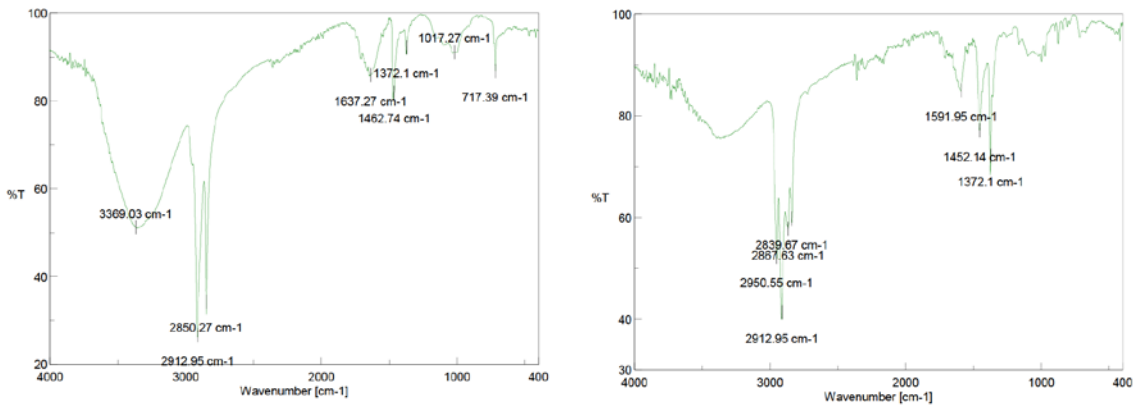
3.3. Phân bố vi nhựa trong mẫu nước theo thành phần nhựa

Thành phần vi nhựa được xác định bằng phương pháp phân tích FTIR với đầu đo ATR. Việc xác định loại nhựa được dựa trên so sánh với các phổ FTIR chuẩn với đầu đo ATR phù hợp với Hướng dẫn giám sát chất thải biển ở các vùng biển châu Âu của Hội đồng châu Âu (EC) [14].

Kết quả phân tích thành phần vi nhựa tại các mẫu thu được trên sông Mông Dương cho thấy thành phần chủ yếu của các mẫu vi nhựa là nhựa HDPE, chiếm khoảng 53,9 % tổng số mẫu, tiếp theo là nhựa PS chiếm trung bình 21,7 %, và nhựa PET chiếm khoảng 12,2 %. Một số loại nhựa khác như LDPE, PP có tỷ lệ thấp hơn. Tương tự, tại mẫu thu được trên sông Diễn Vọng loại nhựa chủ yếu được tìm thấy là HDPE chiếm tới 93,1 %, sau đó là PS chiếm khoảng 6,9 % và chưa phát hiện được sự hiện diện của các loại nhựa khác như PET, LDPE, PP,… (Hình 4).



Hình 4. Phân bố hạt vi nhựa theo hình dạng (%)



a) b)

Hình 5. Một số phổ FT-IR của các mẫu thu được khu vực nghiên cứu

a) Phổ nhựa HDPE; b) Phổ nhựa PP

Nhựa HDPE được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp đóng gói sản phẩm, hàng tiêu dùng và đặc biệt là nhờ độ bền kéo cao, HDPE được sử dụng rộng rãi cho các ứng dụng nông nghiệp, chẳng hạn như dây thừng, lưới đánh cá và thể thao, lưới cũng như các loại vải công nghiệp và trang trí. Nhựa HDPE cũng có thể tái chế nên phù hợp cho mục đích sử dụng nhiều lần.

Nhựa PS cũng là một trong những loại nhựa được sử dụng phổ biến hiện nay do giá thành rẻ, tiện lợi nhưng có thời gian sử dụng ngắn, thải bỏ nhanh với các ứng dụng đa dạng như làm hộp đựng thức ăn, cốc nhựa, dụng cụ ăn uống bằng nhựa sử dụng 1 lần.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã bước đầu đánh giá được hiện trạng ô nhiễm vi nhựa thông qua một số đặc điểm, tính chất vật lý, hoá học của vi nhựa được tìm thấy trong các mẫu nước vùng cửa sông ven biển (sông Mông Dương, sông Diễn Vọng) tỉnh Quảng Ninh:

Mật độ vi nhựa tại khu vực cửa sông ven biển sông Mông Dương và khu vực của sông ven biển sông Diễn Vọng đã thể hiện dấu hiệu xuất hiện ô nhiễm vi nhựa tuy nhiên vẫn nằm trong khoảng thấp. Mật độ hạt vi nhựa trung bình khu vực cửa sông ven biển sông Mông Dương dao động từ 0,05 hạt/m^3 đến 0,18 hạt/m^3. Mật độ hạt vi nhựa trung bình khu vực cửa sông ven biển sông Diễn Vọng khoảng 0,1 hạt/m^3.

Hạt vi nhựa khu vực nghiên cứu có đường kính (Feret) D50 ở mức 1-2 mm và 2-3 mm chiếm ưu thế với khoảng 64,7 % và 66,7 % tại các mẫu thu được lần lượt trên sông Mông Dương, sông Diễn Vọng.

Kết quả phân tích thành phần vi nhựa tại các mẫu trên sông Mông Dương, sông Diễn Vọng cho thấy thành phần chủ yếu là nhựa HDPE và PS. Trong đó HDPE chiếm khoảng 53,9 % và 93,1 %, PS chiếm khoảng 21,7 % và 6,9 % lần lượt trên sông Mông Dương và sông Diễn Vọng. Hình thái hạt vi nhựa trong mẫu nước chủ yếu thuộc dạng sợi chiếm đa số, khoảng 43,4 % và 52,9 % tại các mẫu thu được trên sông Mông Dương và sông Diễn Vọng. Vi nhựa dạng sợi và loại nhựa HDPE chiếm tỷ trọng lớn, cho thấy có thể nguồn gốc của vi nhựa dạng sợi chủ yếu hình thành từ quá trình phân mảnh từ rác thải nhựa của hoạt động nông nghiệp như dây thừng, lưới đánh bắt cá và từ hoạt động công nghiệp như vải công nghiệp, sợi bông công nghiệp, trang trí.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347, 768–771. https://doi.org/10.1126/science.1260352 .
2. United Nations Environment Programme (2018), Addressing Marine Plastics - A Systemic Approach.
3. Thompson, R.C (2016), Plastic debris in the marine environment: consequences and solutions, Mar. Nat. Conserv. Eur, 193, pp.107-115.
4. WHO (2020), Shortage of personal protective equipment endangering health workers worldwide. World Healthy Organization, [Online]. Available: https://www.who.int/news/item/03-03-2020-shortage-of-personal-protective.
5. Anderson, J.C., Park, B.J., Palace, V.P., (2016). Microplastics in aquatic environments: implications for Canadian ecosystems. Environmental Pollution, 218, 269-280.
6. Auta, H.S., Emenike, C.U., Fauziah, S.H., (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment a review of the sources, fate, effects and potential solutions. *Environmental International*, 102, 165-176.

7. Waller, C.L., Griffiths, H. J., Waluda, C.M., Thorpe, S.E., Loaiza, I., Moreno, B., Pacherres, C.O., Hughes, K.A., (2017). Microplastics in the Antartic marine sustem: An emerging area of research. *Science of the Total Environment*, 598, 220-227.

8. Masura, J., et al. 2015. Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)- Technical Memorandum NOS-OR&R-48.

9. Viện Chiến lược, Chính sách Tài nguyên và Môi trường. 2021. Ô nhiễm vi nhựa: Nghiên cứu điển hình tại Việt Nam và kinh nghiệm quốc tế. Nhà xuất bản Giao thông vận tải.

10. Strady, E., Dang, T.H., Dao, T.D., Dinh, H.N., Do, T.T.D., Duong, T.N., Duong, T.T., Hoang, D.A., Kieu-Le, T.C., Le, T.P.Q., Mai, H., Trinh, D.M., Nguyen, Q.H., Tran-Nguyen, Q.A., Tran, Q.V., Truong, T.N.S., Chu, V.H., Vo, V.C., 2020a. Baseline assessment of microplastic concentrations in marine and freshwater environments of a developing Southeast Asian country, Viet Nam. Marine Pollution Bulletin Vol 162, January, 2021. 111870. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111870).

11. Cordova, M.R., Purwiyanto, A.I.S., Suteja, Y., 2019. Abundance and characteristics of microplastics in the northern coastal waters of Surabaya, Indonesia. Marine Pollution Bulletin 142, 183–188.

12. Esquinas, G.G.M.S., Mantala, A.P., Atilano, M.G., Apugan, R.P., Galarpe, V.R.K.R., 2020. Physical characterization of litter and microplastic along the urban coast of Cagayan de Oro in Macajalar Bay, Philippines. Marine Pollution Bulletin 154, 111083. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111083.

13. Zhang, K., Shi, H., Peng, J., Wang, Y., Xiong, X., Wu, C., Lam, P.K.S., 2018. Microplastic pollution in China's inland water systems: A review of findings, methods, characteristics, effects, and management. Science of The Total Environment 630, 1641–1653. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.300.

14. European Commission (EC), 2013, Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas, doi:10.2788/99475.

MICROPLASTIC POLLUTION IN THE WATER ENVIRONMENT IN SOME COASTAL ESTUARIES IN QUANG NINH PROVINCE

Pham Hung Son[1*], Ngo My Linh[1], Ho Ngoc Bao Trung[1], Ngo Tien An[1], Nguyen Huu Huan[1], Tran Thien Cuong[1], Pham Hoang Giang[1], Đỗ Quang Hà[1] Nguyen Trang Nhung[2], Nguyen Xuan Hai[3]

[1]Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Ha Noi

[2]Ha Long Bay Management Board, 166 Le Thanh Tong, Bach Dang, Ha Long, Quang Ninh

[3]Vietnam Environment Administration, Ministry of Natural Resources and Environment 10 Ton That Thuyet, Hanoi

ABSTRACT

Along with socio-economic development, the production and consumption of non-biodegradable plastic products tend to increase rapidly causing pressure on the environment and life on Earth. Under the impact of environmental factors, plastic waste is broken down over time and causes microplastic pollution. A number of studies have shown that Vietnam is considered one of the countries with a large volume of plastic waste discharged into the sea. Microplastic pollution has become a serious environmental problem and poses negative effects on the environment, ecology, and human health. This study investigates the current status of microplastic pollution by examining some physical and chemical properties of microplastics found in water samples collected from coastal estuaries of Mong Duong river and Dien Vong river in Quang Ninh Province. The research results show that the level of microplastic pollution in the study area is still relatively low and the main composition of microplastic samples is HDPE.

Keywords: Microplastics, plastic waste, estuaries, Quang Ninh.

[*] Corresponding author, email address: phamhungson@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0164

XÁC ĐỊNH CÁC CHẤT PYRETHROID TRONG RAU QUẢ Ở XÃ SONG PHƯƠNG (HOÀI ĐỨC, HÀ NỘI) VÀ ĐÁNH GIÁ RỦI RO SỨC KHỎE NGƯỜI TIÊU DÙNG

Trần Thị Huyền Nga[1], Phạm Liên Hoa[1], Hoàng Minh Trang[1], Lê Anh Tuấn[1*], Đỗ Thị Thu Hằng[2], Đỗ Thị Việt Hương[3]

[1]Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

[2]Viện Kiểm nghiệm an toàn vệ sinh thực phẩm Quốc gia, 65 Phạm Thận Duật, Cầu Giấy, Hà Nội

[3]Khoa Hoá học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 19 Lê Thánh Tông, Hoàn Kiếm, Hà Nội

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này đã lựa chọn phương pháp QuEChERS để tách chiết, đánh giá dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật nhóm pyrethroids trong một số loại rau quả tại xã Song Phương (Hoài Đức, Hà Nội) và đánh giá rủi ro của hóa chất này đối với sức khỏe con người. Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp QuEChERS để tách chiết và chuẩn bị mẫu rau có chứa các hợp chất Pyrethroids, bao gồm Cypermethrin (Cyp), Lambda-Cyhalothrin (Cyh), Deltamethrin (Del), Permethrin (Per) và phương pháp GC/MS/MS để xác định các hợp chất Pyrethroids với giới hạn phát hiện chất là 5 ng/mL. Kết quả phân tích đã chỉ ra rằng, rau ở vùng nghiên cứu có dư lượng các chất Cyh, Per, Cyp và Del, 50 % số lượng mẫu có dư lượng Cyh, Per, Cyp và Del vượt giá trị giới hạn tối đa dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong thực phẩm theo Thông tư 50/2016/TT-BYT (MRL). Số lượng mẫu có dư lượng Cyh vượt giá trị MRL là 12/54 mẫu (chiếm 31,48 %), cao nhất là 3653,3275 µg/kg và thấp nhất là 330,7099 µg/kg. Trong khi đó, dư lượng các chất Pyrethroids trong các mẫu rau tại chợ không vượt mức MRL. Chỉ số rủi ro sức khỏe (HR) đối với người tiêu dùng khi sử dụng rau tại các chợ là rất thấp, nhỏ hơn 1. Do vậy, người tiêu dùng sử dụng rau tại các chợ ở xã Song Phương là an toàn.

Từ khóa: Pyrethroid, QuEChERS, rau quả, chỉ số rủi ro sức khỏe.

1. MỞ ĐẦU

Tình trạng lạm dụng các hóa chất bảo vệ thực vật (HCBVTV) trong nông nghiệp tại Việt Nam không còn là vấn đề mới. Đã có nhiều nghiên cứu, khảo sát, đánh giá phân tích chỉ ra rằng trong một số thực phẩm con người tiêu thụ hàng ngày có chứa dư lượng của nhiều loại HCBVTV được sử dụng. Lượng HCBVTV sử dụng trên tất cả các loại cây trồng ở nước ta bình quân 0,2 - 0,24 kg/ha/năm; lượng dùng cho các loại rau thường cao hơn so với các loại quả, củ. Theo báo cáo của Cục Bảo vệ thực vật (BVTV) trong tháng 10/2012, khi phân tích xác định dư lượng HCBVTV trong 50 mẫu rau (xà lách, rau diếp, rau húng và rau mùi) tại TP. Hồ Chí Minh và Hà Nội thì có 29/50 mẫu (58 %) có dư lượng HCBVTV, 20 mẫu (40 %) phát hiện có kim loại nặng. Đối với rau tươi bán trên thị trường có khoảng 6-7 % lượng rau có dư lượng HCBVTV vượt ngưỡng cho phép. Trong hơn 500 mẫu rau quả được kiểm tra có trên 6 % nhiễm HCBVTV bị cấm sử dụng [1]. Do các loại HCBVTV được sử dụng phổ biến trước đây là các nhóm cơ clo, nhóm carbamat độc hại đối với sức khỏe con người và hệ sinh thái môi trường, do vậy xu hướng chuyển đổi sang sử dụng HCBVTV nhóm chất Pyrethroid càng trở nên phổ biến. Pyrethroid tồn lưu ngắn trong môi trường,

*Tác giả liên hệ, địa chỉ email: letuan.fes@hus.edu.vn

hiệu lực cao đối với côn trùng gây hại, ít độc với động vật máu nóng. Pyrethroid đều tan mạnh trong chất béo, gần như không tan trong nước nên chúng có hiệu lực tiếp xúc mạnh hơn hiệu lực vị độc [2]. Đối với các loại rau quả xuất khẩu hay cung cấp cho các cửa hàng rau sạch, thì dư lượng HCBVTV trong các sản phẩm này được kiểm tra nghiêm ngặt; trong khi đó các loại rau quả được bầy bán tại các chợ hay bán ngay tại các ruộng thường không được kiểm tra dư lượng HCBVTV. Một số nghiên cứu đã được tiến hành nhằm xác định hàm lượng HCBVTV trong môi trường cũng như trong thực phẩm. Phương pháp QuEChERs đã được sử dụng để chiết tách các hóa chất BVTV trong các mẫu rau chọn nghiên cứu là phù hợp; các số liệu đánh giá phương pháp đáp ứng với việc xác định các chất ở lượng vết trên rau [3]. Dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật cơ clo trong một số sinh vật vùng triều phía Bắc Việt Nam [4]. Phương pháp LC-MS/MS xác định dư lượng thuốc trừ sâu trong trái cây và rau quả được thực hiện bởi tác giả Anna Stachniuk [5]. Kết quả chỉ ra rằng tỷ lệ mẫu có dư lượng trên mức dư lượng tối đa (MRL) là 15 %, trong khi mẫu có dư lượng dưới MRL là 17 %. Tổng cộng có 13 mẫu chứa nhiều hơn một loại dư lượng HCBVTV. Dư lượng HCBVTV được phát hiện thường xuyên nhất trong các mẫu nho đen (50 %), bông cải xanh (36,4 %), quả mâm xôi (29 %) và nho đỏ (21,8 %). Trong nghiên cứu này chỉ tập trung vào việc xác định dư lượng nhóm Pyrethroid trong một số loại rau quả lấy tại các ruộng trồng và mua ở một số chợ thuộc xã Song Phương (Hoài Đức, Hà Nội) bằng phương pháp chuẩn bị mẫu nhanh QuEChERS kết hợp với GC/MS/MS.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- *Đối tượng nghiên cứu:* Mẫu rau quả được lấy ở xã Song Phương, huyện Hoài Đức, Hà Nội. Các mẫu rau được lấy tại ruộng của 3 chủ hộ - có tên là Chủ hộ 1, Chủ hộ 2, Chủ hộ 3; các mẫu rau lấy tại 3 chợ - có tên Chợ 1, Chợ 2, Chợ 3. Các loại mẫu rau quả đã lấy gồm có cải canh (CC), bắp cải (BC) và đậu đũa (ĐĐ), mẫu được lấy vào tháng 3, tháng 4.

- *Hóa chất:* Chất chuẩn Cypermethrin (Cyp), Lambda-Cyhalothrin (Cyh), Deltamethrin (Del), Permethrin (Per), Acetonitril/1% acid acetic, Magie sunfat khan, Natri acetate ngậm 3 nước, Amin bậc hai (PSA), Carbon graphite (GCB), Cyclohexan và n-Hexan,…

- *Thiết bị:* Sắc ký khí ghép nối hai lần khối phổ (GC/MS/MS) (Agilent, Mỹ). Điều kiện phân tích: Cột DB-5MS, dài 30 m, đường kính trong 0,25 mm, độ dầy lớp phin pha tĩnh 0,25 µm. Chương trình làm việc của cột 50 ^{0}C, 1 phút, 25 ^{0}C/phút, 125 ^{0}C, 30 ^{0}C/phút, 300 ^{0}C. Khí mang Heli, tốc độ khí mang 1 mL/phút. Thể tích tiêm mẫu 1 µL. Nhiệt độ buồng tiêm mẫu 230 ^{0}C. Điều kiện làm việc của khối phổ 2 lần được nêu trong Bảng 1.

Bảng 1. Điều kiện làm việc của khối phổ MS/MS

Tên chất	Ion phân tử (m/z)	Định lượng		Xác nhận	
		Ion (m/z)	CE (eV)	Ion (m/z)	CE (eV)
Cyp	163			91	12
	163	127	2		
Cyh	197			141	12
	197	161	2		
Del	253			93	16
	253	172	2		
Per	183			168	12
	163	163	3		

- *Phương pháp lấy mẫu và bảo quản:* Mẫu được lấy tại các chợ và ngoài đồng ruộng. Mẫu lấy tại ruộng có nhiều luống, mỗi luống rau có chiều dài từ 5-7 m và chiều rộng 1-1,2 m, nên mẫu lấy theo đường ziczac gồm cả mẫu bên rìa luống và giữa luống. Mỗi luống rau lấy từ 5 đến 7 mẫu. Đồng nhất các mẫu rau trong cùng một luống và lấy một mẫu đại diện có khối lượng khoảng 250-300 g. Mẫu sau khi lấy được cho vào túi polyethylene sạch, đóng kín miệng túi; ghi thông tin địa điểm và số thứ tự của mẫu trên nhãn [6]. Khi mang mẫu về phòng thí nghiệm, mỗi mẫu được cắt bỏ phần gốc (nếu có), cắt để giảm chiều dài của mẫu và xay nhuyễn bằng máy. Mẫu sau khi xay đồng đều được cho vào túi polyethylene cỡ nhỏ, đóng kín miệng túi, bảo quản trong tủ đông lạnh ở nhiệt độ -18 ^{o}C.

- *Phương pháp tách chiết và chuẩn bị mẫu:* Trong nghiên cứu áp dụng có cải tiến quy trình tách chiết và chuẩn bị mẫu theo phương pháp QuEChERS đệm acetate (pH=4,8-5,0) [7]. Các bước của quy trình như sau: Cân 15 g mẫu rau tươi đã xay vào ống ly tâm 50 mL; thêm 15 mL dung môi chiết 1 % acid acetic/acetonitril, lắc trong 1 phút, thêm muối chiết $MgSO_4$ và $CH_3COONa.3H_2O$, lắc trong 1 phút; ly tâm ở 6.000 vòng/phút trong 5 phút; hút 1 mL dịch ly tâm (lớp trên) cho vào ống ly tâm 2 mL có chứa sẵn muối chiết phân tán pha rắn (d-SPE), lắc trong 1 phút; ly tâm mẫu 13.000 vòng/phút trong 2 phút; hút 0,5 mL dịch ly tâm vào lọ 2 mL và đem phân tích bằng GC-MS/MS.

- *Đánh giá rủi ro sức khỏe do các HCBVTV gây ra:* Cyh, Per, Cyp và Del là các HCBVTV được sử dụng để diệt trừ sâu hại, có độc tính thấp đối với động vật máu nóng, không gây ung thư, do vậy việc đánh giá rủi ro sức khỏe của các hóa chất này gây ra đối với người tiêu dùng dựa vào chỉ số rủi ro HR. Công thức tính toán HR như sau [8]:

$$HR = \frac{ADI}{RfD} \quad (1)$$

ADI được tính như sau [8,9]:

$$ADI = C \times F \quad (2)$$

Trong đó:

ADI là lượng trung bình tiếp nhận hàng ngày vào cơ thể (mg/kg/ngày).

RfD là liều lượng tham chiếu (mg/kg/ngày).

C là hàm lượng hoạt chất nghiên cứu trong nền mẫu (µg/g, trọng lượng ướt).

F là mức tiêu thụ rau hàng ngày (g/kg/ngày, trọng lượng ướt).

Nếu trong rau có nhiều hơn 1 hoạt chất thì *HR* là tổng các *HR*i thành phần.

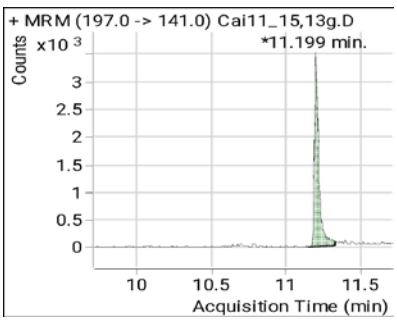
Nếu giá trị HI <1 thì mức độ ảnh hưởng của các chất đến sức khỏe là không đáng kể, nếu HI ≥ 1 thì mức độ ảnh hưởng đến sức khỏe là có thể xảy ra [10].

- Toàn bộ số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm Excel 2013.

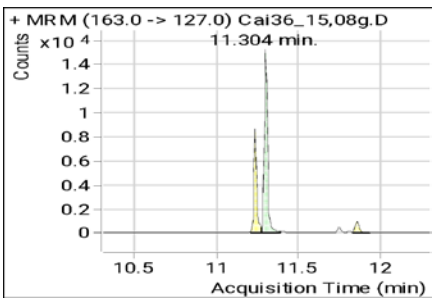
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Dư lượng các HCBVTV pyrethroid trong các mẫu nghiên cứu

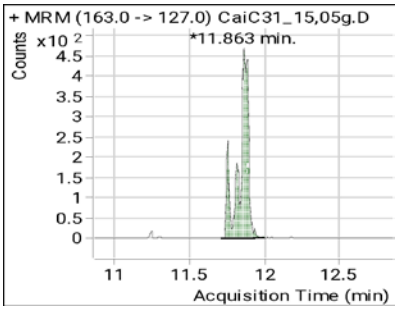
Với điều kiện phân tích Cyh, Per, Cyp và Del trên GC/MS/MS đã chọn, các chất cần xác định tách biệt khỏi nhau, trong đó Cyh có thời gian lưu 11,199 phút, Per là 11,304 phút, Cyp là 11,863 phút và Del là 13,191 phút (Hình 1).



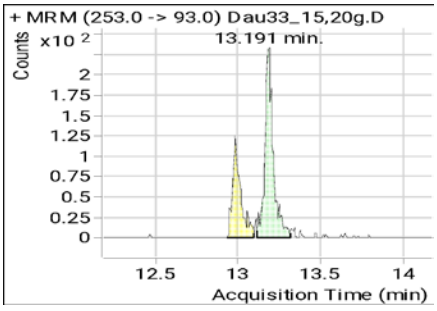
Cyh



Per



Cyp



Del

Hình 1. Sắc phổ đồ MS/MS của các HCBVTV Cyh, Per, Cyp và Del

Các đường chuẩn dùng để xác định Cyh, Per, Cyp và Del được xây dựng trên nền mẫu rau cải để loại trừ các ảnh hưởng từ nền mẫu. Dải nồng độ các chất dùng để xây dựng đường chuẩn từ 20-500 ng/mL, hệ số tương quan tuyến tính của các đường chuẩn đều có giá trị cao hơn 0,99. Giới hạn xác định của phương pháp là 5 µg/kg.

Các mẫu rau quả sau khi được tách chiết và chuẩn bị mẫu theo phương pháp QuEChERS, mẫu được phân tích trên hệ thống GC/MS/MS. Phương pháp xử lý mẫu theo QuEChERS có độ thu hồi chất đạt từ 70-150%. Kết quả phân tích xác định các HCBVTV pyrethroid được nêu trong các Bảng 2, 3 và 4.

Xã Song Phương là vùng sản xuất nông nghiệp nằm ở ngoại thành Hà Nội, sản phẩm nông nghiệp đa dạng, có rau quả, lúa, cây ăn quả và hoa. Ngoài ra còn có các chợ đầu mối lớn về rau và hoa quả. Sản phẩm được đưa đi cung cấp chủ yếu tại huyện Hoài Đức và các chợ trong nội thành Hà Nội. Việc xác định dư lượng các HCBVTV trong các mẫu rau lấy tại các ruộng rau và tại các chợ để xem xét sự khác biệt giữa chất lượng rau chưa thu hoạch và rau bán tại chợ. Từ đó đánh giá rủi ro sức khỏe của các HCBVTV Cyh, Per, Cyp và Del đến người tiêu dùng.

Khi khảo sát thực tế tại những ruộng trồng rau cho thấy, các vỏ chai chứa HCBVTV vứt bỏ tại ruộng chủ yếu thuộc nhóm pyrethroid. Đây là loại có nguồn gốc tự nhiên đang được sử dụng rộng rãi để diệt sâu vì độc tính tương đối thấp và thời gian tồn lưu trong môi trường ngắn, đã được lựa chọn để thay thế cho các loại HCBVTV có độc tính cao trước đây như nhóm cơ clo, nhóm carbamat.

Bảng 2. Dư lượng HCBVTV trong các mẫu rau lấy ở ruộng của các chủ hộ khác nhau

Tên mẫu	Mẫu rau lấy ở ruộng của Chủ hộ 1				Mẫu rau lấy ở ruộng của Chủ hộ 2				Mẫu rau lấy ở ruộng của Chủ hộ 3			
	Dư lượng HCBVTV (µg/kg)				Dư lượng HCBVTV (µg/kg)				Dư lượng HCBVTV (µg/kg)			
	Cyp	Cyh	Del	Per	Cyp	Cyh	Del	Per	Cyp	Cyh	Del	Per
CC 1	178,9295	400,8067	-	-	81,5924	303,5959	-	-	-	-	-	-
CC 2	375,0111	587,3529	-	-	421,1785	756,3234	-	-	37,8868	-	-	-
CC 3	106,1861	330,7099	-	-	367,967	514,813	-	-	-	32,2531	-	-
CC 4	407,5125	641,988	-	-	-	-	-	-	5784,824	-	-	3172,931
CC 5	54,5515	299,3776	-	-	95,5855	223,0139	-	-	-	3434,569	-	-
CC trộn	249,873	464,158	-	-	201,2865	370,3594	-	-	1278,7547	703,4654	-	642,4325
BC 1	-	-	-	-	-	-	-	-	172,4873	212,4843	133,3466	122,2107
BC 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,8068	-	-
BC 3	-	-	-	-	-	-	-	-	20,8711	36,2479	-	-
BC 4	-	-	-	-	-	-	-	-	182,4185	-	-	2544,9162
BC 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BC trộn	-	-	-	-	-	-	-	-	78,5358	59,2137	27,5634	545,4957
ĐĐ 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ĐĐ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ĐĐ 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ĐĐ 4	-	-	-	-	-	30,4609	-	-	2613,349	3653,328	3326,7562	1709,2601
ĐĐ 5	-	-	-	-	-	-	-	-	209,5623	-	-	1936,3511
ĐĐ trộn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	730,6223
	-	-	-	-	-	-	-	-	564,5822	745,6746	670,8542	885,3578

Ghi chú: "-" dưới giới hạn xác định 5 µg/kg.

Các loại rau lựa chọn trong nghiên cứu này thuộc nhóm dễ bị tổn hại bởi các loại sâu ăn lá, dễ dàng bị giảm năng suất và làm giảm hình thức của sản phẩm. Trong thực tế, người nông dân không chỉ sử dụng một hay hai loại thuốc trừ sâu mà còn sử dụng hỗn hợp nhiều loại để tăng hiệu lực diệt sâu bệnh và tăng khoảng thời gian tác dụng của thuốc. Một số hoạt chất thông tin ghi trên vỏ chai được tìm thấy trên ruộng là chlorpyrifos, carbendazim, carbaryl. Đây là những hoạt chất có độc tính trung bình (nhóm II), phổ tác dụng rộng, hiệu lực trừ sâu nhanh. Tại thời điểm lấy mẫu tháng 3, tháng 4 đang là đợt sâu bệnh hại gia tăng, vì vậy sản lượng các loại rau họ cải như cải canh, cải xoong giảm nhiều, nên tần suất sử dụng HCBVTV cũng tăng theo. Điều này giải thích cho nồng độ dư lượng các HCBVTV nhóm Pyrethroid trong các mẫu rau cải tại ruộng cao, nhiều mẫu vượt mức MRL cho phép theo Thông tư 50/2016/TT-BYT [11].

Đối với mẫu rau quả lấy tại ruộng: Tỷ lệ mẫu phát hiện có dư lượng HCBVTV nhóm Pyrethroid trong các mẫu rau là 27/54 mẫu (chiếm 50 %), trong đó 19/54 mẫu vượt giá trị MRL [8] (chiếm 35,19%). Trong ba loại mẫu rau lấy tại ruộng, cải canh và bắp cải là hai loại rau có dư lượng HCBVTV vượt giá trị MRL [11] là nhiều nhất, 17/54 mẫu (chiếm 31,48%). Từ kết quả phân tích nêu ở bảng 2, số mẫu có dư lượng Cyh vượt giá trị MRL của Cyh theo quy định (0,3 mg/kg hay 300 µg/kg [11]) là 12/54 mẫu (chiếm 31,48%), cao nhất là 3653,3275 µg/kg và thấp nhất là 330,7099 µg/kg.

Với mẫu rau lấy tại chợ: Có 6/18 mẫu có dư lượng HCBVTV nhóm Pyrethroid (chiếm 33,33 %), dư lượng HCBVTV nhóm Pyrethroid trong các mẫu này đều nhỏ hơn giá trị MRL [11].

Bảng 3. Dư lượng HCBVTV trong các mẫu rau mua tại các chợ

Tên chợ	Tên mẫu	Dư lượng HCBVTV (µg/kg)			
		Cyp	**Cyh**	**Del**	**Per**
Chợ 1	CC 1	83,5846	204,1581	-	-
	CC 2	-	-	-	-
	BC 1	141,6308	211,3408	28,2235	37,1170
	BC 2	-	-	-	-
	ĐĐ 1	-	-	-	-
	ĐĐ 2	-	-	-	-
Chợ 2	CC 1	-	15,4420	-	-
	CC 2	238,0091	19,0791	-	-
	BC 1	-	-	-	-
	BC 2	-	-	-	-
	ĐĐ 1	-	18,9400	-	-
	ĐĐ 2	-	-	-	-
Chợ 3	CC 1	274,6409	290,6829	-	-
	CC 2	-	-	-	-
	BC 1	-	-	-	-
	BC 2	-	-	-	-
	ĐĐ 1	-	-	-	-
	ĐĐ 2	-	-	-	-

Ghi chú: "-" dưới giới hạn xác định 5 µg/kg.

Theo các kết quả nêu trong Bảng 2 và Bảng 3 cho thấy, dư lượng HCBVTV Cyh, Per, Cyp và Del trong rau trước thu hoạch còn trên đồng ruộng và sau khi thu hoạch bán ở các chợ rất khác nhau. Các mẫu rau lấy tại ruộng có mức dư lượng HCBVTV cao, trên 50 % mẫu vượt mức giới hạn tối đa dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong thực phẩm (MRL) theo Thông tư 50/2016/TT-BYT [11]. Đối với các mẫu rau mua tại các chợ, mức dư lượng HCBVTV đã giảm đáng kể, không có mẫu nào có dư lượng HCBVTV vượt mức MRL theo Thông tư 50/2016/TT-BYT [11].

Kết quả nhận được ở trong nghiên cứu này tương tự kết quả xác định dư lượng HCBVTV ở rau quả khi nghiên cứu ở Hà Nam [12]. Với các kết quả đã nhận được ở hai vùng nghiên cứu có thể thấy người nông dân trồng rau có ý thức trong việc đảm bảo quy định về khoảng thời gian cách ly sau khi phun thuốc và có trách nhiệm trong việc đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm.

3.2. Đánh giá rủi ro sức khoẻ người tiêu dùng

Để tính chỉ số rủi ro đối với sức khỏe người tiêu dùng gây ra bởi HCBVTV nghiên cứu sử dụng công thức 1 và 2. Trong nghiên cứu này giả định trọng lượng cơ thể trung bình của người tiêu dùng Việt Nam là 60 kg, lượng tiêu thụ rau của một người trong ngày khoảng 200 g/ngày [13]. Liều lượng tham chiếu RfD (mg/kg/ngày) của Per là 0,05 của Cyp là 0,01 của Cyh là 0,005 và của Del là 0,01. Theo đó, với hàm lượng dư lượng HCBVTV nhóm Pyrethroid trong các loại rau bán tại các chợ ở xã Song Phương sẽ có mức độ rủi ro sức khỏe đối với người tiêu dùng như nêu trong Bảng 4.

Bảng 4. Chỉ số rủi ro sức khỏe đối với người tiêu dùng khi sử dụng rau mua tại các chợ

Tên chợ	**Tên mẫu**	**HRi**				**HR**
		Cyp	**Cyh**	**Del**	**Per**	
Chợ 1	CC 1	0,056	0,068			**0,124**
	CC 2					
	BC 1	0,094	0,070	0,009	0,002	**0,177**
	BC 2					
	ĐĐ 1					
	ĐĐ 2					
Chợ 2	CC 1		0,005			**0,005**
	CC 2	0,159	0,006			**0,165**
	BC 1					
	BC 2					
	ĐĐ 1		0,006			**0,006**
	ĐĐ 2					
Chợ 3	CC 1	0,183	0,097			**0,280**
	CC 2					
	BC 1					
	BC 2					
	ĐĐ 1					
	ĐĐ 2					

Từ kết quả nêu trong Bảng 3, ở các chợ, rau bị nhiễm Cyh, Per, Cyp và Del chủ yếu là rau cải canh, bắp cải. Tại Bảng 4, chỉ số rủi ro sức khỏe đối với người tiêu dùng khi sử dụng rau tại các chợ, tương ứng với các giá trị HRi và HR đều rất thấp (giá trị HRi và HR thấp hơn nhiều so với 1). Riêng ở Chợ 1, mẫu rau bắp cải có cả 4 HCBVTV Cyh, Per, Cyp và Del, nhưng HR lớn nhất là 0,177 nhưng vẫn thấp hơn nhiều so với 1. Do vậy người tiêu dùng sử dụng rau tại các chợ ở xã Song Phương là an toàn. Trong khi đó rau ở các ruộng chưa thu hoạch hàm lượng HCBVTV khá cao, nếu người dân vùng trồng rau không thực hiện nghiêm quy định về khoảng thời gian cách ly sau khi phun thuốc và sử dụng các loại rau này thì các HCBVTV nghiên cứu sẽ gây rủi ro đối với sức khỏe người tiêu dùng.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu đã lựa chọn phương pháp QuEChERS để tách chiết và chuẩn bị mẫu để xác định dư lượng HCBVTV Cyh, Per, Cyp và Del nhóm Pyrethroids trong các mẫu rau quả lấy tại xã Song Phương (Hoài Đức, Hà Nội). Đã sử dụng phương pháp GC/MS/MS để xác định các chất Cyh, Per, Cyp và Del. Phương pháp có giới hạn phát hiện chất là 5 ng/mL. Các mẫu rau quả được lấy để xác định dư lượng các chất Cyh, Per, Cyp và Del gồm mẫu lấy tại ruộng trồng và mẫu rau quả bán tại các chợ ở xã Song Phương. Rau bị nhiễm Cyh, Per, Cyp và Del trong rau cải canh, bắp cải là chủ yếu. Các mẫu rau quả lấy tại ruộng có hàm lượng dư lượng HCBVTV cao, 50 % mẫu vượt giá trị MRLtheo Thông tư 50/2016/TT-BYT; số mẫu rau quả có dư lượng Cyh vượt giá trị MRL là 12/54 mẫu (chiếm 31,48 %), cao nhất là 3653,32,75 µg/kg và thấp nhất là 330,7099 µg/kg. Đối với các mẫu rau quả lấy tại các chợ, không có mẫu nào có mức dư lượng HCBVTV vượt giá trị MRL. Chỉ số rủi ro sức khỏe (HR) đối với người tiêu dùng khi sử dụng rau tại các chợ đều rất thấp so với 1.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sở Tài nguyên và Môi trường Hà Nam (2013), Thuốc bảo vệ thực vật và những tác động của chúng.
2. Nguyễn Trần Oánh (2007), Giáo trình sử dụng thuốc bảo vệ thực vật, NXB Nông nghiệp Hà Nội.
3. Cao Trung Hiếu, Đỗ Quang Huy (2018), Nghiên cứu tồn dư hóa chất bảo vệ thực vật chlorothalonil và diafenthiuron trên lá cây rau cải, mùng tơi tại xã Vân Nội - H. Đông Anh - TP. Hà Nội: Luận văn ThS. Khoa học Môi trường.
4. Cao Thị Thu Trang, Đỗ Công Thung, Phạm Thị Kha, Lê Văn Nam, Dương Thanh Nghị (2019), Dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật cơ clo trong một số sinh vật vùng triều phía Bắc Việt Nam Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển. Vol. 19 (3), p. 427-433.
5. Anna Stachniuk, Agnieszka Szmagara, Renata Czeczk (2017), Emilia Fornal LC-MS/MS determination of pesticide residues in fruits and vegetables. J Environ Sci Health B. 2017 Jul 3;52(7):446-457.
6. Tiêu chuẩn Quốc gia (2011), Rau tươi phương pháp lấy mẫu trên ruộng sản xuất.
7. Steven J. Lehotay, Kyung Ae Son, Hyeyoung Kwon, Urairat Koesukwiwat, Wusheng Fu, Katerina Mastovska, Eunha Hoh, Natchanun Leepipatpiboon (2010). "Comparison of QuEChERS sample preparation methods for the analysis of pesticide residues in fruits and vegetables". Journal of Chromatography A.
8. Nguyễn Trần Oánh, Nguyễn Văn Viên, Bùi Trọng Thủy (2007), Giáo trình sử dụng thuốc bảo vệ thực vật, Trường ĐH Nông nghiệp Hà Nội.

9. C.P Dougherty, S. Henricks Holtz, J.C. Reinert, L. Panyacosit, D. Axelrad, T.J. Woodruff, Dietary exposures to food contaminants across the United State,Environ. Res.84 (2000).

10. EPA (2017), Human Health Risk Assessment.

11. Bộ Y tế (2016), Thông tư Quy định giới hạn tối đa dư lượng thuốc bảo vệ thực vật trong thực phẩm số 50/2016/TT-BYT.

12. D. T. V., Huong, T. T. H., Nga and D. T. T., Ha (2020), 6th International Conference on Environment and Renewable Energy IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 505 (012052).

13. Viện Dinh dưỡng - https://tuoitre.vn/dang-ngai-bua-an-nguoi-viet953736.htm.

DETERMINATION OF PYRETHROIDS IN VEGETABLES IN SONG PHUONG COMMUNE (HOAI DUC, HANOI) AND ASSESSMENT OF CONSUMERS' HEALTH RISK

Tran Thi Huyen Nga [1], Pham Lien Hoa[1], Hoang Minh Trang[1], Le Anh Tuan[1*], Do Thi Thu Hang[2], Do Thi Viet Huong[3]

[1]Faculty of Environmental sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi

[2]National Institute For Food Control, 65 Pham Than Duat, Cau Giay, Hanoi

[3]Faculty of Chemistry, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 19 Le Thanh Tong, Hoan Kiem, Hanoi

ABSTRACT

This study aimed to assess the residue of pyrethroids in vegetables in Song Phuong (Hoai Duc commune, Hanoi). In this study, the QuEChERS method was applied to extract and prepare vegetable samples containing Pyrethroids compounds, including Cypermethrin (Cyp), Lambda-Cyhalothrin (Cyh), Deltamethrin (Del), and Permethrin (Per). The GC/MS/MS method was used to determine Pyrethroids with detection limit of 5 ng/mL. The analytical results showed that vegetables in the study area contain residues of substances Cyh, Per, Cyp and Del, among that, 50% of samples had residues of Cyh, Per, Cyp and Del exceeding the maximum residue limits of pesticide in food according to Circular 50/2016/TT-BYT (MRL). 12/54 samples (31.48%) contain Cyh residue exceeding the MRL value with the highest being 3653,3275 µg/kg and the lowest being 330.7099 µg/kg. None of the vegetable samples collected from markets had residue levels of Cyh, Per, Cyp and Del exceeding the MRL. The health risk index (HR) for consumers using vegetables from markets is less than 1. Therefore, it is safe for consumers to use vegetables from markets in Song Phuong commune.

Keywords: Pyrethroids, QuEChERS, vegetables, health risk index.

* Corresponding author, email address: letuan.fes@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0165

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH ĐỘ CHE PHỦ THỰC VẬT TỈNH ĐẮK LẮK TỪ DỮ LIỆU ẢNH VỆ TINH LANDSAT 8 OLI

Nguyễn Huy Anh[1*], Nguyễn Thị Ánh Thu[1], Nguyễn Trịnh Minh Anh[2], Phạm Thị Thanh Mai[1]

[1]Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh, 236B Lê Văn Sỹ, Tân Bình, TP. Hồ Chí Minh

[2]Đại học Nông lâm TP. Hồ Chí Minh, Linh Trung, Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Độ che phủ thực vật (Fractional Vegetation Cover - FVC) được hiểu là tỷ lệ diện tích thực vật chiếu xuống trên một đơn vị diện tích. Đắk Lắk là một tỉnh có diện tích lớn thứ 4 của Việt Nam nằm ở trung tâm vùng Tây Nguyên, với độ cao trung bình 400 – 800 m so với mặt nước biển. Tính đến năm 2021, tổng diện tích rừng và đất lâm nghiệp của tỉnh hơn 720.000 ha. Trong đó diện tích đất có rừng là 508.564 ha độ che phủ đạt 39,3 %. Kết quả nghiên cứu sử dụng ảnh Landsat 8 OLI chụp vào 2 thời điểm là 08/10/2018 (đại diện mùa khô) và 16/02/2020 (đại diện mùa mưa). Trên cơ sở chỉ số khác biệt thực vật (NDVI) ứng dụng mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính xác định độ che phủ thực vật. Kết quả cho thấy, độ che phủ thực vật FVC ở tỉnh Đắk Lắk giữa mùa khô và mùa mưa có sự khác biệt rõ ràng. Lớp phủ rừng ở Đắk Lắk chủ yếu là rừng khộp - kiểu rừng đặc trưng với cây họ Dầu lá rộng. Vào mùa khô rừng khộp rụng lá chính vì vậy độ che phủ thực vật (FVC) thấp.

Từ khóa: NDVI, độ che phủ thực vật, ảnh Landsat 8 OLI, khu vực tỉnh Đắk Lắk.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Độ che phủ thực vật (Fractional Vegetation Cover - FVC) được hiểu là tỷ lệ diện tích thực vật (bao gồm lá, cành và thân cây) chiếu xuống trên một đơn vị diện tích [1]. Độ che phủ thực vật FVC là thông số quan trọng thể hiện mức độ che phủ thực vật trên bề mặt Trái đất. FVC có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu môi trường sinh thái như: nghiên cứu quy luật phân bố và các yếu tố ảnh hưởng đến sự phân bố của thảm thực vật trên bề mặt Trái đất, phân tích đánh giá môi trường sinh thái, giám sát sự biến động lớp phủ thực vật một cách chính xác và kịp thời, phân tích xu thế phát triển của thảm thực vật đối với việc bảo vệ cân bằng sinh thái [2]. Đối với đô thị, thảm thực vật là yếu tố quan trọng nhất của hệ thống môi trường sinh thái, có tác dụng to lớn đối với việc bảo vệ môi trường sinh thái đô thị, như là: làm suy giảm một cách hiệu quả "hiệu ứng đảo nhiệt đô thị" và cải thiện vi khí hậu [3].

Hiện nay, hai phương pháp chủ yếu để xác định độ che phủ thực vật là đo đạc ngoài thực địa và phương pháp viễn thám [4]. Đo đạc ngoài thực địa là phương pháp truyền thống bao gồm phương pháp ước lượng bằng mắt, phương pháp lấy mẫu và phương pháp sử dụng các thiết bị đo chuyên dụng với các chế độ đo khác nhau [5]. Ngày nay, công nghệ viễn thám ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong nhiều ngành, nhiều lĩnh vực từ khí tượng, thủy văn, địa chất, môi trường cho đến nông – lâm – ngư nghiệp,… trong đó có theo dõi độ che phủ thực vật với độ chính xác khá cao, từ đó có thể giúp các nhà quản lý có thêm nguồn tư liệu để giám sát mức độ che phủ thực vật.

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: huyanhgis@gmail.com

Trên thế giới, hiện nay chủ yếu sử dụng ba phương pháp cơ bản xác định độ che phủ thực vật từ tư liệu ảnh vệ tinh gồm có mô hình hồi quy, phương pháp chỉ số thực vật (Vegetation Index) và phân tích lẫn phổ tuyến tính đa đối tượng thuần (multi-endmember linearspectral mixture analysis - SMA) [6, 7, 8] ứng dụng mô hình hồi quy tuyến tính trong tính toán FVC thông qua xác định mối quan hệ tuyến tính giữa (Normalized Difference Vegetation Index) NDVI với một hoặc nhiều kênh ảnh phát hiện NDVI và GreenNDVI có mối quan hệ phi tuyến tính với FVC của lúa mạch [9, 10].

Đắk Lắk là một tỉnh có diện tích lớn thứ 4 của Việt Nam nằm ở trung tâm vùng Tây Nguyên, với độ cao trung bình 400 – 800 m so với mặt nước biển, cao nhất là đỉnh núi Chư Yang Sin có độ cao 2.444 m so với mực nước biển, đây cũng chính là đỉnh núi cao nhất ở Đắk Lắk. Ngày nay, do sự gia tăng dân số, sự phát triển của các đô thị, sự tăng trưởng kinh tế - xã hội và một số vấn đề khác đã và đang tác động rất lớn tới rừng, đặc biệt đối với một tỉnh đang có nhiều sự thay đổi lớn về kinh tế cũng như những hoạt động khác trong kinh doanh của tỉnh Đắk Lắk. Tính đến năm 2021 diện tích đất có rừng của tỉnh Đắk Lắk là 508.564 ha, trong đó, rừng tự nhiên 437.734 ha và rừng trồng 70.829 ha. Rừng tự nhiên chủ yếu là rừng gỗ lá rộng thường xanh hoặc nửa rụng là 238.461,6 ha; rừng gỗ lá rộng rụng lá 174.681,0; rừng gỗ lá kim 8.444,9 ha; rừng hỗn giao gỗ - tre nứa 11.451,9 ha; rừng tre nứa 3.953,1 ha. Rừng trồng gồm tập đoàn cây chính là: Sao xanh, Bạch đàn, Tếch, Keo lai giâm hom, Keo tai tượng,.... Tình trạng phá rừng khiến diện tích rừng tại đây suy giảm, dẫn đến nguy cơ xảy ra trượt lở, xói mòn đất ở Đắk Lắk. Địa hình tỉnh Đắk Lắk mang đặc trưng chung của địa hình vùng cao nguyên, có sự xen kẽ giữa các địa hình thung lũng, cao nguyên, núi cao và núi cao trung bình, địa hình có hướng thấp dần từ Đông Nam sang Tây Bắc và được chia làm 4 loại đặc trưng cơ bản sau: (1) Địa hình vùng núi bao gồm vùng núi cao Chư Yang Sin và vùng trunh bình, thấp Chư Dơ Jiu; (2) Địa hình cao nguyên bao gồm cao nguyên Buôn Ma Thuột và cao nguyên M'Drắk; (3) Địa hình bán bình nguyên Ea Súp và (4) địa hình bằng trũng Krông Pắc - Lắk. Khí hậu toàn tỉnh được chia thành hai tiểu vùng [11].

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

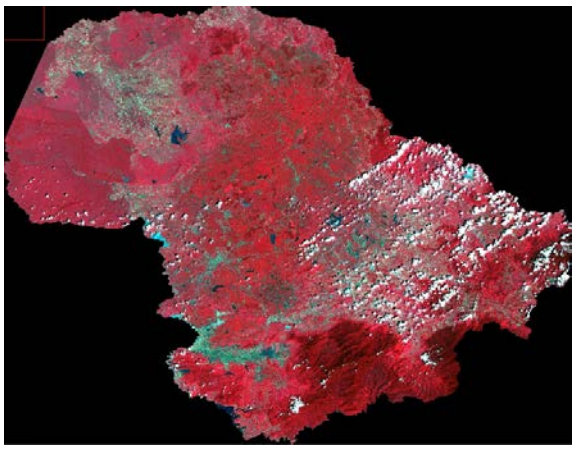
2.1. Dữ liệu

Nghiên cứu sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI, độ phân giải 30 m lấy được từ trang web của Hội Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ, độ che phủ mây là 5,64 % và 4,59 %. Ảnh được chụp vào thời gian ngày 08/10/2018 (đại diện cho mùa mưa) và ngày 16/02/2020 (đại diện cho mùa khô).

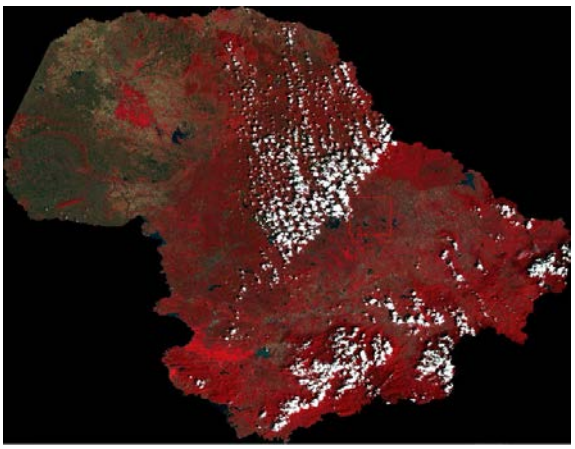
Bảng 1. Thông tin ảnh Landsat 8 OLI

TT	Thông tin ảnh	Ngày chụp	Tỷ lệ mây che,%
1	LC08_L1TP_124051_20181008_20181029_01_T1	08/10/2018	5,64
2	LC08_L1TP_124051_20200216_20200225_01_T1	16/02/2020	4,59

Ảnh đã được chuẩn định dạng với hệ quy chiếu WGS 1984 UTM, Zone 48 North ở mức L1T (đã qua hiệu chỉnh bức xạ do ảnh hưởng của sai số hệ thống và hiệu chỉnh hình học) (Hình 1 và Hình 2). Do trong quá trình tải ảnh chỉ tìm thấy được hai ảnh trên thích hợp nhất với đề tài, đảm bảo kết quả giải đoán và có thời gian cách nhau gần nhất giữa các năm. Để đảm bảo kết quả giải đoán ảnh trong nghiên cứu này tác giả chọn những ảnh có tỷ lệ bóng mây che phủ không quá 10%, điều này cũng tương đồng với một số nghiên cứu khác [12].



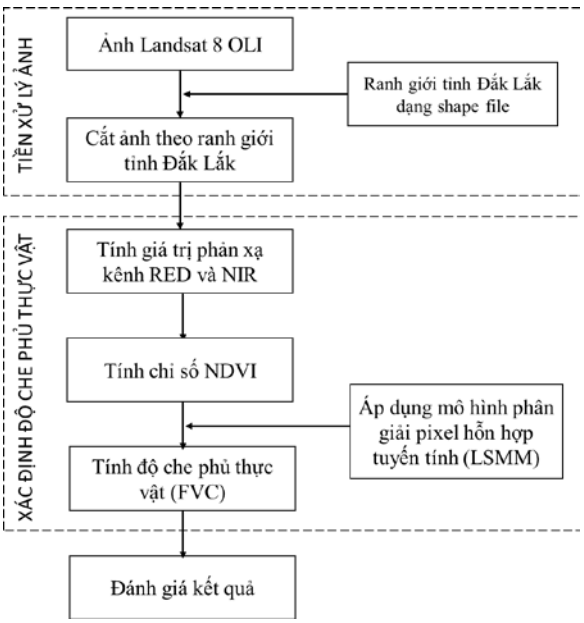
Hình 1. Ảnh Landsat 8 ngày 08/10/2018



Hình 2. Ảnh Landsat 8 ngày 16/02/2020

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Các bước thực hiện nghiên cứu



Hình 3. Sơ đồ các bước thực hiện nghiên cứu

Các bước thực hiện:

Tiền xử lý ảnh: Ảnh Landsat sau khi được tải từ trang web của Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ [14], sử dụng phần mềm ENVI 5.2 (phiên bản dùng thử) để cắt ranh giới tỉnh Đắk Lắk.

Xác định độ che phủ thực vật: Sau khi thực hiện các bước tiền xử lý ảnh nghiên cứu thực hiện các bước xác định độ che phủ thực vật. Tại đây, thực hiện các bước như: tính giá trị phản xạ các kênh đỏ (RED), cận hồng ngoại (NIR); tính chỉ số khác biệt thực vật (NDVI); áp dụng mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính (LSMM) tính độ che phủ thực vật (FVC). Việc tính toán các chỉ

số và biên tập các bản đồ kết quả được sử dụng phần mềm xử lý ảnh vệ tinh ENVI 5.2 (phiên bản dùng thử) và phần mềm ArcGIS 10.2 (phiên bản dùng thử).

2.2.2. Xác định độ che phủ thực vật

Mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính (Linear Spectral Mixture Model - LSMM), tổng quát do Van (1999) đề xuất được thể hiện bởi công thức (1), tại Việt Nam tác giả Hoàng Anh Huy (2016) cũng đã áp dụng mô hình này khi nghiên cứu độ che phủ thực vật tại khu vực Hà Nội [8]:

$$R_k = \sum_{i=1}^{n} f_i r_{i,k} + e_k \quad (1)$$

Trong đó, R_k là giá trị phản xạ phổ của kênh *k*.

n số lượng các đối tượng thuần trong pixel hỗn hợp.

f_i là tỷ lệ của đối tượng thuần i trong một pixel hỗn hợp.

$r_{i,k}$ là giá trị phản xạ phổ của đối tượng thuần i tại kênh k trong pixel hỗn hợp.

e_k là phần dư khớp.

$$\sum_{i=1}^{n} f_i = 1 \quad (2)$$

Theo các nghiên cứu của Lu và Weng, Hoàng Anh Huy (2016) thì tỷ lệ của các đối tượng thuần mô hình tại kênh *k*. Các đối tượng thuần trong pixel hỗn hợp thỏa mãn điều kiện: trong pixel hỗn hợp có thể được xác định bằng phương pháp số bình phương nhỏ nhất có thể tính được, trong đó tỷ lệ của thực vật, trong pixel hỗn hợp chính là độ che phủ thực vật [8]. Tỷ lệ về diện tích của các đối tượng thuần (nước, thực vật hoặc thổ nhưỡng) trên diện tích của một pixel được coi là trọng số. Trong đó, tỷ lệ phần trăm của phần thực vật bao phủ trong một pixel chính là độ che phủ thực vật của pixel đó [8].

Khi đó, mối quan hệ giữa độ che phủ thực vật và chỉ số thực vật NDVI, được xác định bởi mô hình hồi quy tuyến tính:

$$NDVI = fx\ NDVI_v + (1 - f)x\ NDVI_s \quad (3)$$

Độ che phủ thực vật được xác định theo công thức:

$$f = \frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \quad (4)$$

Trong đó: f là tỷ lệ thực vật trong một pixel hỗn hợp, chính là độ che phủ thực vật, NDVI là NDVI của pixel hỗn hợp và được xác định bởi công thức (5), $NDVI_s$ là NDVI của thổ nhưỡng, $NDVI_v$ là NDVI của thực vật tương ứng.

$$NDVI = \frac{P_{NIR} - P_{RED}}{P_{NIR} + P_{RED}} \quad (5)$$

Trong đó, P_{NIR} , P_{RED} lần lượt là giá trị phản xạ phổ kênh cận hồng ngoại và kênh đỏ.

Việc xác định $NDVI_v$ và $NDVI_s$ rất phức tạp vì chúng chịu ảnh hưởng của các loại thổ nhưỡng, loại thực vật khác nhau, hàm lượng chất diệp lục và các yếu tố khác. Thừa kế kết quả nghiên cứu của tác giả Hoàng Anh Huy (2016), trong nghiên cứu này, $NDVI_v$ và $NDVI_s$ cũng được xác định bằng việc sử dụng kết quả nghiên cứu của Sobrino (2008) [15, 16, 8]. Theo đó, nếu NDVI > 0,5 thì pixel đó được coi là hoàn toàn bao phủ bởi thực vật (đối tượng thuần thực vật), độ

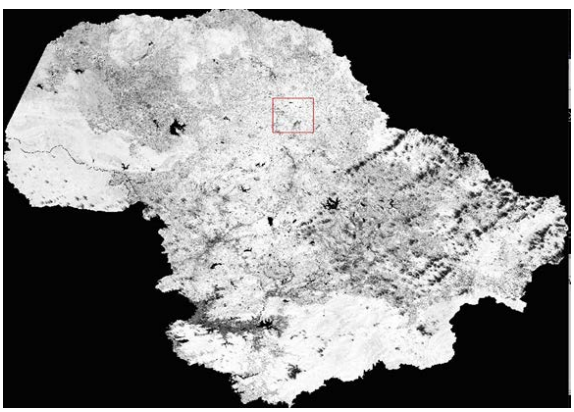
che phủ thực vật = 1. Nếu NDVI ≤ 0,2 thì pixel đó được coi là hoàn toàn bao phủ bởi thổ nhưỡng (đối tượng thuần thổ nhưỡng), độ che phủ thực vật = 0. Nếu 0,2 < NDVI ≤ 0,5 thì độ che phủ thực vật được xác định theo công thức (4) [8].

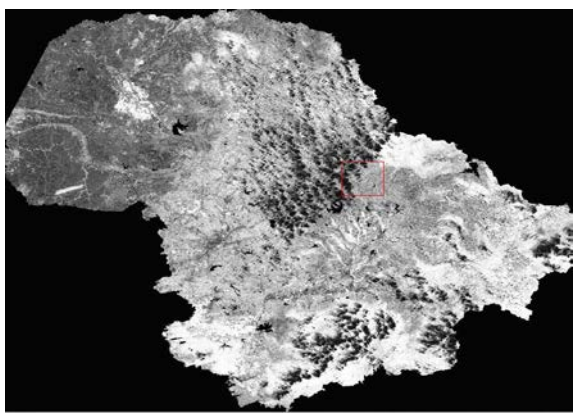
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

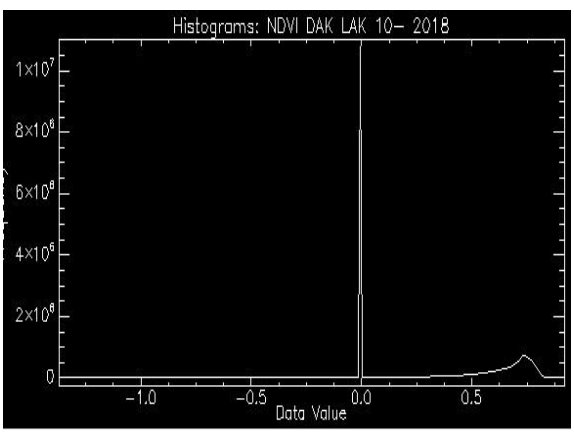
3.1. Chỉ số khác biệt thực vật (NDVI)

Chỉ số khác biệt thực vật (NDVI) xác định được cho khu vực tỉnh Đắk Lắk sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI chụp ngày 08 tháng 10 năm 2018 và ngày 16 tháng 02 năm 2020 được thể hiện trong Hình 4 và Hình 5. Sự phân bố và bảng tổng hợp kết quả NDVI được thể hiện trong Bảng 3 và biểu đồ phân phối xác suất (Hình 4 và Hình 5).

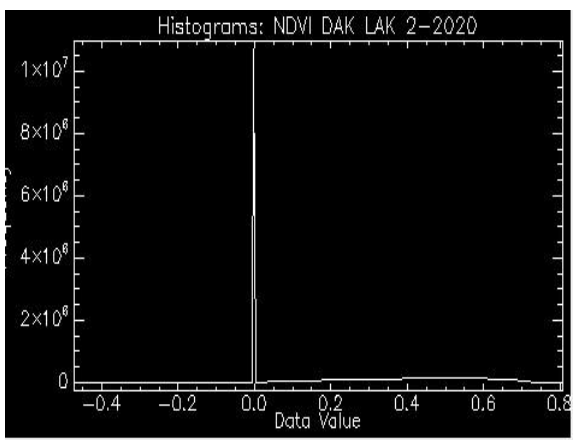
Giá trị NDVI nhỏ nhất và lớn nhất tương ứng là: -1,30 và 0,91. Biểu đồ tần suất cho thấy, pixel có giá trị NDVI ≤ 0,0 có diện tích 84,87 km^2 (chiếm 0,65 %) chủ yếu là thủy hệ; pixel có giá trị 0,0 < NDVI ≤ 0,2 có diện tích 388,37 km^2 (chiếm 2,95 %) được coi là đất trống; pixel 0,2 < NDVI ≤ 0,5 có diện tích 3383,04 km^2 (chiếm 25,72 %) được coi là pixel hỗn hợp và NDVI > 0,5 chiếm tới 9295,72 km^2 (chiếm 70,68 %) chủ yếu là thực vật. Như vậy, có thể thấy pixel chứa đối tượng thuần rất nhiều (74,28 %) và phần còn lại là pixel hỗn hợp gồm nhiều đối tượng khác nhau rất ít (chỉ chiếm 25,72 %).







Hình 4. Chỉ số NDVI năm 2018



Hình 5. Chỉ số NDVI năm 2020

Bảng 3. Thống kê kết quả tính toán NDVI

NDVI	Ngày 08/10/2018		Ngày 12/6/2020	
	Diện tích, km²	***Tỷ lệ, %***	***Diện tích, km²***	***Tỷ lệ, %***
Min = -1,30	0,0027	0,0001	0,0009	0,0001
Max = 0,91	0,0027	0,0001	0,0009	0,0001
NDVI ≤0,0	84,87	0,65	122,41	0,93
0,0 < NDVI ≤ 0,2	388,37	2,95	4621,14	35,14
0,2 < NDVI ≤ 0,5	3383,04	25,72	8391,02	63,80
NDVI > 0,5	9295,72	70,68	17,43	0,13

3.2. Độ che phủ thực vật

Kết quả xác định độ che phủ thực vật khu vực tỉnh Đắk Lắk vào mùa mưa (10/2018) và mùa khô tháng (02/2020) trên cơ sở ứng dụng mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính được thể hiện trong Hình 6 và Bảng 4, Hình 7 và Bảng 5.

Vào mùa mưa (10/2018), lượng mưa của tỉnh Đắk Lắk chiếm từ 80 - 90 % lượng mưa hằng năm và độ ẩm lên đến 82,9 - 84,6 %, nên thực vật ở đây phát triển tốt và rậm rạp tạo nên độ che phủ thực vật FVC cao. Đặc biệt là hành lang biên giới ở phía Tây của tỉnh như: huyện Buôn Đôn (FVC chiếm tương đương 80 - 90 %), huyện Ea Súp và huyện Ea H'leo (FVC tương đương 70 - 80 %). Kết quả tính toán cho thấy diện tích có độ che phủ thực vật (FVC) dưới 10 % chiếm ít nhất chỉ 39,90 km^2 trên tổng diện tích khu vực nghiên cứu 13.152 km^2 (đạt 0,30 %), FVC có giá trị 10 - 40% chiếm 9,22 %. Một số khu vực có độ che phủ lớn từ 60 - 80 % có diện tích 6.700,39 km^2 (chiếm 48 %). Khu vực có độ che phủ dày đặc từ 80 - 90 % có diện tích 2.310,12 (chiếm 17,56 %).

Bảng 4. Thống kê độ che phủ thực vật tỉnh Đắk Lắk vào mùa mưa

FVC, %	Diện tích, km^2	Tỷ lệ, %	Diện tích tích lũy, km^2	Tỷ lệ tích lũy, %
0 - 10	39,90	0,30	39,90	0,30
10 - 20	114,24	0,87	154,14	1,17
20 - 30	360,19	2,74	514,33	3,91
30 - 40	737,89	5,61	1.252,21	9,52
40 - 50	1.088,15	8,27	2.340,36	17,79
50 - 60	1.801,13	13,69	4.141,49	31,49
60 -70	2.709,24	20,60	6.850,73	52,09
70 - 80	3.991,15	30,35	10.841,88	82,44
80 - 100	2.310,12	17,56	13.152,00	100,0
Tổng	13152,00	100,0	39,90	100,0

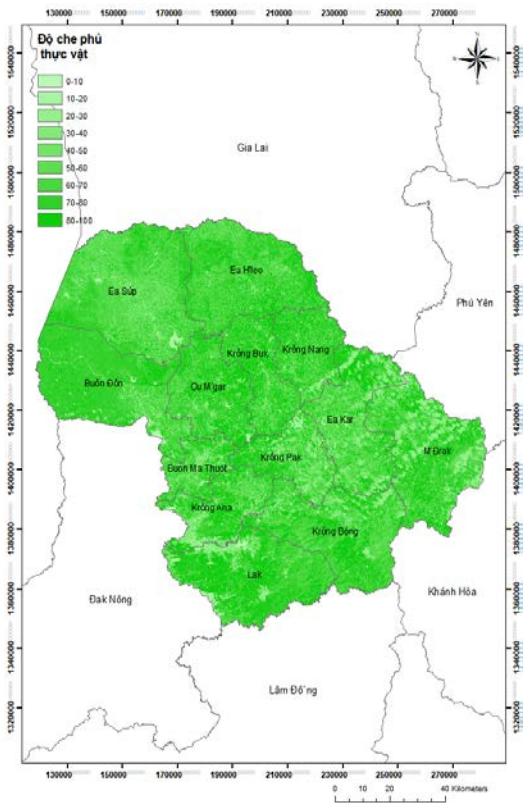
Vào mùa khô (ảnh đại diện 02/2020) tại Đắk Lắk vùng có có độ che phủ thực vật (FVC) dưới 15 % có diện tích 2.910,83 km^2 (chiếm 22,13 %), vùng có độ che phủ từ 15 - 40 % chiếm đến 60,81 % tổng diện tích. Tổng diện tích thảm thực vật có độ che phủ dưới 50 % là 11.924,81 km^2 (chiếm 90,67 %). Một số khu vực có độ che phủ lớn từ 60 - 80 % có diện tích 394,87 km^2 (chiếm 3,0 %). Khu vực có độ che phủ dày đặc từ 80 - 90 % chỉ có 124,37 km^2 (chiếm 0,95 %).

Trái ngược với mùa mưa thì vào mùa khô lượng mưa chỉ chiếm 10 - 20 % lượng mưa hằng năm và độ ẩm thấp nhất 73,5 - 74,7 %, hầu như là các huyện không có mưa, nên lượng nước thực

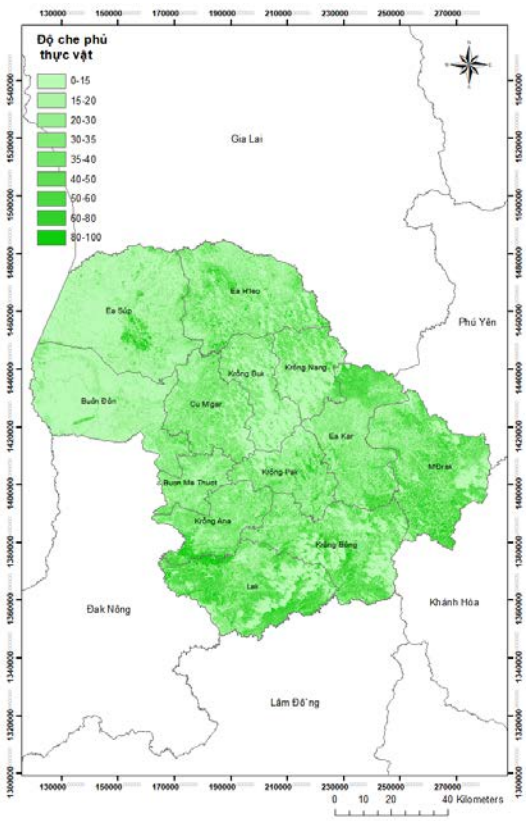
vật hấp thụ cạn kiệt, rụng lá dẫn đến độ che phủ thực rất thấp, đây cũng là đặc điểm của kiểu rừng khộp (chủ yếu là cây họ Dầu lá rộng). Nếu như các huyện Buôn Đôn, Ea Súp, Ea H'leo vào mùa mưa có độ che phủ thực vật cao thì vào mùa khô độ che phủ thực vật lại thấp nhất (tương đương 10 - 30 %).

Bảng 5. Thống kê độ che phủ thực vật tỉnh Đắk Lắk vào mùa khô

FVC, %	Diện tích, km^2	Tỷ lệ, %	Diện tích tích lũy, km^2	Tỷ lệ tích lũy, %
0-15	2.910,83	22,13	2.910,83	22,13
15-20	2.533,63	19,26	5.444,46	41,39
20-30	2.164,75	16,46	7.609,20	57,85
30-35	1.864,51	14,18	9.473,72	72,03
35-40	1.434,91	0,91	10.908,63	82,94
40-50	1016,18	7,73	11.924,81	90,67
50-60	707,95	5,38	12.632,76	96,05
60-80	394,87	3,00	13.027,63	99,05
80-100	124,37	0,95	13.152,00	100,0
Tổng	13.152,00	100,00	2910,83	100,0



Hình 6. Độ che phủ thực vật khu vực tỉnh Đắk Lắk mùa mưa (10/2018)



Hình 7. Độ che phủ thực vật khu vực tỉnh Đắk Lắk mùa khô (02/2020)

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu sử dụng ảnh ở 2 thời điểm là đại diện mùa mưa (10/2018) và đại diện mùa khô (02/2020), kết quả cho thấy độ che phủ thực vật (FVC) ở tỉnh Đắk Lắk có sự khác biệt rõ ràng. Do đặc lớp phủ rừng ở Đắk Lắk chủ yếu là rừng khộp - kiểu rừng đặc trưng với cây họ Dầu lá rộng. Vào mùa mưa, độ che phủ thực vật tại Đắk Lắk cao, diện tích những khu vực có độ che phủ trên 50 % có diện tích 10.810,6 km^2 chiếm 82,2 % tổng diện tích tự nhiên. Vào mùa khô rừng khộp rụng lá chính vì vậy độ che phủ thực vật thấp, diện tích khu vực có độ che phủ thực vật trên 50 % có diện tích 1.227 km^2, chiếm 9,3 % tổng diện tích tự nhiên.

Qua việc sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI để xác định giá trị FVC bằng mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính đã xử lý được các pixel hỗn hợp để xác định độ che phủ thực vật. Ngoài ra, việc ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI giúp xác định độ che phủ thực vật trên không gian rộng một cách nhanh chóng, hiệu quả và đặc biệt là tiết kiệm chi phí hơn so với các phương pháp khác như điều tra, đo đạc ngoài thực địa. Tuy nhiên, nghiên cứu này vẫn còn một số hạn chế cần tiếp tục cải thiện trong các nghiên cứu sau, bao gồm: độ phân giải không gian của ảnh Landsat 8 thấp, để tăng độ chính xác cần sử dụng các loại ảnh vệ tinh có độ phân giải cao hơn; cần lựa chọn các ảnh vệ tinh có độ che phủ mây thấp hoặc các phương pháp xử lý ảnh hưởng của mây đến độ che phủ thực vật; nên lựa chọn ảnh trong cùng một năm để hạn chế ảnh hưởng của biến động diện tích rừng trong điều kiện thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Zhao Yingshi (2003). Remote Sensing Applications, Principles and Methods, Beijing: Science Press.
2. He Yunling, Zhang Yiping (2004). "Studies on Interaction between Urban Eco-environment and Urban Afforestation". *Plateau Meteorology*, 23 (3): 297 - 304.
3. Shen Taoyuan (2004). "Study on the Relationship between the Intensity Distribution of Heat Island and Vegetation Cover in Urumqi Using Remote Sense Data". *Bimonthly Xinjiang Meteorology*, 27 (1): 282-300.
4. Roberts D. A., Smith M. O., and Adams J. B. (1993). "Green vegetation, non-photosynthetic vegetation and soils in AVIRIS data", *Remote Sens. Environ.* 44: 255-269.
5. Van der Meer, F. (1999). "Image classification through spectral unmixing". *In: Spatial Statistics for Remote Sensing*, Stein, A., Van der Meer, F. & Gorte, B. (Eds.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 185-193.
6. M.A. Theseira, G. Thomas, C.A.D. Sannier (2002). "An evaluation of spectral mixture modeling applied to a semi-arid environment", *International Journal of Remote Sensing*, 23: 687-700.
7. Lu, D. and Weng, Q. (2004). "Spectral mixture analysis of the urban landscape in Indianapolis city with Landsat ETM+ Imagery", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 70,1053-1062.
8. Hoàng Anh Huy (2016). "Ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI xác định độ che phủ thực vật khu vực nội thành Hà Nội", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*. Tập 32. Số 3S, 101-108.
9. Gitelson A.A., Kaufman Y.J., Stark R., et al. (2002). "Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction". *Remote Sensing of Environment* (80):76-87.

10. Choudhury, B.J., Ahmed, N.U., Idso, S.B., et al. (1994). "Relations between evaporation coefficients and vegetation indices studied by model simulations". *Remote Sensing of Environment*, 50: 1-17.

11. UBND tỉnh Đắk Lắk (2021). Báo cáo đề án phát triển rừng nguyên liệu gắn với phát triển công nghiệp chế biến lâm sản của tỉnh Đắk Lắk đến năm 2030.

12. Phạm Văn Chiến, Vũ Văn Giang, Lê Vũ Việt Phong, Trần Anh Phương (2019). "Phương pháp xử lý mây và bóng mây theo thời gian cho ảnh Landsat 5/8 trên nền Google Earth Engine". *Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường*, số 67 (12/2019).

13. Mishra N., Haque, M., Leigh, L. et al. (2014). "Radiometric Cross Calibrationof Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Landsat 7 Enhanced ThematicMapper Plus (ETM+)". Remote Sensing 6.12: 12619-12638.

14. Cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ, http://earthexplorer.usgs.gov.

15. Sobrino J.A., Jiménez-Muñoz J.C., Paolini L. (2004). "Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5", *Remote Sensing of Environment*, 90, 434-440.

16. Sobrino J.A., Jiménez-Muñoz J.C., Sòria G., et al (2008). "Land Surface Emissivity Retrieval From Different VNIR and TIR sensors", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46, 2, 316-326.

ESTIMATION OF FRACTIONAL VEGETATION COVER IN DAK LAK PROVINCE USING LANDSAT 8 OLI SATELLITE IMAGES

Nguyen Huy Anh[1*], Nguyen Thi Anh Thu[1], Nguyen Trinh Minh Anh[2], Pham Thi Thanh Mai[1]

[1]Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment,
236B Le Van Sy, Tan Binh, Ho Chi Minh City

[2]Nong Lam University - Ho Chi Minh City, Linh Trung, Thu Duc, Ho Chi Minh City

ABSTRACT

The proportion of plant canopy in a given ground area in vertical projection is known as fractional vegetation cover (FVC). With an average altitude of 400 - 800 meters above sea level, Dak Lak is Vietnam's fourth biggest province, located in the heart of the Central Highlands. The province's overall forest and forestry land areas are more than 720,000 hectares as of 2021. There are more than 526,000 acres of forest accounting for more than 39.3 % of the total provincial land area. In this study, Landsat 8 OLI images taken on October 8, 2018 (rainy season) and February 2020 (dry season) were used. The linear spectral mixture model (LSMM) was applied to estimate the FVC. The study results showed that the fractional vegetation cover in Dak Lak province differs significantly between the dry season and the wet season. The predominant kind of forest in Dak Lak is dipterocarp forest - a typical forest type with broadleaf Dipterocarpaceae. The dipterocarp forest loses its leaves during the dry season resulting in a low fractional vegetation cover.

Keywords: NDVI, FVC, Landsat 8 OLI image, Dak Lak province.

* Corresponding author, email address: huyanhgis@gmail.com

Doi: 10.15625/vap.2022.0166

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VẬT LIỆU THAN SINH HỌC VỎ TRẤU GẮN KẾT CÁC NANO Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO VÀ Fe_3O_4@ZnO@GRAPHEN, ỨNG DỤNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI GIẤY VÀ NƯỚC THẢI DỆT NHUỘM

Văn Hữu Tập[1*], Nguyễn Thu Hường[1], Nguyễn Thị Bích Liên[1], Đặng Văn Thành[2], Phạm Hoài Linh[3], Nguyễn Văn Đăng[1], Lương Thị Quỳnh Nga[2], Vũ Thị Mai[4]

[1]Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên, Tân Thịnh, thành phố Thái Nguyên, Thái Nguyên

[2]Trường Đại học Y Dược, Đại học Thái Nguyên, 284 Lương Ngọc Quyến, Quang Trung, thành phố Thái Nguyên, Thái Nguyên

[3]Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

[4]Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, 41A Phú Diễn, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, than sinh học (THT) vỏ trấu gắn kết các nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen đã được tổng hợp bằng phương pháp tẩm ướt. Sau đó, các vật liệu tạo thành được sử dụng để xử lý các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm. Các thí nghiệm đã được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của tỉ lệ gắn kết nano với THT vỏ trấu và pH dung dịch đến khả năng hấp phụ các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm của Fe_3O_4/THT vỏ trấu, Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu và Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu. Kết quả cho thấy dung lượng hấp phụ, hiệu suất hấp phụ COD và hiệu suất hấp phụ màu nước thải giấy đạt tương ứng là 161 mg/g, 50 %, 36 % (THT vỏ trấu); 171 mg/g, 53 %, 42 % (Fe_3O_4/THT vỏ trấu); 181 mg/g, 56 %, 54 % (Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu); và 199 mg/g, 62 %, 67 % (Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu). Đồng thời, dung lượng hấp phụ, hiệu suất hấp phụ COD và hiệu suất hấp phụ màu nước thải dệt nhuộm đạt được là 63 mg/g, 23 %, 22 % (THT vỏ trấu); 79 mg/g, 28 %, 33 % (Fe_3O_4/THT vỏ trấu); 86 mg/g, 31 %, 38 % (Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu), và 90 mg/g, 32 %, 44 % (Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu). Các điều kiện tối ưu cho quá trình hấp phụ đạt được ở tỉ lệ gắn kết nano 20 %, pH dung dịch là 7 đối với hấp phụ nước thải giấy và 6 đối với nước thải dệt nhuộm.

Từ khóa: Hấp phụ, nano, nước thải giấy, nước thải dệt nhuộm, than sinh học vỏ trấu.

1. MỞ ĐẦU

Một trong những vấn đề đặt ra cho các nước đang phát triển trong đó có Việt Nam là cải thiện môi trường ô nhiễm từ các chất độc hại do nền công nghiệp gây ra. Điển hình như các chế biến cao su, hóa chất, công nghiệp thực phẩm, thuốc bảo vệ thực vật, y dược, luyện kim, mạ, giấy, đặc biệt là ngành dệt nhuộm đang phát triển mạnh mẽ và chiếm kim ngạch xuất khẩu cao của Việt Nam. Hoạt động sản xuất của ngành dệt nhuộm phát sinh ra nhiều dạng ô nhiễm như: bụi, tiếng ồn, nhiệt dư, chất thải rắn, khí thải và nước thải,… Những đặc trưng của loại nước thải này có pH, nhiệt độ, COD và độ màu cao. Lượng nước sử dụng trong quá trình nhuộm khoảng 16 – 900 m^3/tấn sản phẩm [1]. Ngoài ra, Công nghiệp sản xuất giấy và bột giấy cũng phát sinh nhiều vấn đề về môi trường đáng quan tâm cần phải giải quyết. Đặc biệt là nước thải phát sinh trong quá trình sản xuất

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: tapvh@tnus.edu.vn

giấy - bột giấy, đây là một trong những loại nước thải rất khó xử lý và tốn kém chi phí. Tại Việt Nam có khoảng 300 nhà máy và xưởng sản xuất giấy và bột giấy với tổng sản lượng 332.000 tấn bột và 1.513.000 tấn giấy/năm [2]. Để sản xuất ra một tấn giấy thành phẩm, cần khoảng 2 tấn gỗ và 100 - 350 m^3 nước [3], trong khi các nhà máy giấy hiện đại của thế giới chỉ sử dụng 10-60 m^3/tấn giấy [4]. Nước thải từ sản xuất bột giấy với đặc trưng bởi hàm lượng BOD, COD, độ màu và pH cao, nếu không được xử lý triệt để trước khi xả thải sẽ gây ô nhiễm nghiêm trọng cho môi trường.

Trong thời gian gần đây, nhiều quốc gia trên thế giới quan tâm và đầu tư cho phát triển công nghệ xử lý các chất hữu cơ trong nước thải trên cơ sở tập trung nghiên cứu phát triển các loại vật liệu có khả năng hấp phụ, trao đổi ion, sinh học và màng lọc... Xu hướng chung trong kỹ thuật phát triển các loại vật liệu này đều tập trung vào nghiên cứu các thành phần và cấu trúc của cacbon. Các cấu trúc này có thể được xử lý và tăng cường hoạt tính bằng một số phương pháp như phương pháp nhiệt, hóa chất xúc tác... Trong số các kỹ thuật có thể sử dụng để xử lý nước, quá trình hấp phụ là một trong những phương pháp hiệu quả để xử lý và loại bỏ các chất ô nhiễm hữu cơ trong xử lý nước thải. Quá trình hấp phụ có những ưu điểm so với các quá trình khác vì thiết kế đơn giản và đầu tư thấp về cả chi phí đầu tư và diện tích đất.

Hiện nay, trên thế giới có nhiều nghiên cứu về ứng dụng phế phẩm nông nghiệp và công nghiệp làm vật liệu hấp phụ kim loại nặng và các chất hữu cơ khó phân hủy trong nước và nước thải. Đồng thời, các nghiên cứu biến tính vật liệu đó bằng các chất hóa học như HNO_3, H_3PO_4, NaOH, $ZnCl_2$, H_2SO_4… nhằm tăng khả năng hấp phụ cho các vật liệu đó. Dung lượng hấp phụ cao hơn so với vật liệu chưa biến tính. Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu mới chỉ là những nghiên cứu cơ bản và chỉ dừng lại ở việc biến tính bằng một hoặc vài loại hóa chất thông thường. Hiệu suất xử lý các chất hữu cơ ô nhiễm hoặc các chất kim loại chưa thực sự cao và giảm nhiều chi phí. Đặc biệt, các nghiên cứu gắn kết các vật liệu nano gắn kết graphen với vật liệu hấp phụ từ than sinh học từ vỏ trấu vẫn chưa nghiên cứu đầy đủ. Đặc biệt là việc gắn kết than hoạt tính với các vật liệu với nano ferrite spinel và graphen để tạo vật liệu biến tính nano và gắn kết với than sinh học xử lý các chất hữu cơ khó phân hủy trong nước thải dệt nhuộm và nước thải giấy.

Vì thế, mục tiêu của bài báo này là nghiên cứu tạo các vật liệu hấp phụ từ vỏ trấu gắn kết với các các nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen tạo các vật liệu thân thiện với môi trường do các vật liệu được tạo ra từ phế phụ phẩm nông nghiệp và gắn kết với các nano có chi phí thấp và xử lý hiệu quả các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Vật liệu hấp phụ: các nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen được tổng hợp tại phòng thí nghiệm; vỏ trấu thải được thu gom tại vùng nông nghiệp xã Quyết Thắng, thành phố Thái Nguyên, tỉnh Thái Nguyên.

- Đối tượng xử lý: Nước thải giấy được lấy tại nhà máy giấy An Hoà, thành phố Tuyên Quang, tỉnh Tuyên Quang và nước thải dệt nhuộm được lấy tại làng nghề Nha Xá, tỉnh Hà Nam.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tổng hợp vật liệu

- Các hoá chất sử dụng: NaOH, HNO_3, H_3PO_4 85 %, H_2SO_4 98 % và K_2CrO_4 là các hoá chất tinh khiết (Merck, Đức). Fe_3O_4 và ZnO có xuất xứ từ Đức.

Chế tạo nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen bằng phương pháp một bước và 2 bước trên cơ sở các phương pháp đồng kết tủa hỗ trợ sóng viba, thủy nhiệt, solvothermal, sol-gel nhằm thu được vật liệu có kích thước, hình dạng mong muốn. Phương pháp chế tạo vật liệu hấp phụ: than sinh học vỏ trấu được chế tạo bằng phương pháp nhiệt phân trong môi trường yếm khí ở điều kiện nhiệt độ 400 ^oC.

Than sinh học vỏ trấu gắn kết nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen được chế tạo bằng phương pháp tẩm ướt kết hợp nhiệt ở 60 ^oC để gắn các hạt nano lên than sinh học vỏ trấu. Trong quá trình này, các hạt nano Fe_3O_4 hoặc Fe_3O_4@ZnO được trộn với 70 ml dung dịch etanol và siêu âm trong thời gian 60 phút. Sau đó bổ sung than sinh học vỏ trấu (với tỷ lệ khối lượng nano/than: 10-30 %). Các dung dịch hỗn hợp sau đó được chuyển sang máy khuấy từ gia nhiệt 60 ^oC trong 2 h với tốc độ khuấy 120 v/phút [5]. Sau đó, hỗn hợp được lọc và làm khô trong 2 giờ ở 105 ^0C để thu được than sinh học vỏ trấu gắn kết nano (được ký hiệu là Fe_3O_4/THT vỏ trấu, Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu và Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu).

2.2.2. Phương pháp đánh giá đặc điểm của vật liệu

Thể tích lỗ rỗng và diện tích bề mặt của Fe_3O_4/THT vỏ trấu, Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu và Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu được xác định bằng phương pháp Brunauer – Emmett – Teller (BET) sử dụng thiết bị SA 3000 (Coulter, USA). Các nhóm chức bề mặt của vật liệu được xác định bằng cách sử dụng máy quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier FTIR-6300 hoạt động trong dải số sóng 4000–500 cm^{-1}. Tính chất hóa lý của vật liệu được xác định bởi máy quang phổ tán xạ năng lượng tia X (S-4800 - Hitachi, Nhật Bản) với kính hiển vi điện tử quét (SEM). Điểm đẳng điện (pH_{PZC}) thu được từ điểm giao cắt của đường cong ΔpH với pH_i tại trục hoành.

2.2.3. Phương pháp thí nghiệm hấp phụ

Các thí nghiệm được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả xử lý các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm của các vật liệu Fe_3O_4/THT vỏ trấu, Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu và Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu. Các thí nghiệm được tiến hành trong quy mô phòng thí nghiệm với nồng độ các chất hữu cơ (đánh giá thông qua thông số COD và độ mầu của nước thải giấy tương ứng là 1292 mg/L và 1499 Pt-Co, nước thải dệt nhuộm được pha loãng 3 lần và đạt giá trị COD là 1044 mg/L, độ màu là 1804 Pt-Co. Sau đó tiến hành khảo sát với hàng loạt thí nghiệm hấp phụ theo mẻ được thực hiện trong bình tam giác 50 mL ở nhiệt độ phòng (dao động 25 ± 2 °C). Tiến hành khảo sát khả năng hấp phụ các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm ở các điều kiện ảnh hưởng của tỉ lệ gắn kết và pH dung dịch, các giá trị khác cố định với hàm lượng chất hấp phụ 0,1 g/25 mL dung dịch nước thải giấy hoặc nước thải dệt nhuộm, thời gian hấp phụ là 120 phút. Các điều kiện khảo sát bao gồm: ảnh hưởng tỉ lệ nano gắn kết nano (10, 20 và 30%) và pH dung dịch (3÷10) đến khả năng hấp phụ các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm. Các thí nghiệm hấp phụ thực hiện trên máy lắc với tốc độ 120 v/phút. Sau khi hấp phụ, lắng, lọc và xác định nồng độ các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm (thông qua thông số COD) bằng phương pháp oxi hoá pemanganat (phương pháp oxi hoá hồi lưu đóng) và độ màu trên thiết bị UV-vis tại Phòng thí nghiệm Khoa Tài nguyên và Môi trường – Trường Đại học Khoa học – Đại học Thái Nguyên. Từ đó tính dung lượng hấp phụ theo phương trình (1) và hiệu suất hấp phụ theo phương trình (2). Mỗi thí nghiệm được lặp lại 3 lần, lấy kết quả trung bình để đánh giá. Số liệu được phân tích bằng phần mềm Exel, đồ thị hấp phụ được thực hiện bằng phần mềm Origin 2021.

$$q = \frac{(C_o - C_e)V}{m} \frac{(C_o - C_e)V}{m} \quad (1); \qquad H = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100\% \quad (2)$$

Trong đó: q: dung lượng hấp phụ của vật liệu (mg/g); C_o: nồng độ chất hữu cơ ban đầu nước thải giấy hoặc nước thải dệt nhuộm (mg/L); C_e: nồng độ của chất hữu cơ còn lại sau khi hấp phụ (mg/L); m: khối lượng chất hấp phụ (g); V: thể tích nước thải thí nghiệm (L).

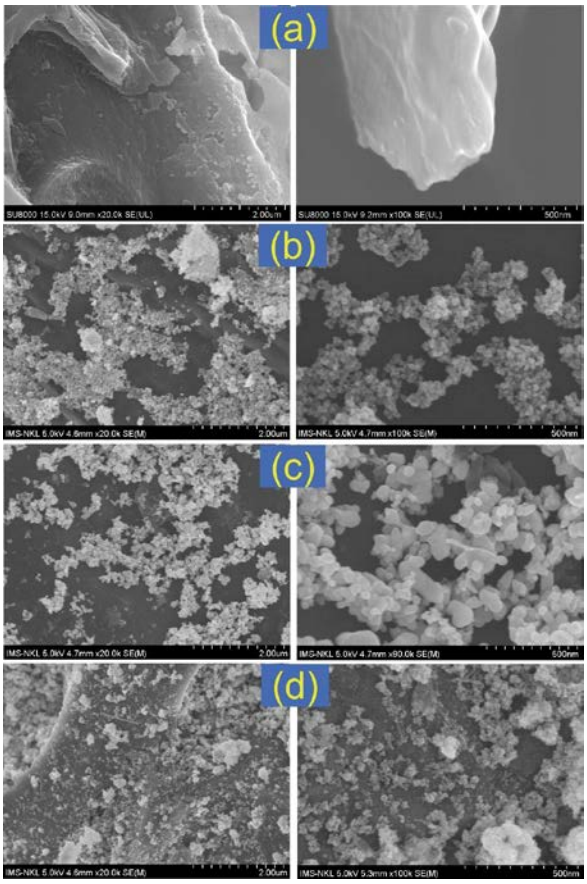
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm của vật liệu

Đặc điểm của than sinh học (THT) vỏ trấu và than sinh học vỏ trấu gắn kết nano được thể hiện về diện tích bề mặt, độ rỗng và độ xốp (Bảng 1). Kết quả cho thấy diện tích bề mặt của các vật liệu THT vỏ trấu, Fe_3O_4/THT vỏ trấu, Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu và Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu tương ứng là 4,007, 61,62, 73,27 và 91,48 m^2/g. Như vậy, THT vỏ trấu ban đầu có diện tích bề mặt rất thấp nhưng sau khi được gắn kết với các nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen thì diện tích bề mặt tăng lên lần lượt là 15, 18 và 23 lần so với THT vỏ trấu ban đầu. Tương tự như vậy thể tích lỗ rỗng của vật liệu THT vỏ trấu gắn kết nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen cũng đã tăng lên đáng kể so với THT vỏ trấu ban đầu. Như vậy, có thể thấy quá trình gắn kết các nano vào THT vỏ trấu đã làm cho vật liệu xốp hơn tạo thuận lợi cho quá trình ứng dụng hấp phụ các chất ô nhiễm. Thông thường các thông số diện tích bề mặt, thể tích lỗ rỗng và kích thước lỗ rỗng có thể có ảnh hưởng lẫn nhau nhưng cũng không theo quy luật mà bị chi phối bởi kích thước hạt. Khi kích thước lỗ rỗng lớn làm cho thể tích lỗ rỗng lớn và làm cho một phần diện tích bề mặt có thể cũng lớn. Tuy nhiên, diện tích bề mặt phụ thuộc lớn hơn vào kích thước hạt. Đối với THT vỏ trấu, khi kích thước lỗ rỗng trung bình là 10,31 nm tương ứng thể tích lỗ rỗng trung bình là 0,011 cm^3/g và diện tích bề mặt là 4,007 m^2/g. Khi THT vỏ trấu được gắn kết với các hạt nano Fe_3O_4 và Fe_3O_4@ZnO đã làm tăng thể tích và kích thước lỗ rỗng cũng như diện tích bề mặt nhưng kích thước lỗ rỗng lại giảm một chút khi gắn kết với nano Fe_3O_4@ZnO@graphen. Nguyên nhân có thể là do các hạt nano có kích thước nhỏ hơn đã gắn kết lên các hạt THT vỏ trấu và có tác động vào cấu trúc các hạt THT trong quá trình gắn kết làm các hạt bị vỡ vụn nhỏ hơn làm tăng diện tích bề mặt cũng như kích thước lỗ rỗng. Tuy nhiên, có thể do sự tác động không như nhau bởi các hạt nano khác nhau nên việc tăng kích thước và thể tích lỗ rỗng là không như nhau. Ở nano Fe_3O_4@ZnO có 2 thành phần tác động nên kích thước lỗ rỗng lớn hơn so với vật liệu chỉ có 1 thành phần nano Fe_3O_4. Tương tự như vậy, khi có mặt của graphen ở nano thứ 3 cũng làm cho kích thước lỗ rỗng giảm nhưng có tác động làm các hạt mịn và nhỏ hơn nên diện tích bề mặt lớn hơn.

Bảng 1. Đặc trưng vật lý của vật liệu THT vỏ trấu gắn kết nano

Vật liệu	Diện tích bề mặt (m^2/g)	Thể tích lỗ rỗng trung bình (cm^3/g)	Kích thước trung bình lỗ rỗng (nm)
THT vỏ trấu	4,007	0,011	10,31
Fe_3O_4/THT vỏ trấu	61,62	0,068	13,31
Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu	73,27	0,026	25,97
Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu	91,48	0,053	8,50

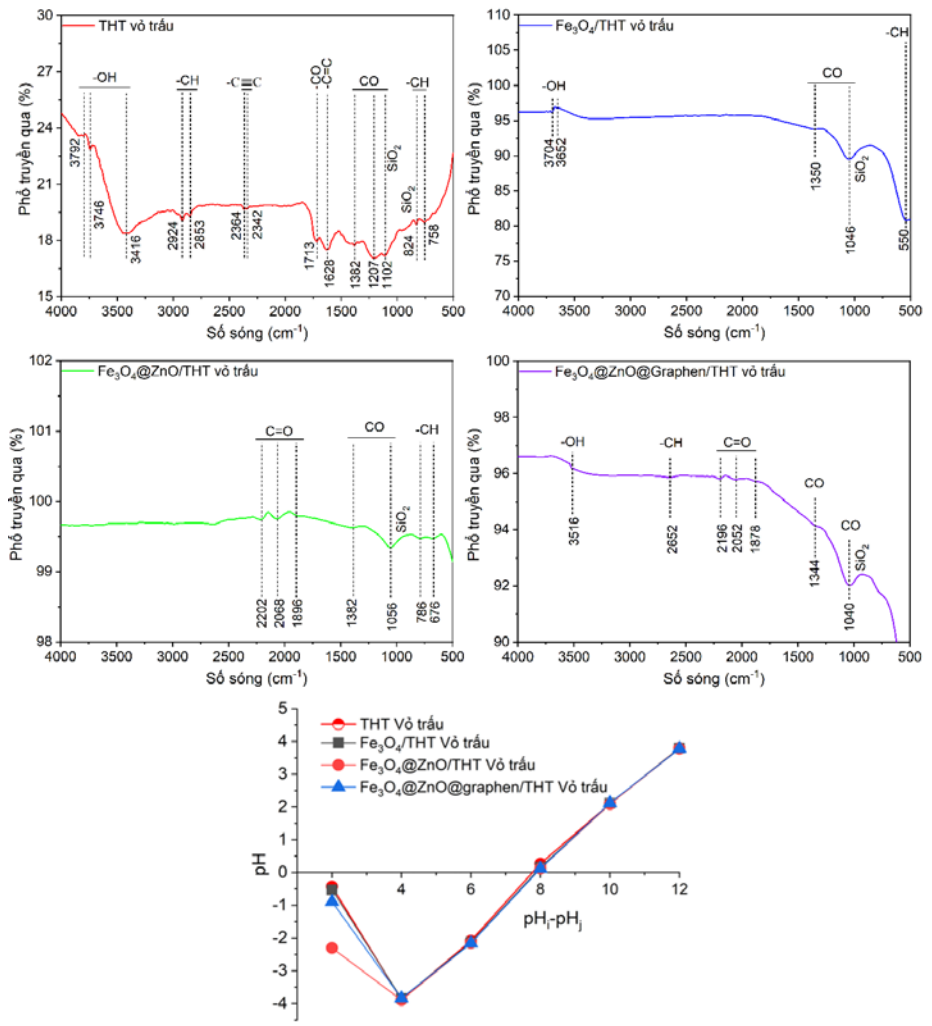


Hình 1. Ảnh SEM của THT vỏ trấu (a) và THT vỏ trấu gắn kết nano: Fe_3O_4/THT vỏ trấu (b), Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu (c) và Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu (d)

Kết quả phân tích ảnh SEM về trạng thái bề mặt của vật liệu THT vỏ trấu và THT vỏ trấu gắn kết nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen đã cho thấy cấu trúc vô định hình. Đối với các vật liệu Fe_3O_4/THT vỏ trấu (Hình 1b), Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu (Hình 1c) và Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu (Hình 1d) đã có sự hiện diện của các hạt hình cầu trên bề mặt. Đây có thể là sự hiện diện của các hạt nano Fe_3O_4 và ZnO đã gắn kết với THT vỏ trấu. Các khối với các hạt hình cầu thường liên kết thành các cụm và gắn chặt trên bề mặt của THT vỏ trấu. Kết quả thể hiện sự thành công trong việc gắn kết các vật liệu nano 1, 2 và 3 thành phần với than hoạt tính vỏ trấu. Trong đó, các hạt nano dạng cầu rất rõ nét ở các vật liệu đã gắn kết. Kết quả đó càng khẳng định rõ ràng hơn nữa về sự phù hợp của phương pháp gắn kết và tạo ra các đặc điểm lý thú của vật liệu.

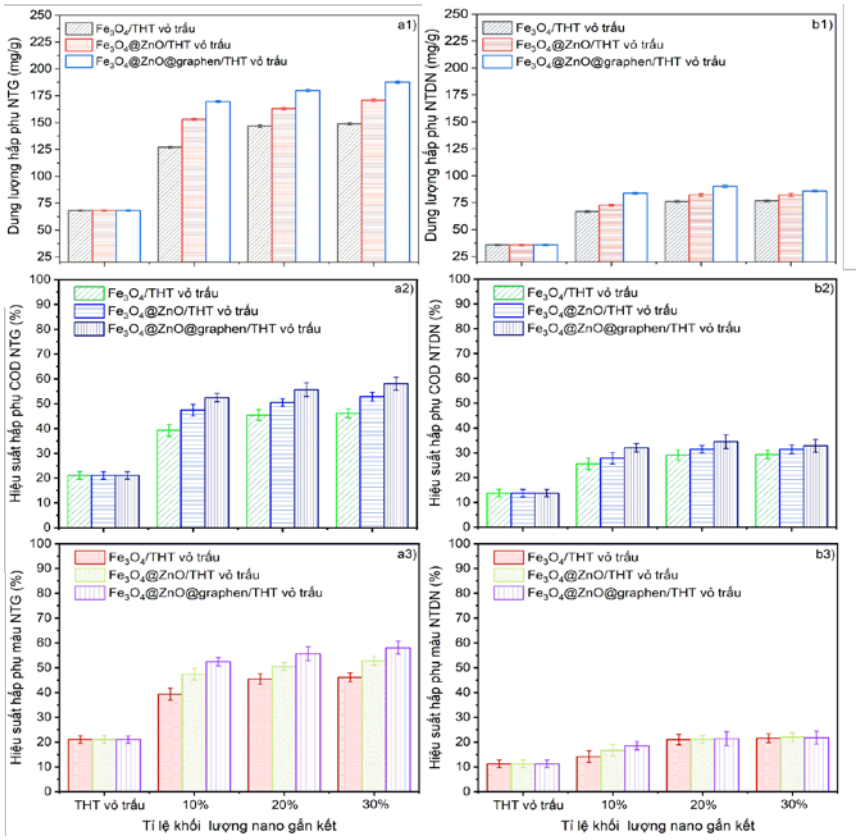
Kết quả phổ FTIR của THT vỏ trấu và THT vỏ trấu gắn kết nano được trình bày ở Hình 2. Kết quả cho thấy THT vỏ trấu có mặt của nhóm chức -OH có thể được giữ lại trong mẫu hoặc khoáng chất khác có nguồn gốc từ nhóm hydroxyl ở các đỉnh 3416, 3746 và 3792 cm^{-1}. Nhóm thơm từ lignin tạo ra C=C ở đỉnh 1628 cm^{-1}, tương ứng với liên kết của các nguyên tử cacbon. Nhóm chức -CH xuất hiện ở các đỉnh 758, 824, 2853 và 2924 cm^{-1}. Các nhóm chức CO hiện diện ở các số sóng 1102, 1207, 1382 và 1713 cm^{-1}. Trên than hoạt tính vỏ trấu cũng xuất hiện nhóm chức C≡C ở số sóng 2342 và 2364 cm^{-1}. Kết quả FTIR cũng chỉ ra sự có mặt của SiO_2 trong than hoạt tính vỏ trấu

ở số sóng 824 và 1102 cm^{-1}[6]. Khi gắn kết với nano 1 thành phần (Fe_3O_4@THT vỏ trấu) thì còn lại các nhóm chức -CH (550 cm^{-1}), CO (1046 và 1350 cm^{-1}) và -OH (3652 và 3704 cm^{-1}) và đã có sự dịch chuyển đỉnh sóng so với THT vỏ trấu. Một số nhóm chức đã không phát hiện ở vật liệu này như nhóm C=C và C≡C có thể do tác động của nano Fe_3O_4 trong quá trình gắn kết đã làm biến đổi đặc điểm của các thành phần trong THT vỏ trấu. Tương tự như vậy, đối với vật liệu Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu thì các nhóm chức -CH (676, 786 cm^{-1}), CO (1056, 1382 cm^{-1}) và nhóm C=O (1896, 2068 và 2202 cm^{-1}). Tuy nhiên đối với Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu thì có sự hiện diện của các nhóm chức: CO (1040, 1344 cm^{-1}), C=O (1878, 2052 và 2196 cm^{-1}), -CH (2652 cm^{-1}) và -OH (3516 cm^{-1}). SiO_2 cũng hiện diện ở đỉnh sóng 1056 cm^{-1} (Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu), 1040 cm^{-1} (Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu). Kết quả phân tích điểm đẳng điện cũng cho thấy pH_{PZC} của THT vỏ trấu là 7,85. Điểm đẳng điện của các vật liệu gắn kết nano Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu, Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu và Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu tăng lên một chút tương ứng là 7,92; 7,96 và 8,0.



Hình 2. Phổ FTIR và giá trị pH_{PZC} của vật liệu hấp phụ THT vỏ trấu gắn kết nano: Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen

3.2. Ảnh hưởng của tỉ lệ gắn kết nano với than sinh học vỏ trấu đến khả năng hấp phụ nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm



Hình 3. Ảnh hưởng của tỉ lệ gắn kết nano 1, 2 và 3 thành phần với than hoạt tính vỏ trấu đến hiệu quả hấp phụ nước thải giấy (a1, a2, a3) và nước thải dệt nhuộm (b1, b2, b3)

Hàm lượng TSS của nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm tương ứng là 958 mg/L và 862 mg/L. Do các nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm được lắng và lọc sơ bộ bằng cát thạch anh để loại bỏ chất rắn lơ lửng trước khi xử lý bằng quá trình hấp phụ. Kết quả hấp phụ của THT vỏ trấu và THT vỏ trấu gắn kết với nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen ở các tỉ lệ gắn kết khác nhau (10-30 %) được thể hiện tại hình 3a1, a2, a3 (nước thải giấy) và hình 3b1, b2, b3 (nước thải dệt nhuộm). Kết quả cho thấy, xu hướng hấp phụ nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm bằng THT vỏ trấu gắn kết nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen là tăng dần khi tăng tỉ lệ gắn kết nano. Dung lượng hấp phụ, hiệu suất xử lý COD và độ màu của THT vỏ trấu ban đầu là nhỏ hơn nhiều so với THT vỏ trấu gắn kết nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen theo tỉ lệ gắn kết về khối lượng nano 10 %, 20 %, 30 %. Đồng thời, khả năng hấp phụ cả nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm cũng không có nhiều thay đổi ở các tỉ lệ gắn kết 10-30 %. Tuy nhiên, ở tỉ lệ gắn kết nano 20 % (khối lượng từng vật liệu nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen so với tổng khối lượng của THT vỏ trấu và từng loại nano) có cao hơn so với tỉ lệ 10 % và không tăng thêm khi tăng tỉ lệ gắn kết lên 30 %. Với tỉ lệ gắn kết nano 20 %, dung lượng hấp phụ, hiệu suất hấp phụ các chất hữu cơ (COD) và độ màu nước thải giấy đạt được tương ứng là 147 mg/g, 45 %, 33 % (Fe_3O_4/THT vỏ trấu); 163 mg/g, 50 %, 37 % (Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu) và 180 mg/g, 56 %, 43 % (Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu). Tương tự, đối với hấp phụ nước thải dệt nhuộm, ở điều kiện

như trên thì dung lượng hấp phụ, hiệu suất hấp phụ các chất hữu cơ (COD) và độ màu đạt tương ứng là 76 mg/g, 26 %, 21 % (Fe_3O_4/THT vỏ trấu); 82 mg/g, 32 %, 21 % (Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu) và 90 mg/g, 38 %, 22 % (Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu). Kết quả này cũng đã cho thấy quá trình gắn kết than sinh học vỏ trấu với nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen thành phần đã làm tăng hiệu suất hấp phụ nước thải giấy đáng kể. Trong đó, tỉ lệ gắn kết 20 % nano và với nano 3 thành phần mang hiệu hiệu quả tốt hơn so với các chế độ gắn kết khác. Kết quả đó một lần nữa cho thấy tỉ lệ gắn kết 20 % nano là phù hợp trong chế tạo vật liệu.

Nguyên nhân là do các nano gắn kết vào các vật liệu trên làm cho vật liệu có được đặc tính cả của vật liệu than sinh học vỏ trấu và các THT ban đầu gắn kết các nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen. Kết quả phân tích vật liệu ở Bảng 1 đã cho thấy, trong các vật liệu gắn kết nano cũng đã thay đổi đặc tính so với vật liệu THT vỏ trấu ban đầu như tăng diện tích bề mặt, tăng độ rỗng xốp và giảm kích thước các hạt do sự có mặt của các hạt nano có kích thước nhỏ gắn kết vào THT vỏ trấu, đồng thời các hạt nano cũng có tác động xảy ra làm giảm kích thước các hạt THT. Như vậy, các vật liệu được gắn kết cũng cung cấp nhiều vị trí hoạt động trên bề mặt hơn so với vật liệu ban đầu. Điều đó cũng có nghĩa là khả năng hấp phụ các chất hữu cơ của các vật liệu tốt hơn. Xu hướng tương tự giữa tỉ lệ gắn kết giữa các vật liệu và đánh giá hiệu suất hấp phụ đối với các chất hữu cơ khó phân huỷ đã được ghi nhận trong một số công trình đã công bố [7, 8, 9]. Như vậy, trong nghiên cứu này, tỉ lệ gắn kết các nano Fe_3O_4 và Fe_3O_4@ZnO với các vật liệu THT vỏ trấu đạt tối ưu là 20% cho nghiên cứu hấp phụ nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm. Tỉ lệ này được sử dụng cho nghiên cứu các điều kiện ảnh hưởng tiếp theo.

3.3. Ảnh hưởng của pH đến hiệu quả xử lý các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm bằng than sinh học vỏ trấu gắn kết các nano

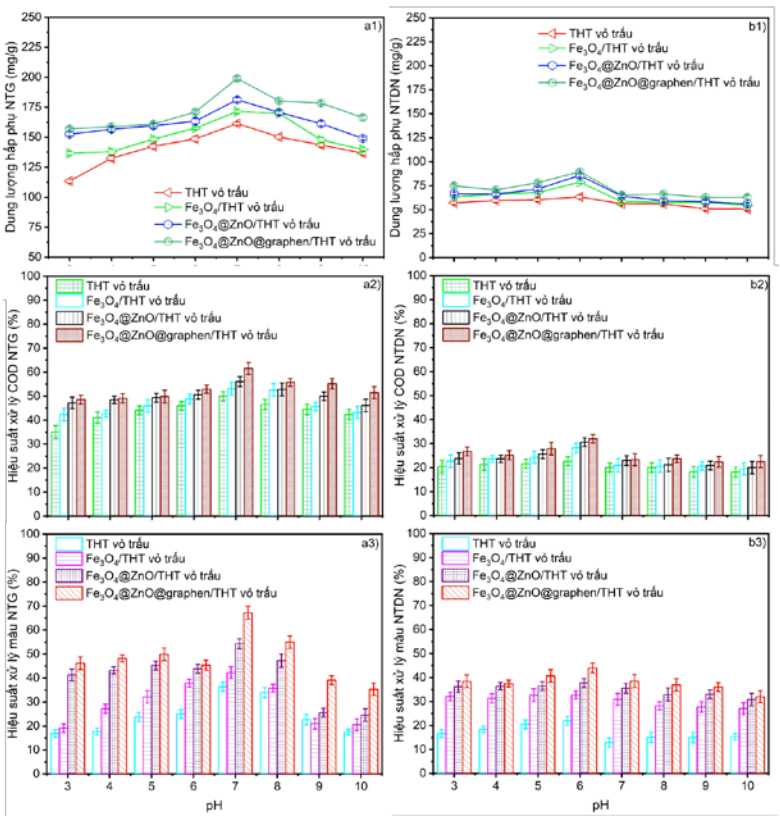
Các điều kiện thực nghiệm của THT vỏ trấu gắn kết nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen đối với nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm được thực hiện ở điều kiện hàm lượng vật liệu là 0,1 g/25 mL, thời gian hấp phụ là 120 phút và thay đổi giá trị pH nước thải từ 3 đến 10. Hiệu quả hấp phụ nước thải giấy được thể hiện ở hình 4a1, a2, a3 và nước thải dệt nhuộm được minh hoạ ở Hình 4b1, b2 và b3.

Khả năng hấp phụ các chất hữu cơ (thông qua phân tích COD) và độ màu của THT vỏ trấu gắn kết nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen cho thấy dung lượng và hiệu suất hấp phụ cũng có xu hướng tăng dần khi pH tăng từ 3 đến 7 đối với nước thải giấy và 3-6 đối với nước thải dệt nhuộm. Sau đó, dung lượng hấp phụ và hiệu suất hấp phụ giảm dần khi tăng giá trị pH của nước thải giấy lên 9 và 10. Mặc dù hiệu quả hấp phụ nước thải dệt nhuộm không thật rõ rệt như nước thải giấy nhưng xu hướng trên vẫn xảy ra. Dung lượng hấp phụ của THT vỏ trấu gắn kết nano đều có hiệu quả cao hơn nhiều so với than sinh học ban đầu. Ở điều kiện pH nước thải giấy là 7, dung lượng hấp phụ, hiệu suất hấp phụ COD và hiệu suất hấp phụ độ màu đạt tương ứng là 161 mg/g, 50 %, 36 % (THT vỏ trấu); 171 mg/g, 53 %, 42 % (Fe_3O_4/THT vỏ trấu); 181 mg/g, 56 %, 54 % (Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu); và 199 mg/g, 62 %, 67 % (Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu). Ở môi trường pH nước thải dệt nhuộm là 6, dung lượng hấp phụ, hiệu suất hấp phụ COD và hiệu suất hấp phụ màu đạt được là 63 mg/g, 23 %, 22 % (THT vỏ trấu); 79 mg/g, 28 %, 33 % (Fe_3O_4/THT vỏ trấu); 86 mg/g, 31 %, 38 % (Fe_3O_4@ZnO/THT vỏ trấu); và 90 mg/g, 32 %, 44 % (Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu).

Như vậy, kết quả cũng chỉ ra giá trị pH của nước thải giấy ở 7 và nước thải dệt nhuộm là 6 mang lại hiệu quả tốt hơn so với các giá trị pH khác trong quá trình hấp phụ nước thải giấy bằng than hoạt tính vỏ trấu và than hoạt tính vỏ trấu gắn kết nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và

Fe_3O_4@ZnO@graphen. So với giá trị pH ban đầu của nước thải giấy là 6,9 và nước thải dệt nhuộm là 8,9 thì nước thải dệt nhuộm cần điều chỉnh pH để đưa về điều kiện tối ưu, trong khi đó nước thải giấy có giá trị pH gần với giá trị tối ưu nên không cần điều chỉnh. Trong 3 loại nano sử dụng thì nano Fe_3O_4@ZnO@graphen vẫn cho hiệu quả hấp phụ cao hơn so với 2 nano còn lại.

Các thành phần hữu cơ chính trong nước thải giấy (nước thải chứa axit béo, các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC; tức là rượu terpene, phenol, metanol, axeton và chloroform, axeton, metylen clorua, cacbon disunfua, chloroform, chloromethanes, trichloroethanes,…), lignin hòa tan...) và nước thải dệt nhuộm (các thành phần chất hữu cơ của các chất màu azo (chất màu axit dạng violet, cam, đỏ, vàng, đen,...; direct xanh, đỏ, vàng, cam, chất mytyl vàng, đỏ, cam, nâu...). Kết quả xử lý ở trên có thể được giải thích ở pH thấp, các nhóm chức trên bề mặt của chất hấp phụ trên tích điện âm nên tương tác với các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm bằng lực đẩy tĩnh điện. Hơn nữa, trong điều kiện pH thấp, các ion H^+ chiếm ưu thế và phản ứng với các nhóm chức (nhóm amino và hydroxyl) có thể tạo ra lực đẩy tĩnh điện với các chất hữu cơ do đó làm giảm hiệu suất hấp phụ. Khi tăng pH sẽ có sự cạnh tranh trong hấp phụ với anion OH^- dẫn đến giảm hiệu quả hấp phụ. Trong khi ở pH 5-7, hiệu suất hấp phụ tăng lên đáng kể đối với nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm do giảm nồng độ ion hydro làm giảm sự cạnh tranh của H^+ với các chất hữu cơ ở các vị trí hấp phụ cùng với tăng lực hút tĩnh điện, làm tăng hiệu suất hấp phụ. Sau đó ở pH cao hơn, điện tích âm trên bề mặt chất hấp phụ tăng lên làm giảm lực hút đối với các chất hữu cơ, dẫn đến giảm hiệu suất hấp phụ [10].



Hình 4. Ảnh hưởng của pH đến hiệu quả hấp phụ nước thải giấy (a1, a2, a3) và nước thải dệt nhuộm (b1, b2, b3) bằng than hoạt tính vỏ trấu gắn kết nano

Hơn nữa, trong các trường hợp trên, hiệu quả hấp phụ đều xảy ra tốt hơn ở môi trường nước thải có giá trị pH thấp hơn so với giá trị điểm đẳng điện của các vật liệu (pH_{PZC}), giá trị này đều nhỏ hơn 8 đối với tất cả các vật liệu sử dụng. Trong điều kiện này, bề mặt các vật liệu tích điện dương khi pH của nước thải nhỏ hơn 8 vì thế bề mặt các vật liệu đều có xu hướng hấp phụ các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm. Khi pH của nước thải cao (trong môi trường kiềm) thì bề mặt các vật liệu tích điện âm nên giảm khả năng hút dính các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm. Một số nghiên cứu cũng chỉ ra rằng do sự cạnh tranh giữa anion SO_3^- của các chất hữu cơ nước thải dệt nhuộm và gốc OH^- trong dung dịch, dẫn đến giảm cường độ tương tác giữa anion $–SO_3^-$ và các ion tích điện dương trên bề mặt của vật liệu và có thể xảy ra lực đẩy tĩnh điện giữa các chất hữu cơ trong nước thải và gốc OH^- [11, 12]. Sự giảm khả năng hấp phụ của vật liệu với nước thải dệt nhuộm khi tăng pH dung dịch từ axit sang kiềm tương tự cũng được ghi nhận trong các nghiên cứu khác [12, 13, 14]. Trong các trường hợp trên, diện tích bề mặt, độ rỗng của các vật liệu gắn kết nano Fe_3O_4@ZnO@graphen cao hơn các vật liệu gắn kết nano Fe_3O_4@ZnO và nano Fe_3O_4. Vì thế, dung lượng và hiệu suất hấp phụ các chất hữu cơ trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm của các vật liệu gắn kết nano Fe_3O_4@ZnO@graphen đều cao hơn so với các vật liệu gắn kết nano Fe_3O_4@ZnO và nano Fe_3O_4. Kết quả này cũng tương tự như các nghiên cứu đã công bố của [10] cũng cho hiệu quả hấp phụ metylene xanh ở pH 6 và 7 khi hấp phụ bằng chitosan. Kết quả hấp phụ thuốc nhuộm metylen xanh khác cũng cho kết quả tương tự [15].

4. KẾT LUẬN

Qua quá trình hấp phụ tĩnh xử lý các chất hữu cơ (đánh giá thông qua thông số COD) và độ màu trong nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm của than sinh học vỏ trấu gắn kết nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen cho thấy đều có hiệu quả tốt. Dung lượng và hiệu suất hấp phụ các chất hữu cơ (COD) và độ mầu nước thải giấy và nước thải dệt nhuộm đạt tối ưu với các vật liệu gắn kết ở tỉ lệ % khối lượng nano 20 %. Dung lượng và hiệu suất hấp phụ đạt tối ưu ở các khoảng pH 6-7 đối với THT vỏ trấu gắn kết nano Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO và Fe_3O_4@ZnO@graphen. Vật liệu Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu mang lại hiệu quả hấp phụ cao hơn so với các vật liệu còn lại. Ở điều kiện tối ưu, dung lượng hấp phụ, hiệu suất xử lý COD và độ màu bằng Fe_3O_4@ZnO@graphen/THT vỏ trấu đạt được tương ứng là 199 mg/g, 62 %, 67 % (nước thải giấy) và 90 mg/g, 32 %, 44 % (nước thải dệt nhuộm).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đào Minh Trung, Phan Thị Tuyết San, Đinh Nhu Khoa, (2015). "Nghiên cứu xử lý nước thải dệt nhuộm bằng hỗn hợp phèn nhôm và phèn sắt(III)", *Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải,* (41), 20-33, ISSN: 1859-316X.
2. Tổng cục Thống kê (2021). Niên giám Thống kê 2021.
3. Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga (2006). Giáo trình công nghệ xử lý nước thải, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
4. Thompson, Swain G and, Kay J and, Forster M (2001). "The treatment of pulp and paper mill effluent: a review", *Bioresource technology*, ISSN: 0960-8524, 77, 275-286.
5. Van Huu Tap, Nguyen Van Dang, Pham Hoai Linh (2022). "Synthetic of sugarcane bagasse biochar combined Fe_3O_4 and Fe_3O_4@ZnO nanoparticles and adsorption of heavy metal (Pb, As, Cr, Cd) from aqueous solution", *TNU Journal of Science and Technology*, ISSN: 2615-9562, 227(8):258-68.

6. El-Hassanin AS, Samak MR, Radwan SR, El-Chaghaby GA (2020). "Preparation and characterization of biochar from rice straw and its application in soil remediation", *Environment and Natural Resources Journal*, ISSN: 2408-2384, 18(3), 283-2839.

7. Trinh Van Tuyen, Nguyen Thi Minh Phuong, Van Huu Tap, Hoang Le Phuong (2020). "Phosphate Adsorption by Silver Nanoparticles-Loaded Activated Carbon derived from Tea Residue", *Scientific Report*, ISSN: 4159802060, 10, 1-13.

8. Nguyen Lan Huong, Nguyen Thi Minh Phuong, Van Huu Tap, Vu Xuan Hoa, Ha Thi Lan Anh, Nguyen Thị Hong Vien (2019). "Treatment of Hexavalent Chromium Contaminated Wastewater Using Activated Carbon Derived from Coconut Shell Loaded by Silver Nanoparticles: Batch Experiment", *Water Air Soil Pollution*, ISSN: 1573-2932, 230(3), 68-79.

9. Hoang Le Phuong, Van Huu Tap, Nguyen Lan Huong, Mac Duy Hung, Vu Thi Thao, Le Tien Ha (2019). "Removal of Cr(vi) from aqueous solution using magnetic modified biochar derived from raw corncob", *New Journal of Chemistry*, ISSN: 1369-9261, 43(47), 18663-18672.

10. Moosa AA, Ridha AM, Kadhim NA (2016). "Use of Biocomposite Adsorbents for the Removal of Methylene Blue Dye from Aqueous Solution", *American Journal of Materials Science*, ISSN: 2162-8424, 6(5), 135-146.

11. Zhang L, Chen L, Liu X, Zhang W (2015). "Effective removal of azo-dye orange II from aqueous solution by zirconium-based chitosan microcomposite adsorbent", *RSC Advances*, ISSN: 2046-2069, 5(114), 93840-93849.

12. Roy K, Verma KM, Vikrant K, Goswami M, Sonwani RK, Rai BN (2018). "Removal of patent blue (V) Dye using Indian bael shell biochar: Characterization application and kinetic studies", *Sustainability*, ISSN: 2071-1050, 10(8), 2669-2681.

13. Mi X, Shang Z, Du C, Li G, Su T, Chang X (2019). "Adsorption of an anionic azo dye using moringa oleifera seed protein-montmorillonite composite", *Journal of Chemistry*, ISSN: 20909071, 1-8.

14. Karmakar S, Roy D, Janiak C, De S (2019). "Insights into multi-component adsorption of reactive dyes on MIL-101-Cr metal organic framework: Experimental and modeling approach", *Separation and Purification Technology*, ISSN: 1383-5866, 215, 259-275.

15. Santhi T, Manonmani S (2009). "Removal of methylene blue from aqueous solution by bioadsorption onto ricinus communis epicarp activated carbon", *Chemical Engineering Research Bulletin*, ISSN: 0379-7678, 13, 1-5.

STUDY ON A RICE HUSK-BIOCHAR COMPOSITE WITH Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO, AND Fe_3O_4@Z_NO@GRAPHEN NANOPARTICLES FOR APPLYING PULP AND TEXTILE WASTEWATER TREATMENT

Van Huu Tap[1*], Nguyen Thu Huong[1], Nguyen Thi Bich Lien[1], Dang Van Thanh[2], Pham Hoai Linh[3], Nguyen Van Dang[1], Luong Thi Quynh Nga[2], Vu Thi Mai[4]

[1]TNU -University of Sciences (TNUS), Tan Thịnh, Thai Nguyen city, Thai Nguyen

[2]TNU-University of Medicine and Pharmacy (TUMP), 284 Luong Ngoc Quyen, Quang Trung, Thai Nguyen city, Vietnam

[3]Institute of Materials Science, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi

[4]Hanoi University of Natural Resources and Environment, 41A Phu Dien, Bac Tu Liem, Hanoi

ABSTRACT

In this study, rice husk biochars (RHBs) doping Fe_3O_4, Fe_3O_4@ZnO, Fe_3O_4@ZnO@graphen were synthesized by the wet-impregnation method. The studied materials were used to remove organic compounds in pulp and dye wastewaters. The batch experiments were designed to evaluation the adsorption capacity on organic matters removal of RHB, Fe_3O_4/RHB, and Fe_3O_4@ZnO/RHB and Fe_3O_4@ZnO@graphen/RHB in pulp and dye wastewaters by various parameters such as nano weight ratio and pH. The results show that adsorption capacity, the removal efficiency of COD and removal efficiency of color from pulp wastewater reached 161 mg/g, 50 %, 36 % (RHB); 171 mg/g, 53 %, 42 % (Fe_3O_4/RHB); 181 mg/g, 56 %, 54 % (Fe_3O_4@ZnO/RHB); and 199 mg/g, 62 %, 67 % (Fe_3O_4@ZnO@graphen/RHB). While adsorption capacity, the removal efficiency of COD and removal efficiency of color from dye wastewater achieved 63 mg/g, 23 %, 22 % (RHB); 79 mg/g, 28 %, 33 % (Fe_3O_4/RHB); 86 mg/g, 31 %, 38 % (Fe_3O_4@ZnO/RHB); và 90 mg/g, 32 %, 44 % (Fe_3O_4@ZnO@graphen/RHB). The optimal conditions for the adsorption process were achieved at 20 % nano-binding ratio, solution pH 6 and 7 for pulp and dye wastewater, respectively.

Keywords: Adsorption, nanoparticles, pulp wastewater, dye wastewater, rice husk biochar.

[*] Corresponding author, email address: tapvh@tnus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0167

VẬT LIỆU HYDROCHAR KALI TINH THỂ HÓA: ĐẶC TÍNH VÀ TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG TRONG SẢN XUẤT PHÂN BÓN CHẬM TAN

Nguyễn Thị Quỳnh Anh[1,2], Đinh Mai Vân[1], Nguyễn Thị Huế[3], Nguyễn Ngọc Minh[1,*]

[1] Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

[2] Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, 41A Phú Diễn, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

[3] Viện Địa lý, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

TÓM TẮT

Rơm rạ là một composite tự nhiên chứa lignocellulose cùng các nguyên tố khoáng. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm chuyển hóa rơm rạ thành dạng composite hydrochar và khoáng vật chứa kali có khả năng lưu trữ đồng thời giải phóng kali ở mức độ phù hợp với nhu cầu của cây trồng. Hydrochar được tạo ra trong môi trường thủy nhiệt ở nhiệt độ 200 ^{o}C và áp suất cao liên tục trong 24 giờ. Hydrochar sau đó tiếp tục được xử lý thủy nhiệt (lần 2) trong môi trường KOH 2N ở nhiệt độ 200 ^{o}C trong 10 tiếng và để yên (già hóa) trong vòng 18 tiếng. Một số vật liệu giàu silic như phytolith, silicagel và diatomite được bổ sung trong quá trình thủy nhiệt lần 2 để tăng cường quá trình tinh thể hóa hydrochar. Phân tích cấu trúc (bằng kỹ thuật microCT và một số kỹ thuật bổ trợ khác) cho thấy quy trình thủy nhiệt 2 cấp tạo ra dạng vật liệu lai hydrochar chứa các tinh thể kali hoặc silicate chứa kali. Cấu trúc này giàu cacbon, có độ xốp rỗng với các tinh thể chứa kali xen kẹp. Kali cố định bởi các tinh thể silicate tan chậm và quá trình giải phóng có thể bị điều tiết bởi cấu trúc hydrochar. Sau khi giải phóng hết kali, hydrochar còn lại vẫn có thể duy trì chức năng như một dạng vật liệu cải tạo đất.

Từ khóa: Rơm rạ, kali, hydrochar, thủy nhiệt, tinh thể hóa.

1. MỞ ĐẦU

Hydrochar là dạng vật liệu mới được nghiên cứu trong những năm gần đây và ứng dụng của hydrochar được kỳ vọng sẽ tạo động lực giải quyết các vấn đề dư thừa phụ phẩm nông nghiệp hay xử lý bùn thải giàu hữu cơ. Cacbon hóa thủy nhiệt (hydrothermal carbonization - HTC) là công nghệ than hóa ướt dưới điều kiện nhiệt độ và áp suất cao giúp chuyển hóa sinh khối tươi thành hydrochar. Vật liệu đầu vào để tạo ra hydrochar có thể là các loại phụ phẩm nông nghiệp, phân chuồng hoặc bùn thải giàu chất hữu cơ. HTC thường được thực hiện trong khoảng nhiệt độ từ 180-350 ^{o}C dưới áp suất (2-6 MPa) và diễn ra trong khoảng dưới 4 giờ. Quá trình chuyển hóa rắn-rắn (sinh khối-hydrochar) bản chất là một chuỗi các phản ứng nối tiếp theo 2 con đường, cụ thể như: (1) dehydrat/decacboxyl, thơm hóa, polyme hóa; (2) thủy phân, khử nước, polyme hóa và phản ứng Maillard để hình thành các hợp chất đa vòng thơm. HTC tạo ra sản phẩm chính là hydrochar, các sản phẩm phụ dạng lỏng và khí (chủ yếu là CO_2) [5]. Ưu điểm của quy trình HTC so với các quá trình nhiệt hóa thông thường (nhiệt phân, khí hóa, đốt cháy) là hiệu suất chuyển hóa (sinh khối thành hydrochar) cao hơn và ít công đoạn hơn. Một ưu điểm khác của HTC là nguyên liệu đầu vào

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: minhnn@hus.edu.vn

khá đa dạng, ví dụ như lignocellulose (phụ phẩm nông nghiệp, phân chuồng, bùn thải giấy) và cho phép tạo ra nhiều sản phẩm cho các mục đích khác nhau như nhiên liệu rắn, vật liệu cải tạo đất, vật liệu xử lý nước, chất xúc tác, vật liệu dự trữ CO_2 [13]. Mặc dù được nghiên cứu rộng rãi trong vài năm trở lại, hydrochar vẫn chỉ được biết đến với vai trò là vật liệu có tiềm năng để cải tạo đất. Tuy nhiên, việc sử dụng hydrochar để chế tạo phân bón hoặc phối trộn với phân bón chưa được nghiên cứu hoặc ít nhất thông tin về dạng phân bón hydrochar (kali) chưa xuất hiện trong các cơ sở dữ liệu toàn cầu.

Rơm rạ là một composite tự nhiên với cấu trúc lai ghép giữa lignocellulose và phytolith chứa các khoáng chất dinh dưỡng (K, P, Si, Ca, Mg…) [6, 8, 14]. Ở điều kiện đồng ruộng, khi lignocellulose phân hủy và phytolith hòa tan, các khoáng chất dinh dưỡng sẽ được giải phóng. Quá trình giải phóng có thể diễn ra trong một vài tuần (khi vùi rơm rạ) hoặc chỉ trong một vài ngày (khi đốt rơm rạ). Cấu trúc lai ghép lignocellulose-phytolith có tiềm năng rất lớn để phát triển các chế phẩm phân bón thông minh (nhả chậm, nhả chậm tùy biến). Với hai thành phần chính là lignocellulose và phytolith (silic), rơm rạ có thể được xử lý để tạo thành các composite có tính chất khác biệt để tạo ra các sản phẩm phân chậm tan thông minh. Khi xử lý rơm rạ theo công nghệ HTC, phần lignocellulose sẽ chuyển hóa thành hydrochar và hình thành ra một composite mới là hydrochar-phytolith. Trong khi hydochar tạo nên một cấu trúc xốp rỗng để chứa và dẫn truyền phân khoáng, phytolith đóng vai trò như những "barrier" điều tiết quá trình dẫn truyền và nhả phân [10]. Các barrier này khi hòa tan sẽ tạo ra các cửa sổ để mở và cho phép phân và các chất tan di chuyển qua. Yếu tố quyết định của barrier này là tốc độ hòa tan có thể thay đổi (nhờ thay đổi môi trường xung quanh: pH, nhiệt độ, CO_2 hòa tan…), nhờ đó mà quá trình nhả phân khoáng trở nên "điều khiển được". Quá trình phá hủy các barrier một mặt nhả phân khoáng, mặt khác cung cấp thêm silic (nguyên tố cần thiết cho lúa) [6]. Tuy nhiên, quá trình này cũng có thể chuyển hóa phytolith thành một dạng khoáng vật bền vững và có mức độ cấu trúc hóa cao hơn (ví dụ zeolite hoặc một số aluminosilicate). Khi đó, composite hydrochar-khoáng vật có thể tham gia vào điều tiết quá trình lưu giữ và giải phóng kali hiệu quả hơn.

Dữ liệu phân tích thành phần và cấu trúc rơm rạ cho thấy tiềm năng để phát triển các chế phẩm kali có tính chất ưu việt, cụ thể là hydrochar kali tinh thể hóa. Tách chiết đồng thời kali và cellulose/phytolith từ rơm rạ sau đó tái tổ hợp dưới dạng khoáng vật chứa kali là hoàn toàn khả thi [1]. Đơn giản hơn, rơm rạ có thể được trực tiếp xử lý HTC để tạo thành hydrochar chứa kali và silic. Tuy nhiên, đặc tính của hydrochar được tạo ra ở các điều kiện khác nhau sẽ hoàn toàn khác nhau [15]. Do vậy, nghiên cứu để tối ưu hóa hydrochar cho việc nhả kali từ cấu trúc của nó là cần thiết. Rơm rạ chứa hàm lượng silic từ 5 đến 10% và các nguyên tố kiềm khác [11]. Đây là yếu tố rất phù hợp để chuyển hóa rơm rạ thành các khoáng vật chứa kali [7]. Để tăng tỷ lệ kali trong sản phẩm, quá trình tinh thể hóa có thể được tiến hành trong KOH. Khi đó, KOH vừa đóng vai trò xúc tác phản ứng tinh thể hóa vừa đóng vai trò bổ sung lượng kali.

Nghiên cứu này sử dụng rơm rạ phối trộn với diatomite, nhôm để thử nghiệm sản xuất hydrochar tinh thể hóa chứa kali theo quy trình HTC hai phân đoạn: 1) HTC trong điều kiện yếm khí, áp suất cao, và 2) HTC trong môi trường kiềm mạnh. Phân đoạn I nhằm tạo ra hydrochar và hòa tan silic từ phytolith. Phân đoạn II diễn ra phản ứng tái kết tinh hình thành khoáng vật mới và tạo ra composite gồm hydrochar và khoáng vật chứa kali. Các phương pháp phân tích hiện đại (chụp cắt lớp hiển vi, kính hiển vi điện tử truyền qua ghép nối với mô đun phân tích tán xạ năng lượng tia X, nhiễu xạ tia X, hồng ngoại) được sử dụng để phân tích các tính chất cơ bản của sản phẩm tạo ra. Trong khi đó, các dạng kali (tốc độ, mức độ giải phóng kali) cũng sẽ được xác định.

Composite tạo ra được kỳ vọng sẽ trở thành một dạng vật liệu một mặt cung cấp kali chậm tan, mặt khác góp phần cải tạo tính chất đất.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Rơm rạ được thu thập từ khu vực trồng lúa thuộc khu vực đồng bằng Sông Hồng (21°33'B, 105°37'Đ). Rơm rạ được lấy toàn bộ phần thân, lá và được rửa sach, phơi khô không khí, cắt, nghiền nhỏ tới kích thước 1 mm. Diatomite sử dụng trong thí nghiệm có nguồn gốc từ Di Linh, Hải Dương, Việt Nam. Các hóa chất KOH, $AlCl_3.6H_2O$ được cung cấp bởi Công ty Xilong Scientific, Trung Quốc.

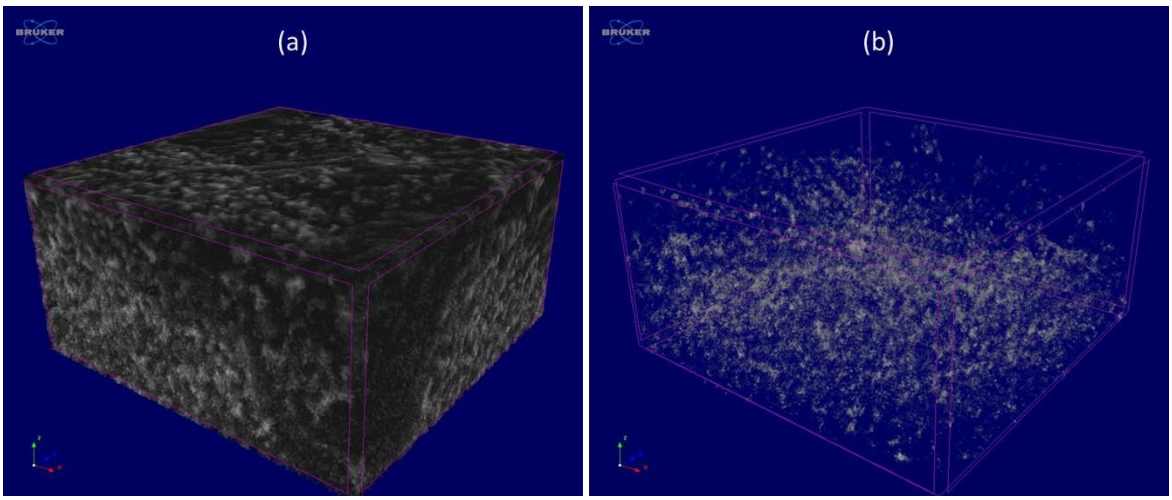
Quy trình HTC bao gồm hai phân đoạn: phân đoạn I tạo hydrochar và phân đoạn II kết tinh các tinh thể khoáng. Phân đoạn I được tiến hành cụ thể như sau: Bột rơm rạ (đã qua xử lý ở trên) được phối trộn với diatomite theo tỷ lệ khối lượng 1:1 (diatomite được bổ sung để tạo nguồn silic cho quá trình tinh thể hóa tạo ra các silicate chứa kali). Cụ thể, 2,5 g bột rơm, 2,5 g diatomite và 50 mL KOH 2N được trộn đều với nhau trong ống Teflon dung tích 80 mL. Sau đó ống Teflon được đặt trong tủ sấy ở nhiệt độ 200 ^oC trong thời gian 24 giờ. Sau 24 giờ, dung dịch trong ống Teflon (bao gồm cả phần lỏng và phần rắn – hydrochar) được lấy ra, để nguội và chuẩn bị cho phân đoạn II. Phân đoạn II: 50 mL hydrochar được tạo thành ở phân đoạn I được cho vào bình tam giác 500 mL và bổ sung Al (2,173g $AlCl_3.6H_2O$ được hòa tan trong 150 mL KOH 2N. Lượng muối $AlCl_3.6H_2O$ đã được tính toán để sao cho tỷ lệ Al/Si về khối lượng trong dung dịch là 0,5 để thúc đẩy quá trình tạo tinh thể [12]. Quá trình HTC được tiến hành trên bếp khuấy từ gia nhiệt ở nhiệt độ 200 ^oC trong thời gian 10 tiếng (có bổ sung nước trong quá trình đun để thể tích bình gia nhiệt luôn ổn định). Trong quá trình HTC, tốc độ khuấy được duy trì ở 700 vòng/phút. Sau đó, dung dịch được giữ yên trong 18 tiếng và được ly tâm để gạn lấy phần rắn. Phần rắn (hydrochar tinh thể hóa) tạo thành được sấy khô ở nhiệt độ 60 ^oC.

Hình thái, cấu trúc, thành phần hóa học bề mặt vật liệu hydrochar được phân tích trên các công cụ hiện đại: chụp cắt lớp microCT (SKYSCAN2214-Bruker), TEM-EDS (JEOL JEM-F200 Multi-Purpose FEG-S/TEM), XRD (Bruker AXS D5005; Cu Kα radiation), FTIR (FT/IR-4600, Jasco). Kích thước hạt và thế zeta phân tích theo kỹ thuật tán xạ ánh sáng động trên máy Zetasizer (Malvern Pro Blue). Thí nghiệm theo thời gian được tiến hành để đánh giá các dạng kali. Quy trình cụ thể như sau: 1 g vật liệu ngâm trong 10 mL nước cất 2 lần. Lượng K hòa tan được xác định ở 5 phút và 24 tiếng sau khi ngâm. Dung dịch chứa K hòa tan được phân tách theo phương pháp ly tâm và lọc qua giấy lọc 0,42 µm cellulozo axetat và sau đó được phân tích trên máy ICP-MS (ICP-MS 7900, Agilent Technologies). Lượng rắn còn sau khi gạn được sử dụng để xác định lượng K tồn lưu trong vật liệu. Mẫu được xử lý với dung dịch cường thủy và K trong dung dịch được phân tích tương tự như trình bày ở trên.

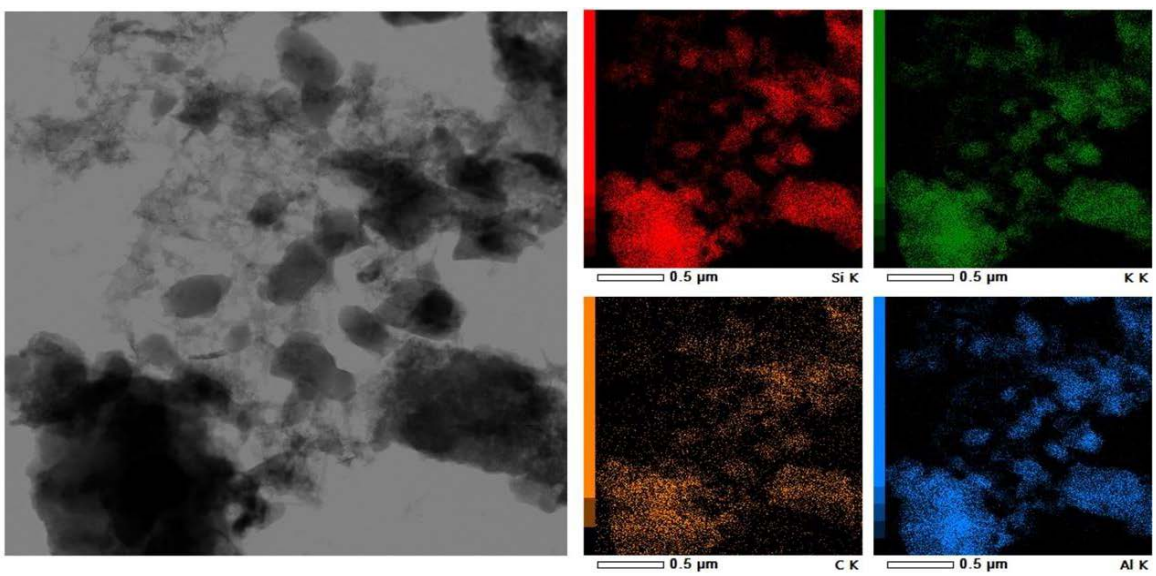
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Ảnh chụp cắt lớp microCT cho phép hiển thị cấu trúc của vật liệu thu được trong không gian 3 chiều (3D) (Hình 1a). Kết quả phân tích microCT tái tạo cấu trúc của vật liệu thành các phân vùng có mật độ vật chất khác nhau trên một thang cấp độ xám có khoảng giá trị từ 0 – 255. Các khoảng hổng thường có mật độ thấp (< 50). Chất hữu cơ có mật độ từ 50 – 190, trong khi đó các khoáng vật thường có mật độ > 200. Các đốm trắng là các hợp phần tinh thể khoáng, có cấp độ xám từ 190 – 255 như biểu diễn trong Hình 1b. Có thể thấy các tinh thể khoáng mới hình thành có kích thước mịn và khá đồng đều. Các tinh thể khoáng này phân bố dàn trải trong khắp cấu trúc vật liệu. Như vậy, rất có thể các tinh thể khoáng đã được hình thành nhờ một chuỗi các quá trình diễn ra nối tiếp

nhau: HTC phân đoạn I hòa tan các vật liệu khoáng trong rơm rạ; HTC phân đoạn II có thể diễn ra hai quá trình song hành gồm quá trình hòa tan các vật liệu bổ sung (diatomite) và quá trình polyme hóa giữa các vật liệu khoáng hòa tan; Quá trình phát triển tinh thể và già hóa sẽ tạo điều kiện hình thành các hạt tinh thể khoáng trong cấu trúc của hydrochar.



Hình 1. Ảnh 3D chụp cắt lớp cấu trúc của composite hydrochar-khoáng vật chứa kali: (a) Dải cấp độ xám 0 – 255 phản ánh toàn bộ cấu trúc của hydrochar tinh thể hóa; (b) Dải cấp độ xám 200 – 255 thể hiện thành phần tinh thể khoáng trong cấu trúc hydrochar.

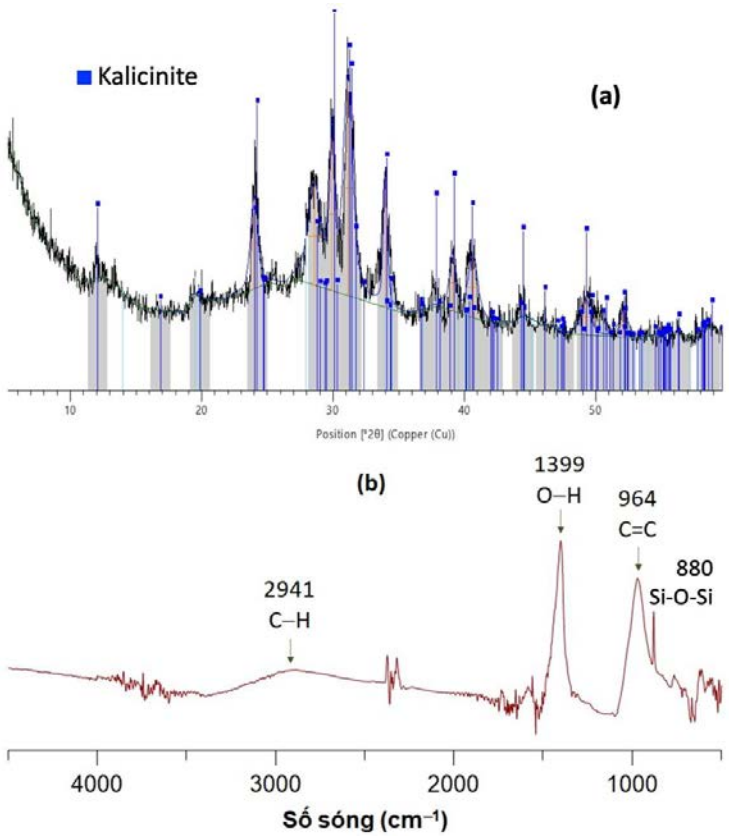


Hình 2. Ảnh chụp TEM-EDS cấu trúc của hydrochar.

Phân tích vật liệu được tạo ra trên kính hiển vi điện tử truyền qua mang lại những thông tin chi tiết hơn về các tinh thể khoáng được hình thành trong cấu trúc hydrochar (Hình 2). Các hạt tinh thể khoáng có dạng khối với các hình dạng khác nhau. Nhìn chung các tinh thể khoáng có kích thước < 0,5 µm, nằm rải rác hoặc có thể kết khối lại với nhau. Giữa các tinh thể khoáng có thể tồn tại chất hữu cơ như những màng mỏng phân cách các tinh thể khoáng. Phân tích phổ tán xạ năng lượng tia

X (EDS) hé mở thêm nhiều thông tin về thành phần hóa học. Vùng quan sát có mật độ cao các nguyên tố Si, Al, K và C. Các phân vùng Si, Al và K gần như trùng khớp cho thấy rất các nguyên tố này là thành phần chính cấu thành nên các tinh thể khoáng. Khác với 3 nguyên tố trên, C phân bố rải rác hơn cho thấy có thể liên kết trực tiếp với các tinh thể khoáng nhưng cũng có thể tồn tại như các màng hữu cơ bao quanh các tinh thể.

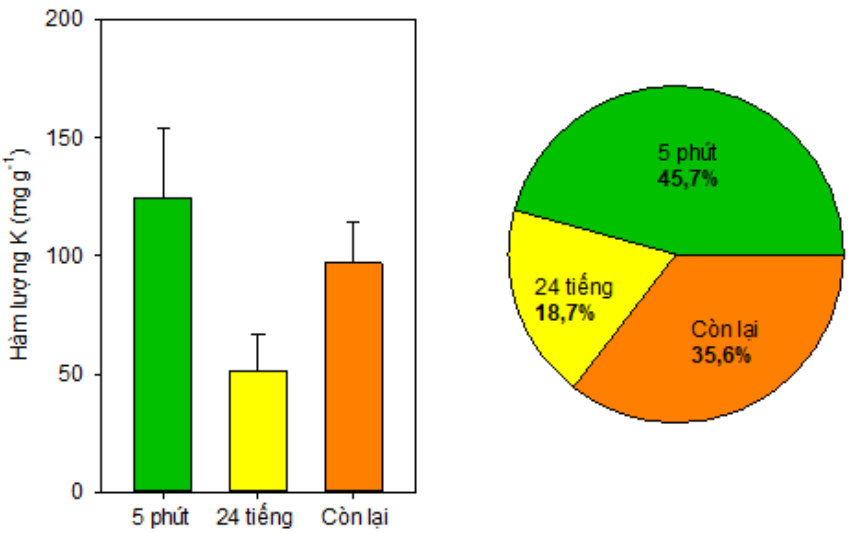
Phổ nhiễu xạ tia X được trình bày trong Hình 3a. Các hiệu ứng (peak) quan sát được trong khoảng góc 2 Theta từ 5 – 60° là chỉ thị cho sự hiện diện của tinh thể khoáng (cụ thể là kalicinite). Đây là dạng khoáng vật với thành phần hóa học chủ yếu là K và C (công thức hóa học $KHCO_3$). Có thể hình dung được sự có mặt của kalicinite như là hệ quả của dung dịch thủy nhiệt giàu K và HCO_3^-. K có thể bắt nguồn từ rơm rạ (hòa tan từ HTC phân đoạn I) và được tăng cường từ nguồn KOH đưa vào (HTC phân đoạn II). Trong môi trường KOH, CO_2 từ quá trình oxy hóa phân hủy hydrochar có thể bị chuyển hóa, hòa tan trong dung dịch thủy nhiệt. Kết quả của những quá trình này là sự hình thành các tinh thể (muối) $KHCO_3$ trong cấu trúc hydrochar. Các hiệu ứng nhiễu xạ của các khoáng vật khác có thể bị che khuất hoặc gây nhiễu bởi sự ưu thế của kalicinite. Với dự liệu từ ảnh TEM-EDS có thể suy luận về sự có mặt của một số aluminosilicate giàu K. Tuy nhiên, phổ nhiễu xạ tia X không giúp để xác minh điều này. Phổ FTIR cho thấy bề mặt của vật liệu hydrochar chủ yếu được cấu thành từ các liên kết của cacbon, C–H, C=C, trong khi đó các liên kết điển hình của khoáng vật không thể hiện rõ, ngoại trừ hiệu ứng của >Si–O–Si< ở số sóng ~880 cm^{-1} (Hình 3b).



Hình 3. Thành phần khoáng vật và thành phần hóa học bề mặt hydrochar:

(a) Phổ nhiễu xạ tia X, (b) Phổ FTIR.

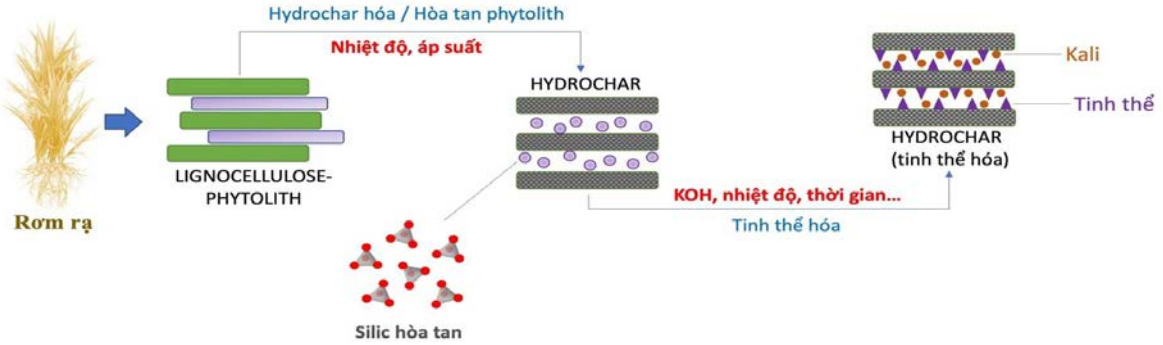
Quá trình hòa tan và giải phóng kali trong vật liệu hydrochar tinh thể hóa được biểu diễn trong đồ thị Hình 4. Lượng kali hòa tan sau 5 phút (kali tự do), 24 tiếng (kali chậm tan) và lượng còn lại (chậm tan – hòa tan sau 24 tiếng) lần lượt là 124,4 ± 29,3 mg g^{-1}, 50,9 ± 15,6 mg g^{-1} và 96,9 ± 17,6 mg g^{-1}. Như vậy, có thể thấy lượng kali tự do chiếm tỷ lệ tương đối cao (45,7 %), xấp xỉ ½ tổng lượng kali có trong vật liệu. Lượng kali chậm tan gồm lượng tan sau 24 tiếng và phần còn lại lần lượt chiếm 18,7 % và 35,6 %. Đáng chú ý là lượng kali còn lại trong cấu trúc (chưa hòa tan sau 24 tiếng) chiếm tỷ lệ khá cao và được kỳ vọng là lượng kali dự trữ dài hạn, giải phóng chậm để cung cấp cho cây trồng. Các dữ liệu phân tích cấu trúc và thành phần hóa học, khoáng vật học (Hình 1-3) cho thấy, rất có thể lượng kali này có liên quan đến các tinh thể khoáng nằm trong cấu trúc hydrochar. Quá trình hòa tan các tinh thể này diễn ra chậm hơn và quá trình khuếch tán của kali trong cấu trúc hydrochar bị chậm lại do các tương tác điện hóa học giữa kali và bề mặt (trong) của hydrochar.



Hình 4. Hàm lượng kali giải phóng từ vật liệu hydrochar tinh thể hóa sau 5 phút, 24 tiếng và phần còn lại trong cấu trúc.

4. THẢO LUẬN

Rơm rạ chứa hai thành phần chính là lignocellulose và phytolith (silica), cả hai thành phần này đều trở nên hữu ích để sản xuất các dạng vật liệu phân bón chậm tan [9]. Trong điều kiện thủy nhiệt – hydrothermal, lignocellulose chuyển hóa thành hydrochar [3] và silica có thể chuyển hóa thành zeolite [12]. Kết quả phân tích thu được cho phép suy luận rằng sự chuyển hóa của hai thành phần này diễn ra đồng thời hoặc kế tiếp. Về cơ bản, quá trình chuyển hóa rắn-rắn (lignocellulose → hydrochar) diễn ra trước (trong HTC phân đoạn I); trong quá trình chuyển hóa lignocellulose thành hydrochar, phytolith bị hòa tan và sau đó làm tiền đề cho phản ứng lỏng-rắn (silic hòa tan → các tinh thể khoáng). Do tỷ lệ lignocellulose lớn hơn và phytolith chứa trong lignocellulose nên nhiều khả năng các tinh thể khoáng có thể được hình thành trong không gian nội tại trong cấu trúc của hydrochar (tạo ra từ chuyển hóa lignocellulose) hoặc hình thành đan xen (Hình 5).



Hình 5. Mô tả cơ chế, quá trình HTC hình thành hydrochar kali tinh thể hóa

Vì kali phân bố rải rác trong lignocellulose và phytolith rơm rạ nên khi hai thành phần này chuyển hóa thì kali cũng trải qua quá trình tái phân bố và có thể nằm ở các trạng thái: tham gia cấu trúc tinh thể khoáng, bị nhốt giữ trong các khoảng không trong cấu trúc hydrochar, hoặc hấp phụ trao đổi bởi các nhóm Si–OH, Al–OH (của các tinh thể khoáng) hoặc –OH, –COOH (của hydrochar) (Hình 2). Những dạng kali kể trên có thể được giải phóng ra ngoài nhưng chịu sự chi phối, kiểm soát của hàng loạt các quá trình như: khuếch tán hạn chế trong vi mao quản, trao đổi hấp phụ với bề mặt hydrochar và tinh thể khoáng, cố định hình thái trên bề mặt tinh thể khoáng (trong các hố lục lăng) [12] và vì thế quá trình giải phóng bị hạn chế. Nhờ tính chất này, hydrochar tinh thể hóa có thể được sử dụng như một dạng vật liệu/phân nhả chậm kali để ứng dụng trong thực tiễn. Để có thể tạo ra vật liệu có tỷ lệ kali cao hơn, có thể sử dụng KOH để xúc tác cho phản ứng kết tinh các tinh thể khoáng [15]. Khi đó KOH vừa đóng vai trò thúc đẩy quá trình chuyển hóa silica phytolith thành các khoáng vật, vừa cung cấp thêm kali tham gia vào thành phần vật liệu.

Thí nghiệm phân tích tốc độ hòa tan kali (Hình 4) cho thấy kali có thể tạm chia thành ba dạng khác nhau: dạng tự do (hòa tan ngay trong 5 phút đầu tiên), dạng chậm tan (hòa tan dần trong 24 tiếng) và dạng kali lưu giữ trong cấu trúc (chưa hòa tan sau 24 tiếng). Tỷ lệ tương đối của ba dạng kali này lần lượt là 45,7 %, 18,7 % và 35,6 % cho thấy, lượng kali tự do chiếm ưu thế so với hai dạng kali còn lại. Phân tích phổ EDS cho thấy lượng kali tập trung ở bề mặt vật liệu là khá lớn và với năng lượng liên kết yếu, lượng kali nhanh chóng bị hòa tan hoặc trao đổi bởi các cation khác [2, 17]. Lượng kali giải phóng chậm hơn (trong vòng 24 tiếng hoặc sau 24 tiếng) có thể liên quan đến kali bị giữ trong cấu trúc, liên kết trực tiếp với bề mặt trong của hydrochar hoặc các tinh thể trong cấu trúc của hydrochar. Lượng kali này hòa tan và giải phóng chậm hơn do bị kiểm soát bởi quá trình khuếch tán hạn chế do lực hấp phụ tĩnh điện với bề mặt trong của hydrochar [3, 9] hoặc do tốc độ hòa tan chậm của các tinh thể khoáng chứa kali [2]. Hướng tới việc nâng cao tỷ lệ kali chậm tan (để tăng cường hiệu lực hút thu của cây trồng), cần thiết phải tăng được tỷ lệ kali trong cấu trúc của hydrochar thông qua quá trình HTC, ví dụ tăng độ xốp và hoạt tính (điện tích bề mặt) của hydrochar, giảm tỷ lệ kali/hydrochar. Tuy vậy, việc thay đổi các điều kiện HTC để hướng tới cải thiện chất lượng vật liệu hydrochar kali tinh thể hóa cần tiếp tục được nghiên cứu chi tiết hơn.

5. KẾT LUẬN

Rơm rạ có thể được chuyển hóa thành dạng hydrochar tinh thể hóa (một dạng composite của hydrochar và các tính thể trong cấu trúc của nó) thông qua quy trình HTC hai bước: HTC phân đoạn I diễn ra trong môi trường yếm khí và áp suất cao để tạo hydrochar và hòa tan các thành phần khoáng; HTC phân đoạn II để tái kết tinh hình thành các tinh thể chứa kali trong cấu trúc

hydrochar. Phân tích microCT cho thấy hydrochar tạo ra là một cấu trúc xốp rỗng, trong đó có chứa các tinh thể có kích thước < 1 μm với thành phần là các kalicinite và các aluminosilicate. Như vậy, kali trong vật liệu hydrochar có thể ở các dạng tinh thể (kalicinite), liên kết với hydrochar và liên kết với các khoáng vật aluminosilicate. Nhờ đó, kali được lưu trữ trong vật liệu sẽ bị hòa tan và giải phóng chậm hơn. Nghiên cứu tiền đề này gợi ý về phương pháp sử dụng rơm rạ để chế tạo các sản phẩm phân bón kali chậm tan. Tuy nhiên, để có thể tạo ra các chế phẩm có tốc độ giải phóng kali phù hợp với mỗi loại cây trồng khác nhau, cần có thêm những nghiên cứu chi tiết về các điều kiện HTC và phương thức kiểm soát quá trình hòa tan, khuếch tán và giải phóng kali.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ding, J., Li, Q., Xu, X., Zhang, X., Su, Y., Yue, Q., Gao, B., 2018. A wheat straw cellulose-based hydrogel for Cu (II) removal and preparation copper nanocomposite for reductive degradation of chloramphenicol. Carbohydrate Polymers, 190, 12-22, 0144-8617.
2. Dinh, V.M., Nguyen, H.T., Nguyen, A.M., Nguyen, T.T., Nguyen, T.L., Uteau, D., Nguyen, N.H., Tran, T.M., Dultz, S., Nguyen, M.N., 2022. Pelletized rice-straw biochar as a slow-release delivery medium: Potential routes for storing and serving of phosphorus and potassium. J. Environ. Chem. Eng. 10(2), 107237.
3. Colina, F., Llorens, J., 2007. Study of the dissolution of dealuminated kaolin in sodium–potassium hydroxide during the gel formation step in zeolite X synthesis. Micropor Mesopor Mat, 100(1-3) 302-311.
4. Fang, J., Zhan, L., Ok, Y.S., Gao, B., 2018. Minireview of potential applications of hydrochar derived from hydrothermal carbonization of biomass. J. Ind. Eng. Chem. 57, 15-21.
5. Heidari, M., Dutta, A., Acharya, B., Mahmud, S., 2019. A review of the current knowledge and challenges of hydrothermal carbonization for biomass conversion. J. Ener. Ins. 92(6), 1779-1799.
6. Li, Z., Delvaux, B., 2019. Phytolith-rich biochar: A potential Si fertilizer in desilicated soils. GCB Bioenergy 11.
7. Mohammed Ali, M.M., Ahmed, M.J., Hameed, B.H., 2018. NaY zeolite from wheat (Triticum aestivum L.) straw ash used for the adsorption of tetracycline, J. Clean. Prod.172, 602-608.
8. Nguyen, N.M., Dultz, S., Picardal, F., Bui, T.K.A., Pham, Q.V., Schieber, J., 2015. Release of potassium accompanying the dissolution of rice straw phytolith. Chemosphere 119, 371-376.
9. Nguyen, A.T.Q., Bui, T.A., Mai, N.T., Tran, H.T., Tran, S.V., Nguyen, N.H., Tsubota, T., Shinogi, Y., Dultz, S., Nguyen, M.N., 2020. Release kinetics of potassium from silica-rich fern derived biochars. Agron. J. 112(3), 1713-1725.
10. Nguyen, M.N., 2021. Potential use of silica-rich biochar for the formulation of adaptively controlled release fertilizers: A mini review. J. Clean. Prod. 127188.
11. Nguyen, H.X., Nguyen, V.T., Tran, C.T., Nguyen, A.T.Q., Nguyen-Thanh, L., Bui, T.A., Dultz, S., Wu, T., Nguyen, M.N., 2019. Characterization and implication of phytolith-associated potassium in rice straw and paddy soils. Arch. Agron. Soil Sci. 65(10), 1354-1369.
12. Nguyễn Ngọc Minh, Đào Châu Thu, 2012. Khoáng sét trong đất và khả năng ứng dụng trong lĩnh vực môi trường. NXB Giáo dục.

13. Titirici, M.M., Antonietti, M., 2010. Chemistry and materials options of sustainable carbon materials made by hydrothermal carbonization. Chem. Soc. Rev. 39(1), 103-116.

14. Trinh, K.T., Nguyen, T.T.H., Nguyen, T.N., Wu, T.Y., Meharg, A.A., Nguyen, M.N., 2017. Characterization and dissolution properties of phytolith occluded phosphorus in rice straw. Soil Till. Res. 171, 19-24.

15. Vongvoradit, P., Worathanakul, P., 2012. Fast Crystallization of SUZ-4 Zeolite with Hydrothermal Synthesis: Part I Temperature and Time Effect peer-review under responsibility of I-SEEC2011. Pro. Engi. (2012) 32 198-204.

16. Xiao, X., Chen, B., Chen, Z., Zhu, L., Schnoor, J.L., 2018. Insight into multiple and multilevel structures of biochars and their potential environmental applications: A critical review. Environ. Sci. Technol. 52, 5027-5047.

17. Xu et al., 2019. Effect of inorganic potassium compounds on the hydrothermal carbonization of Cd-contaminated rice straw for experimental-scale hydrochar. Biomass Bioenerg. 130 105357.

MINERALIZED-K HYDROCHAR MATERIAL: CHARACTERISTICS AND POTENTIAL APPLICATION IN SLOW-RELEASE FERTILIZER PRODUCTION

Nguyen Thi Quynh Anh[1,2], Dinh Mai Van[1], Nguyen Thi Hue[3], Nguyen Ngoc Minh[1,*]

[1] Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi.
[2] Hanoi University of Natural Resources & Environment, 41A Phu Dien, Bac Tu Liem, Hanoi.
[3] Institute of Geography, 18 Hoang Quoc Viet, Hanoi, Viet Nam.

ABSTRACT

Straw is a natural composite containing lignocellulose and mineral elements. This study was conducted to convert rice straw into a hydrochar/K-mineral composite that is able to store and release potassium at a suitable rate for plants. Hydrochar was prepared in a hydrothermal condition continuously at 200 ^{o}C and high pressure for 24 hours. The obtained hydrochar was further hydrothermally treated (2nd time) in 2N KOH environment at 200 ^{o}C for 10 hours and left to stand (aging) for 18 hours. Some silicon-rich materials such as phytolith, silicagel and diatomite were added during the second hydrothermal process to enhance the crystallization of hydrochar. Structural analyses (by microCT and some other complementary techniques) show that the two-stage hydrothermal process produces a hybrid hydrochar material containing potassium crystals or potassium-containing silicates. This structure is carbon-rich, porous with intercalated potassium-containing crystals. Potassium is immobilized by slowly soluble silicate crystals and the release can be regulated by the hydrochar structure. After all the potassium is released, the remaining hydrochar can still function as a soil amendment material.

Keywords: Rice straw, potassium, hydrochar, hydrotherma, mineralization.

* Corresponding author, email address: minhnn@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0168

LỌC CÁT CHÌM - PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN MỚI ĐỂ CUNG CẤP NƯỚC NÔNG THÔN

Nguyễn Trường Thành[1*], Kim Lavane[1], Huỳnh Vương Thu Minh[1], Nguyễn Võ Châu Ngân[1], Trần Văn Tỷ[2]

[1]Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ
Khu 2, đường 3/2, Xuân Khánh, Ninh Kiều, Cần Thơ
[2]Trường Bách khoa, Trường Đại học Cần Thơ

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá hiệu quả phương pháp lọc cát chìm nhằm cải thiện chất lượng nước có thể cung cấp cho người dân ở vùng nông thôn, với tiêu chí thân thiện môi trường. Kết quả cho thấy, thể tích nước sau lọc có thể cung cấp đủ cho 6 nhân khẩu của một gia đình trong một ngày ở vùng nông thôn với chất lượng nước sau lọc sử dụng được cho mục đích sinh hoạt thông thường, nếu cần cho nhu cầu ăn uống thì bắt buộc phải xử lý tiếp theo. Mặc dù, chất lượng nước sau lọc chưa cao, nhưng ưu điểm là không sử dụng hóa chất keo tụ hoặc đông tụ và vẫn sử dụng được cho mục đích sinh hoạt thông thường, thay vì người dân ở nông thôn phải sử dụng trực tiếp từ nước sông chưa qua xử lý. Kết quả nghiên cứu giúp giải quyết vấn đề nước sạch ở nông thôn, giúp người dân tiết kiệm chi phí trong sử dụng và nâng cao hiệu quả sử dụng nước sạch, đạt tiêu chí thân thiện môi trường.

Từ khóa: Lọc cát chìm, nông thôn, nước sạch, xử lý nước.

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, tỷ lệ dân cư nông thôn được sử dụng nước đạt tiêu chuẩn còn ở mức thấp, nhiều vùng dân cư người dân gặp khó khăn về nước sạch, phải mua nước từ xa về với giá cao [1]. Tỷ lệ người dân được tiếp cận với nguồn nước sạch đã cải thiện, nhưng vẫn có sự chênh lệch giữa khu vực thành thị và nông thôn [2]. Mục tiêu năm 2020, tất cả dân cư nông thôn sử dụng nước sạch đạt tiêu chuẩn quốc gia với số lượng ít nhất 60 lít/người/ngày [3]. Nhưng tính đến hết năm 2019, chiến lược cấp nước trên chỉ đạt 88,5 % dân số nông thôn được sử dụng nước hợp vệ sinh. Như vậy, vẫn còn 11,5 % người dân nông thôn chưa được tiếp cận tới nguồn nước hợp vệ sinh để sinh hoạt hàng ngày [4]. Tại vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) tỷ lệ dân cư nông thôn tập trung được sử dụng nước sạch từ hệ thống cấp nước vùng liên tỉnh, cấp nước đô thị đạt 20 % (năm 2020), mục tiêu năm 2025 đạt 30 % và năm 2030 đạt 35 %. Trong đó, tiêu chuẩn cấp nước khu vực dân cư nông thôn tập trung, liền kề đô thị 80 lít/người/ngày đêm (năm 2020), đến năm 2025 là 90 lít/người/ngày đêm và năm 2030 là 100 lít/người/ngày đêm [5]. Việc cung cấp nước sạch chỉ đảm bảo được cho 60 – 65 % dân số đô thị và đối với dân cư nông thôn tỷ lệ này thấp hơn rất nhiều [6]. Bên cạnh đó, cấp nước nông thôn vùng ĐBSCL hiện nay toàn vùng có 75,82 % dân số được sử dụng nước hợp vệ sinh và chỉ có 36,52 % dân số được sử dụng nước đạt QCVN 02:2009/BYT [1]. Ngoài ra, nước mưa được sử dụng ở hầu hết các vùng nông thôn vùng ĐBSCL, trong đó phổ biến ở các vùng ven biển, nguồn nước bị nhiễm mặn, nhiễm phèn, vùng dân cư ở phân tán, chưa có hệ thống cấp nước tập trung [7]. Người dân ở vùng nông thôn khó khăn trong việc tiếp cận nguồn nước sạch, hoặc phải sử dụng trực tiếp từ nước sông. Từ đó, mục tiêu của nghiên cứu này đánh giá

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: ntthanh@ctu.edu.vn

hiệu quả cải thiện chất lượng nước của phương pháp lọc cát chìm nhằm đưa ra giải pháp có thể cấp nước sinh hoạt cho dân cư vùng nông thôn phân tán hoặc vùng lũ.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Nguồn nước mặt ở nông thôn đã có dấu hiệu suy giảm chất lượng và xảy ra ô nhiễm cục bộ chất rắn lơ lửng, chất hữu cơ, và vi sinh. Trong đó, các tỉnh phía Bắc thì ô nhiễm chỉ tiêu COD, BOD_5, TSS, tổng coliform hay tại tỉnh Cà Mau có hàm lượng $N\text{-}NH_4^+$ vượt quy chuẩn QCVN 08:2008 (cột A_1, B_1) nhiều lần [8]. Ngoài ra, lưu vực sông Mê Kông có chất lượng khá tốt, có thể cấp cho sinh hoạt. Tuy nhiên, hầu hết các lưu vực sông đều có giá trị TSS và độ đục trong nước khá cao, ở mức vượt QCVN 08-MT:2015/BTNMT (A_2), nhiều khu vực còn vượt mức B_1 của QCVN nhiều lần, đặc biệt là vào mùa lũ [9].

2.2. Khu vực nghiên cứu

Mô hình lọc cát chìm được đặt trên sông Rạch Cam (tọa độ 10°04'09.1"N và 105°42'56.5"E) tại địa chỉ 372/17 khu vực Bình Yên, phường Long Hòa, Bình Thủy, Cần Thơ. Nguồn nước mặt của sông Rạch Cam nhận nguồn nước từ Sông Hậu (ngã ba Cồn Linh) chảy theo sông Bình Thủy vào đến sông Rạch Cam, nước lớn từ hướng Sông Hậu chảy vào và nước ròng chảy ra Sông Hậu (Hình 1a).



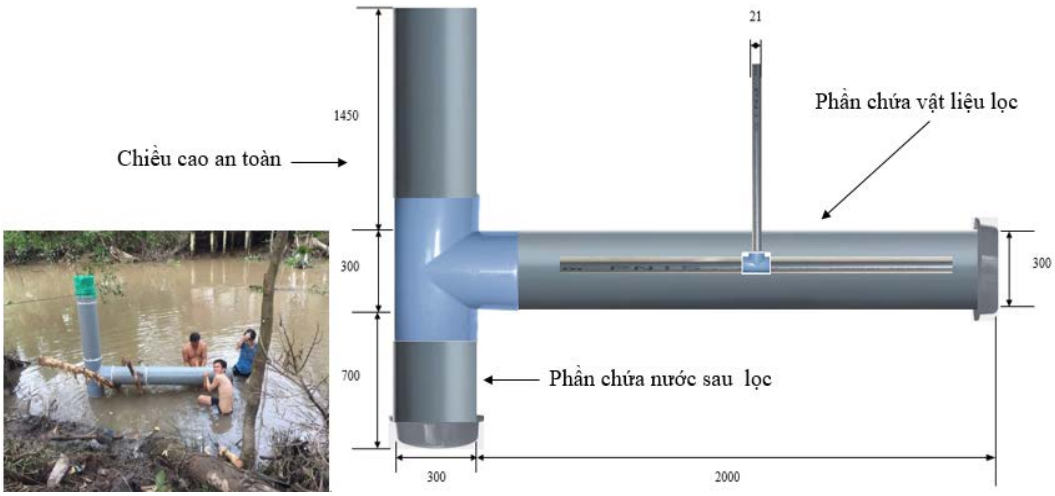
Hình 1. Vị trí đặt mô hình lọc cát chìm (a), trạm đo mực nước trên Sông Hậu (b) và theo ngày 19/12/2021 (c) (Số liệu cập nhật từ trang web https://www.mrcmekong.org/)

Trong thời gian nghiên cứu (12/2021) độ cao mực nước tại khu vực nghiên cứu được dự đoán thông qua độ cao mực nước trên Sông Hậu tại trạm đo Tân Châu và Châu Đốc. Qua diễn biến chế độ nước theo ngày cho thấy, độ cao mực nước trong tháng 12/2021 tại trạm Tân Châu cao nhất là 2,12 m và thấp nhất là 1 m và tại trạm Châu Đốc cao nhất là 2,27 m và thấp nhất là 1,02 m (Hình 1b). Đánh giá chất lượng nước sau lọc vào ngày 19/12/2021, khi đó mực nước tại trạm Tân Châu đạt 1,57 m và tại trạm Châu Đốc đạt 1,76 m (Hình 1b) và diễn biến mực nước theo giờ trong ngày 19/12/2021 được thể hiện ở Hình 1c, cho thấy chế độ thủy triều tại vùng nghiên cứu có chế độ bán nhật triều trong ngày. Do thủy triều nơi nghiên cứu có chế độ bán nhật triều, nên thời gian ngập nước của mô hình được xác định từ lúc triều xuống đến lúc triều lên và ngược lại. Theo ghi nhận thực tế trong thời điểm thí nghiệm (19/12/2021) thời gian triều xuống mất 3 giờ 45 phút và thời gian triều lên cũng mất 3 giờ 45 phút.

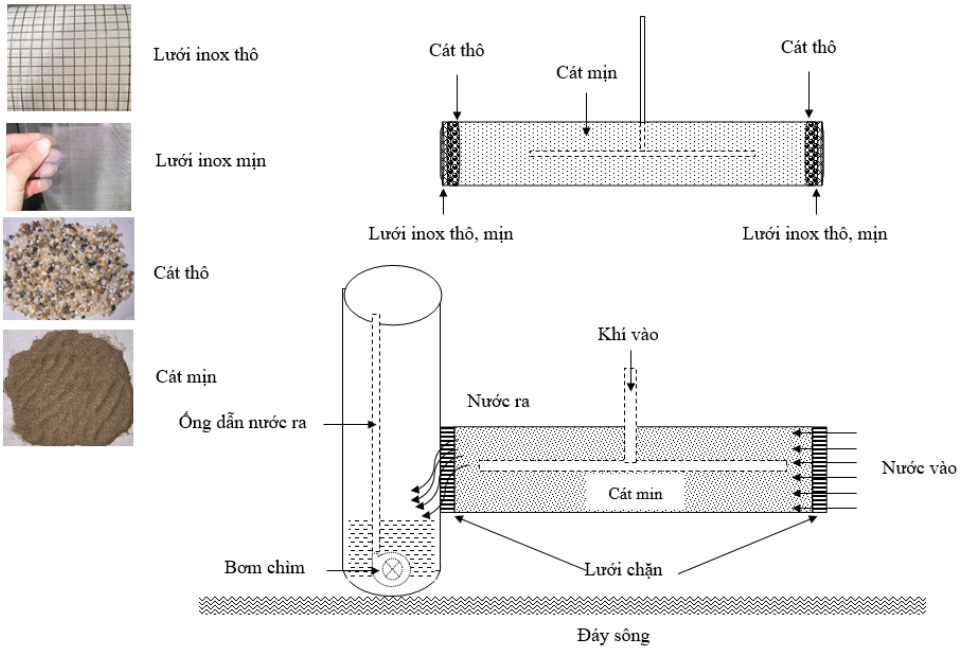
2.3. Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng mô hình lọc cát chìm để lọc nước sông, mô hình được thiết kế bằng ống nhựa PVC với hai phần, phần chứa vật liệu lọc có chiều dài 2.000 mm, đường kính 300 mm, phần chứa nước

sau lọc có tổng chiều cao 2.450 mm, trong đó phần chứa nước cao 700 mm, tổng chiều cao an toàn 1.750 mm (Hình 2a). Công suất dự kiến 500 lít/ngày.đêm, đủ cung cấp nước cho hộ gia đình với 6 nhân khẩu, với lưu lượng lọc từ 1,23-1,26 lít/phút.



(a)



(b)

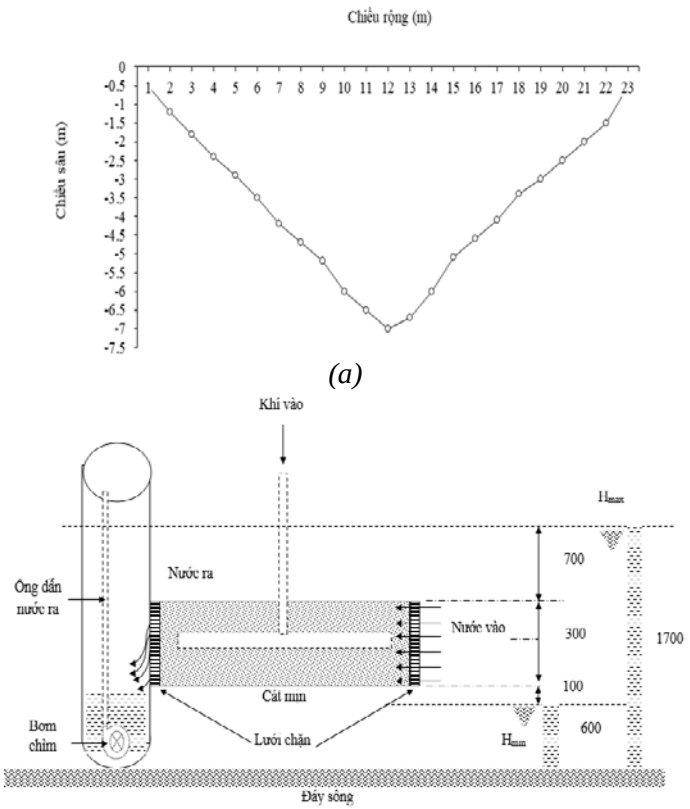
Hình 2. Cấu tạo mô hình lọc cát chìm (a) và lớp vật liệu, phụ liệu (b)

Cấu tạo bên trong cột lọc bao gồm lưới inox thô (10×10 mm), lưới inox mịn (0,037 mm), cát thô (1-2 mm) và cát mịn (cỡ hạt < 1 mm). Trong đó, lưới inox thô bên ngoài đến lớp lưới inox mịn, lớp cát thô và lớp cát mịn. Lưới inox thô có nhiệm vụ giữ lớp inox mịn, lớp inox mịn chặn lớp cát thô, lớp cát thô chặn lớp cát mịn để không bị trôi ra ngoài. Lớp cát mịn có nhiệm vụ lọc các chất bẩn có trong nguồn nước thô (Hình 2b). Độ ẩm của cát được xác định bằng cách sấy khô và tính

toán là 10 % và độ rỗng của lớp vật liệu (cát) được tính bằng công thức: $\Phi = V_v/V_T$ trong đó V_v là thể tích phần lỗ rỗng, V_T là tổng thể tích của khối vật chất. Từ công thức tính độ rỗng và qua thực nghiệm, tính được độ rỗng của khối cát khi ngập nước Φ= 0,34. Từ kết quả này cho thấy độ rỗng của lớp cát (vật liệu lọc) rất nhỏ, phù hợp cho việc lọc các chất rắn có trong nước sông.

Nước sông đi vào mô hình từ phía miệng cột lọc, sau khi qua 2 lớp lưới inox (thô và mịn) và lớp cát thô. Để đi hết chiều dài cột lọc, nước sông phải thẩm thấu và lan truyền từ đầu miệng cột lọc cho đến cuối cột lọc, sau đó nước sau lọc đi vào cột chứa nước. Trên thân cột lọc có ống thông khí nhằm cân bằng áp suất với khí quyển bên ngoài, giúp nước thẩm thấu dễ dàng trong mô hình, nước sau lọc được bơm chìm lấy ra ngoài (Hình 2b).

Mô hình lọc cát chìm được đặt tại sông Rạch Cam có kích thước lòng sông (nơi đặt mô hình) như Hình 3a. Trong đó, chiều rộng sông 23 m, độ sâu lòng sông (nơi sâu nhất) 7 m tính từ mặt đất. Mô hình đặt cách bờ 3,5 m, nơi có độ sâu khoảng 2,2 m so với mặt đất, đáy cột thu nước của mô hình chạm đáy sông. Tại vị trí đặt mô hình, cột nước thấp nhất (H_{min}) vào lúc nước ròng đạt 0,6 m, cách mặt dưới của ống lọc của mô hình 0,1 m. Tương tự, cột nước cao nhất (H_{max}) vào lúc nước lớn đạt 1,7 m, cách mặt trên của ống lọc mô hình 0,7 m. Như vậy, tính từ mặt dưới cột lọc của mô hình trở lên mặt thoáng của sông khi nước lớn cao nhất thì mô hình luôn ngập nước 1 m. Đây cũng chính là độ ngập nước của mô hình (Hình 3b).



Hình 3. Lòng sông nơi đặt mô hình (a) độ sâu ngập nước (b)

Mô hình được vận hành trong 10 ngày liên tục để rửa sạch cát, trước khi lấy mẫu chính thức liên tục theo giờ trong một chu kỳ con nước (triều xuống, triều lên) vào ngày 19/12/2021.

2.4. Phương pháp đánh giá chất lượng nước

Mẫu nước được thu theo TCVN 6663-6:2008, chỉ tiêu pH được đo bằng máy Hanna HI8314, DO và nhiệt độ được đo bằng máy Hanna HI9142, độ đục đo bằng máy Hanna HI93703C. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu khác như TSS (SMEWW 2540.D), COD (SMEWW 5220.C), BOD_5 (SMEWW-5210.D), N-NH_4^+ (TCVN 6179-1:1996), N-NO_2^- (SMEWW 4500-NO_2^-.B), N-NO_3^- (SMEWW 4500-NO_3^-.E), P-PO_4^{3-} (SMEWW 4500-P.D) và tổng Coliform (TCVN 6187-2:96).

Đánh giá chất lượng nước sông (đầu vào) và nước sau lọc (đầu ra) tại mỗi chu kỳ triều xuống và triều lên theo QCVN08-MT:2015/BTNMT để đưa ra nhận định ban đầu các mục đích sử dụng nước theo các phân hạng A_1, A_2, B_1, B_2. Ngoài ra, đánh giá chất lượng nước theo mức chất lượng của chỉ số chất lượng nước (VN_WQI) theo hướng dẫn của Tổng cục Môi trường (2019) ban hành kèm theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT. Theo hướng dẫn này để tính toán VN_WQI phải bao gồm tối thiểu 03/05 nhóm thông số, trong đó bắt buộc phải có nhóm IV. Trường hợp thủy vực chịu tác động của các nguồn ô nhiễm đặc thù bắt buộc phải lựa chọn nhóm thông số đặc trưng tương ứng để tính toán (thủy vực chịu tác động của ô nhiễm thuốc BVTV bắt buộc phải có nhóm II, thủy vực chịu tác động của kim loại nặng bắt buộc phải có nhóm III). Do đó, trong nghiên cứu này chỉ tập trung đánh giá theo nhóm I (pH), nhóm IV (nhóm thông số hữu cơ và dinh dưỡng) và nhóm V (nhóm thông số vi sinh), mà không kể nhóm II (nhóm thông số thuốc bảo vệ thực vật) và nhóm III (nhóm thông số kim loại nặng). Bên cạnh đó, chất lượng nước sau lọc của mô hình lọc cát chìm được so sánh với chất lượng nước cấp (hiện tại) tại nơi nghiên cứu.

Cách tính toán thông số VN_WQI như sau:

Bước 1: Tính toán giá trị WQI_{SI} các thông số BOD_5, COD, N-NH_4^+, P-PO_4^{3-}, TSS, độ đục và tổng Coliform theo (1), trong đó BP_i, BP_{i+1}, q_i, q_{i+1} tra Bảng 1 theo QĐ 1460/QĐ-TCMT và C_p là giá trị của thông số quan trắc được đưa vào tính toán.

$$WQI_{SI} = \frac{q_i - q_{i+1}}{BP_{i+1} - BP_i}(BP_{i+1} - C_p) + q_{i+1} \quad (1)$$

Bước 2: Tính toán giá trị WQI_{DO} theo (2) thông qua $DO_{bão\ hòa}$ và $DO_{\%bão\ hòa}$

Giá trị $DO_{\%bão\ hòa}$: $DO_{baohoa} = 14,652 - 0,41022T + 0,0079910T^2 - 0,000077774T^3$

Với T: nhiệt độ môi trường nước tại thời điểm quan trắc (đơn vị: ^oC)

Giá trị $DO_{\%bão\ hòa}$: $DO_{\%\ bão\ hòa} = DO_{hòa\ tan} / DO_{bão\ hòa} * 100$

Với $DO_{hòa\ tan}$: Giá trị DO quan trắc được (đơn vị: mg/l)

Sau đó tính giá trị WQI_{DO}:

$$WQI_{SI} = \frac{q_{i+1} - q_i}{BP_{i+1} - BP_i}(C_p - BP_i) + q_i \quad (2)$$

Với C_p: giá trị $DO_{\%bão\ hòa}$ và BP_i, BP_{i+1}, q_i, q_{i+1} là các giá trị tương ứng với mức i, i+1 tra Bảng 3 theo QĐ 1460/QĐ-TCMT.

Nếu $DO_{\%bão\ hòa} < 20$ hoặc $DO_{\%bão\ hòa} > 200$, thì $WQI_{DO} = 10$; Nếu $20 < DO_{\%bão\ hòa} < 88$, thì WQI_{DO} tính theo công thức 2 và tra Bảng 3 theo QĐ 1460/QĐ-TCMT; Nếu $88 \le DO_{\%bão\ hòa} \le 112$,

thì $WQI_{DO} = 100$; Nếu $112 < DO_{\%bão\ hòa} < 200$, thì WQI_{DO} tính theo công thức 1 và tra Bảng 3 theo QĐ 1460/QĐ-TCMT.

Bước 3: Tính toán WQI đối với thông số pH

Nếu giá trị pH < 5,5 hoặc pH > 9, thì $WQI_{pH} = 10$; Nếu 5,5 < pH < 6, thì WQI_{pH} tính theo công thức 2 và tra Bảng 4 theo QĐ 1460/QĐ-TCMT; Nếu 6 ≤ pH ≤ 8,5, thì WQI_{pH} bằng 100; Nếu 8,5 < pH < 9, thì WQI_{pH} được tính theo công thức 1 và tra Bảng 4 theo QĐ 1460/QĐ-TCMT.

Bước 4: Tính toán WQI

Sau khi tính toán WQI đối với từng thông số nêu trên, tính toán WQI cuối cùng theo công thức 3 đối với thủy vực cần chú ý vấn đề ô nhiễm hữu cơ, nên tính toán WQI với trọng số của nhóm thông số (nhóm IV trọng số 2 và nhóm V trọng số 1).

$$WQI = \frac{WQI_I}{100} \text{x} \frac{(\prod_{i=1}^{n} WQI_{II})^{1/n}}{100} \text{x} \frac{(\prod_{i=1}^{m} WQI_{III})^{1/m}}{100} \text{x} [(\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} WQI_{IV})^2 x \frac{1}{l}\sum_{i=1}^{l} WQI_V]^{1/3} \quad (3)$$

Trong đó: WQI_I: Kết quả tính toán đối với thông số nhóm I; WQI_{II}: Kết quả tính toán đối với các thông số nhóm II; WQI_{III}: Kết quả tính toán đối với các thông số nhóm III; WQI_{IV}: Kết quả tính toán đối với các thông số nhóm IV và WQI_V: Kết quả tính toán đối với thông số nhóm V.

Do trong nghiên cứu này không kể nhóm II và III nên công thức 3 trở thành:

$$WQI = \frac{WQI_I}{100} \text{x} [(\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} WQI_{IV})^2 x \frac{1}{l}\sum_{i=1}^{l} WQI_V]^{1/3} \quad (4)$$

Bước 5: So sánh WQI với Bảng 1, các mức đánh giá chất lượng nước.

Bảng 1. So sánh chỉ số chất lượng nước

Khoảng giá trị WQI	Chất lượng nước	Màu sắc	Phù hợp với mục đích sử dụng
91 - 100	Rất tốt	Xanh nước biển	Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt
76 - 90	Tốt	Xanh lá cây	Sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng cần các biện pháp xử lý phù hợp
51 - 75	Trung bình	Vàng	Sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác
26 - 50	Kém	Da cam	Sử dụng cho giao thông thủy và các mục đích tương đương khác
10 - 25	Ô nhiễm nặng	Đỏ	Nước ô nhiễm nặng, cần các biện pháp xử lý trong tương lai
< 10	Ô nhiễm rất nặng	Nâu	Nước nhiễm độc, cần có biện pháp khắc phục, xử lý

(Nguồn: [10])

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

a. Chất lượng nguồn nước mặt tại khu vực nghiên cứu

Kết quả đánh giá chất lượng nước sông ở khu vực nông thôn tại nơi nghiên cứu theo QCVN08-MT:2015/BTNMT ở chu kỳ con nước triều xuống và triều lên được thể hiện qua Bảng 2. Nhìn chung, chất lượng nước sông vào lúc nước triều lên đạt loại B_2 đến B_1. Tuy nhiên, chất lượng

nước được cải thiện hơn vào lúc con nước triều xuống đạt loại B_2 đến A_1. Đặc biệt, chỉ tiêu $N\text{-}NH_4^+$ và $N\text{-}NO_2^-$ không đạt quy chuẩn ở cả hai kỳ chu kỳ con nước từ triều lên đến triều xuống.

Bảng 2. Chất lượng nước sông vào triều xuống và triều lên

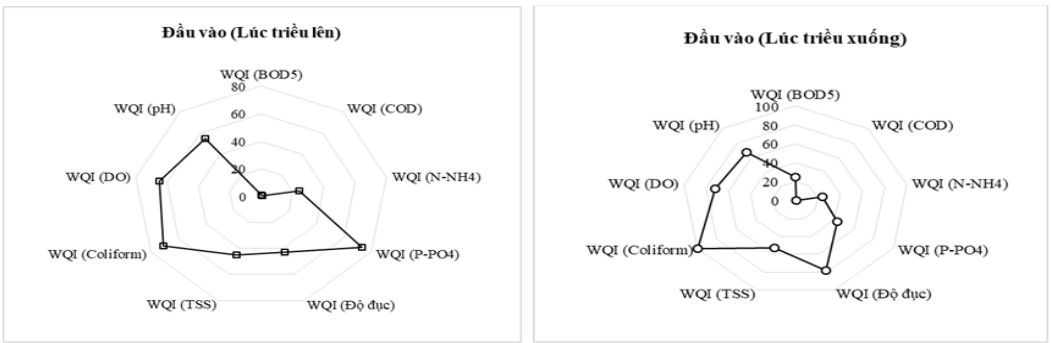
STT	Thông số	Đơn vị	*QCVN08-MT:2015/BTNMT (*)*				**Chất lượng nước sông (đầu vào)**			
			A		**B**		***Triều xuống***		***Triều lên***	
			A_1	**A_2**	**B_1**	**B_2**	***Trung bình***	***So sánh (*)***	***Trung bình***	***So sánh (*)***
1	pH	-	6-8,5	6-8,5	5,5-9	5,5-9	5,67	*Đạt B_1, B_2*	5,55	*Đạt B_1, B_2*
2	Độ đục	NTU	-	-	-	-	9,47	-	13,31	-
3	Nhiệt độ	^oC	-	-	-	-	31,27	-	31,29	-
4	DO	mg/l	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2	5,25	*Đạt A_2*	4,74	*Đạt B_1*
5	TSS	mg/l	20	30	50	100	47,50	*Đạt B_1*	59,60	*Đạt B_2*
6	BOD_5	mg/l	4	6	15	25	25,31	*Đạt B_2*	54,50	*Đạt B_2*
7	COD	mg/l	10	15	30	50	148,00	*Đạt B_2*	152,00	*Đạt B_2*
8	$N\text{-}NH_4^+$	mg/l	0,3	0,3	0,9	0,9	1,18	*Không đạt*	1,10	*Không đạt*
9	$N\text{-}NO_2^-$	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,21	*Không đạt*	0,31	*Không đạt*
10	$N\text{-}NO_3^-$	mg/l	2	5	10	15	1,04	*Đạt A_1*	1,90	*Đạt A_1*
11	$P\text{-}PO_4^{3-}$	mg/l	0,1	0,2	0,3	0,5	0,36	*Đạt B_2*	0,21	*Đạt B_1*
12	Coliform	MPN/ 100 ml	2.500	5.000	7.500	10.000	1400	*Đạt A_1*	5400	*Đạt B_1*

Ghi chú: Trung bình: giá trị trung bình giữa các lần phân tích
(*) A_1 - Sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt (sau khi áp dụng xử lý thông thường), bảo tồn động thực vật thủy sinh và các mục đích khác như loại A_2, B_1 và B_2.
A_2 - Dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp hoặc các mục đích sử dụng như loại B_1 và B_2.
B_1 - Dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi hoặc các mục đích sử dụng khác có yêu cầu chất lượng nước tương tự hoặc các mục đích sử dụng như loại B_2.
B_2 - Giao thông thuỷ và các mục đích khác với yêu cầu nước chất lượng thấp.

Các chỉ tiêu lý học như pH, DO đạt loại B_2 đến A_2. Giá trị TSS đạt 59,60 mg/l vào lúc triều lên (loại B_2) nhưng giảm vào lúc triều xuống (47,50 mg/l), tăng lên loại B_1, điều này tương ứng với việc giảm mạnh của độ đục từ lúc triều lên sang lúc triều xuống (từ 13,31 NTU xuống 9,47 NTU). Độ đục của nước sông gây ra bởi các hạt phù sa, dòng chảy làm xáo trộn các lớp bùn đất hai bờ và đáy sông. Ngoài ra, các hoạt động giao thông trên sông cũng làm cho độ đục tăng lên. Các chỉ tiêu hóa học và dưỡng chất cho thấy, giá trị BOD_5 dao động 25,31-54,50 mg/l đạt loại B_2. Tương tự như vậy giá trị COD dao động 148,00-152,00 mg/l cũng đạt loại B_2. Mặc dù cùng đạt loại B_2, nhưng giá trị COD của nước sông lúc triều lên cao hơn lúc triều xuống. Do sự xáo trộn của dòng chảy lúc nước triều lên làm tăng độ đục và các bùn cặn, nên giá trị COD cao hơn lúc nước triều xuống. Dưỡng chất nitơ ở dạng $N\text{-}NH_4^+$ và $N\text{-}NO_2^-$ của cả lúc nước triều xuống và triều lên đều không đạt QCVN08-MT:2015/BTNMT. Tuy nhiên, nitơ ở dạng $N\text{-}NO_3^-$ đạt loại A_1. Giá trị phốt pho ở dạng $P\text{-}PO_4^{3-}$ khá cao (0,36 mg/l, loại B_2) lúc nước triều xuống và 0,21 mg/l (loại B_1) lúc nước triều lên. Số lượng các tế bào vi khuẩn hình thành khuẩn lạc hữu hiệu trên 100 ml đơn vị thể tích mẫu quan sát là rất lớn (5.400 MPN/100 ml) vào lúc triều lên (loại B_1) nhưng giảm đáng kể vào lúc triều xuống (1.400 MPN/100ml) làm cho chất lượng nước sông tăng lên loại A_1.

Đánh giá chung, chất lượng nước sông ở vùng nông thôn không thể sử dụng trực tiếp, đặc biệt là ô nhiễm nitơ ở dạng $N\text{-}NH_4^+$ và $N\text{-}NO_2^-$, đây là dưỡng chất cung cấp cho tảo phát triển gây hiện tượng phú dưỡng hóa, điều này chứng tỏ chất hữu cơ tích tụ trong nước sông quá nhiều. Chúng đến từ các chất thải hữu cơ mà con người xả trực tiếp ra môi trường tiếp nhận, không qua xử lý, trong đó $N\text{-}NO_2^-$ là chất đáng lo ngại khi mà chất này có gây bệnh xanh da do thiếu máu ở trẻ em (nếu hấp thu vào cơ thể). Tuy nhiên, một điều nổi bật nhất cho thấy nitơ ở dạng $N\text{-}NO_3^-$ đạt loại A_1 được ghi nhận. Từ kết quả đánh giá chất lượng nước sông nông thôn theo QCVN08-MT:2015/BTNMT ở Bảng 2 cho thấy, đa số các chỉ tiêu của nước sông chỉ đạt loại B_2 sử dụng cho giao thông thuỷ và các mục đích khác với yêu cầu nước chất lượng thấp.

Theo kết quả chỉ số chất lượng nước (WQI) của từng thành phần lúc nước triều lên và lúc nước triều xuống thể hiện ở Hình 4. Chỉ số WQI của 03 thành phần BOD_5, COD và $N\text{-}NH_4^+$ của nước sông lúc triều lên và triều xuống đều nhỏ hơn 25, tra Bảng 1 cho thấy chất lượng nước kém (tương ứng chỉ sử dụng cho giao thông thủy và các mục đích tương đương khác). Chỉ số WQI_{TSS} (đạt mức 45) của nước lúc triều lên và $WQI_{P\text{-}PO4}^{3-}$ của nước lúc triều xuống (đạt mức 43) cho chất lượng nước kém, cũng chỉ sử dụng cho giao thông thủy. Chỉ số WQI của các chỉ tiêu pH, DO, Coliform và $P\text{-}PO_4^{3-}$ của nước lúc triều lên dao động từ 55-73, cho chất lượng nước trung bình (sử dụng cho mục đích tưới tiêu), cùng mức chất lượng này, ở con nước lúc triều xuống chỉ tiêu WQI của TSS, pH, và DO đạt từ 53-72. Chỉ riêng chỉ số $WQI_{độ\ đục}$ của nước lúc triều lên đạt mức 43, cho chất lượng nước kém (sử dụng giao thông thủy). Ngược lại, chỉ số $WQI_{độ\ đục}$ và $WQI_{Coliform}$ của nước lúc triều xuống đạt mức 78 và 100, lần lượt tương ứng, cho chất lượng từ tốt đến rất tốt (sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng cần các biện pháp xử lý phù hợp). Như vậy, theo chỉ số chất lượng nước từng thành phần thì có chỉ tiêu đạt chất lượng tốt có thể sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt, có chỉ tiêu đạt chất lượng kém cho thấy nước ô nhiễm nặng. Để tính tổng thể chất lượng nước bao gồm 12 chỉ tiêu (Bảng 2) cần quy chuẩn các thông số về một mức chất lượng theo công thức 4 và so sánh với Bảng 1. Từ đó, tính ra chỉ số WQI của nước lúc triều lên đạt mức 26, cho chất lượng nước kém (sử dụng giao thông thủy). Tương tự, vào lúc nước triều xuống thì chỉ số WQI đạt mức 40, chỉ số có tăng so với lúc triều lên, nhưng cũng vẫn cho chất lượng nước kém, cũng sử dụng giao thông thủy.



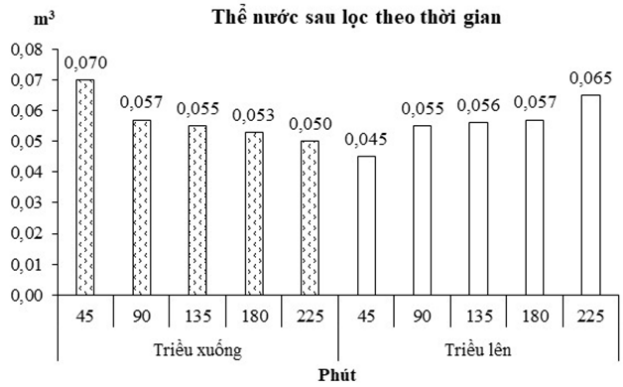
(a) *(b)*

Hình 4. Chỉ số WQI thành phần của nước sông lúc triều lên (a) và lúc triều xuống (b)

Tóm lại, từ kết quả đánh giá chất lượng nước sông ở khu vực nông thôn tại nơi nghiên cứu theo QCVN08-MT:2015/BTNMT và theo chỉ số chất lượng nước WQI, cho thấy chất lượng nước chỉ sử dụng cho giao thông thủy, kể cả khi nước lớn đầy sông. Chất lượng nước sông hiện tại không thể phục vụ trực tiếp cho sinh hoạt mà cần phải có biện pháp xử lý trước khi sử dụng.

b. Thể tích nước sau lọc của mô hình lọc cát chìm

Nước sau lọc được bơm chìm bơm từ bộ phận chứa nước của mô hình và được đo bằng ống đong. Trong một chu kỳ con nước, sau mỗi 45 phút lọc, thể tích nước sau lọc được ghi nhận một lần (Hình 5). Kết quả cho thấy ở chu kỳ nước triều xuống, sau 45 phút đầu thể tích nước sau lọc đạt 0,07 m^3, thể tích nước sau lọc giảm dần theo thời gian. Ở chu kỳ con nước triều lên, ban đầu cột nước cao 1m, với độ cao cột nước này tạo áp lực đến tốc độ lọc của vật liệu lọc, nên thể tích thu được cao hơn. Khi mực nước xuống dần (triều xuống) dẫn đến áp lực cột nước cũng giảm dần làm cho thể tích nước sau lọc cũng giảm dần. Từ sau 90 phút đến 225 phút thể tích nước sau lọc dao động 0,050-0,057 m^3. Thể tích trung bình sau 3 giờ 45 phút lọc đạt 0,285 m^3. Điều ngược lại, ở chu kỳ con nước triều lên, mực nước lên cao dần bắt đầu từ điểm dưới của cột lọc cho đến khi đạt cột nước cao nhất (1 m, khi nước đứng dòng để chuyển sang triều xuống trở lại). Chính vì thế mà áp lực cột nước cũng tăng dần theo làm cho tốc độ lọc tăng dần. Sau 45 phút lọc đầu tiên, thể tích nước sau lọc đạt 0,045 m^3, nhưng khi cột nước cao nhất ở 225 phút (nước lớn đầy) thì thể tích nhận được 0,065 m^3. Từ 90 phút đến 180 phút thể tích nước sau lọc dao động 0,050-0,057 m^3. Thể tích trung bình sau 3 giờ 45 phút lọc đạt 0,278 m^3.



Hình 5. Thể tích nước sau lọc theo thời gian

Qua kết quả cho thấy, thể tích nước sau lọc ở chu kỳ con nước từ triều xuống đạt cao hơn từ triều lên. Lý do, khi ở chu kỳ nước triều xuống, cột nước ban đầu cao và độ đục ít nên vật liệu lọc ít bị nghẹt, chính vì thế tốc độ lọc nhanh hơn. Ngược lại, khi ở chu kỳ con nước triều lên, cột nước ban đầu thấp và độ đục cao nên gây nghẹt vật liệu lọc nhiều hơn làm cho tốc độ lọc chậm hơn. Sau 3 giờ 45 phút lọc ở chu kỳ nước triều xuống đạt 0,285 m^3 và sau 3 giờ 45 phút ở chu kỳ nước triều lên đạt 0,278 m^3. Như vậy, trong một ngày tổng thể tích nước sau lọc của mô hình đạt 0,563 m^3, tương đương 563 lít. Theo tiêu chuẩn dùng nước tính theo đầu người đối với điểm dân cư nông thôn (TCVN 12286:2018), tính đến năm 2020 thì tiêu chuẩn cấp nước là 100 L/người.ngày. Từ đó, thể tích nước sau lọc của mô hình lọc cát chìm cung cấp được cho 5,63 người/ngày. Nếu với nhân khẩu trung bình ở nông thôn là 6 người/hộ thì mô hình này đủ cung cấp nước sạch cho mỗi gia đình trong ngày.

c. Chất lượng nước sau lọc

Đánh giá chất lượng nước theo QCVN08-MT:2015/BTNMT

Nhìn chung, chất lượng nước sau lọc vào lúc nước triều xuống và triều lên đạt loại từ A_2 đến A_1 (Bảng 3). Tuy nhiên, các chỉ tiêu chất lượng nước được cải thiện hơn vào lúc triều xuống. Trong đó, chỉ tiêu BOD_5 của cả hai chu kỳ con nước chỉ đạt loại A_2, cho thấy mô hình còn hạn chế loại bỏ

các hợp chất hữu cơ dạng hòa tan. Các chất hữu cơ dưới dạng không tan (rắn lơ lửng, phù sa) thì được loại bỏ tốt hơn. Mặc dù, số lượng các tế bào vi khuẩn hình thành khuẩn lạc hữu hiệu trên 100 ml đơn vị thể tích mẫu quan sát còn tồn tại, dao động từ 390-400 MPN/100 ml) nhưng vẫn đạt loại A_1. Ưu điểm của mô hình lọc cát chìm là không sử dụng hóa chất keo tụ/đông tụ để kết tủa các hợp chất hữu cơ dạng hòa tan, chính vì thế mà chất lượng nước sau lọc vẫn chưa cao như các biện pháp xử lý nước mặt thông thường có sử dụng hóa chất. Tuy nhiên, chất lượng vẫn sử dụng được cho mục đích sinh hoạt thông thường, thay vì người dân ở nông thôn phải sử dụng trực tiếp từ nước sông chưa qua xử lý.

Bảng 3. Chỉ tiêu chất lượng nước sau lọc

STT	Thông số	Đơn vị	*QCVN08-MT:2015/BTNMT (*)*				Nước sau lọc qua mô hình lọc cát chìm			
			A		B		*Triều xuống*		*Triều lên*	
			A_1	A_2	B_1	B_2	*Trung bình*	*So sánh (*)*	*Trung bình*	*So sánh (*)*
1	pH	-	6-8,5	6-8,5	5,5-9	5,5-9	5,88	*Đạt B_1, B_2*	5,87	*Đạt B_1, B_2*
2	Độ đục	NTU	-	-	-	-	10,6	-	10,5	-
3	Nhiệt độ	^oC	-	-	-	-	31,8	-	31,2	-
4	DO	mg/l	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2	6,34	*Đạt A_1*	5,77	*Đạt A_2*
5	TSS	mg/l	20	30	50	100	13,5	*Đạt A_1*	14,4	*Đạt A_1*
6	BOD_5	mg/l	4	6	15	25	6	*Đạt A_2*	6,1	*Đạt A_2*
7	COD	mg/l	10	15	30	50	22,43	*Đạt B_1*	26,4	*Đạt B_1*
8	$N\text{-}NH_4^+$	mg/l	0,3	0,3	0,9	0,9	0,1	*Đạt A_1*	0,1	*Đạt A_1*
9	$N\text{-}NO_2^-$	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	*Đạt A_1*	0,08	*Đạt A_1*
10	$N\text{-}NO_3^-$	mg/l	2	5	10	15	0,5	*Đạt A_1*	0,81	*Đạt A_1*
11	$P\text{-}PO_4^{3-}$	mg/l	0,1	0,2	0,3	0,5	0,20	*Đạt A_2*	0,1	*Đạt A_1*
12	Coliform	MPN/100 ml	2.500	5.000	7.500	10.000	390	*Đạt A_1*	400	*Đạt A_1*

Ghi chú: Trung bình: giá trị trung bình giữa các lần phân tích

(*) A_1 - Sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt (sau khi áp dụng xử lý thông thường), bảo tồn động thực vật thủy sinh và các mục đích khác như loại A_2, B_1 và B_2.

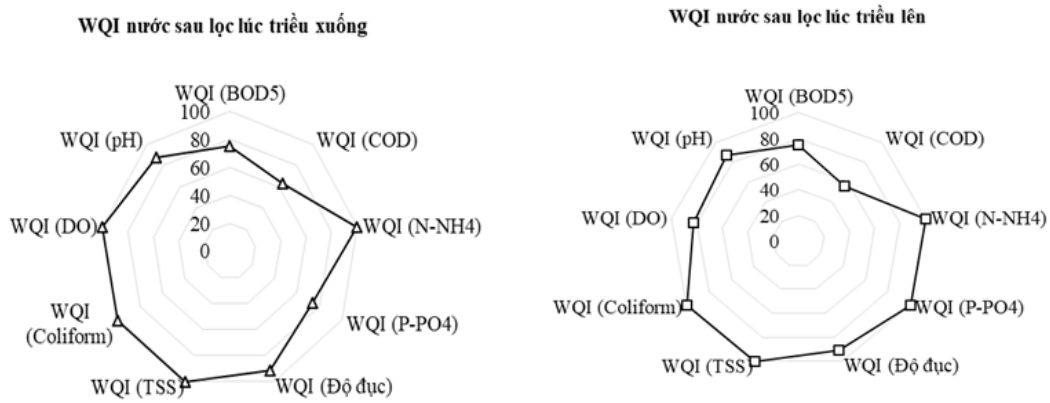
A_2 - Dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp hoặc các mục đích sử dụng như loại B_1 và B_2.

B_1 - Dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi hoặc các mục đích sử dụng khác có yêu cầu chất lượng nước tương tự hoặc các mục đích sử dụng như loại B_2.

B_2 - Giao thông thuỷ và các mục đích khác với yêu cầu nước chất lượng thấp.

Đánh giá chất lượng nước theo chỉ số WQI

Nhìn chung, mỗi chỉ số WQI thành phần cho chỉ số chất lượng nước sau lọc khác nhau, nhưng đa số đều có chất lượng nước từ tốt đến rất tốt (Hình 6). Qua kết quả cho thấy, chỉ số WQI của 03 thành phần BOD_5, COD và $P\text{-}PO_4^{3-}$ của nước sau lọc lúc triều xuống, dao động từ 63-75, cho chất lượng nước trung bình. Trong khi đó, cùng chất lượng, nhưng chỉ số WQI thành phần của COD, BOD_5 ở nước triều lên đạt 56 và 75 lần lượt tương ứng. Các chỉ số WQI của các thành phần còn lại của cả hai chu kỳ con nước đều đạt chất lượng rất tốt. Ngoại trừ, chu kỳ con nước triều lên có chỉ số WQI_{DO} và WQI_{pH} của nước sau lọc (83-87), chất lượng tốt và ở chu kỳ con nước triều xuống chỉ riêng WQI_{pH} đạt 88.



(a) *(b)*

Hình 6. Chỉ số WQI thành phần của nước sau lọc lúc triều xuống (a) và lúc triều lên (b)

Chỉ số WQI tổng của nước sau lọc ở chu kỳ con nước triều xuống đạt 81, có chất lượng tốt, chỉ số WQI tổng của nước sau lọc ở chu kỳ con nước triều lên đạt 80, cũng cho chất lượng tốt. Như vậy, chất lượng nước sau lọc của mô hình lọc cát chìm đối với nước sông ở khu vực nông thôn cho chất lượng nước tốt, có thể sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt, nhưng cần thêm các biện pháp xử lý phù hợp.

So sánh chất lượng nước sau lọc với nước cấp hiện tại

*Bảng 4. S*o sánh chỉ tiêu chất lượng nước sau lọc với nước máy

STT	Thông số	Đơn vị	Nước sau lọc (Triều lên)	Nước sau lọc (Triều xuống)	Nước cấp
1	pH	-	5,87	5,88	5,88
2	Độ đục	NTU	10,5	10,6	0,83
3	Nhiệt độ	^oC	31,2	31,8	27,8
4	DO	mg/l	5,77	6,34	6,92
5	TSS	mg/l	14,4	13,5	3,5
6	BOD_5	mg/l	6,1	6	3,65
7	COD	mg/l	26,4	22,43	7,21
8	$N\text{-}NH_4^+$	mg/l	0,1	0,1	0,04
9	$N\text{-}NO_2^-$	mg/l	0,08	0,04	0,01
10	$N\text{-}NO_3^-$	mg/l	0,81	0,5	0,01
11	$P\text{-}PO_4^{3-}$	mg/l	0,1	0,00	0,05
12	Coliform	MPN/100 ml	400	390	40

Qua Bảng 4 cho thấy chất lượng nước sau lọc của mô hình lọc cát chìm có độ đục còn khá cao so với nước máy hiện tại. Do nước máy hiện tại được xử lý bằng hóa chất keo tụ/đông tụ các hạt phù sa, các chất huyền phù gây màu trong nước và được loại ra khỏi nguồn nước. Chính vì thế mà nước sau xử lý có độ trong cao hơn so với mô hình lọc cát chìm. Bên cạnh đó, các chất hữu cơ hòa tan vẫn được loại bỏ tốt hơn, cũng như chỉ tiêu vi sinh được giảm thiểu bằng các loại hóa chất khử trùng. Tuy vậy, với mục đích sử dụng cho việc tắm giặt ở nông thôn thì nước sau lọc của mô hình lọc cát chìm vẫn có thể sử dụng tốt.

Hiệu suất xử lý của mô hình lọc cát chìm

Qua Bảng 5 cho thấy, đa số hiệu suất loại bỏ các chỉ tiêu từ 71,58-92,59 %, riêng chỉ tiêu P-PO_4^{3-} và N-NO_3^- chỉ đạt từ 44,44-57,37 %. Đặc biệt, hiệu quả loại bỏ chỉ tiêu vi sinh khá cao (92,59 %) vào lúc triều lên, cũng như hiệu suất loại bỏ N-NH_4^+ trên 90 % vào lúc triều lên và triều xuống. Bên cạnh đó, hiệu suất loại bỏ chỉ tiêu BOD_5 và COD trên 80 %.

Bảng 5. Hiệu suất xử lý

STT	Thông số	Đơn vị	Nước sông (đầu vào)		Nước sau lọc qua mô hình lọc cát chìm			
			Triều xuống	Triều lên	Triều xuống		Triều lên	
			Trung bình	Trung bình	Trung bình	Hiệu suất xử lý (%)	Trung bình	Hiệu suất xử lý (%)
1	TSS	mg/l	47,5	59,6	13,5	71,58	14,4	75,84
2	BOD_5	mg/l	25,31	54,5	6	76,29	6,1	88,81
3	COD	mg/l	148	152	22,43	84,84	26,4	82,63
4	N-NH_4^+	mg/l	1,18	1,1	0,1	91,53	0,1	90,91
5	N-NO_2^-	mg/l	0,21	0,31	0,04	80,95	0,08	74,19
6	N-NO_3^-	mg/l	1,04	1,9	0,5	51,92	0,81	57,37
7	P-PO_4^{3-}	mg/l	0,36	0,21	0,2	44,44	0,1	52,38
8	Coliform	MPN/100 ml	1400	5400	390	72,14	400	92,59

4. KẾT LUẬN

Chất lượng nước sông ở khu vực nông thôn tại nơi nghiên cứu, có chất lượng nước chỉ phục vụ cho giao thông thủy, kể cả khi nước lớn đầy sông cũng không thể phục vụ trực tiếp cho sinh hoạt mà cần phải có biện pháp xử lý trước khi sử dụng. Ưu điểm của mô hình lọc cát chìm là không sử dụng hóa chất keo tụ/đông tụ để kết tủa các hợp chất hữu cơ dạng hòa tan. Thể tích nước sau lọc của mô hình lọc cát chìm có thể cung cấp nước sạch đủ cho 6 nhân khẩu/hộ trong ngày với chất lượng nước sau lọc tốt, có thể sử dụng cho mục đích tắm giặt, thay vì người dân ở nông thôn phải sử dụng trực tiếp từ nước sông chưa qua xử lý. Nếu cần chất lượng nước cao hơn, cần có biện pháp xử lý tiếp theo để phục vụ cho sinh hoạt.

Lời cảm ơn

Tác giả xin cảm ơn nhóm sinh viên: Huê Thị Kha Thi và Lê Hồng Thư đã hỗ trợ bố trí thí nghiệm, phân tích mẫu và kinh phí từ đề tài TSV2021-100.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đoàn Thu Hà (2013). "Đánh giá hiện trạng cấp nước nông thôn vùng Đồng bằng sông Cửu Long và đề xuất giải pháp phát triển". *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật thủy lợi và Môi trường* - số 43 (12/2013).

2. Unicef (2020). Tóm tắt chính sách về nước sạch & vệ sinh môi trường tại Việt Nam.

3. Thủ tướng Chính phủ (2000). Quyết định số 104/2000/TTg ngày 25 tháng 8 năm 2000 Về việc phê duyệt Chiến lược quốc gia về cấp nước sạch và vệ sinh nông thôn đến năm 2020.

4. Trung tâm Quốc gia Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn (2020). Chiến lược quốc gia về cấp nước sạch và vệ sinh nông thôn đến 2030, tầm nhìn đến 2045.

5. Thủ tướng Chính phủ (2016). Quyết định số 2140/QĐ-TTg ngày 08 tháng 11 năm 2016 Phê duyệt quy hoạch cấp nước vùng Đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

6. Bộ Tài nguyên và Môi trường và Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2013). Kế hoạch Đồng bằng sông Cửu Long Tầm nhìn và chiến lược dài hạn nhằm phát triển Đồng bằng sông Cửu Long an toàn, trù phú và bền vững.

7. Đoàn Thu Hà và Nguyễn Hoàng Hồ (2014). "Đề xuất giải pháp thu trữ nước mưa hộ gia đình vùng Đồng bằng sông Cửu Long". *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật thủy lợi và Môi trường* – số 44 (3/2014).

8. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2014). Báo cáo môi trường Quốc gia 2014. Môi trường nông thôn.

9. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2018). Báo cáo môi trường Quốc gia 2018. Môi trường nước các lưu vực sông.

10. Tổng cục Môi trường (2019). Quyết định số 1460/QĐ-TCMT ngày 12 tháng 11 năm 2019 Về việc ban hành hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng nước Việt Nam (VN_WQI).

SUBMERGED SAND FILTER - A NEW APPROACH FOR RURAL WATER SUPPLY

Nguyen Truong Thanh[1*], Kim Lavane[1], Huynh Vuong Thu Minh[1], Nguyen Vo Chau Ngan[1], Tran Van Ty[2]

[1]College of Environment and Natural Resources, Can Tho University
Campus 2, 3/2 Street, Xuan Khanh, Ninh Kieu, Can Tho city
[2]College of Engineering, Can Tho University

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effectiveness of the submerged sand filtration method in order to improve water quality for rural water supply in an environmentally friendly approach. The results showed that the volume of filtered water can provide enough domestic water use for a rural family with 6 members per day; if for drinking water use, water needed further treatment. Although the water quality did not reach drinking water standard, submerged sand filters did not use coagulant or coagulant aid; and can still be used for domestic purposes, instead of being used directly river water. The research results solve the problem of clean water in rural areas, save treatment costsand improve the efficiency of using clean water.

Keywords: Clean water, submerged sand filter, rural area, water treatment.

* Corresponding author, email address: ntthanh@ctu.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0169

TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH HÓA Ổ SINH THÁI TRONG NGHIÊN CỨU ĐA DẠNG SINH HỌC VÀ BẢO TỒN Ở VIỆT NAM

Nguyễn Tuấn Anh*, Trần Hiền Anh, Lê Xuân Tùng, Trần Hải Đăng, Lê Thanh Hằng, Phạm Thanh Ngân, Phạm Văn Anh, Lê Đức Minh

Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

TÓM TẮT

Phương pháp mô hình hóa ổ sinh thái, đặc biệt bằng thuật toán MaxEnt, là một trong những cách tiếp cận chính được sử dụng trong những năm gần đây để tìm vùng phân bố tiềm năng của các loài sinh vật. Với lợi thế là chỉ cần dữ liệu điểm xuất hiện của loài, có khả năng dự báo vùng phân bố tốt kể cả với những loài nguy cấp, quý hiếm vốn có số lượng điểm xuất hiện thấp, và có khả năng tìm ra những quan hệ sinh thái/tập tính/sinh địa lý ẩn, MaxEnt hiện đã trở thành một trong những phương pháp chuẩn và được khuyến khích sử dụng phổ biến trong nhiều nghiên cứu với mục đích khác nhau. Cho đến nay, phương pháp này đã được sử dụng và đạt kết quả khả quan cho nhiều loài quý hiếm ở Việt Nam, như Vooc má trắng, Thằn lằn cá sấu, Vượn Cao Vít, Cầy vằn Bắc, Thằn lằn ngón Cát Bà. Những kết quả trên cho thấy phương pháp này có tiềm năng lớn ở Việt Nam, và trong tương lai sẽ có nhiều đóng góp cho các nghiên cứu về đa dạng sinh học và bảo tồn. Việc ứng dụng MaxEnt trong những vấn đề chuyên môn của các tổ chức liên quan sẽ hỗ trợ đáng kể trong việc đổi mới và nâng cao năng lực quản lý ở lĩnh vực đa dạng sinh học và bảo tồn ở nước ta.

Từ khóa: Mô hình hóa ổ sinh thái, MaxEnt, đa dạng sinh học, bảo tồn.

1. MỞ ĐẦU

Thuật ngữ Mô hình hóa phân bố loài (Species distribution model) được định nghĩa là các phương pháp mô hình hóa để tìm ra vùng phân bố của các loài sinh vật, với các thông tin đầu vào thường là các dữ liệu về sự xuất hiện/không xuất hiện của loài và các dữ liệu về những yếu tố môi trường có khả năng ảnh hưởng đến phân bố của loài [1]. Nhiều thuật toán đã được phát triển và ứng dụng từ giữa những năm 1980 đến cuối những năm 1990, được sử dụng phổ biến ở nhiều nghiên cứu khác nhau. Một số thuật toán phổ biến trong giai đoạn này bao gồm BIOCLIM, DOMAIN và ENFA [2]. Từ đầu những năm 2000, với sự phát triển về lý thuyết và ứng dụng của trí tuệ nhân tạo trong các ngành khoa học khác, nhiều thuật toán mới với khả năng mô hình hóa chính xác hơn đã được phát triển và phổ biến. Một số thuật toán nổi tiếng được phát triển trong giai đoạn này bao gồm Boosted regression tree, Random forest, Support vector machine, XGBoost, Maximum Entropy (MaxEnt) [3].

Từ khái niệm ban đầu về Mô hình hóa phân bố loài, một nhánh mới được sử dụng rộng rãi từ cuối những năm 1990 là Mô hình hóa ổ sinh thái (Ecological niche model), với việc nhấn mạnh kết quả mô hình sẽ tìm ra những vùng thỏa mãn được các điều kiện về ổ sinh thái của loài [1, 4]. Trong khoảng 20 năm gần đây, phương pháp mô hình hóa phân bố loài phổ biến nhất, được coi là phương pháp chuẩn cho lĩnh vực này trên thế giới, là bằng thuật toán entropy tối đa (Maximum Entropy), với tên gọi tắt là MaxEnt [3]. MaxEnt là thuật toán mô hình hóa dựa theo nguyên lý về mô hình hóa ổ sinh thái và sử dụng trí tuệ nhân tạo [5]. MaxEnt đã được chứng minh là phương pháp không có

yêu cầu cao về dữ liệu đầu vào, có thể mô hình hóa ngay cả với những loài quý hiếm, có lượng điểm xuất hiện thấp, đồng thời có kết quả mô hình tương đối chính xác và có khả năng đánh giá ảnh hưởng các các yếu tố tự nhiên và nhân tác đến phân bố của các loài nguy cấp, quý hiếm [2, 6, 7]. MaxEnt đã được ứng dụng để tìm vùng phân bố chưa biết cho những loài nguy cấp, hiếm gặp [8]; quy hoạch hệ thống các khu bảo tồn [9]; giải quyết các vấn đề phân loại cho những loài có các đặc điểm khó phân biệt [10]; tìm vùng 'trú ẩn' tiềm năng cho những loài nhạy cảm với biến đổi khí hậu [11]; và tìm hiểu các quá trình tự nhiên có khả năng ảnh hưởng đến đặc điểm đa dạng sinh học hiện tại [12].

Trong khoảng hơn 10 năm trở lại đây, một số nghiên cứu và đề tài ở Việt Nam đã sử dụng MaxEnt để giải quyết các vấn đề khác nhau [9, 11]. Tuy nhiên, số lượng các nghiên cứu này vẫn còn tản mạn, chưa phát triển đúng mức so với tiềm năng và giá trị về đa dạng sinh học ở Việt Nam. Vì thế, bài báo này tổng hợp và tóm tắt về các bài báo có sử dụng phương pháp mô hình hóa ổ sinh thái sử dụng thuật toán MaxEnt trong nghiên cứu đa dạng sinh học và bảo tồn ở Việt Nam, để khái quát những ứng dụng cơ bản của MaxEnt cho những cán bộ và nhà nghiên cứu ở lĩnh vực liên quan hiểu và sử dụng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Đối tượng nghiên cứu chính là các bài báo khoa học có sử dụng thuật toán MaxEnt trong nghiên cứu đa dạng sinh học và bảo tồn ở Việt Nam trong thời gian vừa qua.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các cơ sở dữ liệu và trang tìm kiếm về đa dạng sinh học và công trình công bố, bao gồm GBIF, Web of Science, Scopus, và Google Scholar, đã được sử dụng để tìm kiếm các bài báo khoa học có liên quan đến việc ứng dụng mô hình hóa ổ sinh thái bằng thuật toán MaxEnt trong nghiên cứu đa dạng sinh học và bảo tồn ở Việt Nam. Chuỗi tổ hợp từ khóa bao gồm: "Maxent", "Maximum Entropy", "Species Distribution Model", "Niche Model", "Biodiversity", "Conservation", "Ecology", "Vietnam", "Species"; và tổ hợp các từ khóa tiếng Việt tương ứng, ví dụ như "Sinh thái", "Bảo tồn", "Đa dạng sinh học", "Việt Nam" … đã được sử dụng để tìm kiếm. Tổng số lượng bài báo tìm kiếm được là 1.030 bài. Các bài báo kết quả được tìm kiếm, lọc và đánh giá theo hướng dẫn của chuẩn PRISMA [13] để tạo ra tập hợp các bài báo có liên quan. Tập hợp bài báo có liên quan bao gồm 64 bài. Từ tập hợp này, dữ liệu mô tả (metadata) của mỗi bài báo được tập hợp và chuẩn hóa bằng phương pháp khai thác thông tin có nghĩa theo hướng dẫn của Porter và cs. (2005) [14].

Bốn tiêu chuẩn đã được đặt ra để lọc tự động các bài báo bằng phần mềm Vantagepoint phiên bản 10.0 [14], dựa vào bốn lỗi thường mắc phải của các công trình nghiên cứu có sử dụng MaxEnt [15]. Các bài báo thỏa mãn được cả bốn tiêu chuẩn này sẽ được tập hợp thành cơ sở dữ liệu cuối cùng, bao gồm 11 bài. Bốn tiêu chuẩn đó bao gồm:

1) Có áp dụng các phương pháp lọc và giảm thiểu sai số do dữ liệu đầu vào.

2) Có áp dụng các phương pháp kiểm soát độ linh hoạt và phức tạp của mô hình.

3) Có sử dụng các chỉ số đánh giá mô hình.

4) Có quy trình lựa chọn mô hình tối ưu.

Cơ sở dữ liệu hoàn chỉnh được sắp xếp tự động dựa theo dữ liệu mô tả, và được phân về ba nhóm chính, là ba ứng dụng phổ biến của MaxEnt trong nghiên cứu về đa dạng sinh học và bảo tồn [2], bao gồm:

1) Tìm vùng phân bố của các loài nguy cấp, quý hiếm.

2) Đánh giá ảnh hưởng các các yếu tố tự nhiên và nhân tác đến khả năng phân bố của các loài nguy cấp, quý hiếm.

3) Giải quyết các vấn đề chưa sáng tỏ trong đa dạng sinh học và hỗ trợ tìm loài mới.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sau quá trình tổng hợp, sàng lọc, phân tích các tài liệu liên quan, những ứng dụng chủ yếu của phương pháp mô hình hóa ổ sinh thái bằng thuật toán MaxEnt ở Việt Nam có thể được tổng quát hóa bằng những công trình tiêu biểu sau.

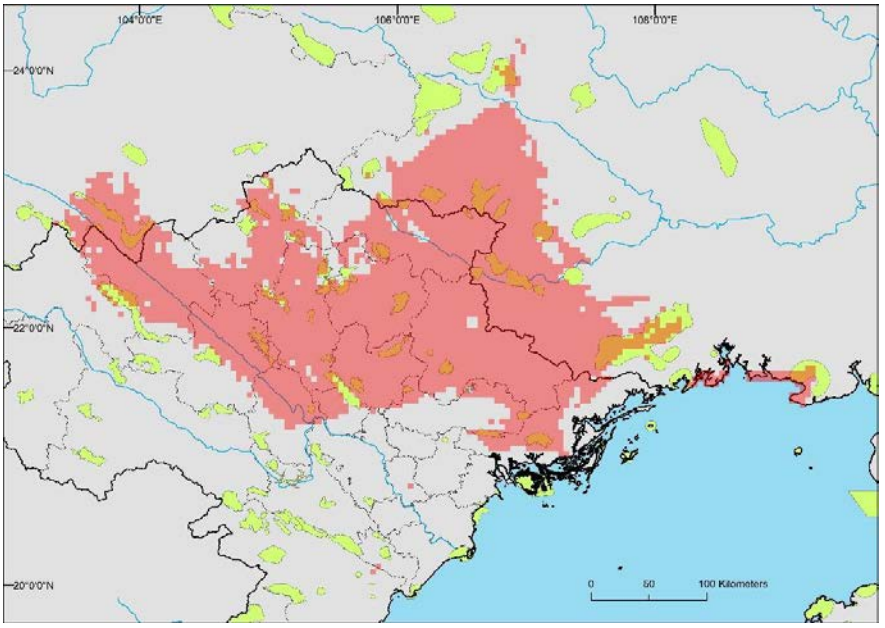
3.1. Tìm vùng phân bố của các loài nguy cấp, quý hiếm

Một trong những ứng dụng đầu tiên, đến nay vẫn là ứng dụng phổ biến nhất, của MaxEnt là để ứng dụng tìm các vùng phân bố của các loài nguy cấp, quý hiếm. Nghiên cứu của Trinh-Dinh và cộng sự (2022) đã tập hợp các điểm phân bố đã biết từ trước đến nay của loài Vượn Cao Vít (*Nomascus nasutus*), là một trong 25 loài linh trưởng nguy cấp nhất thế giới, loài này chỉ còn tồn tại ở một khoảnh núi nhỏ chạy giữa biên giới Việt Nam và Trung Quốc. Vấn đề lớn nhất đe dọa đến sự tồn tại lâu dài của quần thể Vượn Cao Vít hiện tại là việc khu phân bố còn lại có diện tích quá nhỏ và quần thể hiện đã đạt mức chịu tải tối đa của sinh cảnh. Vì thế, việc tìm ra những khu bảo tồn mới, có sinh cảnh và điều kiện môi trường phù hợp cho chương trình tái thả/chuyển chỗ Vượn Cao Vít là hết sức cần thiết. Kết quả nghiên cứu đã phát hiện những khu bảo tồn ở Việt Nam nằm trong vùng phân bố tiềm năng và có điều kiện sinh khí hậu phù hợp với loài (Hình 1), để khuyến nghị những khu bảo tồn nên được ưu tiên cho chương trình tái thả/chuyển chỗ loài Vượn quý hiếm này trong tương lai [11].

Một trong những ưu điểm lớn của MaxEnt là sử dụng được dữ liệu xuất hiện của loài từ nhiều nguồn khác nhau, từ mẫu bảo tàng, quan sát thực địa truyền thống, ghi nhận bằng bẫy ảnh, cho đến mẫu di truyền để xây dựng được mô hình phân bố của loài tốt nhất. Một ví dụ điển hình là nghiên cứu của Nguyen và cộng sự (2022), trong đó các dữ liệu phân bố qua nhiều giai đoạn và nhiều nguồn của loài Cầy vằn Bắc (*Chrotogale owstoni*), vốn là một loài thú nguy cấp có vùng phân bố tập trung chủ yếu ở Việt Nam, và hiếm khi ghi nhận được ở phía Đông Lào và Nam Trung Quốc, đã được thu thập và kiểm tra chi tiết. Các điểm ghi nhận đạt yêu cầu về độ chính xác đã được sử dụng để chạy mô hình MaxEnt cho loài, từ đó tạo cơ sở để chín khu vực được lựa chọn và đề xuất cho các hoạt động bảo tồn và bảo vệ loài thú ăn thịt quý hiếm này [9].

MaxEnt còn có thể được sử dụng để tìm những vùng phân bố chưa được biết đến của của các loài sinh vật. Thằn lằn cá sấu (*Shinisaurus crocodilurus*), một loài bò sát nguy cấp được coi là 'hóa thạch sống' vốn chỉ được biết đến ở Trung Quốc, đã được tìm thấy ở Việt Nam vào đầu những năm 2000 với vùng phân bố rất nhỏ. Dựa vào những dữ liệu phân bố đã biết của loài để làm đầu vào cho mô hình MaxEnt, van Schingen và cộng sự (2016) đã tìm ra thêm được quần thể mới của Thằn lằn cá sấu ở Hải Hà, Quảng Ninh, mở rộng đáng kể vùng phân bố của loài [8]. Tương tự như vậy, Nguyen và cộng sự (2019) đã dùng MaxEnt để đánh giá vùng phân bố tiềm năng cho Chà vá chân nâu (*Pygathrix nemaeus*), một loài linh trưởng nguy cấp và là loài biểu tượng của Đà Nẵng. Từ kết quả mô hình, các tác giả đã đề xuất một số khu vực tiềm năng nhưng ít được khảo sát và nghiên

cứu, nên là trọng tâm điều tra thực địa để tìm các quần thể mới của loài Chà vá này. Các kết quả này đã là thông tin tham khảo có giá trị để tìm ra quần thể Chà vá chân nâu ở khu vực rừng phòng hộ Quảng Ninh, phía Nam Vườn quốc gia Phong Nha – Kẻ Bảng, Quảng Bình [16].



Hình 1. Vùng phân bố tiềm năng của loài Vượn Cao Vít, theo nghiên cứu của Trinh-Dinh và cộng sự [11].

3.2. Đánh giá ảnh hưởng các các yếu tố tự nhiên và nhân tác đến khả năng phân bố của các loài nguy cấp, quý hiếm

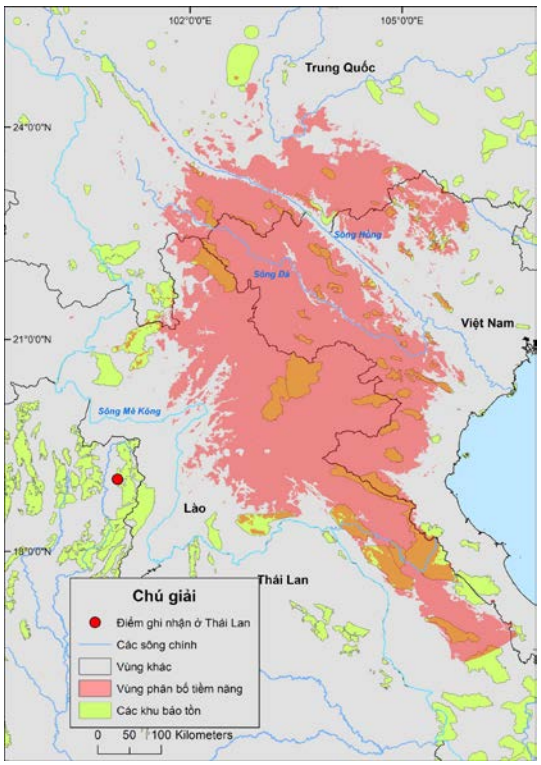
MaxEnt có khả năng sử dụng các biến môi trường từ các kịch bản biến đổi khí hậu và mô hình phân bố hiện tại để tìm ra phân bố tiềm năng của một loài ở tương lai trong các điều kiện sinh khí hậu mới. Vu và cộng sự (2020) đã đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến Chà và chân xám (*Pygathrix cinerea*), là loài chà vá đặc hữu của Việt Nam. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, các vùng phân bố phía Bắc của loài, bao gồm Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, sẽ dần trở nên phân mảnh và thu hẹp và các vùng phân bố phía Nam, đặc biệt là khu vực Kon Tum, sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc bảo tồn Chà vá chân xám trong tương lai [17]. Tương tự như vậy, Ngo và cộng sự (2022) đã mô hình hóa phân bố tiềm năng trong tương lai của Thạch sùng mí Lichtenfelder (*Goniurosaurus lichtenfelderi*) và kết luận rằng đa số các sinh cảnh hiện nay của loài sẽ bị thu hẹp đáng kể trong phần lớn các kịch bản biến đổi khí hậu, và một số khu bảo tồn như Đồng Sơn – Kỳ Thượng, Yên Tử, Bái Tử Long sẽ là những khu 'trú ẩn' quan trọng của loài [18].

MaxEnt còn có khả năng đánh giá sự ảnh hưởng của các yếu tố và đặc điểm tự nhiên khác đến phân bố của loài. Blair và cộng sự (2022) đã xem xét mối quan hệ giữa vùng phân bố của Voọc má trắng (*Trachypithecus francoisi*) và phân bố của các vùng núi đá karst ở Nam Trung Quốc – Bắc Việt Nam dựa trên mô hình MaxEnt. Nghiên cứu đã chứng minh được mối liên hệ giữa vùng núi đá karst và vùng phân bố của Voọc, vì thế đã giúp khẳng định thêm về quá trình thích nghi tiến hóa và sinh thái của loài Voọc má trắng nói riêng và nhóm Voọc đen trắng nói chung đối với việc sinh sống ở các khu vực karst [19]. Ở nghiên cứu tương tự cho loài Voọc mông trắng (*Trachypithecus delacouri*), là loài linh trưởng đặc biệt nguy cấp và đặc hữu, chỉ có ở một khu vực nhỏ gồm năm tỉnh phía Bắc của Việt Nam, dựa vào kết quả từ mô hình MaxEnt, các nhà khoa học

đã kết luận rằng nhóm Voọc đen trắng ở Việt Nam đã có những thích nghi nhất định cho khu vực rừng trên hệ thống karst [20].

3.3. Giải quyết các vấn đề chưa sáng tỏ trong đa dạng sinh học và hỗ trợ tìm loài mới

Với khả năng tìm ra quan hệ ẩn giữa những điểm phân bố đã biết của loài và các điều kiện tự nhiên trong quá khứ – hiện tại – tương lai, MaxEnt có khả năng làm rõ các vấn đề chưa rõ ràng về đặc điểm đa dạng sinh học và từ đó làm căn cứ cho việc hoạch định chính sách quản lý phù hợp. Ví dụ như, Tang và cộng sự (2018) đã sử dụng tập hợp điểm xuất hiện của 220 loài thực vật cổ còn tồn tại, và sử dụng các biến sinh khí hậu ở thời điểm hiện tại, cũng như ở quãng thời gian 6.000 và 21.000 năm trước, để đánh giá phân bố của các loài thực vật cổ này qua các giai đoạn khác nhau trong lịch sử. Kết quả cho thấy, các khu rừng ở trong khoảng từ 22° – 25° Bắc, chạy giữa biên giới Việt Nam và Trung Quốc có điều kiện sinh khí hậu tương đối ổn định trong một khoảng thời gian dài, do đó đóng vai trò rất quan trọng trong việc tạo sinh cảnh trú ẩn và tồn tại cho những loài thực vật không thích ứng kịp với việc thay đổi nhanh của điều kiện khí hậu. Những khu rừng này, vì thế, sẽ là những khu vực có giá trị đa dạng sinh học cao, cần được quan tâm bảo tồn và bảo vệ [12]. Ở một nghiên cứu tương tự, dựa vào tập hợp điểm xuất hiện của hai loài vượn có quan hệ tiến hóa gần gũi với nhau, bao gồm Vượn má vàng Nam (*Nomascus gabriellae*) và Vượn má vàng Trung Bộ (*N. annamensis*), và kết quả từ mô hình MaxEnt, các nhà khoa học đã chỉ ra rằng các khối rừng khộp lớn giữa Việt Nam và Campuchia có thể là nguyên nhân gây phân tách giữa hai loài vượn nguy cấp này [21].



Hình 2. Vùng phân bố tiềm năng của loài Cóc mày E-os [10]

MaxEnt cũng có khả năng hỗ trợ cho công tác đánh giá và tìm loài mới dựa trên những dữ liệu đã có. Nguyễn và cộng sự (2022) đã xem xét các điểm ghi nhận của Cóc mày E-os (*Leptobrachella eos*), là một loài lưỡng cư mới được tìm thấy và mô tả từ năm 2011. Dựa trên các

mô hình phân bố của loài, các tác giả kết luận loài cóc này chỉ có vùng phân bố ở phía Đông của sông Mê Kông (Hình 2), nếu kết hợp với các dữ liệu về hình thái và di truyền khác thì điểm ghi nhận mới của Cóc mày E-os ở Thái Lan [22] có khả năng là của một loài mới [10].

4. KẾT LUẬN

Phương pháp mô hình hóa ổ sinh thái, đặc biệt bằng thuật toán MaxEnt, là một công cụ tương đối mới trong nghiên cứu về đa dạng sinh học và bảo tồn ở Việt Nam. Khả năng ứng dụng và hiệu quả của phương pháp này đã được thể hiện ở nhiều nghiên cứu khác nhau trong những năm vừa qua. Với sự phát triển của các cơ sở dữ liệu đa dạng sinh học mở quy mô lớn, và các công cụ phần mềm hỗ trợ miễn phí như QGIS và R, phương pháp này ngày càng được sử dụng rộng rãi trong việc điều tra và bảo tồn loài, đồng thời giúp hỗ trợ việc hoạch định, quy hoạch, và quản lý hợp lý nguồn tài nguyên sinh vật đang bị suy giảm. Mặc dù việc ứng dụng mô hình hóa ổ sinh thái vào nghiên cứu đa dạng sinh học và bảo tồn tại Việt Nam bắt đầu khá muộn, nhiều nghiên cứu mang tính đột phá đã được tiến hành tại nước ta, đặc biệt trong việc tìm kiếm quần thể chưa biết của các loài quý hiếm.

Tuy nhiên, do là phương pháp tương đối mới, nên nhiều nghiên cứu sử dụng MaxEnt ở Việt Nam trong giai đoạn vừa qua vẫn chưa thực hiện theo các quy trình chuẩn trên thế giới. Vì vậy, để cải thiện độ chính xác và khả năng áp dụng của phương pháp với điều kiện thực tế ở Việt Nam, các chương trình, hội thảo tập huấn để giới thiệu chi tiết về phương pháp này ở Việt Nam là rất cần thiết trong thời gian tới. Mặc dù chưa thể thay thế hoàn toàn các phương pháp truyền thống, phương pháp MaxEnt có thể đóng vai trò hỗ trợ quá trình ra các quyết định/chính sách liên quan đến điều tra/quản lý đa dạng sinh học. Trong tương lai, việc sử dụng mô hình hóa phân bố loài để cung cấp dữ liệu mang tính định lượng về các loài quý hiếm nên được coi là công việc cần thực hiện cho các quy hoạch/chương trình có liên quan ở lĩnh vực này, nhằm nâng cao hiệu quả quản lý nguồn tài nguyên đa dạng sinh học trong cả nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jane Elith, and John R. Leathwick, (2009). “Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction across Space and Time”. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40:677-97. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159.

2. Urbina-Cardona Nicolás, Mary E. Blair, Maria C. Londoño, Rafael Loyola, Jorge Velásquez-Tibatá, and Hernan Morales-Devia, (2019). “Species Distribution Modeling in Latin America: A 25-Year Retrospective Review”. *Tropical Conservation Science*, 12(40):1-19. doi: 10.1177/1940082919854058.

3. Jane Elith, Catherine H. Graham, Robert P. Anderson, Miroslav Dudík, Simon Ferrier, Antoine Guisan, Robert J. Hijmans, Falk Huettmann, John R. Leathwick, Anthony Lehmann, Jin Li, Lucia G. Lohmann, Bette A. Loiselle, Glenn Manion, Craig Moritz, Miguel Nakamura, Yoshinori Nakazawa, Jacob McC. M. Overton, A. Townsend Peterson, Steven J. Phillips, Karen Richardson, Ricardo Scachetti-Pereira, Robert E. Schapire, Jorge Soberón, Stephen Williams, Mary S. Wisz, and Niklaus E. Zimmermann, (2006). “Novel Methods Improve Prediction of Species’ Distributions from Occurrence Data”. *Ecography*, 29(2):129-51. doi: 10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x.

4. Niels Raes, and Hans ter Steege, (2007). “A Null-Model for Significance Testing of Presence-Only Species Distribution Models”. *Ecography*, 30(5):727-36. doi: 10.1111/j.2007.0906-7590.05041.x.

5. Steven J. Phillips, Robert P. Anderson, and Robert E. Schapire, (2006). "Maximum Entropy Modeling of Species Geographic Distributions". *Ecological Modelling*, 190(3–4):231-59. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026.
6. Jane Elith, Michael Kearney, and Steven Phillips, (2010). "The Art of Modelling Range-Shifting Species". *Methods in Ecology and Evolution*, 1(4):330-42. doi: 10.1111/j.2041-210X.2010.00036.x.
7. Richard G. Pearson, Christopher J. Raxworthy, Miguel Nakamura, and A. Townsend Peterson, (2007). "Predicting Species Distributions from Small Numbers of Occurrence Records: A Test Case Using Cryptic Geckos in Madagascar". *Journal of Biogeography*, 34(1):102-17. doi: 10.1111/j.1365-2699.2006.01594.x.
8. van Schingen, C. Pham, T. Le, M. Bonkowski, and T. Ziegler, (2016). "Discovery of a New Crocodile Lizard Population in Vietnam: Population Trends, Future Prognoses and Identification of Key Habitats for Conservation". *Revue Suisse de Zoologie*, 123(September):241-51. doi: 10.5281/zenodo.155297.
9. Tuan Anh Nguyen, Cao Thi Hong Nhung, Peter J. Galante, and Minh D. Le, (2022). "Rapid Decline and Fragmentation of the Distribution of an Enigmatic Small Carnivore, the Owston's Civet, in Response to Future Climate Change". Frontiers of Biogeography, 14(1): e53201. doi: 10.21425/F5FBG53201.
10. Nguyễn Tuấn Anh, Lê Đức Minh, and Phạm Văn Anh, (2022). "Mô hình hóa vùng phân bố tiềm năng của Cóc mày E-os (*Leptobrachella eos*) bằng phương pháp Maxent". *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, 4:55-61. doi: 10.55250/jo.vnuf.2022.5.055-061.
11. Hoang Trinh Dinh, Anh Tuan Nguyen, Minh Duc Le, Xingkang Li, Nhung Thi Hong Cao, and Mary E. Blair, (2022). "Assessment of Climate Change Impacts on One of the Rarest Apes on Earth, the Cao Vit Gibbon *Nomascus nasutus*". *Frontiers of Biogeography*, 14(1): e53320. doi: 10.21425/F5FBG53320.
12. Cindy Q. Tang, Tetsuya Matsui, Haruka Ohashi, Yi-Fei Dong, Arata Momohara, Sonia Herrando-Moraira, Shenhua Qian, Yongchuan Yang, Masahiko Ohsawa, Hong Truong Luu, Paul J. Grote, Pavel V. Krestov, Ben LePage, Marinus Werger, Kevin Robertson, Carsten Hobohm, Chong-Yun Wang, Ming-Chun Peng, Xi Chen, Huan-Chong Wang, Wen-Hua Su, Rui Zhou, Shuaifeng Li, Long-Yuan He, Kai Yan, Ming-Yuan Zhu, Jun Hu, Ruo-Han Yang, Wang-Jun Li, Mizuki Tomita, Zhao-Lu Wu, Hai-Zhong Yan, Guang-Fei Zhang, Hai He, Si-Rong Yi, Hede Gong, Kun Song, Ding Song, Xiao-Shuang Li, Zhi-Ying Zhang, Peng-Bin Han, Li-Qin Shen, Diao-Shun Huang, Kang Luo, and Jordi López-Pujol, (2018). "Identifying Long-Term Stable Refugia for Relict Plant Species in East Asia". *Nature Communications*, 9(1):4488. doi: 10.1038/s41467-018-06837-3.
13. David Moher, Alessandro Liberati, Jennifer Tetzlaff, and Douglas G. Altman, (2009). "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement". *BMJ*, 339(jul21 1):b2535–b2535. doi: 10.1136/bmj.b2535.
14. Alan L. Porter, and Scott W. Cunningham, (2005). *Tech Mining - Exploiting New Technologies for Competitive Advantange*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
15. Mary E Blair, Minh D. Le, and Ming Xu, (2022). "Species Distribution Modeling to Inform Transboundary Species Conservation and Management under Climate Change: Promise and Pitfalls". *Frontiers of Biogeography*, 14(1): e54662. doi: 10.21425/F5FBG54662.

16. Nguyen Tuan Anh, Le Duc Minh, Pham Viet Hung, and Vu Thi Duyen, (2019). "Modeling the Red-Shanked Douc (*Pygathrix nemaeus*) Distribution in Vietnam Using Maxent". *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, 35(3):61-71. doi: 10.25073/2588-1094/vnuees.4390.

17. Thinh T. Vu, Dung V. Tran, Hoa T. P. Tran, Manh D. Nguyen, Tuan A. Do, Nga T. Ta, Hien T. Cao, Nhung T. Pham, and Dai V. Phan, (2020). "An Assessment of the Impact of Climate Change on the Distribution of the Grey-Shanked Douc *Pygathrix cinerea* Using an Ecological Niche Model". *Primates*, 61(2):267-75. doi: 10.1007/s10329-019-00763-8.

18. Hai Ngoc Ngo, Huy Quoc Nguyen, Tien Quang Phan, Truong Quang Nguyen, Laurenz R. Gewiss, Dennis Rödder, and Thomas Ziegler, (2022). "Modeling the Environmental Refugia of the Endangered Lichtenfelder's Tiger Gecko (*Goniurosaurus lichtenfelderi*) towards Implementation of Transboundary Conservation". *Frontiers of Biogeography*, 14(1). doi: 10.21425/F5FBG51167.

19. Mary E. Blair, Tuan A. Nguyen, Minh D. Le, Zhijin Liu, Tao Meng, Ned Horning, Eleanor J. Sterling, Hoang M. Thach, Ming Xu, and Peter J. Galante, (2022). "Karst as an Abiotic Driver of François' Langur Distribution, with Predictions for Biological Communities on Karst under Climate Change". *Frontiers of Biogeography*, 14(1): e51838. doi: 10.21425/F5FBG51838.

20. Thanh V Nguyen, Huy Man, and Anh Nguyen, (2022). "An Assessment of Potential Distribution and Climate Change Impacts on a Critically Endangered Primate , the Delacour's Langur". *The Raffles Bulletin of Zoology*, 70:30-38. doi: 10.26107/RBZ-2022-0003.

21. Cao Thi Hong Nhung, Le Duc Minh, and Nguyen Tuan Anh, (2021). "Modeling the Distribution of the Southern Yellow-Cheeked Gibbon (*Nomascus gabriellae*) Using Maxent". *Vietnam Journal of Science and Technology*, 59(5):589-600. doi: 10.15625/2525-2518/59/5/15890.

22. Yun He Wu, Jin Min Chen, Parinya Pawangkhanant, Chatchai Yothawut, Alex P. Karuno, Chatmongkon Suwannapoom, and Jing Che, (2022). "Distribution Extension of *Leptobrachella eos* (Ohler, Wollenberg, Grosjean, Hendrix, Vences, Ziegler & Dubois, 2011): First Record from Thailand". *Herpetozoa*, 35:25-32.

POTENTIAL APPLICATION OF ECOLOGICAL NICHE MODEL IN BIODIVERSITY AND CONSERVATION RESEARCH IN VIETNAM

Nguyen Tuan Anh*, Tran Hien Anh, Le Xuan Tung, Tran Hai Dang, Le Thanh Hang, Pham Thanh Ngan, Pham Van Anh, Le Duc Minh

Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi

ABSTRACT

Ecological niche modelling, especially by the MaxEnt algorithm, is one of the main approaches in recent years to model the potential distribution of different species. Its main advantages include the facts that it needs only presence-only data for modelling, it can produce robust results even for endangered and elusive species that may have a low number of occurrences, and it can discover hidden ecological/biogeographical/ behavioural relationships between organisms and between organisms and their surrounding environments. Therefore, MaxEnt is now recommended as a standard approach by international institutions to address different issues, from finding unknown distribution areas of a newly described species to understanding possible impacts of climate change on future habitat of a threatened clade. In Vietnam, MaxEnt has been used for many endangered species, such as the Francois' Langur, the Crocodile Lizard, the Cao Vit Gibbon, the Owston's Civet, the Cat Ba Bent-toe Lizard. With such results, MaxEnt shows a high potential for biodiversity and conservation research in Vietnam, and would make substantial contributions to the field across the country. Therefore, the use of MaxEnt in related activities of relevant authorities and organisations will significantly support the innovation and enhance management capacity in the biodiversity and conservation sector in Vietnam.

Keywords: Ecological niche model, MaxEnt, biodiversity, conservation.

Doi: 10.15625/vap.2022.0170

VAI TRÒ CỦA LIGNIN VÀ HEMIXENLULOZƠ ĐỐI VỚI VẬT LIỆU THAN SINH HỌC TỪ VỎ TRẤU TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Phạm Hoàng Giang*, Phạm Thị Thúy, Nguyễn Mạnh Khải

Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

TÓM TẮT

Việc sử dụng nguyên liệu than sinh học từ phụ phẩm nông nghiệp để xử lý nước thải đang trở nên phổ biến hơn trong nghiên cứu. Than sinh học từ trấu đang là một trong những hướng nghiên cứu được lựa chọn vì hiệu quả và thân thiện với môi trường. Mục tiêu của nghiên cứu này là xem xét vai trò của lignin/hemixenlulozơ trong việc hình thành vật liệu than sinh học từ trấu. Trấu được xử lý để loại bỏ lignin và hemixenlulozơ, trước khi nung ở 400 ^{o}C trong 4 giờ để sản xuất nguyên liệu than sinh học. Hình ảnh SEM của vật liệu cho thấy sau khi loại bỏ lignin/hemixenlulozơ, vật liệu biến tính trở nên xốp hơn. Kết quả FTIR cũng cho thấy rằng các đỉnh đặc trưng của lignin và hemixenlulozơ đã bị loại bỏ khỏi các vật liệu biến đổi. Thời gian phản ứng và thí nghiệm nồng độ ban đầu được sử dụng để đánh giá khả năng loại bỏ chất hữu cơ xanh methylen của than sinh học. Dựa trên điều này, các vật liệu không chứa lignin/hemixenlulozơ, mặc dù có độ xốp cao hơn, nhưng khả năng loại bỏ hữu cơ kém hiệu quả hơn, đặc biệt là các vật liệu không chứa lignin. Điều này cho thấy rằng các thành phần lignin/hemixenlulozơ đóng một vai trò trong vật liệu than sinh học.

Từ khóa: Than sinh học, trấu, phụ phẩm nông nghiệp, xử lý nước thải.

1. MỞ ĐẦU

Trong một vài thập kỷ gần đây, sự phát triển mạnh của kinh tế cũng như bùng nổ dân số đã tạo ra nhiều sức ép lên môi trường sống, một trong số đó là vấn đề ô nhiễm môi trường và ô nhiễm các chất hữu cơ độc hại. Các hoạt động công nghiệp hay sinh hoạt của con người đã phát thải một số lượng lớn các chất độc hại này vào môi trường đất và nước, cuối cùng tác động ngược lại tới con người. Hấp phụ đã được chứng minh là một phương pháp hiệu quả và khả thi về mặt kinh tế để loại bỏ các chất gây ô nhiễm hữu cơ. Vì than sinh học có nhiều ưu điểm như nhiều loại nguyên liệu thô khác nhau, chi phí thấp và có thể tái chế, nó có thể đạt được hiệu quả biến chất thải thành kho báu khi được sử dụng để xử lý môi trường [1]. Than sinh học được đặc trưng bởi diện tích bề mặt đặc biệt lớn, cấu trúc xốp, các nhóm chức bề mặt và thành phần khoáng chất phong phú, khiến nó phù hợp để sử dụng làm chất hấp phụ nhằm loại bỏ các chất ô nhiễm khỏi dung dịch nước [2]. Than sinh học là một chất hấp phụ có cấu trúc xốp tương tự như than hoạt tính. Tuy nhiên, khác với than hoạt tính, than sinh học có chi phí thấp hơn nhưng vẫn bảo đảm hiệu suất hấp phụ cao. Quá trình sản xuất than hoạt tính đòi hỏi về năng lượng cũng như các quá trình hoạt hóa cao hơn khiến giá thành sản xuất lớn hơn than sinh học. Than sinh học là một nguồn tài nguyên tái tạo và là một nguồn tài nguyên lý tưởng cho các công nghệ môi trường để xử lý chất ô nhiễm nước do những lợi ích kinh tế và môi trường của nó [3].

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: phamhoanggiang@hus.edu.vn

Là một chất hấp phụ, than sinh học có thể hấp phụ tốt các chất ô nhiễm hữu cơ. Đã có nhiều nghiên cứu đánh giá sự hấp phụ của than sinh học trên các chất hữu cơ trong đất như hydrocacbon thơm đa vòng [4] và các este axit phthalate [5]. Một số nghiên cứu cũng chỉ ra rằng hiệu quả xử lý của hệ thống xử lý nước thải có chứa than sinh học đối với các chất ô nhiễm hữu cơ được cải thiện đáng kể so với hệ thống không sử dụng than sinh học [6]. Mohanty và cộng sự cũng đã sử dụng than sinh học để cải thiện hiệu quả loại bỏ các chất ô nhiễm hữu cơ trong nước mưa [7].

Đã có nhiều nghiên cứu về ứng dụng của than sinh học được tiến hành, tuy nhiên, có rất ít nghiên cứu đánh giá về bản chất và thành phần trong nguyên liệu ảnh hưởng tới chất lượng của than sinh học được tạo thành. Thành phần hóa học của phụ phẩm nông nghiệp thông thường bao gồm cellulose (30 - 91 %), hemixenlulozơ (4 - 16 %), lignin (0,6 - 26 %), pectin, sáp và các chất phụ hòa tan trong nước [8][9]. Một số nghiên cứu đã cho thấy hemixenlulozơ hoặc lignin vốn có trong than sinh học có khả năng hấp phụ các chất ô nhiễm tốt [10-12]. Jiang Wan và cộng sự [13] dựa vào chuẩn độ axit-bazơ đã chỉ ra rằng hàm lượng các nhóm chức trong biochar thay đổi khi thành phần của lignin, hemixenlulozơ và xenlulozơ thay đổi. Jianfa Li và cộng sự [14] cũng đã có những nghiên cứu bước đầu so sánh khả năng hấp phụ các hợp chất ô nhiễm vòng thơm của than sinh học từ lignin và xenlulozơ.

Do đó, nghiên cứu này tập trung đánh giá vai trò của lignin và hemixenlulozơ tới hiệu quả của than sinh học trong loại bỏ chất ô nhiễm hữu cơ khỏi môi trường nước.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Nghiên cứu này tiến hành loại bỏ hemixenlulozơ và lignin ra khỏi vật liệu là vỏ trấu, sau đó tiến hành chế tạo than sinh học từ vỏ trấu và vỏ trấu biến tính, từ đó đánh giá vai trò của các thành phần này tới sản phẩm than sinh học phục vụ cho xử lý chất hữu cơ trong nước.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Vật liệu vỏ trấu phụ phẩm nông nghiệp được thu thập từ các khu vực quanh Hà Nội. Vật liệu được sơ chế bằng cách rửa sạch mẫu bằng nước máy và ngâm trong NaOH 1M trong 60 phút (theo tỉ lệ 500 g vật liệu ngâm với 3L dung dịch NaOH 1M) để loại bỏ các tạp chất trong mẫu. Vật liệu sau đó được rửa sạch lại bằng nước máy cho tới khi đạt pH bằng 7, tiếp theo sấy khô ở 60 ^{o}C. Các mẫu được nghiền thành các mảnh và sàng qua rây có kích thước 2 mm.

Quy trình loại bỏ lignin và hemixenlulozơ [15][16]

Vỏ trấu sau khi được làm sạch được tiến hành loại bỏ đồng thời cả lignin và hemixenlulozơ theo quy trình sau [15]:

500 g vỏ trấu được lấy cho vào nước nóng (3L), đun sôi trong 10 phút và lọc tách phần rắn. Trong bước này, đường, các hợp chất phenol và một phần polysaccharid hòa tan trong nước đã được loại bỏ. Sau đó, phần rắn thu được tiếp tục phản ứng với 3L dung dịch NaOH 7,5 % hoặc 15 % tại 98 ^{o}C trong 90 phút. Thông qua việc xử lý kiềm, các hemixenlulozơ và lignin đã được loại bỏ. Vật liệu rắn sau phản ứng được rửa sạch lại bằng nước máy cho tới khi đạt pH bằng 7, tiếp theo sấy khô ở 60 ^{o}C.

Vỏ trấu sau khi được làm sạch được tiến hành loại bỏ hemixenlulozơ theo quy trình sau [16]:

500 g vỏ trấu được lấy cho vào nước nóng (3L), đun sôi trong 10 phút và lọc tách phần rắn. Sau đó, phần rắn thu được tiếp tục phản ứng với 3L dung dịch axit clohydric 1M, hỗn hợp được khuấy trong 30 phút ở 85 ^{o}C; tiếp tục lọc và thu phần rắn. Bước này được lặp lại với dung dịch HCl 0,5M. Thông qua xử lý axit, các polysaccharid pectic đã được loại bỏ. Sau đó, phần rắn sẽ được khuấy trong 3 L dung dịch natri hydroxit 1 M (NaOH) trong 30 phút ở 85 ^{o}C; tiếp tục lọc và thu phần rắn. Bước này được lặp lại ba lần. Thông qua các bước trên, hemixenlulozơ đã được loại bỏ khỏi vật liệu. Vật liệu rắn sau phản ứng được rửa sạch lại bằng nước máy cho tới khi đạt pH bằng 7, tiếp theo sấy khô ở 60 ^{o}C.

Quy trình chế tạo than sinh học [17]

Các vật liệu gốc, biến tính bằng NaOH 7,5 %, NaOH 15 % và HCl được nhiệt phân ở nhiệt độ 500 ^{o}C trong môi trường yếm khí trong 4h với tốc độ gia nhiệt ban đầu là 10 ^{o}C/phút. Sản phẩm thu được lần lượt là than sinh học vỏ trấu gốc (G), than sinh học từ vỏ trấu biến tính NaOH 7,5 % (B1), than sinh học từ vỏ trấu biến tính NaOH 15 % (B2), than sinh học từ vỏ trấu biến tính bằng HCl (A)

Khảo sát khả năng hấp phụ chất hữu cơ của vật liệu

Tiến hành phản ứng giữa 0,1 g vật liệu trong 200 mL xanh metylen nồng độ 0,1M, lắc trong thời gian lần lượt từ 0-2h với tốc độ 120 v/phút để khảo sát ảnh hưởng của thời gian tới hiệu quả xử lý chất hữu cơ của vật liệu.

Tiếp theo đó, tiến hành thí nghiệm mẻ khảo sát ảnh hưởng của nồng độ chất hữu cơ (xanh metylen) lên vật liệu với thời gian tối ưu đã được lựa chọn ở trên. Tiến hành phản ứng giữa 0,1g vật liệu trong 200 mL xanh metylen nồng độ từ 0,01 - 0,25 g/L. Để đánh giá khả năng hấp phụ của vật liệu, các kết quả thu từ thí nghiệm mẻ được tính toán theo mô hình Langmuir [18] và Freundlich [19].

Các phương pháp phân tích

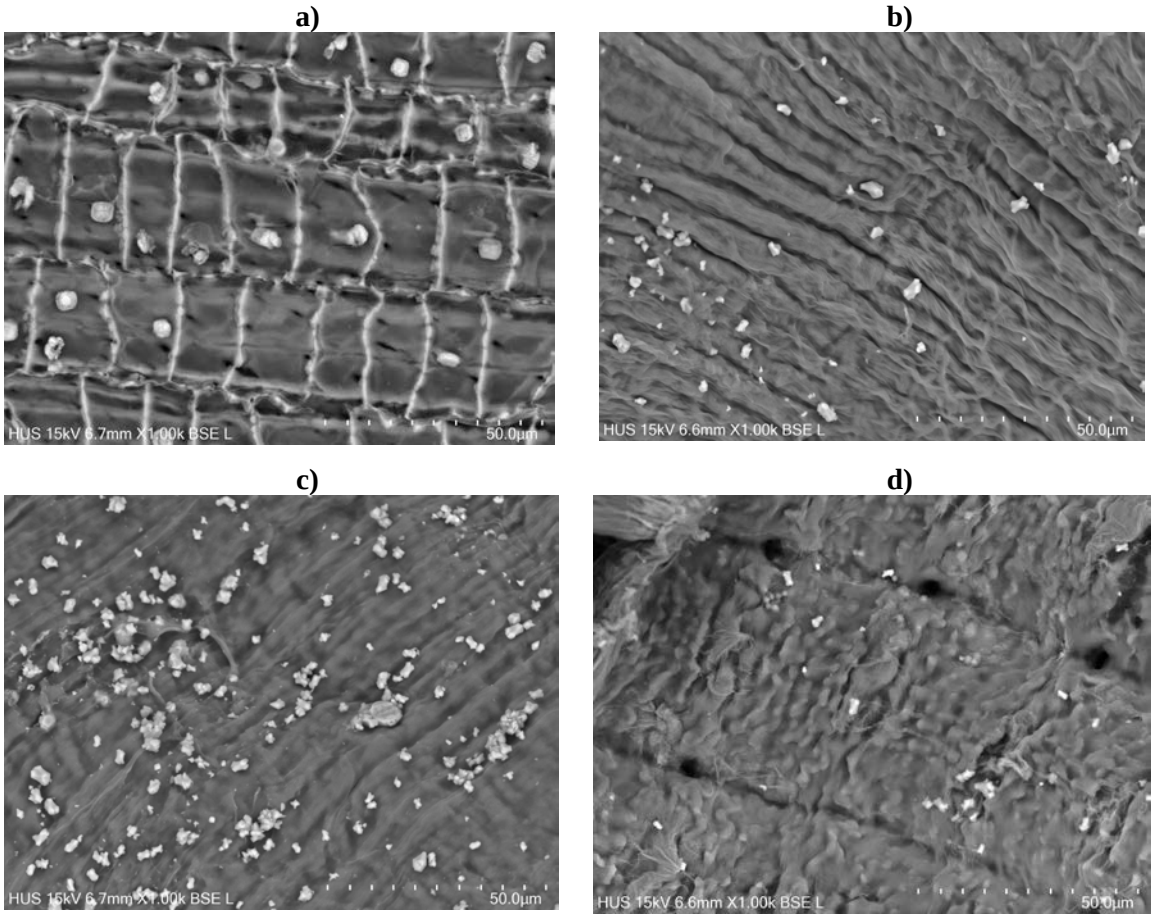
Trong nghiên cứu đã sử dụng kính hiển vi điện tử quét (SEM) TM4000Plus/Hitachi để xác định sự biến đổi bề mặt vật liệu và đo Phổ tán xạ năng lượng tia X (EDS), máy BET Nova touch 4LX để đo diện tích bề mặt vật liệu và Máy quang phổ hồng ngoại FT-IR Jasco 4600 để xác định phổ hồng ngoại của vật liệu tại phòng thí nghiệm Trọng điểm Vật liệu tiên tiến ứng dụng trong Phát triển xanh (KLAMAG). Máy quang phổ Hach DR-3900, tại phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ Môi trường, Trường Đại học KHTN Hà Nội được sử dụng để phân tích mẫu xanh metylen trong thí nghiệm khảo sát khả năng hấp phụ chất hữu cơ của vật liệu.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

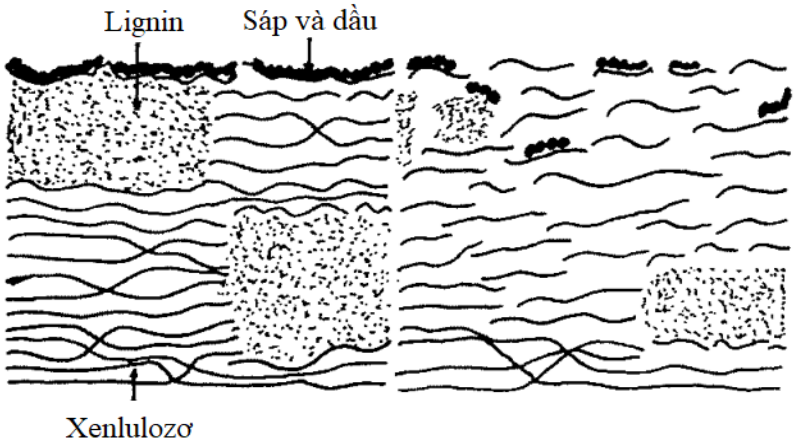
3.1. Đặc tính của than sinh học

Bề mặt của vật liệu than sinh học

Hình 1 cho thấy kết quả chụp ảnh SEM của các vật liệu than sinh học. Theo đó, ảnh SEM vật liệu trấu gốc có một lớp phủ khá rõ trên bề mặt vật liệu, lớp phủ này được chia thành các ô hình chữ nhật, bao bọc các bó sợi xenlulozơ khá đều nhau. Ngược lại, với các vật liệu có biến tính bằng NaOH và HCl, lớp phủ này đã biến mất hoàn toàn, để lộ rõ các bó sợi xenlulozơ. Cơ chế của quá trình này có thể được lý giải theo Hình 2, khi các lớp sáp, lignin và hemixenlulozơ đã được loại bỏ hoàn toàn hoặc một phần ra khỏi vỏ trấu ban đầu. Và vật liệu than sinh học biến tính sau đó vẫn còn giữ lại khá rõ các cấu trúc gốc của vật liệu. So sánh giữa vật liệu được xử lý bằng NaOH và bằng HCl có thể thấy, vật liệu được xử lý bằng NaOH có hình ảnh các bó sợi xenlulozơ rõ hơn so với than sinh học từ vỏ trấu biến tính HCl.



Hình 1. Ảnh SEM bề mặt vật liệu a) Than sinh học vỏ trấu gốc (G), b) Than sinh học từ vỏ trấu biến tính NaOH 7,5% (B1), c) Than sinh học từ vỏ trấu biến tính NaOH 15% (B2), d) Than sinh học từ vỏ trấu biến tính bằng HCl (A)



Hình 2. Cấu trúc vật liệu nền xenlulozơ trước (phải) và sau (trái) khi phản ứng với NaOH đặc [20]

Diện tích bề mặt của vật liệu than sinh học

Bảng 1 cho thấy kết quả diện tích bề mặt của các vật liệu than sinh học. Tương đồng với kết quả ảnh SEM tại Hình 1, các vật liệu than sinh học từ vỏ trấu có biến tính bằng NaOH và HCl cho thấy diện tích bề mặt tăng lên đáng kể so với vật liệu than sinh học từ vỏ trấu gốc, trong đó than sinh học từ vỏ trấu biến tính NaOH 15% có diện tích bề mặt cao gấp hơn 2 lần so với vật liệu gốc. Vật liệu than sinh học từ vỏ trấu biến tính HCl cho thấy diện tích bề mặt thấp hơn so với 2 trường hợp than sinh học biến tính bằng NaOH, điều này được lý giải do thành phần lignin vẫn còn tồn tại một lượng lớn trong vật liệu sau phản ứng và tạo thành cấu trúc trong than sinh học.

Bảng 1. Diện tích bề mặt của vật liệu theo BET

TT	Mẫu vật liệu	Diện tích bề mặt	
		S_{BET} (m^2/g)	$S_{Langmuir}$ (m^2/g)
1	Than sinh học vỏ trấu gốc	186,57	244,72
2	Than sinh học từ vỏ trấu biến tính NaOH 7,5 %	322,78	433,27
3	Than sinh học từ vỏ trấu biến tính NaOH 15 %	391,78	503,67
4	Than sinh học từ vỏ trấu biến tính bằng HCl	291,73	388,81

Thành phần nguyên tố của vật liệu than sinh học

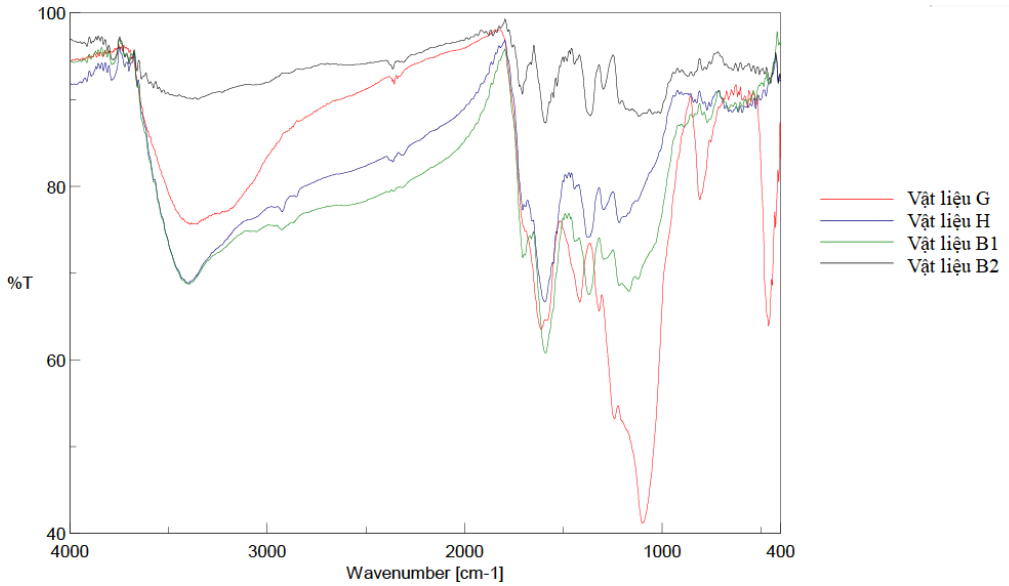
Kết quả phân tích phổ EDS được thể hiện trong Bảng 2 cho thấy tỉ lệ C của các vật liệu than sinh học tăng lên khi được biến tính với NaOH và HCl, chủ yếu do thành phần Si có trong vật liệu đã giảm xuống. Sự thay đổi của thành phần nguyên tố có thể được giải thích do SiO_2 có phản ứng với NaOH và HCl trong quá trình biến tính, khiến thành phần này bị hòa tan vào dung dịch NaOH/HCl và thoát khỏi vật liệu.

Bảng 2. Thành phần nguyên tố của các vật liệu than sinh học (phổ EDS)

Nguyên tố	Thành phần (%)							
	Vật liệu G		Vật liệu B1		Vật liệu B2		Vật liệu A	
	Khối lượng	Nguyên tử	Khối lượng	Nguyên tử	Khối lượng	Nguyên tử	Khối lượng	Nguyên tử
Si	17,08	9,13	1,59	0,79	1,29	0,63	1,29	0,63
O	38,01	35,65	34,81	30,24	36,13	30,97	36,13	30,97
Ca	0,72	0,27	4,62	1,6	2,9	0,99	2,9	0,99
C	43,78	54,7	57,42	66,46	58,38	66,67	58,38	66,67
Mg	0,41	0,25	1,18	0,67	1,15	0,65	1,15	0,65

Cấu trúc hóa học của vật liệu than sinh học

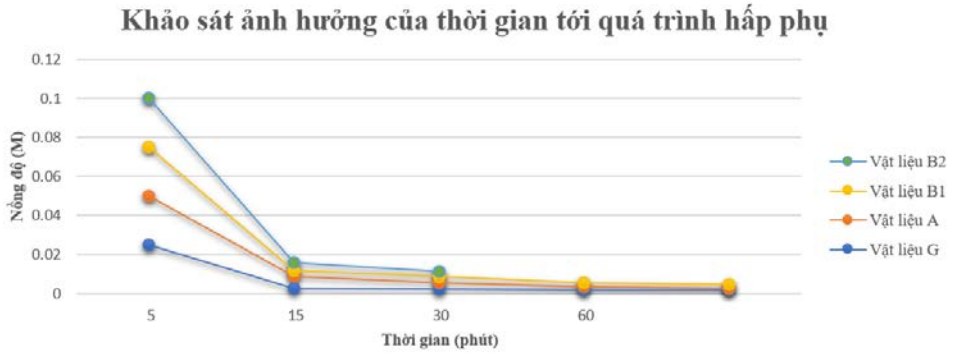
Hình 3 cho thấy kết quả FTIR của các vật liệu than sinh học. Có thể thấy rõ nhất sự suy biến của các peak 1097,3 cm^{-1} và 1414,53 cm^{-1} đặc trưng cho liên kết đôi C=O của các nhóm andehit, xeton và cacboxyl của các vật liệu có biến tính so với vật liệu than sinh học từ vỏ trấu gốc. Như vậy, có thể thấy các nhóm chức vốn đặc trưng cho các liên kết của lignin và hemixenlulozơ đã bị suy biến và loại bỏ ra khỏi vật liệu.



Hình 3. Phổ FTIR các vật liệu

3.2. Quá trình hấp phụ chất hữu cơ của than sinh học

Ảnh hưởng của thời gian hấp phụ



Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian tới hiệu suất hấp phụ

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thời gian đến quá trình hấp phụ của vật liệu cho thấy sau 60 phút, hàm lượng xanh metylen hầu như không thay đổi. Như vậy, thời gian phản ứng được lựa chọn ở 60 phút.

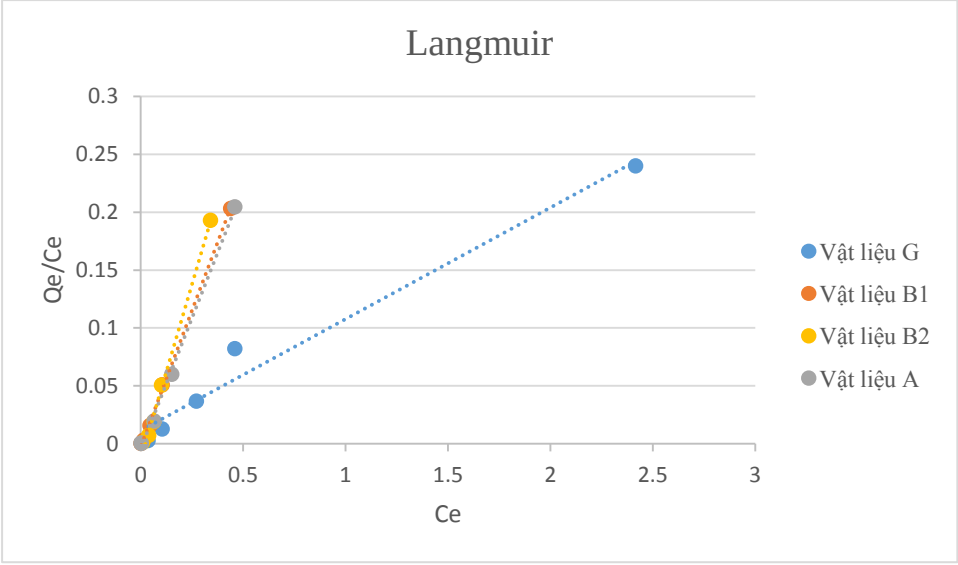
Ảnh hưởng của nồng độ

Khảo sát khả năng hấp phụ chất hữu cơ của vật liệu ở các nồng độ khác nhau, kết quả thu được được tính toán áp dụng vào đường đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir và Freundlich (Bảng 3). Theo đó, có thể thấy thấy quá trình hấp phụ của tất cả các trường hợp đều có sự tương quan lớn với mô hình đường đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir (R^2 > 0,975), đối với phương trình hấp phụ đẳng nhiệt Freundlich hệ số tương quan đạt được không đồng đều, với vật liệu than sinh học từ vỏ trấu biến tính gốc, R^2 chỉ đạt 0,29, cho thấy quá trình hấp phụ không có sự tương quan với mô hình này. Từ phương trình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir ta có thể xác định được dung lượng hấp phụ của các vật

liệu, theo đó than sinh học từ vật liệu vỏ trấu gốc có dung lượng hấp phụ cực đại cao nhất với Q_{max} = 10,38 mg/g, các trường hợp còn lại, dung lượng hấp phụ giảm khoảng 5 lần so với vật liệu từ vỏ trấu gốc. Có thể thấy, cho dù có diện tích bề mặt (theo BET) lớn hơn rất nhiều so với vật liệu từ vỏ trấu gốc, các loại than sinh học sau khi loại bỏ lignin và hemixenlulozơ đã suy giảm hiệu suất xử lý chất hữu cơ rất nhiều. Điều này được lý giải là do cấu trúc của mạch xenlulozơ khá trơ và không có nhiều nhóm chức hỗ trợ cho quá trình hấp phụ. Kết quả cũng chỉ ra rằng, với mẫu loại bỏ hết lignin và hemixenlulozơ, hiệu suất đạt được là thấp nhất. Các nghiên cứu của Jiang Wan [13] và Jianfa Li [14] đều cho thấy than sinh học có nguồn gốc từ lignin tinh khiết sẽ có hiệu quả hấp phụ tốt hơn so với than sinh học từ vật liệu xenlulozơ tinh khiết. Các kết quả trong nghiên cứu này tiếp cận theo hướng tách các thành phần lignin và hemixenlulozơ ra khỏi cấu trúc ban đầu của vật liệu hữu cơ đã tái khẳng định lại vai trò của lignin trong than sinh học. Ngoài ra, các kết quả này cũng cho thấy, vai trò của các nhóm chức trong các thành phần lignin và hemixenlulozơ ảnh hưởng lớn tới khả năng hấp phụ của than sinh học, quan trọng hơn sự thay đổi diện tích bề mặt của vật liệu.

Bảng 3. Thông số đường động học hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir và Freudlich của các vật liệu than sinh học

	Langmuir		Freudlich		
	R^2	Q_{max} (mg/g)	R^2	n	K_f
Vật liệu G	0.975	10,38	0,2894	0,36	11,45
Vật liệu B1	0.9989	2,13	0,9421	0,26	1,36
Vật liệu B2	0.9973	1,66	0,7324	0,38	0,53
Vật liệu A	0.9953	2,22	0,9666	0,24	2,11



Hình 5. Đồ thị đường động học hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir của các vật liệu than sinh học

4. KẾT LUẬN

Hình ảnh SEM của vật liệu cho thấy sau khi loại bỏ lignin/hemixenlulozơ, vật liệu biến tính trở nên xốp hơn. Kết quả FTIR cũng cho thấy rằng các đỉnh đặc trưng của lignin và hemixenluloza đã bị loại bỏ khỏi các vật liệu biến t. Thời gian phản ứng và thí nghiệm nồng độ ban đầu được sử

dụng để đánh giá khả năng loại bỏ chất hữu cơ xanh methylen của than sinh học. Dựa trên điều này, các vật liệu không chứa lignin/hemixenlulozơ, mặc dù có độ xốp cao hơn, nhưng khả năng loại bỏ hữu cơ kém hiệu quả hơn, đặc biệt là các vật liệu không chứa lignin. Điều này cho thấy rằng các thành phần lignin/hemixenlulozơ đóng một vai trò trong vật liệu than sinh học.

Lời cảm ơn

Tác giả xin cảm ơn đề tài độc lập mã số ĐTĐL.CN-50/18 đã tài trợ nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Yingjie Dai, Naixin Zhang, Chuanming Xing, Qingxia Cui, Qiya Sun (2019). The adsorption, regeneration and engineering applications of biochar for removal organic pollutants: A review, Chemosphere, Volume 223, 2019, pages 12-27.
2. Xiaoxiao Zhu, Chunyan Li, Jianfa Li, Bin Xie, Jinhong Lü, Yimin Li (2018). Thermal treatment of biochar in the air/nitrogen atmosphere for developed mesoporosity and enhanced adsorption to tetracycline, Bioresource Technology, Volume 263, pages 475-482.
3. Xiaofei Tan, Yunguo Liu, Guangming Zeng, Xin Wang, Xinjiang Hu, Yanling Gu, Zhongzhu Yang (2015). Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions, Chemosphere, Volume 125, pages 70-85.
4. Yang Song, Yongrong Bian, Fang Wang, Min Xu, Ni Ni, Xinglun Yang, Chenggang Gu, and Xin Jiang (2017). Dynamic Effects of Biochar on the Bacterial Community Structure in Soil Contaminated with Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 65, pages 6789-6796.
5. Lizhi He, Shiliang Fan, Karin Müller, Guotao Hu, Huagang Huang, Xiaokai Zhang, Xiaoming Lin, Lei Che, Hailong Wang (2016). Biochar reduces the bioavailability of di-(2-ethylhexyl) phthalate in soil, Chemosphere, Volume 142, pages 24-27.
6. Yafei Sun, Shiyue Qi, Fanping Zheng, Linli Huang, Jing Pan, Yingying Jiang, Wanyuan Hou, Lu Xiao (2018). Organics removal, nitrogen removal and N_2O emission in subsurface wastewater infiltration systems amended with/without biochar and sludge, Bioresource Technology, Volume 249, pages 57-61.
7. Sanjay K. Mohanty, Renan Valenca, Alexander W. Berger, Iris K.M. Yu, Xinni Xiong, Trenton M. Saunders, Daniel C.W. Tsang (2018). Plenty of room for carbon on the ground: Potential applications of biochar for stormwater treatment, Science of The Total Environment, Volume 625, pages 1644-1658.
8. Mohanty A.K., Misra M., Drzal L.T. (2001). Surface modifications of natural fibers and performance of the resulting biocomposites: An overview, Compos Interfaces 8:313, pages 313-343.
9. Rowell R.M., Young R.A., Rowell J.K. (1997). Paper and composites from agro-based resources, CRC Lewis Publishers, Boca Raton FL.
10. Inyang M., Gao B., Yao Y., Xue Y., Zimmerman A.R., Pullammanappallil P., Cao X. (2012), "Removal of heavy metals from aqueous solution by biochars derived from anaerobically digested biomass", Bioresource Technology, 110; pages 50-56.

11. Kılıc M., Kırbıyık C., Cepeliogullar Ö., Pütün A.E. (2013), "Adsorption of heavy metal ions from aqueous solutions by bio-char, a by-product of pyrolysis", Applied Surface Science, 283; pages 856-862.
12. Pellera F.M., Giannis A., Kalderis D., Anastasiadou K., Stegmann R., Wang J.Y, Gidarakos E. (2012), "Adsorption of Cu(II) ions from aqueous solutions on biochars prepared from agricultural by-products", Journal of Environmental Management, 96; pages 35-42.
13. Jiang Wan, Lin Liu, Khurram Shahzad Ayub, Wei Zhang, Genxiang Shen, Shuangqing Hu, Xiaoyong Qian (2020). Characterization and adsorption performance of biochars derived from three key biomass constituents, Fuel, Volume 269.
14. Jianfa Li, Yimin Li, Yunlu Wu, Mengying Zheng (2014). A comparison of biochars from lignin, cellulose and wood as the sorbent to an aromatic pollutant, Journal of Hazardous Materials, Volume 280, pages 450-457.
15. Amine Moubarik, Nabil Grimi, Nadia Boussetta, Antonio Pizzi (2013). Isolation and characterization of lignin from Moroccan sugar cane bagasse: Production of lignin–phenol-formaldehyde wood adhesive, Industrial Crops and Products, Volume 45, pages 296-302.
16. Monika Szymańska-Chargot, Monika Chylińska, Karolina Gdula, Arkadiusz Kozioł, Artur Zdunek (2017). Isolation and Characterization of Cellulose from Different Fruit and Vegetable Pomaces, Polymers, 9(10), 495
17. Daljit Singh Karam, Prakash Nagabovanalli, Keeren Sundara Rajoo, Che Fauziah Ishak, Arifin Abdu, Zamri Rosli, Farrah Melissa Muharam, Dzarifah Zulperi (2022). An overview on the preparation of rice husk biochar, factors affecting its properties, and its agriculture application, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, Volume 21, Issue 3, pages 149-159.
18. I. Langmuir (1916). Constitution and fundamental properties of solids and liquids, J. Am. Chem. Soc. Vol 38, pages 2221–2295.
19. H.M.F. Freundlich (1906), Uber die adsorption in losungen, Z. Phys. Chem. Vol 57 (A), pages 385-470.
20. Leonard Y. Mwaikambo, Martin P. Ansell (2002), "Chemical Modification of Hemp, Sisal, Jute, and Kapok Fibers by Alkalization", Journal of Applied Polymer Science, 84, pages 2222-2234.

THE ROLE OF LIGNIN AND HEMICELLULOSE ON RICE HUSK BIOCHAR MATERIALS FOR WASTEWATER TREATMENT

Pham Hoang Giang*, Pham Thi Thuy, Nguyen Manh Khai

Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi

334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Ha Noi

ABSTRACT

The use of biochar materials generated from agricultural products for wastewater treatment has been becoming more popular in research. Because of its great efficiency and environmental friendliness, rice husk biochar is often studied. This study investigates the role of lignin and hemicellulose in the formation of rice husk biochar materials. The rice husks were first treated to remove lignin and hemicellulose, then calcined at 400 ^{o}C for 4 hours to produce biochar materials. The SEM image of the material revealed that after the lignin and hemicellulose were removed, the biochar material became more porous. The FTIR results also showed that the characteristic peaks of lignin and hemicellulose were removed from the modified materials. Reaction time and initial concentration were used to assess biochar's ability to adsorb methylene blue organic matter. Based on the results, despite the higher porosity, lignin/hemicellulose-free materials have less effective organic removal, particularly the lignin-free materials. This suggests that lignin/hemicellulose components play an important role in biochar materials.

Keywords: Biochar, rice husk, agricultural by-product, wastewater treatment.

* Corresponding author, email address: phamhoanggiang@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0171

NGHIÊN CỨU CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT GẠCH KHÔNG NUNG SỬ DỤNG BÙN THẢI HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC ĐÔ THỊ

Nguyễn Xuân Huân, Nguyễn Mạnh Khải, Phạm Thị Thuý*

Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

TÓM TẮT

Cùng với sự phát triển và gia tăng dân số, các đô thị đã phát sinh một lượng lớn bùn thải từ mạng lưới mương, cống thoát nước và bùn nạo vét hồ điều hòa. Bùn thải từ hệ thống thoát nước đô thị hiện đang được xử lý bằng phương pháp chôn lấp thông thường. Với lượng bùn phát sinh lớn đang tạo ra những áp lực và chi phí xử lý rất lớn. Phương pháp này cũng gây lãng phí diện tích đất để chôn lấp và cũng gây ra những nguy cơ nhất định đến môi trường do rò rỉ nước thải ra môi trường. Việc tận dụng bùn thải để sản xuất vật liệu xây dựng cũng là một phương pháp để giải quyết vấn đề này. Kết quả của nghiên cứu cho thấy bùn thải từ hệ thống thoát nước chứa lượng lớn SiO_2, CaO, Fe_2O_3, Al_2O_3 tương ứng là 82,8; 3,55; 2,06 và 3,24 % phù hợp cho việc tận thu bùn thải sau xử lý làm nguyên liệu sản xuất gạch không nung. Để sản xuất gạch không nung đạt TCVN 6477:2016, M5 có thể sử dụng tối đa 30 % bùn thải thoát nước thay thế cho nguyên liệu sản xuất gạch không nung.

Từ khóa: Gạch không nung, bùn thải hệ thống thoát nước, bùn thải đô thị.

1. MỞ ĐẦU

Cùng với quá trình đô thị hoá lưu lượng nước thải và nước mưa tăng nhanh trong những năm gần đây, tuy nhiên hệ thống thoát nước cải tạo và xây dựng mới không đáp ứng kịp nên tình trạng ứ đọng và ngập úng nước mưa, ô nhiễm nguồn nước mặt ngày càng trầm trọng. Hầu hết các đô thị chưa có trạm xử lý nước thải tập trung. Nước thải sinh hoạt, bệnh viện, công nghiệp,... không qua xử lý mà xả thẳng vào hệ thống cống thoát nước, hồ ao, kênh rạch, sông ngòi... gây ô nhiễm nặng nề cho môi trường, ảnh hưởng xấu đến sức khoẻ cộng đồng và cảnh quan, cản trở đầu tư và du lịch [1]. Trong đó, bùn cặn trong mạng lưới thoát nước (cống, kênh mương và hồ) không tập trung, khó thu gom và thành phần rất phức tạp. Các loại bùn cặn này dễ gây ô nhiễm môi trường sông hồ, làm suy giảm hàm lượng oxy hoà tan và mất cân bằng sinh thái trong nguồn nước mặt. Với lượng lắng đọng lớn, bùn cặn trên mạng lưới thoát nước gây cản trở dòng chảy, hạn chế điều kiện tiêu thoát nước, đặc biệt là thời gian đầu mùa mưa. Bùn thải từ hệ thống thoát nước đô thị hiện đang được xử lý bằng phương pháp chôn lấp thông thường; với lượng bùn phát sinh lớn đang tạo ra những áp lực và chi phí xử lý rất lớn. Hơn nữa, phương pháp chôn lấp cũng gây lãng phí diện tích đất và gây ra những nguy cơ ô nhiễm môi trường do rò rỉ nước thải, khí thải [2]. Do đó, giải pháp tận dụng bùn thải hệ thống thoát nước để làm nguyên vật liệu sản xuất vật liệu xây dựng sẽ làm giảm diện tích chôn lấp và giảm nguy cơ ô nhiễm môi trường [4, 5].

Sản xuất và sử dụng vật liệu xây dựng không nung là xu thế phát triển tất yếu của Việt Nam và thế giới. Vật liệu xây dựng không nung là các vật liệu, cấu kiện, dạng block, viên hoặc tấm có thể

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: phamthithuy@hus.edu.vn

thay thế gạch đất sét nung, dùng để xây các kết cấu tường bao che, tường ngăn trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp. Gạch không nung thông thường có hai thành phần chính là chất kết dính và cốt liệu. Ngoài ra còn có các thành phần khác như chất tạo khí, phụ gia giảm nước, phụ gia đóng rắn nhanh, phụ gia cải thiện cường độ, chất tạo màu. Chất kết dính thường là xi măng portland, vôi + xỉ, vôi + puzolan, vôi + tro bay, ngoài ra còn có các hệ xi măng khác có những tính năng đặc biệt như xi măng magnê, xi măng cao nhôm, xi măng geopolymer. Bùn thải hệ thống thoát nước có chứa thành phần oxit kim loại, có thể làm cốt liệu trong thành phần của gạch không nung [5].

Mục tiêu của bài báo là đánh giá một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sản xuất gạch không nung khi sử dụng bùn thải hệ thống thoát nước đô thị như: hàm lượng chất hữu cơ trong bùn, tỷ lệ bùn phối trộn, tỷ lệ xi măng và các chất phụ gia sử dụng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Bùn thải mạng lưới mương, cống thoát nước của thành phố Hà Nội được lấy tại kênh mương Phúc Lợi, Long Biên, Hà Nội có toạ độ 21°2'0.80"N; 105°55'58.73"E. Bùn kênh mương Phúc Lợi được Xí nghiệp thoát nước số 5, Công ty thoát nước Hà Nội nạo vét bằng phương pháp hút và chứa vào xe chuyên dụng.

2.2. Nguyên liệu và quy trình thực hiện

Nguyên liệu:

- Bùn thải lấy từ mương, cống thoát nước được phơi khô trong môi trường không khí và nghiền nhỏ, cho qua rây 1 mm; Xi măng Hoàng Thạch mác PCB40; Cát vàng (cho qua rây 1 mm).

- Phụ gia: Phụ gia gốc polymer hữu cơ làm chất phân tán và phụ gia hoạt tính vô cơ làm mầm kết tinh sớm (HPMC), đá mạt có kích thước 3 - 5 mm.

Quy trình làm gạch được thực hiện với các bước như sau:

Bước 1: Làm khô nguyên liệu bùn đến độ ẩm còn 2-5 %, nghiền nhỏ, cho qua rây 1 mm.

Bước 2: Phối trộn bùn với cát, xi măng và các phụ gia theo các tỷ lệ khác nhau.

Bước 3: Định hình viên gạch với kích thước $200 \times 95 \times 60$ mm.

Bước 4: Bảo dưỡng gạch sau khi định hình.

2.3. Phương pháp bố trí thí nghiệm

2.3.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của thành phần hữu cơ trong bùn và tỷ lệ xi măng đến cường độ chịu nén của gạch

Căn cứ theo TCVN 7570:2006, yêu cầu với cốt liệu cho bê tông và vữa, để có thể tận thu bùn thải làm vật liệu xây dựng không nung nghiên cứu này đã tiến hành loại bỏ bớt tạp chất hữu cơ có trong bùn thải bằng phương pháp trọng lực để làm giảm tạp chất hữu cơ trong bùn về khoảng 0,25; 0,5; 1; 2; 3; và 4 % sau đó phối trộn với các nguyên liệu và phụ gia khác theo các tỷ lệ cụ thể trong Bảng 1 để định hình thành gạch không nung. Mẫu CT0 là các mẫu đối chứng, không sử dụng bùn thải thoát nước.

Bảng 1. Công thức thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của thành phần chất hữu cơ trong bùn và tỷ lệ xi măng

Công thức TN	Thành phần hữu cơ trong bùn (%)	Tỷ lệ phối trộn theo % khối lượng				
		Bùn	Xi măng	Cát	Đá mạt	HPMC
CT0-20	0	0	20	50	28	2
CT1	0,25	30	20	20	28	2
CT2	0,5	30	20	20	28	2
CT3	1	30	20	20	28	2
CT4	2	30	20	20	28	2
CT5	3	30	20	20	28	2
CT6	4	30	20	20	28	2
CT0-15	0	0	15	55	28	2
CT7	0,25	30	15	25	28	2
CT8	0,5	30	15	25	28	2
CT9	1	30	15	25	28	2
CT10	2	30	15	25	28	2
CT11	3	30	15	25	28	2
CT12	4	30	15	25	28	2
CT0-10	0	0	10	60	28	2
CT13	0,25	30	10	30	28	2
CT14	0,5	30	10	30	28	2
CT15	1	30	10	30	28	2
CT16	2	30	10	30	28	2
CT17	3	30	10	30	28	2
CT18	4	30	10	30	28	2

2.3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ bùn phối trộn và tỷ lệ xi măng đến cường độ chịu nén của gạch

Nghiên cứu đã bố trí các thí nghiệm với các tỷ lệ bùn sử dụng làm gạch không nung thay đổi từ 5 - 40 % và ở 03 tỷ lệ xi măng sử dụng là 10, 15 và 20 % (Chi tiết tại Bảng 2).

Bảng 2. Công thức thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ bùn phối trộn và tỷ lệ xi măng

Công thức TN	Tỷ lệ phối trộn theo % khối lượng				
	Bùn	Xi măng	Cát	Đá mạt	HPMC
CT19	5	20	45	28	2
CT20	10	20	40	28	2
CT21	15	20	35	28	2
CT22	20	20	30	28	2
CT23	25	20	25	28	2
CT24	30	20	20	28	2

CT25	35	20	15	28	2
CT26	40	20	10	28	2
CT27	5	15	50	28	2
CT28	10	15	45	28	2
CT29	15	15	40	28	2
CT30	20	15	35	28	2
CT31	25	15	30	28	2
CT32	30	15	25	28	2
CT33	35	15	20	28	2
CT34	40	15	15	28	2
CT35	5	10	55	28	2
CT36	10	10	50	28	2
CT37	15	10	45	28	2
CT38	20	10	40	28	2
CT39	25	10	35	28	2
CT40	30	10	30	28	2
CT41	35	10	25	28	2
CT42	40	10	20	28	2

2.4. Phương pháp xác định chất lượng của gạch

Xác định cường độ nén theo TCVN 6355-2:2009: Sử dụng 5 viên gạch làm mẫu thử, mỗi viên gạch được cắt ngang và chồng lên nhau, hai đầu cắt nằm về hai phía khác nhau, ngâm các nửa viên gạch vào nước từ 2 đến 5 phút, sử dụng vữa xi măng để trát phăng cả hai mặt tiếp xúc với máy ép của mẫu thử và cả hai mặt không có vết lõm, bọt khí, hai mặt trát phẳng phải song song với nhau. Sau khi trát, mẫu được đặt trong phòng thí nghiệm 72 giờ rồi đem thử cường độ nén bằng máy.

Xác định độ hút nước theo TCVN 6355-4:2009: Sử dụng 5 viên gạch, sấy lên ở nhiệt độ 105 ^{o}C đến 110 ^{o}C đến khối lượng không đổi, đặt mẫu thử nơi khô ráo rồi cân mẫu (m_0). Đặt các mẫu thử theo chiều thẳng đứng trong thùng nước, ngâm trong 24 tiếng. Sau khi vớt mẫu ra, thấm khô bề mặt gạch và cân mẫu đã bão hòa nước trong vòng 3 phút (m_1). Độ hút nước được tính theo công thức:

$$X=\frac{m1-m0}{m0}x\ 100\%$$

trong đó: X – độ hút nước (%), m_0 – khối lượng mẫu ban đầu (g), m_1 – khối lượng mẫu sau khi bão hoà (g).

Xác định độ rỗng theo TCVN 6355-6:2009: Nhúng mẫu thử vào nước trong 1 tiếng sau đó cân xác định khối lượng mẫu. Khối lượng của mẫu thử cân trong nước m_n được xác định bởi hai lần cân liên tiếp trong vòng 30 phút khác nhau nhỏ hơn 0,2 % và ghi kết quả của lần cân thứ 2. Sau đó lấy mẫu ra khỏi nước, dùng khăn ẩm thấm nước phía bề mặt của mẫu và ngay lập tức cân mẫu đó ngoài không khí để xác định khối lượng mẫu ngoài không khí m_{kk}. Độ lỗ rỗng được tính theo công thức:

$$v_t = \frac{m_{kk} - m_n}{\rho_n}$$

trong đó: v_t – độ rỗng (mm^3), m_{kk} – khối lượng của mẫu thử đã ngâm trong nước cân trong không khí (g), m_n – khối lượng của mẫu đã ngâm trong nước cân trong nước (g), p_n - khối lượng riêng của nước (g/mm^3).

Các đặc tính này được xác định tại phòng thí nghiệm kiểm định vật liệu xây dựng LAS-XD1234, Viện Nghiên cứu và Ứng dụng vật liệu xây dựng nhiệt đới, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần, tính chất bùn thải sử dụng trong thí nghiệm

3.1.1. Hàm lượng oxit

Kết quả phân tích thành phần oxit trong bùn thải được thể hiện tại Bảng 3 cho thấy hàm lượng SiO_2 chiếm tỷ lệ cao nhất 82,8 %, tiếp theo đó là CaO 3,55 % và sau đó là Al_2O_3 3,24 % và Fe_2O_3 là 2,06 %. Với hàm lượng SiO_2 và CaO cao là một trong yếu tố thuận lợi cho việc tận thu bùn thải để làm vật liệu xây dựng không nung. CaO phản ứng mạnh với nước tạo thành canxi hydroxit là một trong những vật liệu được sử dụng làm chất kết dính trong ngành vật liệu xây dựng không nung.

Bảng 3. Hàm lượng oxit trong bùn thải (%)

TT	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	CaO	MgO
1	3,24	2,06	82,8	3,55	1,60

3.1.2. Thành phần kim loại nặng trong mẫu bùn thải

Hàm lượng kim loại nặng trong mẫu bùn thải được thể hiện trong Bảng 4 cho thấy hàm lượng các kim loại nặng trong mẫu bùn nghiên cứu đều thấp hơn Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích theo QCVN 43:2017/BTNMT. Với kết quả phân tích hàm lượng kim loại trong mẫu bùn thải như trên khá thuận lợi cho việc tận thu làm vật liệu xây dựng không nung do ít có nguy cơ gây tác động do sự rửa trôi các kim loại ra môi trường. Kết quả phân tích tại Bảng 4 cũng cho thấy bùn thải này có hàm lượng các kim loại nặng cũng thấp hơn quy chuẩn cho phép QCVN 03-MT:2015/BTNMT, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép của một số kim loại nặng trong đất (áp dụng cho đất nông nghiệp). Do đó, bùn thải từ hệ thống thoát nước đô thị có các chỉ tiêu kim loại nặng nằm trong ngưỡng an toàn đối với các quy định về chất thải nguy hại, có thể sử dụng làm nguyên liệu sản xuất gạch không nung.

Bảng 4. Hàm lượng kim loại nặng tổng số trong mẫu

Đơn vị: (mg/kg)

TT	Mẫu	Cu	Ni	Zn	Cr	Cd	Pb
1	Bùn thải từ hệ thống thoát nước	28,1	4,80	120	24,7	< 2	18,5
QCVN 43:2017/BTNMT		197	-	315	90	3,5	91,3
QCVN 03-MT:2015/BTNMT		100	-	200	150	1,5	70

3.1.3. Thành phần cơ giới của mẫu bùn thải

Thành phần cơ giới của bùn thải có ý nghĩa quan trọng trong việc nghiên cứu khả năng tận dụng bùn cho các mục đích khác nhau. Dưới đây là kết quả xác định thành phần cơ giới của mẫu bùn thải từ mạng lưới mương, cống thoát nước của thành phố Hà Nội được lấy tại kênh mương Phúc Lợi, Long Biên, Hà Nội.

Bảng 5. Thành phần cấp hạt mẫu bùn thải

TT	Loại mẫu	Thành phần cơ giới (%)			
		Sét cục và các tạp chất dạng cục	**Cát (0,05 mm < x)**	**Limon (0,01 < x < 0,05 mm)**	**Sét (< 0,001 mm)**
1	Bùn thải từ hệ thống thoát nước	Không có	86,8	12,4	0,8
TCVN 7570 : 2006		**Không được có**	**-**	**-**	**< 1,5**

Kết quả nghiên cứu cho thấy mẫu bùn tại mương Phúc Lợi, Hà Nội có thành phần chủ yếu là cát 86,8 %, hàm lượng sét chỉ chiếm 0,8 % đạt tiêu chuẩn TCVN 7570:2006, yêu cầu kỹ thuật đối với cốt liệu cho bê tông và vữa.

3.1.4. Một số tính chất lý – hóa cơ bản của mẫu bùn

Kết quả xác định các tính chất lý - hoá cơ bản của mẫu bùn sử dụng trong nghiên cứu này được trình bày trong Bảng 6.

Bảng 6. Tính chất lý - hoá cơ bản của các mẫu bùn

TT	Thông số Ký hiệu mẫu	Độ ẩm (%)	pH	Chất hữu cơ (%)	Cl^- (%)	SO_4^{2-} (%)	Nhiệt trị (cal/g)
1	Bùn thải thoát nước	33,8	7,14	4,1	0,09	0,28	<100
TCVN 7570 : 2006		**-**	**-**	**Không được sẫm hơn màu chuẩn**	**0,05**	**-**	**-**

Kết quả phân tích tại Bảng 6 cho thấy, mẫu bùn nghiên cứu có độ ẩm là 33,8 %. Độ ẩm hầu như không ảnh hưởng nhiều đến việc tận thu bùn thải làm vật liệu xây dựng không nung do trong quá trình phối trộn với các nguyên liệu và phụ gia khác đều cần bổ sung nước để tạo thành vữa.

Mẫu bùn nghiên cứu có giá trị pH = 7,14 ở mức trung tính nên nếu bùn thải này được tận thu làm vật liệu xây dựng không nung thì khả năng phản ứng kiềm - silic của cát kiểm tra theo phương pháp hoá học TCVN 7572-14:2006.

Hàm lượng chất hữu cơ có trong mẫu bùn là 4,1 %. Kết quả phân tích tạp chất hữu cơ trong cát khi xác định theo phương pháp so màu theo TCVN 7572-9:2006 là sẫm hơn màu chuẩn. Vì vậy, bùn thải này không đủ tiêu chuẩn để sử dụng 100 % vào làm cốt liệu cho bê tông nếu xét về chỉ tiêu thành phần hữu cơ. Để tận thu được bùn thải này vào sản xuất vật liệu xây dựng không nung cần nghiên cứu phối trộn với các nguyên vật liệu và phụ gia khác để làm giảm hàm lượng hữu cơ trong bùn thải hoặc phải có phương pháp loại bỏ bớt hàm lượng hữu cơ trước khi tận thu làm vật liệu xây dựng không nung.

Hàm lượng Cl^-, SO_4^{2-} trong mẫu bùn thải tương ứng là 0,09 và 0,28 %, trong đó hàm lượng Cl^- đã vượt TCVN 7570:2006, yêu cầu kỹ thuật đối với cốt liệu cho bê tông và vữa 1,8 lần. Theo

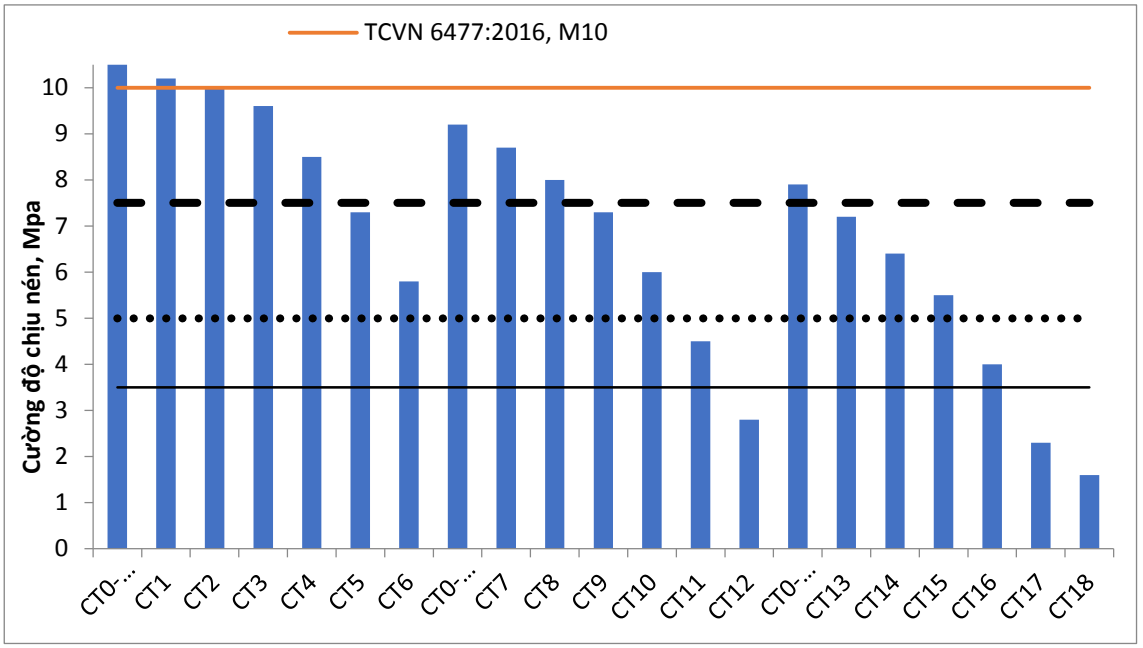
yêu cầu kỹ thuật đối với cốt liệu cho bê tông và vữa, nếu tổng hàm lượng ion Cl^- trong 1 m^3 bê tông (từ tất cả các nguồn vật liệu chế tạo) không vượt quá 0,6 kg, thì cát có hàm lượng ion Cl^- lớn hơn 0,05 % vẫn có thể được sử dụng. Do đó, bùn thải từ kênh mương thoát nước có thể sử dụng làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng.

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn đến cường độ chịu nén của gạch

** Ảnh hưởng của thành phần hữu cơ đến cường độ chịu nén của gạch*

Kết quả xác định ảnh hưởng của thành phần hữu cơ đến cường độ chịu nén của gạch được thể hiện ở Hình 1 cho thấy tạp chất hữu cơ có trong bùn thải và tỷ lệ xi măng sử dụng ảnh hưởng khá lớn đến cường độ chịu nén của gạch. Tại tất cả các tỷ lệ xi măng sử dụng, các mẫu gạch có sử dụng bùn thải đều cho kết quả cường độ chịu nén nhỏ hơn mẫu đối chứng tương ứng. Nếu so sánh kết quả nghiên cứu tại Hình 1 với TCVN 6477:2016 áp dụng đối với gạch bê tông có mác M3,5 thì hầu hết các công thức thí nghiệm đều đạt tiêu chuẩn, ngoại trừ mẫu CT12 (sử dụng 30 % bùn có hàm lượng hữu cơ là 4 % và xi măng sử dụng là 15 %) và CT17, CT18 (sử dụng 30 % bùn có hàm lượng hữu cơ tương ứng là 3 và 4 % và xi măng sử dụng là 10 %) thì không đạt tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, M3,5.

Nếu so sánh kết quả nghiên cứu tại Hình 1 với TCVN 6477:2016 áp dụng đối với gạch bê tông có mác M5 thì có 11/18 công thức thí nghiệm cho kết quả mẫu gạch có cường độ chịu nén > 5 MPa, đạt TCVN 6477:2016, M5. Tỷ lệ xi măng sử dụng là 20 % thì tất cả các mẫu thí nghiệm đều cho kết quả mẫu gạch có cường độ chịu nén đạt tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, M5. Tỷ lệ xi măng sử dụng tương ứng 15 và 10 % thì mẫu bùn phải có hàm lượng hữu cơ tương ứng < 2 và < 1 % thì mẫu gạch có cường độ chịu nén đạt tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, M5.



Hình 1. Cường độ chịu nén của gạch theo thành phần hữu cơ trong bùn và tỷ lệ xi măng sử dụng

Nếu so sánh kết quả nghiên cứu tại Hình 1 với TCVN 6477:2016 áp dụng đối với gạch bê tông có mác M7,5 thì có 6/18 công thức thí nghiệm cho kết quả mẫu gạch có cường độ chịu nén > 7,5

MPa, đạt tiêu chuẩn cường độ nén so với TCVN 6477:2016, M7,5. Với mẫu bùn có hàm lượng hữu cơ < 2 %, thì các mẫu gạch sử dụng tỷ lệ xi măng 15 % và 20 % đạt độ nén (theo tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, M7,5); mẫu gạch sử dụng tỷ lệ xi măng 10 % thì không đạt tiêu chuẩn độ nén.

Nếu so sánh kết quả nghiên cứu tại Hình 1 với TCVN 6477:2016 áp dụng đối với gạch bê tông có mác M10 thì chỉ có 2/18 công thức thí nghiệm cho kết quả mẫu gạch có cường độ chịu nén > 10 MPa, đạt TCVN 6477:2016, M10 ở công thức CT1 và CT2 khi sử dụng 30 % bùn có hàm lượng chất hữu cơ < 0,5 %.

** Ảnh hưởng của tỷ lệ bùn phối trộn đến cường độ chịu nén của gạch*

Theo kết quả ở Hình 2 và kết quả các công thức đối chứng (CT0-20, CT0-15 và CT0-10) ở Hình 1 cho thấy tỷ lệ bùn và tỷ lệ xi măng sử dụng ảnh hưởng khá lớn đến cường độ chịu nén của gạch. Tại tất cả các tỷ lệ xi măng sử dụng khác nhau, các mẫu gạch có sử dụng bùn thải đều cho kết quả cường độ chịu nén nhỏ hơn mẫu đối chứng tương ứng.

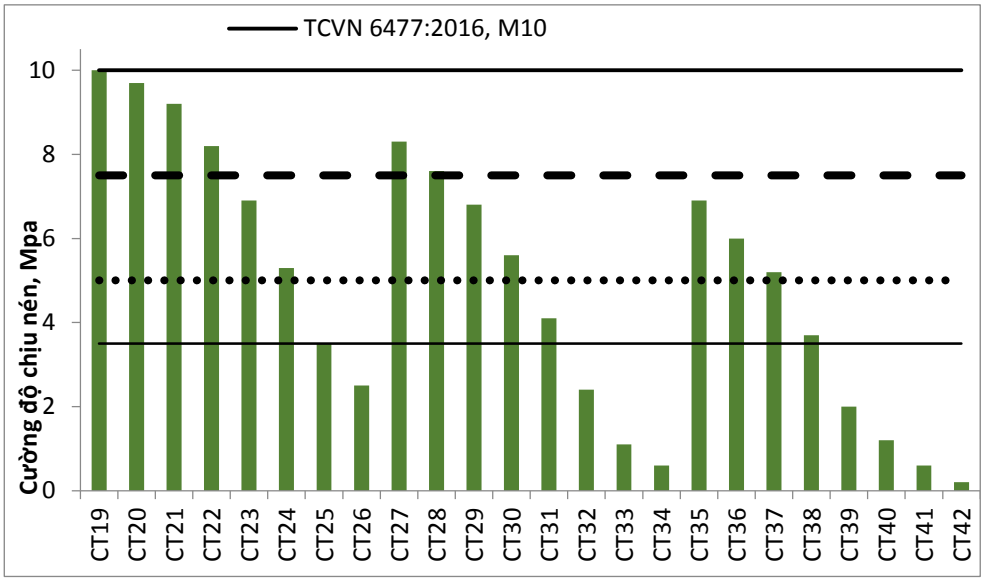
Nếu so sánh kết quả nghiên cứu tại Hình 2 với TCVN 6477:2016 áp dụng đối với gạch bê tông có mác M3,5 thì hầu hết các mẫu gạch có sử dụng xi măng là 20 % đều đạt tiêu chuẩn, ngoại trừ mẫu CT26 (sử dụng tỷ lệ bùn phối trộn là 40 %) không đạt tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, M3,5. Các mẫu gạch có tỷ lệ xi măng 15 % và tỷ lệ bùn thải phối trộn < 25 % đều đạt tiêu chuẩn cường độ chịu nén.

Nếu so sánh tiêu chuẩn cường độ chịu nén ở TCVN 6477:2016 áp dụng đối với gạch bê tông có mác M5 thì có 13/24 công thức thí nghiệm cho kết quả mẫu gạch có cường độ chị nén > 5 MPa, đạt TCVN 6477:2016, M5. Tỷ lệ xi măng sử dụng là 20 %, tỷ lệ bùn phối trộn < 30 % thì mẫu gạch có cường độ chịu nén đạt tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, M5. Với tỷ lệ xi măng sử dụng là 15 %, tỷ lệ bùn phối trộn < 20 % thì mẫu gạch có cường độ chịu nén đạt tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, M5. Tỷ lệ xi măng sử dụng là 10 %, tỷ lệ bùn phối trộn < 15 % thì mẫu gạch có cường độ chịu nén đạt tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, M5. Kết quả nghiên cứu này hoàn toàn tương đồng với kết quả nghiên cứu của Vasudevan và M.P. Raj (2016) khi nghiên cứu tái sử dụng bùn của ngành dệt và thuộc da làm cốt liệu mịn cho gạch bê tông. Theo Vasudevan và M.P. Raj (2016) thì khi sử dụng 30-40 % bùn thuộc da thì gạch không nung có cường độ chịu nén đạt 5,3 - 5,4 MPa [3].

Nếu so sánh kết quả nghiên cứu tại Hình 2 với TCVN 6477:2016 áp dụng đối với gạch bê tông có mác M7,5 thì có 6/24 công thức thí nghiệm cho kết quả mẫu gạch có cường độ chị nén > 7,5 MPa, đạt TCVN 6477:2016, M7,5. Tỷ lệ xi măng sử dụng là 20 %, tỷ lệ bùn phối trộn < 20 % thì mẫu gạch có cường độ chịu nén đạt tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, M7,5. Với tỷ lệ xi măng sử dụng là 15 %, tỷ lệ bùn phối trộn < 10 % thì mẫu gạch có cường độ chịu nén đạt tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, M7,5. Với tỷ lệ xi măng sử dụng là 10 %, thì không có công thức thí nghiệm nào cho mẫu gạch có cường độ chịu nén đạt tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, M7,5.

Nếu so sánh kết quả nghiên cứu tại Hình 2 với TCVN 6477:2016 áp dụng đối với gạch bê tông có mác M10 thì chỉ có công thức thí nghiệm CT19 (sử dụng 5 % bùn, 20 % xi măng) cho kết quả mẫu gạch có cường độ chị nén bằng 10 MPa, đạt TCVN 6477:2016, M10.

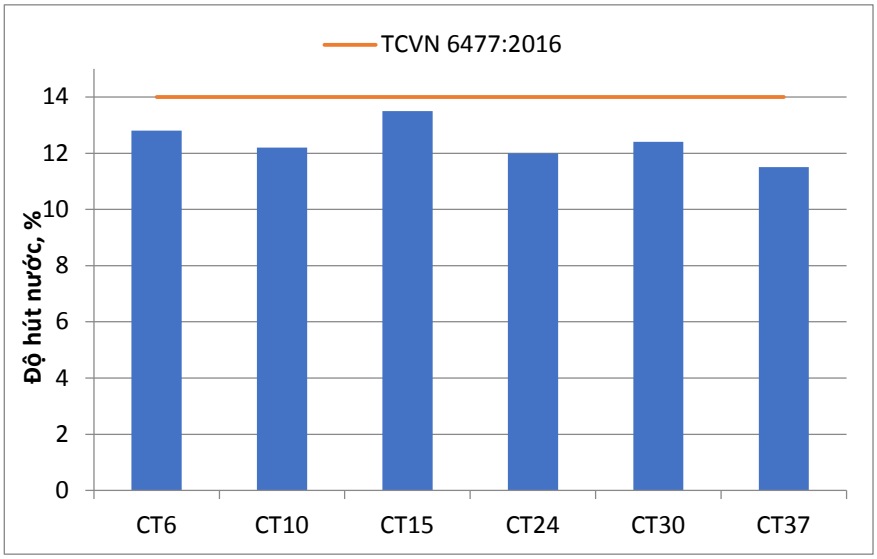
Từ các kết về ảnh hưởng của tạp chất hữu cơ, tỷ lệ bùn phối trộn và tỷ lệ xi măng sử dụng như trên với mục tiêu lựa chọn các công thức thí nghiệm vừa có thể sử dụng tối đa lượng bùn thải, vừa tiết kiệm xi măng và đạt được tiêu chuẩn TCVN 6477:2016, áp dụng đối với gạch có mác M5, nghiên cứu lựa chọn các công thức thí nghiệm CT6, CT10, CT15, CT24, CT30 và CT37 đi thử nghiệm độ hút nước và độ rỗng của gạch.



Hình 2. Cường độ chịu nén của gạch phụ thuộc vào tỷ lệ bùn phối trộn và tỷ lệ xi măng sử dụng

3.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn đến độ hút nước của gạch

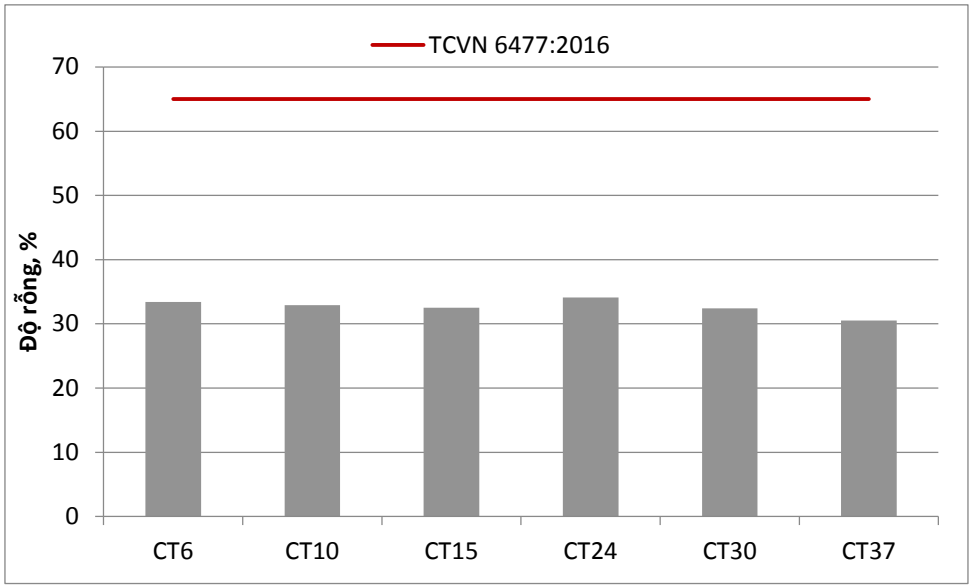
Kết quả nghiên cứu cho thấy tất cả các công thức thí nghiệm có độ hút của gạch đạt TCVN 6477:2016 (độ hút nước < 14 %).



Hình 3. Độ hút nước của gạch

3.4. Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn đến độ rỗng của gạch

Kết quả xác định ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn đến độ rỗng của gạch được thể hiện ở Hình 4 cho thấy việc sử dụng bùn để phối trộn làm gạch không nung cho kết quả đều đạt TCVN 6477:2016 là nhỏ hơn 65 %.



Hình 4. Độ rỗng của gạch

4. KẾT LUẬN

Bùn thải từ hệ thống thoát nước của kênh mương Phúc Lợi, Hà Nội có các thông số kim loại như Cu, Ni, Zn, Cr, Cd và Pb nằm trong quy chuẩn cho phép QCVN 03-MT:2015/BTNMT và QCVN 43:2017/BTNMT. Bùn thải từ hệ thống thoát nước chứa tỷ lệ khối lượng lớn SiO_2, CaO, Fe_2O_3, Al_2O_3 tương ứng là 82,8; 3,55; 2,06 và 3,24 %, phù hợp cho việc tận thu bùn thải sau xử lý làm nguyên vật liệu xây dựng.

Mẫu bùn nghiên cứu có thành phần chủ yếu là cát 86,8 %, hàm lượng sét chỉ chiếm 0,8 % đạt tiêu chuẩn TCVN 7570:2006, yêu cầu kỹ thuật đối với cốt liệu cho bê tông và vữa. Mẫu bùn nghiên cứu có giá trị pH ~ 7,14 ở mức trung tính, đạt TCVN 7572-14:2006. Mẫu bùn có hàm lượng hữu cơ, Cl^- cao hơn tiêu chuẩn TCVN 7570:2006, yêu cầu kỹ thuật đối với cốt liệu cho bê tông và vữa nên bùn thải này không đủ tiêu chuẩn để sử dụng 100 % vào làm cốt liệu cho bê tông.

Điều kiện để tận thu bùn thải hệ thống thoát nước làm gạch không nung đạt TCVN 6477:2016, M5 là: Tỷ lệ xi măng sử dụng 20 %, tạp chất hữu cơ trong bùn < 4 % và tỷ lệ bùn sử dụng < 30 %; Tỷ lệ xi măng sử dụng 15 %, tạp chất hữu cơ trong bùn < 2 % và tỷ lệ bùn sử dụng < 20 %; Tỷ lệ xi măng sử dụng 10 %, tạp chất hữu cơ trong bùn < 1 % và tỷ lệ bùn sử dụng < 15 %.

Lời cảm ơn

Các tác giả xin chân thành cảm ơn sự tài trợ kinh phí từ đề tài cấp thành phố Hà Nội "Nghiên cứu quy trình công nghệ xử lý bùn thải thoát nước thành phố Hà Nội để tái sử dụng làm nguyên, vật liệu xây dựng thân thiện môi trường", mã số 01C-09/2019-3.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Đức Hạ (2019). "Quản lý bùn cặn hệ thống thoát nước đô thị", *Báo Xây dựng* số 38, 38-42, ISSN 2734-9888.
2. Đỗ Thuận An & Phạm Thị Thuý (2017). Xây dựng cơ sở dữ liệu quốc gia về phát sinh, thu gom và xử lý bùn thải tại Việt Nam, Tổ chức hợp tác phát triển Đức (GIZ).
3. Vasudevan and M.P. Raj (2016). "Reuse of Textile and Tannery Sludge in Concrete Fine Aggregates", *IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development| Vol. 4, Issue 07, 2016 | ISSN (online): 2321-0613.*
4. Zhan BJ, Poon CS., (2015). "Study on feasibility of reutilizing textile effluent sludge for producing concrete blocks", *Journal of Cleaner Production*, ISSN 0959-6526, 101, 174-179.
5. Zhang C, Deng J, Zhang W., (2012) "Dewatering and Mineralization of Sludge from Secondary Sedimentation Tank in a Constructed Sludge Drying Reed Bed", *Applied Mechanics and Materials,* ISSN 1662-7482, 209-211, 1111-1115.

RESEARCHING THE IMPACT FACTORS ON UNFIRED BRICK PRODUCTION REUSING URBAN SEWAGE SLUDGE

Nguyen Xuan Huan, Nguyen Manh Khai, Pham Thi Thuy*

Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Ha Noi

ABSTRACT

Due to rapid development and population growth, urban areas have generated a large amount of municipal sewage sludge from the sewage network and urban storage lakes. Urban sewage sludge is commonly treated by conventional landfill. A large amount of sludge generated would create huge pressure and treatment costs. The landfills also occupy a large land area and also create wastewater leakage into the environment. The study results showed that the urban sewage sludge contained SiO_2, CaO, Fe_2O_3, and Al_2O_3 with composition being 82.8 %, 3.55 %, 2.06 %, and 3.24 % respectively, proving the feasible reuse of this sludge in unfired brick. In order to produce unfired bricks meeting TCVN 6477:2016 requirements (M5), it is possible to use up to 30 % of sewage sludge as an alternative raw material for brick production.

Keywords: Unfired brick, sewage sludge, urban sludge.

* Corresponding author, email address: phamthithuy@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0172

NGHIÊN CỨU BIẾN TÍNH MÀNG MICROFILTRATION (MF) BẰNG CHITOSAN ĐỂ LOẠI BỎ KHÁNG SINH TRONG NƯỚC

Trần Văn Sơn*, Nguyễn Thanh Hà

Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

TÓM TẮT

Công nghệ lọc màng đã và đang được ứng dụng rộng rãi để loại bỏ các chất ô nhiễm có kích thước lớn hơn kích thước lỗ màng. Gần đây, việc nghiên cứu gắn các vật liệu có khả năng xử lý kháng sinh lên bề mặt màng để tăng hiệu quả xử lý của màng cũng như gia tăng khả năng xử lý các chất ô nhiễm khác cho màng được quan tâm nghiên cứu. Nghiên cứu này nhằm biến tính màng Cellulose acetate (CA) bằng chitosan và các vật liệu khác để nâng cao khả năng xử lý sulfamethoxazole (SMX) trong nước. Vật liệu than hoạt tính từ bã cà phê đã được liên kết với bề mặt màng bằng chitosan từ vỏ tôm. Đặc tính của màng, vật liệu biến tính được xác định bằng các kỹ thuật SEM, FTIR, XRD và XRF. Các yếu tố ảnh hưởng đến đặc tính màng và hiệu quả xử lý kháng sinh của màng biến tính được nghiên cứu. Kết quả thực nghiệm cho thấy màng sau biến tính với chitosan có khả năng loại bỏ kháng sinh cao gấp 2 lần so với màng CA ban đầu.

Từ khóa: Kháng sinh, màng vi lọc (MF), chitosan, xử lý nước.

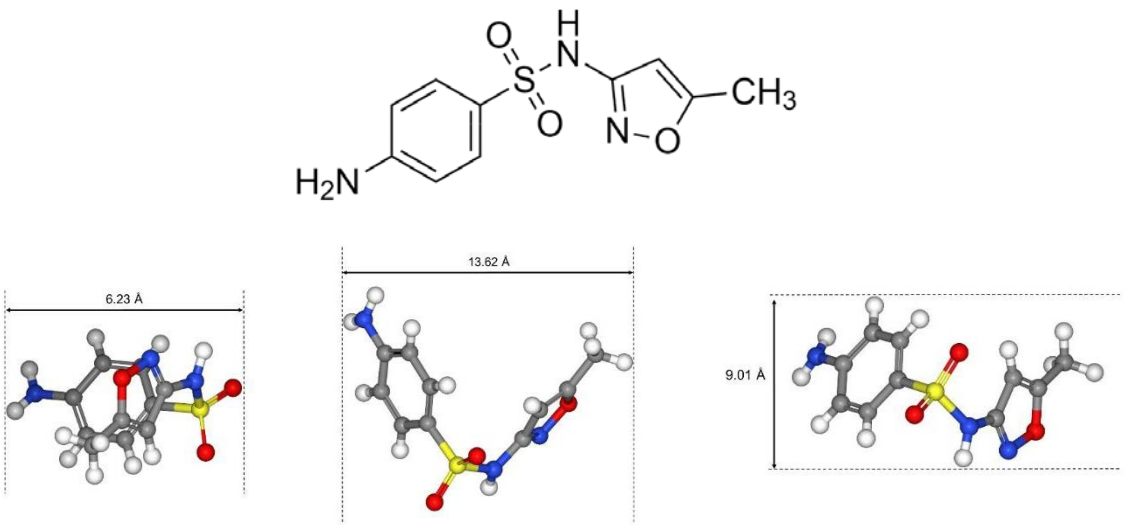
1. MỞ ĐẦU

Công nghiệp hóa, dân số ngày càng tăng và đô thị hóa nhanh chóng đã dẫn đến ô nhiễm nước và đất nghiêm trọng. Trong đó, dư lượng kháng sinh trong môi trường tác động nghiêm trọng đến môi trường, sức khoẻ con người và sinh vật dù chỉ ở nồng độ rất nhỏ. Một trong các tác động của dư lượng kháng sinh trong môi trường là các sinh vật tiếp xúc với kháng sinh liên tục có thể thúc đẩy sự xuất hiện gen kháng thuốc kháng sinh và vi khuẩn kháng thuốc kháng sinh.

Sulfamethoxazole (SMX) là một kháng sinh thuộc nhóm Sulfonamides. Các kháng sinh nhóm này tồn tại trong môi trường thời gian dài, khó phân hủy và trong đó SMX được cho là bền vững nhất. Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ đã xếp SMX vào nhóm 30 chất gây ô nhiễm được phát hiện thường xuyên nhất có thời gian bán hủy từ 85 - 100 ngày trở lên [1]. Khi tồn tại trong môi trường, SMX có khả năng chuyển hoá thành các chất trung gian độc hại khác và tích luỹ trong sinh vật dưới nước [1][2]. Các chất chuyển hóa acetyl, điển hình như N^4-acetylsulfamethoxazole xuất hiện thường xuyên trong môi trường và có khả năng chuyển hoá trở lại thành SMX [1]. SMX đã được chứng minh gây ra tác dụng phụ nghiêm trọng như sốt, buồn nôn, chán ăn, tiêu chảy, phát ban và nổi hạch, thậm chí có thể gây độc đến gan, thận, tủy xương, tim mạch, phổi hoặc hệ thống thần kinh trung ương. Thậm chí, SMX có thể gây độc mãn tính cho sinh vật như như tảo xanh, bèo tấm… ở nồng độ môi trường (µg/L) [3]. Vì vậy, cần có các phương pháp xử lý SMX trước khi thải ra môi trường. Các công nghệ phổ biến hiện nay như Fenton và quang Fenton, phương pháp sinh học, hấp phụ... Mỗi công nghệ trên đều có các nhược điểm như cần sử dụng lượng hóa chất, vận hành thời gian lưu lớn.

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: transon_mt@hus.edu.vn

Công nghệ màng được phát triển và ứng dụng rộng rãi trong xử lý ô nhiễm và tái sử dụng nước để loại bỏ các chất ô nhiễm có kích thước lớn khỏi dung dịch. Nó được đánh giá là phương pháp phát triển bền vững, do sử dụng ít hoặc không sử dụng hóa chất, thân thiện với môi trường. Hạn chế của màng là dễ bị tắc nghẽn, bị ảnh hưởng bởi các hóa chất và nhiệt của một số vật liệu màng. Màng composite được phát triển phù hợp là sự thay thế tiềm năng để cải thiện những hạn chế này [6]. Các hạt vật liệu được phân tán vào dung dịch polymer trước khi phủ lên màng tạo thành các màng tổng hợp cải thiện hiệu suất, tính thấm của màng lọc. Trong nghiên cứu này, polymer sinh học từ chitosan chế tạo từ vỏ tôm được sử dụng kết hợp than hoạt tính từ bã cà phê để phủ lên màng. Quá trình được khơi mào bởi phản ứng oxy hoá khử tạo thành các gốc tự do có hoạt tính cao trên bề mặt màng. Trong bước phát triển mạch, các gốc tự do phản ứng với monome tạo lớp polyme ghép trên bề mặt màng, các đơn vị monome khác có thể kéo dài chuỗi ghép. Bước ngắt mạch xảy ra khi màng được chuyển vào môi trường nước để tách các gốc tự do trên bề mặt màng.



Hình 1. Công thức cấu tạo và kích thước phân tử kháng sinh Sulfamethoxazole [4]

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Dung dịch kháng sinh SMX gốc được pha ở nồng độ 100 ppm từ kháng sinh dạng bột 100 % của Sigma Aldrich Co. và được pha loãng trong quá trình cùng nước deion. Màng vi lọc Cellulose acetate (CA) dạng tấm, có kích thước lỗ xốp 0,22 µm và đường kính 47 mm được chuẩn bị làm màng nền. Vỏ tôm và bã cà phê được thu gom để chế tạo chitosan dạng vảy và than hoạt tính tại phòng thí nghiệm của Khoa Môi trường, Trường ĐHKHTN-ĐHQGHN. Ngoài ra, chitosan dạng bột có độ tinh khiết 98 % từ Tianjin Maike Chemical Co., Ltd (Trung Quốc) được sử dụng để so sánh với chitosan chế tạo từ chất thải.

Các hóa chất khác được sử dụng như HCl, H_3PO_4, NaOH, $KMnO_4$ và axit acetic có nguồn gốc từ Trung Quốc. Các màng nền CA được biến tính bằng phương pháp trùng hợp ghép sử dụng các hóa chất sodium hydroxide, amoni persulfate. Dung dịch dành cho HPLC acetonitrile và axit photphoric được mua từ Merck (Đức).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

a. Chuẩn bị vật liệu

Vỏ tôm sau khi thu gom về phòng thí nghiệm được rửa sạch và để khô tự nhiên. Để thu được chitin, các dung dịch axit HCl 10 %, NaOH 3 % và $KMnO_4$ 10 % được sử dụng để loại bỏ khoáng chất, protein và màu của vỏ tôm. Chitosan được tạo bằng cách loại bỏ acetyl của chitin bằng dung dịch kiềm đặc NaOH 50 %. Chitosan dạng vảy thu được nhẹ, màu vàng nhạt, không mùi vị (Hình 2).



Hình 2. Chitin và chitosan thành phẩm

Than hoạt tính từ bã cà phê đã được chế tạo theo quy trình được báo cáo ở những nghiên cứu trước của nhóm tác giả [18]. Bã cà phê có kích thước nhỏ hơn 180 μm được biến tính bằng cách ngâm tẩm trong dung dịch H_3PO_4 10 % rồi nung ở 600 ^oC trong 1 giờ. Vật liệu có khả năng hấp phụ tốt kháng sinh SMX, dễ phân huỷ sinh học.

b. Chuẩn bị màng composite

2 g Chitosan (CTS) được hòa tan trong dung dịch axit acetic 0,1 % để thu được gel chitosan 2 %. 2 g than hoạt tính (AC) từ bã cà phê được bổ sung vào gel chitosan. Sau đó, dung dịch được khuấy để các hạt được phân tán đều trong dung dịch, thu được hỗn hợp AC-CTS tương ứng.

Trong khi đó, màng nền CA được deacetylated bằng cách ngâm 5 phút trong dung dịch NaOH 0,04 %, sau đó hóa chất dư được loại bỏ. Amoni pesulfate 1,5 % được nhỏ giọt liên tục lên bề mặt màng ở nhiệt độ phòng để bắt đầu quá trình trùng hợp ghép. Dung dịch Chitosan và hỗn hợp AC-CTS được phủ lên bề mặt màng để trong một khoảng thời gian. Phần không phản ứng sẽ được loại bỏ bằng nước deion và dừng quá trình trùng hợp ghép, thu được các loại các loại màng tương ứng CTS-M (màng trùng hợp ghép chitosan trên màng nền cellulose acetate); AC-CTS-M (màng trùng hợp ghép chitosan và than hoạt tính từ bã cà phê trên màng nền cellulose acetate). Các màng được sấy khô ở 50 ^oC trong 20 phút và sẵn sàng để sử dụng.

c. Đặc tính của màng composite

Bề mặt của màng được quan sát với độ phóng đại 5000 lần bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) Hitachi TM4000Plus. Các thành phần trong vật liệu phủ được xác định thông qua phổ FTIR thể hiện trong khoảng số sóng từ 4000 - 400 cm^{-1} bằng thiết bị Nicolet Jasco FT/IR-4600.

Khả năng lọc tách của màng được thực hiện trên thiết bị thử màng lọc (Hình 3) trong phòng thí nghiệm theo phương thức lọc thẳng góc qua màng sử dụng một bơm chân không. Các thí nghiệm lọc tách được thực hiện dưới cùng một áp suất cố định với cùng dung tích dịch lọc 300 mL, cùng thời gian lọc và diện tích các tấm màng sử dụng là như nhau.



Hình 3. Thiết bị thử màng lọc

Năng suất lọc được xác định bằng cách đo thể tích dung dịch lọc qua màng trong một khoảng thời gian nhất định tại áp suất không đổi (50 PSI). Năng suất lọc của màng được xác định như sau:

$$j = \frac{V}{S.t}(L/m^2.h)$$

Trong đó, V là thể tích dịch lọc (L), S là diện tích bề mặt màng (m^2) và t là thời gian lọc (giờ). Nồng độ kháng sinh được phân tích bằng phương pháp sắc kí lỏng Shimazu LC-20A nối với detector UV/Vis SPD-20A từ đó xác định được khả năng lưu giữ (R) của màng:

$$R = \frac{C_o - C_t}{C_o} \times 100(\%)$$

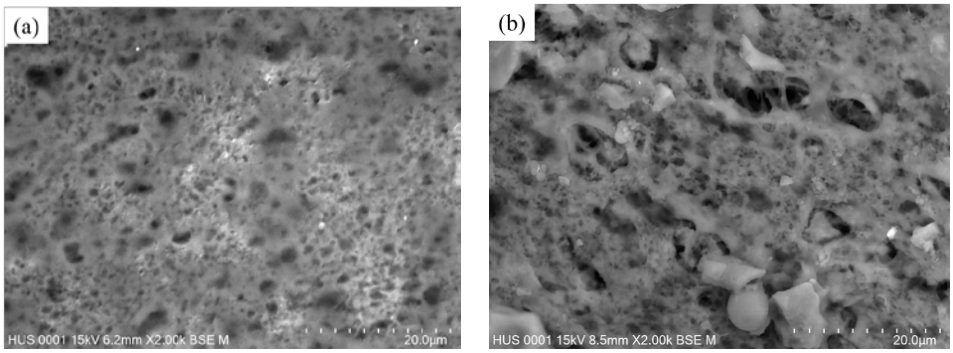
Trong đó, C_o và C_t là nồng độ kháng sinh trước và sau khi lọc tách qua màng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc tính của màng composite

Để quan sát bề mặt màng sau trùng hợp ghép phương pháp kính hiển vi điện tử quét (SEM) được tiến hành với độ phóng đại 5000 lần thu được kết quả ở Hình 3. Việc trùng hợp ghép màng bằng chitosan không làm bít tắc màng do các lỗ rỗng có kích thước nhỏ hơn 10 µm của màng MF vẫn được quan sát trong kết quả SEM. Các kết quả SEM của các màng composite cho thấy rõ các đặc tính của các vật liệu phủ. CTS-M có bề mặt khá bằng phẳng tương tự như kết quả SEM của chitosan dạng vảy. Bề mặt AC-CTS-M dày và có độ xốp lớn hơn, đây là đặc trưng của than hoạt tính. Tuy nhiên, các lỗ rỗng của màng composite không rõ ràng như CTS-M, điều này được giải thích do AC-CTS-M có chứa các hạt mịn nên bị bít tắc một phần lỗ của màng MF.

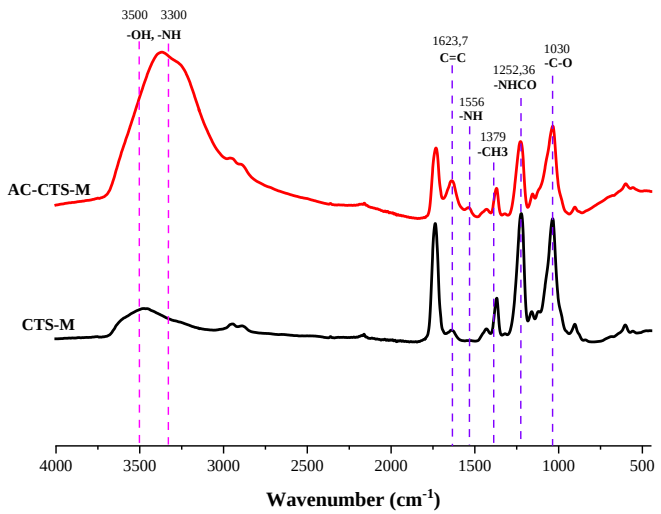
Các nhóm chức có trên bề mặt vật liệu phủ cho thấy số lượng lớn các đỉnh thể hiện các nhóm chức đặc trưng của chitosan và than hoạt tính. Kết quả cho thấy sự tương đồng với phổ hồng ngoại của chitosan tiêu chuẩn và chitosan thương mại được mua trên thị trường (Bảng 1). Các nhóm chức đặc trưng cho chitosan như amide I, II, III đặc trưng bởi các dao động ở số sóng 1623,77; 1556,06 và 1262,36 cm^{-1} tương ứng; nhóm $–CH_2$ trong CH_2OH và $–CH_3$ trong $NHCOCH_3$ thể hiện ở số sóng 1420,78 và 1379,77 cm^{-1}; các liên kết của carbon như C-O-C, -C-O, vòng saccarit được đặc trưng tương ứng ở số sóng 1157,08; 1030,72 và 903,52 cm^{-1} [10]. Tuy nhiên, trong phổ hồng ngoại của chitosan dạng vảy có xuất hiện dao động ở số sóng 1654,4 cm^{-1} của nhóm acetyl chưa được loại bỏ hoàn toàn.



Hình 4. Kết quả kính hiển vi điện từ quét của bề mặt màng ở độ phóng đại 5000 lần
(a) CTS-M, (b) AC-CTS-M

Bảng 1. So sánh các dao động của chitosan chế tạo và chitosan tiêu chuẩn

Số sóng (cm^{-1})			Dao động đặc trưng
Chitosan tiêu chuẩn [10]	Chitosan thương mại	Chitosan chế tạo	
3450	3421,6	3447,6	-OH
		1654,4	$CH_3C=O$
1629	1627,3	1623,7	Amin I
1559	1557,7	1556,1	Amin II
1422	1419,9	1420,8	$–CH_2$ trong CH_2OH
1380	1379,1	1379,8	$–CH_3$ trong $NHCOCH_3$
1262	1260,9	1262,4	Amin III
1155	1153,5	1157,1	C-O-C
1031	1028,6	1030.7	-C-O
897	896,4	903,5	Vòng saccarit



Hình 5. Phổ hồng ngoại của vật liệu phủ bề mặt màng

Nhóm –OH và –NH là nhóm chức có mặt trong thành phần của cả chitosan và than hoạt tính, được thể hiện bởi các dao động liên tục trong khoảng 3500-3300 cm^{-1}. Do có có mặt ở cả hai thành

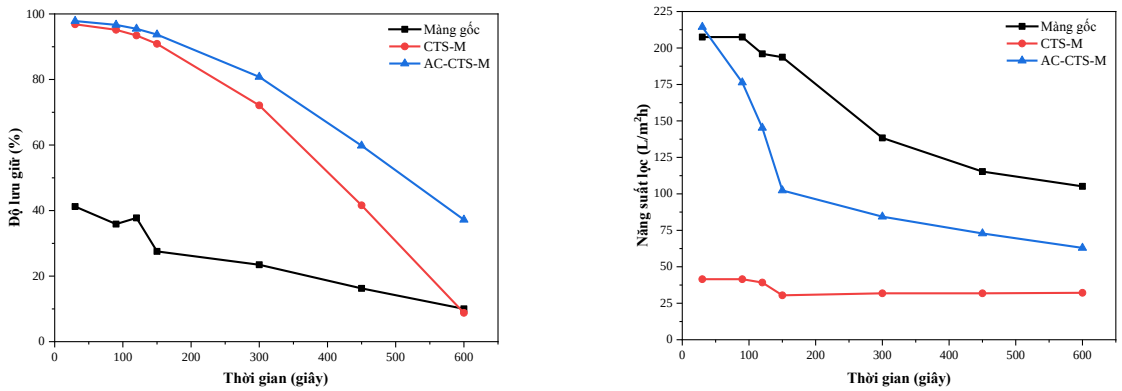
phần của vật liệu trùng hợp ghép, nên dao động đặc trưng trong khoảng này của phổ hồng ngoại của AC-CTS-M lớn hơn. Ngoài ra, phổ hồng ngoại của AC-CTS-M có sự bổ sung của một số nhóm chức chứa carbon – đặc trưng của vật liệu than hoạt tính. Các dao động trong khoảng số sóng 1640-1546 cm^{-1} đặc trưng cho các nhóm chức C=C, C=O và C–O. Liên kết π trong các nhóm chức này đóng vai trò quan trọng trong việc liên kết với kháng sinh của vật liệu hấp phụ [17].

3.2. Khả năng lọc tách của màng composite

Kháng sinh SMX ban đầu có nồng độ 5 ppm được lọc qua các màng trùng hợp ghép và màng gốc ở áp suất không đổi. Trong khoảng thời gian từ 30 đến 600 giây, độ lưu giữ của các màng đều giảm theo thời gian. Màng CTS-M có độ lưu giữ giảm mạnh từ 96,84 % xuống còn 8,79 % sau 10 phút lọc. Trong khi đó màng AC-CTS-M có độ lưu giữ cao nhất (97,82 %) và sau 10 phút độ lưu giữ vẫn cao hơn so với các màng còn lại từ 3-4 lần. Độ lưu giữ của các màng giảm theo thời gian được quy cho sự hấp phụ bão hòa của vật liệu trùng hợp ghép, khi đó lớp vật liệu có thể lưu giữ rất ít phân tử kháng sinh.

Màng composite AC-CTS-M và màng CTS-M có khả năng loại bỏ kháng sinh cao hơn màng gốc CA gấp 1,8-2,3 lần. Độ lưu giữ của màng CA sau trùng hợp ghép được cải thiện đáng kể là do bề mặt màng trở nên chặt khít hơn do sự hình thành lớp ghép trên bề mặt màng, ngoài ra lớp ghép trên bề mặt đã được đánh giá có khả năng hấp phụ kháng sinh SMX ở các nghiên cứu trước [8, 18]. Màng AC-CTS-M được bổ sung thêm than hoạt tính từ bã cà phê đã cho thấy khả năng loại bỏ kháng sinh tốt hơn, do bề mặt màng AC-CTS-M có cấu trúc dày và xốp hơn nên có thể lưu giữ lượng kháng sinh lớn hơn. Bên cạnh đó, vật liệu trùng hợp ghép của màng AC-CTS-M được bổ sung các liên kết π từ các nhóm chức chứa carbon của than hoạt tính có vai trò liên kết với kháng sinh, đã tăng cường khả năng lưu giữ kháng sinh cho màng AC-CTS-M so với màng CTS-M.

Đối với năng suất lọc của tất cả các màng cũng có xu hướng giảm dần theo thời gian. Màng AC-CTS-M tuy có độ lưu giữ tốt nhưng năng suất lọc giảm nhanh theo thời gian, sau 150 giây đã giảm một nửa so với năng suất lọc ban đầu. Trong khi đó, màng CTS-M lại có năng suất lọc thấp hơn hẳn nhưng ổn định theo thời gian. Các màng sau trùng hợp ghép có năng suất lọc thấp hơn so với màng nền. Điều này được giải thích là do quá trình trùng hợp ghép làm bít một phần lỗ rỗng của màng, điều này cũng được quan sát từ hình ảnh bề mặt màng ở độ phóng đại 5000 lần.

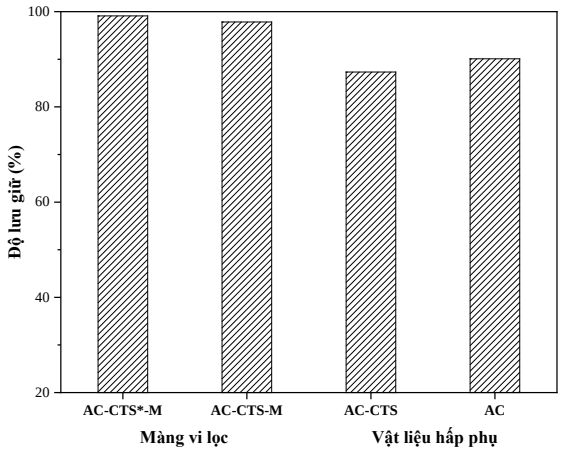


Hình 6. Khả năng lọc tách của màng composite

Nghiên cứu về ảnh hưởng của nguồn gốc chitosan đã được thực hiện bằng việc sử dụng chitosan thương mại dạng bột và chitosan tự chế tạo dạng vảy tại phòng thí nghiệm để trùng hợp

ghép màng CA. Hai loại chitosan kết hợp với vật liệu hấp phụ than hoạt tính từ bã cà phê được trùng hợp ghép trên màng CA cho kết quả lọc tách SMX được thể hiện trong Hình 7. Độ lưu giữ của màng sử dụng hai loại chitosan cho thấy sự chênh lệch không lớn, 99,10 và 97,82 % tương ứng với chitosan dạng bột và chitosan dạng vảy. Từ kết quả phổ hồng ngoại của hai loại chitosan cho thấy thành phần của chúng tương đồng với nhau, tuy nhiên, chitosan dạng vảy được chế tạo tại phòng thí nghiệm có tỉ lệ loại bỏ acetyl thấp hơn đã làm ảnh hưởng đến đặc tính và khả năng hấp phụ kháng sinh của chitosan. Ngược lại, năng suất lọc của chitosan được chế tạo trong phòng thí nghiệm cho hiệu quả lọc tốt hơn. Điều này đúng khi so sánh độ sệt của gel chitosan sau khi hòa tan trong axit acetic, chitosan dạng bột đặc hơn nên khi kết hợp cùng các vật liệu sẽ làm bít lỗ rỗng trên màng MF nhiều hơn.

Việc kết hợp vật liệu hấp phụ cùng màng vi lọc đã làm tăng hiệu suất loại bỏ kháng sinh SMX trong dung dịch. Việc khảo sát khả năng hấp phụ kháng sinh SMX của vật liệu hấp phụ than hoạt sinh (AC) và vật liệu composite chitosan và than hoạt tính (AC-CTS) đã được thực hiện ở các nghiên cứu trước [8, 18]. Kết quả hấp phụ cho hiệu suất loại bỏ kháng sinh khoảng 87,33-90,01 %, thấp hơn so với màng CA được trùng hợp ghép. Hơn nữa, việc loại bỏ các chất hấp phụ có kích thước nhỏ sẽ dễ dàng hơn khi kết hợp chúng với màng vi lọc. Tuy nhiên, điểm hạn chế của màng là phải bảo trì và thay thế thường xuyên, do khả năng lưu giữ của màng trùng hợp ghép giảm nhanh theo thời gian lọc.



Hình 7. Khả năng lọc tách của màng composite với chitosan thương mại và tự chế tạo

3.3. Đề xuất cơ chế loại bỏ kháng sinh của màng composite

Khả năng lọc tách kháng sinh của màng vi lọc CA đã được cả thiện sau khi trùng hợp ghép bằng polymer sinh học – chitosan kết hợp với vật liệu hấp phụ. Cơ chế chính được đề xuất để loại bỏ kháng sinh là khả năng hấp phụ của vật liệu phủ trên bề mặt màng. Lớp vật liệu mỏng có độ xốp lớn là đặc điểm của vật liệu có khả năng hấp phụ tốt. Ngoài ra, vật liệu trùng hợp ghép có chứa các nhóm chức có chứa liên kết π, có khả năng liên kết với ion kháng sinh. Từ kết quả FTIR của các vật liệu thấy rằng các nhóm chức này có trong thành phần của vật liệu AC-CTS nhiều hơn, do vậy AC-CTS-M có khả năng lưu giữ kháng sinh tốt hơn. Trong cơ chế loại bỏ kháng sinh, màng vi lọc đóng vai trò là chất nền chứa polymer và loại bỏ các phân tử lớn khỏi dung dịch như các vật liệu đã hấp phụ bão hòa kháng sinh có kích thước phân tử nhỏ trong dung dịch [9]. Hơn nữa, từ kết quả nghiên cứu cũng cho thấy màng nền CA cũng có khả năng loại bỏ được khoảng 40 % kháng sinh

trong dung dịch. Vì vậy, màng composite trong nghiên cứu hứa hẹn về khả năng lọc tách kháng sinh trong nước.

4. KẾT LUẬN

Màng vi lọc Cellulose acetate được biến tính bằng composite chitosan với than hoạt tính từ bã cà phê đã được chứng minh có khả năng xử lý kháng sinh SMX trong nước. Đây là phương pháp dễ vận hành và thân thiện với môi trường do các vật liệu đều có khả năng phân hủy sinh học. Các màng trùng hợp ghép có khả năng lưu giữ kháng sinh gấp 2 lần màng CA ban đầu nhưng lại làm hạn chế năng suất lọc của màng. Mặc dù năng suất lọc của màng AC-CTS-M giảm nhanh theo thời gian lọc tách nhưng kết quả lưu giữ kháng sinh rất tốt (97,82 %). Sau trùng hợp ghép, bề mặt màng CA đã được bổ sung thêm lớp một lớp vật liệu có khả năng hấp phụ kháng sinh, đây được cho là cơ chế chính để xử lý kháng sinh trong nước. Tuy nhiên, cần nghiên cứu để cải thiện khả năng lọc tách của màng để tăng thời gian sử dụng màng.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 105.08-2019.321.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Prasannamedha, G. and Kumar, P. S. (2020). "A review on contamination and removal of sulfamethoxazole from aqueous solution using cleaner techniques: Present and future perspective", *Journal of Cleaner Production*, ISSN: 0959-6526, 250, 119553, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119553.
2. Dirany, A., Aaron, S. E., Oturan, N., Sirés, I., Oturan, M. A. and Aaron, J. J. (2011). "Study of the toxicity of sulfamethoxazole and its degradation products in water by a bioluminescence method during application of the electro-Fenton treatment", *Analytical and bioanalytical chemistry*, ISSN: 1618-2650, 400(2), 353-360, doi: 10.1007/s00216-010-4441-x.
3. Białk-Bielińska, A., Stolte, S., Arning, J., Uebers, U., Böschen, A., Stepnowski, P. and Matzke, M. (2011), "Ecotoxicity evaluation of selected sulfonamides", *Chemosphere*, ISSN: 0045-6535, 85(6), 928-933, doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.06.058.
4. L. Nielsen, M. J. Biggs, W. Skinner, and T. J. Bandosz, (2014). "The effects of activated carbon surface features on the reactive adsorption of carbamazepine and sulfamethoxazole", *Carbon*, ISSN: 0008-6223, 80, 419-432, doi: 10.1016/j.carbon.2014.08.081.
5. Shaban, M., El Sayed, H., Abdel-Hamid, H., Morsy, A., & Kandil, S. (2020). "Anti-biofouling of 2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid grafted cellulose acetate membranes used for water desalination", *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, ISSN: 0255-2701, 149, 107857, doi: 10.1016/j.cep.2020.107857.
6. Liu, Y., Liu, H., & Shen, Z. (2021). "Nanocellulose based filtration membrane in industrial waste water treatment: A review", *Materials*, ISSN: 1996-1944, 14(18), 5398, doi: 10.3390/ma14185398.
7. Sekimoto, T., Nishihama, S., Yoshizuka, K. and Maeda, R. (2018). "Adsorptive removal of sulfamethoxazole with shell-core chitosan immobilized metal ion", *Separation Science and Technology*, ISSN: 1520-5754, 53(7), 1116-1123, doi: 10.1080/01496395.2017.1340954.

8. Van Son Tran, Manh Khai Nguyen, Huu Hao Ngo, Thanh Ha Nguyen, Thi Chinh Truong, Thi Ngoc Thu Nguyen, Thi Mai Ly Luong, Minh Phuong Nguyen (2020), Removal of sulfamethoxazole antibiotics by chitosan-activated carbon composite derived from agricultural waste. *In 10th International Forum on Green Technology and Management (IFGTM2020)*, Hanoi, Vietnam.
9. Palacio, D. A., Becerra, Y., Urbano, B. F., & Rivas, B. L., (2020). "Antibiotics removal using a chitosan-based polyelectrolyte in conjunction with ultrafiltration membranes", *Chemosphere*, ISSN: 0045-6535, *258*, 127416, doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.127416.
10. Zvezdova, D. (2010). "Synthesis and characterization of chitosan from marine sources in Black Sea. Annual Proceedings", *Angel Kanchev" University of Ruse*, *49*(9.1), 65-69.
11. Ahsan, M. A., Islam, M. T., Imam, M. A., Hyder, A. G., Jabbari, V., Dominguez, N. and Noveron, J. C. (2018). "Biosorption of bisphenol A and sulfamethoxazole from water using sulfonated coffee waste: Isotherm, kinetic and thermodynamic studies", *Journal of environmental chemical engineering*, ISSN: 2213-3437, 6(5), 6602-6611, doi: 10.1016/j.jece.2018.10.004.
12. Shaban, M., El Sayed, H., Abdel-Hamid, H., Morsy, A., & Kandil, S., (2020). "Anti-biofouling of 2-acrylamido-2-methylpropane sulfonic acid grafted cellulose acetate membranes used for water desalination", *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, ISSN: 0255-2701, 149, 107857, doi: 10.1016/j.cep.2020.107857.
13. Belfer, S., Purinson, Y., Fainshtein, R., Radchenko, Y., & Kedem, O., (1998). "Surface modification of commercial composite polyamide reverse osmosis membranes", *Journal of Membrane Science*, ISSN: 0376-7388, 139(2), 175-181, doi: 10.1016/S0376-7388(97)00248-2.
14. Gomes, D., Cardoso, M., Martins, R. C., Quinta-Ferreira, R. M., & Gando-Ferreira, L. M., (2020), "Removal of a mixture of pharmaceuticals sulfamethoxazole and diclofenac from water streams by a polyamide nanofiltration membrane", *Water Science and Technology*, ISSN 0273-1223, 81(4), 732-743, doi: 10.2166/wst.2020.166.
15. Radjenović, J., Petrović, M., Ventura, F., & Barceló, D., (2008). "Rejection of pharmaceuticals in nanofiltration and reverse osmosis membrane drinking water treatment", *Water research*, ISSN: 0043-1354, 42(14), 3601-3610, doi: 10.1016/j.watres.2008.05.020.
16. Ren, Y., Ma, Y., Min, G., Zhang, W., Lv, L., & Zhang, W. (2021). "A mini review of multifunctional ultrafiltration membranes for wastewater decontamination: Additional functions of adsorption and catalytic oxidation", *Science of The Total Environment*, ISSN: 0048-9697, 762, 143083, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.143083.
17. Ahmed, M. B., Zhou, J. L., Ngo, H. H., Guo, W., Johir, M. A. H., & Belhaj, D. (2017). "Competitive sorption affinity of sulfonamides and chloramphenicol antibiotics toward functionalized biochar for water and wastewater treatment", *Bioresource technology*, ISSN: 0960-8524, 238, 306-312, doi: 10.1016/j.biortech.2017.04.042.
18. Van Son Tran, Manh Khai Nguyen, Huu Hao Ngo, Thi Thuy Pham, Thanh Ha Nguyen, Tien Linh Ninh (2019), Removal of chloramphenicol and sulfamethoxazole antibiotics by adsorbents derived from Orange peels and Coffee residues. *In Green Technologies for Sustainable Water 2019 (GTSW2019), Ho Chi Minh City, Vietnam.*

MODIFICATION OF MICROFILTRATION (MF) BY CHITOSAN TO REMOVE ANTIBIOTICS FROM AQUEOUS SOLUTION

Tran Van Son*, Nguyen Thanh Ha

Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Ha Noi

ABSTRACT

Membrane technology has been widely applied to remove contaminants which have molecular size bigger than the membrane pore size. Recently, research on modifying membrane's surface by good adsorbents to enhance removal capacity and add a new function to remove new contaminants has been received many concerns. This study aims to modify cellulose acetate (CA) membrane by chitosan and other adsorbent to improve sulfamethoxazole (SMX) from water. Activated carbon from coffee ground have been bonded to the membrane's surface by chitosan from shrimp shells. Modified membrane and adsorbents have been characterized by SEM, FTIR, XRD and XRF. Affecting factors to characteristics and removal efficiencies of antibiotics by the modified membrane were studied. Experimental results indicated that modified membrane could remove 2-fold better than original CA membrane.

Keywords: Antibiotic, microfiltration (MF), chitosan, water treatment.

* Corresponding author, email address: transon_mt@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0173

NGHIÊN CỨU TIỀM NĂNG XỬ LÝ ASEN VÀ AMONI TRONG NƯỚC CỦA VẬT LIỆU THAN THỦY NHIỆT HÌNH CẦU BIẾN TÍNH VỚI K_2CO_3

Nguyễn Thị Hải[1], Tạ Thị Hoài[1], Hoàng Tú Hằng[1], Nguyễn Thị Hoàng Hà[2*]

[1]PTN Trọng điểm Địa môi trường và Ứng phó Biến đổi khí hậu, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 - Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam
[2]Trường Đại học Việt Nhật, Đại học Quốc gia Hà Nội, Lưu Hữu Phước, Hà Nội, Việt Nam

TÓM TẮT

Hai vật liệu gồm TH-than thủy nhiệt hình cầu tổng hợp từ glucose bằng phương pháp thủy nhiệt và TAC-than hoạt tính, chế tạo bằng cách biến tính TH với dung dịch K_2CO_3 được nghiên cứu nhằm đánh giá khả năng xử lý của chúng đối với asen (As) và amoni trong môi trường nước. Vật liệu TAC được nung ở ba nhiệt độ khác nhau gồm 700 ^oC (TAC-700), 800 ^oC (TAC-800) và 900 ^oC (TAC-900). Kết quả nghiên cứu cho thấy, dung lượng hấp phụ của TH đối với amoni và As lần lượt là 16,6 mg/g và 0,007 mg/g. Tuy nhiên, sau quá trình biến tính với K_2CO_3, cả 3 vật liệu than hoạt tính TAC đều cho khả năng xử lý amoni và As cao hơn so với vật liệu TH ban đầu. Dung lượng hấp phụ của TAC-700, TAC-800 và TAC-900 đối với amoni lần lượt là 28,2 mg/g; 25,9 mg/g và 24,9mg/g và đối với As lần lượt là 0,037 mg/g; 0,04 mg/g và 0,05 mg/g. Vật liệu TAC-700 cho thấy khả năng xử lý amoni cao nhất, trong khi đó vật liệu TAC- 900 có khả năng xử lý As cao nhất. Do đó, trong 3 vật liệu, TAC-700 được đánh giá là vật liệu tiềm năng nhất để xử lý đồng thời amoni và As trong môi trường nước.

Từ khóa: Amoni, asen, hấp thụ, than hoạt tính, than thủy nhiệt hình cầu.

1. MỞ ĐẦU

Nhiều năm qua, ô nhiễm asen (As) và amoni trong nước ngầm là vấn đề nhận được sự quan tâm chú ý của nhiều quốc gia trên thế giới, đặc biệt là Việt Nam. Hàm lượng As và amoni cao trong nước ngầm là do ảnh hưởng của các quá trình tự nhiên và hoạt động nhân sinh (khai khoáng và hoạt động sản xuất công nghiệp khác, nông nghiệp, sinh hoạt,…) [1]. Sự xuất hiện đồng thời As và amoni với hàm lượng cao gây ra những nguy hại đến sức khỏe con người [2, 3]. Theo quy chuẩn chất lượng nước sinh hoạt QCVN 01-1:2018/BYT của Việt Nam, giới hạn cho phép của As và amoni lần lượt là 0,01 mg/L và 0,3 mg/L. Tại Việt Nam, hàm lượng As và amoni trong nước ngầm được tìm thấy khá cao ở khu vực đồng bằng Sông Hồng. Trong đó, nồng độ As và amoni dao động lần lượt từ 0,001–3,05 mg/L [4] và 51–99 mg/L [5]. Theo nghiên cứu của [6], các giếng ở Vạn Phúc, Hà Nội có hàm lượng As và amoni lên tới 0,49 mg/L và 63 mg/L.

Để xử lý đồng thời As và amoni trong môi trường nước, có rất nhiều phương pháp được phát triển và ứng dụng bao gồm sinh học [7], trao đổi ion [8], hấp phụ [9], đất ngập nước [10] và công nghệ màng [11]. Trong đó, hấp phụ được xem là phương pháp hiệu quả và kinh tế nhất vì có khả năng xử lý cao, chi phí thấp, vận hành và thiết kế đơn giản [9]. Nhiều loại vật liệu hấp phụ As và amoni đã được nghiên cứu, ứng dụng. Than hoạt tính được xem là vật liệu phổ biến nhất trên thị trường, chúng có khả năng xử lý đồng thời được cả 2 chất ô nhiễm As và amoni trong môi trường

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: hoanghantvnu@gmail.com

nước. Tuy nhiên, khác với than sinh học truyền thống được tổng hợp bằng phương pháp nung trong điều kiện yếm khí, than thủy nhiệt hình cầu được tổng hợp bằng phương pháp thủy nhiệt từ các nhóm carbonhydrat (glucose, xylose, sucrose) [12]. Đặc tính nổi bật của than thủy nhiệt hình cầu là có hàm lượng cao các nhóm chức chứa oxy bao gồm carboxylic, carbonyl và hydroxyl/phenolic, từ đó giúp than thủy nhiệt hình cầu có khả năng xử lý được nhiều chất ô nhiễm khác nhau [13]. Trong môi trường nước, As và amoni mang đặc tính điện tích khác nhau; do đó, để xử lý đồng thời cả 2 chất ô nhiễm là một thách thức. Ứng dụng vật liệu hấp phụ để xử lý đồng thời As và amoni trong môi trường nước vẫn hạn chế. Đặc biệt, tới nay chưa có nghiên cứu nào sử dụng vật liệu than thủy nhiệt hình cầu để xử lý 2 chất ô nhiễm đó. Chính vì vậy, trong nghiên cứu này, chế tạo than thủy nhiệt hình cầu và biến tính của nó với dung dịch K_2CO_3 được thực hiện và tiến hành ứng dụng chúng để xử lý As và amoni trong điều kiện nước pha sẵn trong phòng thí nghiệm.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chế tạo vật liệu hấp phụ

Than thủy nhiệt hình cầu (TH)

Than thủy nhiệt hình cầu được tổng hợp bằng phương pháp thủy nhiệt, quy trình chế tạo than thủy nhiệt được thực hiện quy trình đã trình bày trong nghiên cứu của Tôn Thất Lộc và Mai Thuận Triều [12, 13] như sau: (i) Hòa tan 10 g glucose thương mại trong 50 mL nước cất; (ii) Đổ hỗn hợp thu được trên vào ống Teflon và sau đó đặt vào autoclave để tiến hành thủy nhiệt trong lò ở nhiệt độ 190 ºC; (iii) Sau 24h trong lò nung, sản phẩm thu được là than thủy nhiệt hình cầu có màu nâu (TH); và (iv) Sản phẩm được rửa lại nhiều lần bằng nước cất và sấy ở 105 ºC cho tới khi khô hoàn toàn và được bảo quản trong túi zip kín miệng.

Than hoạt tính (TAC)

Trong nghiên cứu này, than hoạt tính (TAC) biến tính từ TH và K_2CO_3 được chế tạo nhằm nâng cao hiệu quả xử lý của than thủy nhiệt hình cầu. Than hoạt tính (TAC) được chế tạo theo quy trình sau: 15 g vật liệu TH được cho vào bình tam giác 250 mL có chứa 50 mL với dung dịch K_2CO_3 nồng độ 2 M. Đặt bình tam giác lên trên máy lắc và lắc ở nhiệt độ phòng, với tốc độ lắc 160 rpm. Sau 24h, phần rắn được tách ra khỏi hỗn hợp bằng màng lọc 0,45 µm. Đem nung phần rắn ở nhiệt độ 700, 800, 900 ºC trong 3 giờ. Kết thúc thời gian nung, các vật liệu được rửa lại bằng nước cất và sấy ở nhiệt độ 105 ºC cho tới khi khô hoàn toàn. Tương ứng với 3 nhiệt độ nung, 3 sản phẩm thu được đặt tên lần lượt là TAC-700, TAC-800 và TAC-900.

2.2. Thí nghiệm hấp phụ As và amoni bởi vật liệu chế tạo

Để đánh giá khả năng xử lý của than thủy nhiệt hình cầu (TH) và than hoạt tính TAC, thí nghiệm hấp phụ xử lý As và amoni được tiến hành trong điều kiện tĩnh với tỷ lệ rắn/lỏng là 2 g/L và tốc độ lắc là 160 vòng/phút. Hai dung dịch gốc chứa As hoặc amoni có nồng độ 1000 mg/L được pha chế lần lượt từ dung dịch muối $Na_2AsO_4.7H_2O$và NH_4Cl. Dung dịch làm việc có nồng độ ban đầu là 0,4 mg/L (As) hoặc 80 mg/L (amoni) được pha loãng từ dung dịch gốc tương ứng với nước cất. 0,01 g vật liệu hấp phụ được cho vào bình tam giác có thể tích 100 mL có chứa 50 mL dung dịch chứa As hoặc amoni. Dung dịch làm việc có pH ~7, giá trị tương đồng với giá trị pH của nước ngầm. Thí nghiệm được thực hiện tại nhiệt độ phòng và tiến hành lắc trong vòng 24 giờ với tốc độ lắc là 160 vòng/phút. Sau 24 giờ, phần rắn và phần lỏng của hỗn hợp được tách biệt bằng cách lọc qua giấy lọc thủy tinh có kích thước 0,45 µm. Nồng độ As và amoni trong dung dịch sau

lọc được phân tích lần lượt bằng hệ thống phân tích khối phổ nguyên tử plasma (ICPMS-NexION 2000, Mỹ) và hệ thống phân tích dòng liên tục SKALAR (SAN++, Hà Lan).

Khả năng hấp phụ của vật liệu (q_e; mg/g) tại thời điểm cân bằng được tính toán theo công thức sau:

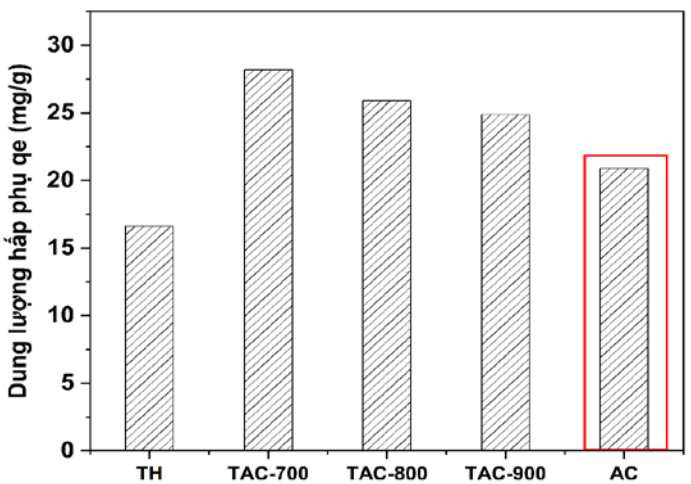
$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m}$$

Trong đó: C_0 và C_e (mg/L) lần lượt là nồng độ As hoặc amoni trong nước trước hấp phụ và sau hấp phụ cân bằng, m (g) là trọng lượng khô của vật liệu được sử dụng; V (L) là thể tích dung dịch làm việc được sử dụng.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khả năng xử lý amoni của vật liệu than thủy nhiệt hình cầu và than hoạt tính

Dung lượng hấp phụ của vật liệu than thủy nhiệt (TH) và than hoạt tính (TAC) được thể hiện qua Hình 1. Vật liệu TH có dung lượng hấp phụ 16,6 mg/g. Dung lượng hấp phụ amoni của than thủy nhiệt biến tính với K_2CO_3 và nung ở các nhiệt độ khác nhau ở 700, 800, 900 ℃ đều cao hơn so với vật liệu TH. Cụ thể, dung lượng hấp phụ của TAC-700, TAC-800 và TAC-900 lần lượt là 28,2 mg/g; 25,9 mg/g; và 24,9 mg/g. Do đó, có thể thấy sau khi biến tính, các vật liệu TAC có khả năng xử lý tốt hơn so với TH ban đầu. Theo kết luận từ nghiên cứu của tác giả Deng [14] khi sử dụng K_2CO_3 như là một tác nhân biến tính than hoạt tính, số lượng các mao quản tăng lên từ đó làm tăng diện tích bề mặt vật liệu hay làm tăng bề mặt tiếp xúc và thúc đẩy quá trình hấp phụ vào lỗ rỗng.



Hình 1. Dung lượng hấp phụ amoni của vật liệu than thủy nhiệt và than hoạt tính biến tính K_2CO_3 tại các nhiệt độ nung khác nhau

Trong đó, vật liệu TAC-700 cho dung lượng hấp phụ cao nhất trong số các vật liệu TAC và gấp 1,7 lần so với vật liệu TH ban đầu. Kết quả cũng cho thấy khi nhiệt độ nung càng cao thì khả năng xử lý amoni của các vật liệu than hoạt tính (TAC) càng giảm. Theo kết luận từ nghiên cứu của tác giả Yang [15], khi tiến hành nung ở nhiệt độ càng cao thì tỷ lệ H/C và O/C giảm dần, tức là làm

mất dần số lượng các nhóm chức hoạt động và giảm khả năng liên kết với amoni. Từ đó, khả năng xử lý amoni của các vật liệu chế tạo ở nhiệt độ cao sẽ bị giảm.

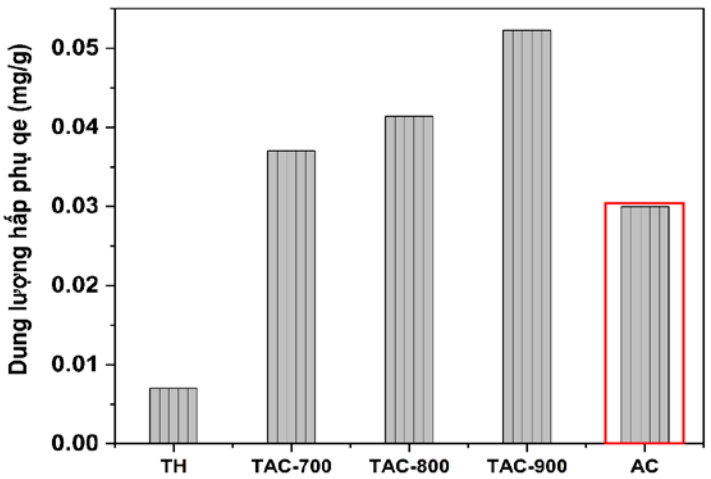
Trong nghiên cứu này, vật liệu than hoạt tính thương mại (AC) thu thập từ Công ty Nam Phương cũng được đưa vào tiến hành thí nghiệm để so sánh khả năng xử lý của nó với các vật liệu TH và TAC. Kết quả nghiên cứu cho thấy, trong cùng điều kiện thí nghiệm, vật liệu AC cho thấy khả năng xử lý thấp hơn so với các vật liệu TAC. Do đó có thể thấy, vật liệu TAC-700 có tiềm năng lớn trong nghiên cứu xử lý amoni.

3.2. Khả năng xử lý As của vật liệu than thủy nhiệt hình cầu và than hoạt tính

Kết quả dung lượng hấp phụ đối với chất ô nhiễm As của hai dạng vật liệu TH và TAC được thể hiện ở Hình 2. Vật liệu TAC thu được sau khi biến tính than thủy nhiệt TH với K_2CO_3 cho dung lượng hấp phụ As cao hơn nhiều so với vật liệu TH. Dung lượng hấp phụ As của các vật liệu được thí nghiệm giảm dần theo thứ tự TAC-900 (0,05 mg/g) > TAC-800 (0,04 mg/g) > TAC-700 (0,037 mg/g) > TH (0,007 mg/g). Khả năng xử lý của TAC-900 cao gấp 6,7 lần so với vật liệu than thủy nhiệt (TH). Kết quả chỉ ra rằng, khi nhiệt độ nung càng tăng thì khả năng xử lý As của các vật liệu TAC tăng. Tuy nhiên, không có sự khác biệt quá lớn về khả năng hấp phụ As giữa các vật liệu TAC. Để tiết kiệm năng lượng, vật liệu TAC-700 được xem là tối ưu nhất trong 3 vật liệu TAC, nó cũng thể hiện khả năng xử lý amoni tốt nhất (Mục 3.1).

Tương tự như trong nghiên cứu xử lý amoni, vật liệu AC-than hoạt tính thương mại từ thị trường, thu thập ở Công ty vật liệu lọc Nam Phương cũng được đưa vào nghiên cứu khả năng xử lý của nó đối với As. Kết quả nghiên cứu cho thấy, dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng đối với As của AC đạt 0,03 mg/g cao hơn vật liệu TH và thấp hơn 3 vật liệu TAC.

So sánh dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng của TH, TAC với các vật liệu đã được nghiên cứu trước đó trong xử lý As và amoni được trình bày ở Bảng 1. Kết quả cho thấy, các vật liệu TAC có dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng đối với amoni vượt trội so với các loại than hoạt tính khác bao gồm than hoạt tính hạt (qe = 0,07 mg/g) [16], BioP-Na (qe = 8,0 mg/g) [17] và M-CCAC (qe = 2,75 mg/g) [18]. Dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng của các vật liệu TAC, đặc biệt đối với As thì cao hơn đá ong biến tính (qe = 0,02 mg/g) [19] (Bảng 1).



Hình 2. Dung lượng hấp phụ As của vật liệu than thủy nhiệt và than hoạt tính biến tính K_2CO_3 tại các nhiệt độ nung khác nhau

Bảng 1. So sánh khả năng xử lý As và amoni của các vật liệu thông qua dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng

Tên vật liệu	Điều kiện thí nghiệm				Dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng (mg/g)		Tài liệu tham khảo
	Tỷ lệ rắn lỏng	pH	Nồng độ amoni ban đầu (mg/L)	Nồng độ As ban đầu (mg/L)	Amoni	As	
TH	2	7	80	0,4	16,6	0,007	Nghiên cứu này
TAC-700	2	7	80	0,4	28,2	0,037	Nghiên cứu này
TAC-800	2	7	80	0,4	25,9	0,04	Nghiên cứu này
TAC-900	2	7	80	0,4	24,9	0,05	Nghiên cứu này
Granular activated carbon	22	–	10	–	0,07	–	[16]
Acid-base treated laterite	20	5	–	0,5	–	0,02	[19]
BioP-Na	2	7	40	–	8,0	–	[17]
M-CCAC	2	7	10	–	2,75	–	[18]

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã chế tạo thành công vật liệu than thủy nhiệt TH và than hoạt tính TAC được tổng hợp từ TH ngâm với dung dịch K_2CO_3 và nung ở 3 nhiệt độ khác nhau 700 ^oC (TAC-700), 800 ^oC (TAC-800) và 900 ^oC (TAC-900). Kết quả nghiên cứu cho thấy, cả hai dạng vật liệu này được đánh giá có khả năng xử lý đồng thời cả As và amoni, trong đó than hoạt tính TAC có khả năng xử lý tốt hơn vật liệu TH ban đầu và vật liệu than hoạt tính thương mại trên thị trường (AC). Dung lượng hấp phụ của TAC-700 đối với amoni đạt 28,2 mg/g, cao hơn 1,7 lần so với vật liệu TH. Dung lượng hấp phụ As của các vật liệu TAC giảm dần theo thứ tự TAC-900 (0,05 mg/g) > TAC-800 (0,04 mg/g) > TAC-700 (0,037 mg/g). Do đó, vật liệu TAC-700 cho thấy khả năng xử lý amoni cao nhất, trong khi đó vật liệu TAC- 900 có khả năng xử lý As cao nhất. Tuy nhiên, không có sự khác biệt quá lớn về khả năng hấp phụ As giữa các vật liệu TAC. Do đó trong 3 vật liệu TAC chế tạo, TAC-700 được đánh giá là vật liệu tiềm năng nhất trong xử lý đồng thời cả As và amoni do có hiệu xuất xử lý tốt, tiết kiệm được năng lượng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Luetkemeier, R., L. Söller, and F. Frick-Trzebitzky, (2022), Anthropogenic Pressures on Groundwater.

2. Minatel, B.C., Sage, A.P., Anderson, C., Hubaux, R., Marshall, E.A., Lam, W.L., and Martinez, V.D., (2018). "Environmental arsenic exposure: from genetic susceptibility to pathogenesis", *Environment international*, *112*, 183-197.

3. Karagas, M.R., Gossai, A., Pierce, B., and Ahsan, H., (2015). "Drinking water arsenic contamination, skin lesions, and malignancies: a systematic review of the global evidence", *Current environmental health reports*, *2*(1), 52-68.

4. Berg, M., Stengel, C., Trang, P.T.K., Viet, P.H., Sampson, M.L., Leng, M., and Fredericks, D., (2007). "Magnitude of arsenic pollution in the Mekong and Red River Deltas-Cambodia and Vietnam", *Science of the Total Environment*, *372*(2-3), 413-425.

5. Winkel, L.H., Trang, P.T.K., Lan, V.M., Stengel, C., Amini, M., Ha, N.T., and Berg, M., (2011). "Arsenic pollution of groundwater in Vietnam exacerbated by deep aquifer exploitation for more than a century", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(4), 1246-1251.

6. Glodowska, M., Stopelli, E., Straub, D., Thi, D.V., Trang, P.T., Viet, P.H., and Kleindienst, S., (2021). "Arsenic behavior in groundwater in Hanoi (Vietnam) influenced by a complex biogeochemical network of iron, methane, and sulfur cycling", *Journal of Hazardous Materials*, *407*, 124398.

7. Katsoyiannis, I.A., Zikoudi, A., and Hug, S.J., (2008). "Arsenic removal from groundwaters containing iron, ammonium, manganese and phosphate: A case study from a treatment unit in northern Greece", *Desalination*, 224(1-3), 330-339.

8. Jorgensen, T.C., and Weatherley, L.R., (2003). "Ammonia removal from wastewater by ion exchange in the presence of organic contaminants", *Water Research*, *37*(8), 1723-1728.

9. Han, B., Butterly, C., Zhang, W., He, J.Z., and Chen, D., (2021). "Adsorbent materials for ammonium and ammonia removal: A review", Journal of Cleaner Production, 283, 124611.

10. Sikora, F.J., Tong, Z., Behrends, L.L., Steinberg, S.L., and Coonrod, H.S., (1995). "Ammonium removal in constructed wetlands with recirculating subsurface flow: removal rates and mechanisms", *Water Science and Technology*, 32(3), 193-202.

11. Wang, Q., Fang, K., He, C., and Wang, K., (2022). "Ammonia removal from municipal wastewater via membrane capacitive deionization (MCDI) in pilot-scale", *Separation and Purification Technolo*gy, 286, 120469.

12. Tôn Thất Lộc, (2021), Điều chế vật liệu than sinh học hình cầu có từ tính từ than glucose và $FeCl_3$ và ứng dụng xử lý paracetamol trong nước. Chương trình Khoa học và Công nghệ cấp Thành phố Hồ Chí Minh.

13. Mai Thuận Triều, Nguyễn Duy Đạt, Nguyễn Thành Đồng, Vũ Thị Mai, Trần Nguyễn Hải, (2021). "Vật liệu composite từ nano hydroxit (hoặc oxit) lớp kép và than sinh học hình cầu: Ứng dụng trong xử lý màu Congo đỏ và xanh methylen trong nước. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ – Kỹ thuật và Công nghệ*, 4(SI1), SI1-SI15.

14. Deng, H., Li, G., Yang, H., Tang, J., and Tang, J., (2010). "Preparation of activated carbons from cotton stalk by microwave assisted KOH and K_2CO_3 activation", *Chemical Engineering Journal*, 163(3), 373-381.

15. Yang, H.I., Lou, K., Rajapaksha, A.U., Ok, Y.S., Anyia, A.O., and Chang, S.X., (2018). "Adsorption of ammonium in aqueous solutions by pine sawdust and wheat straw biochars", *Environmental Science and Pollution Research*, 25(26), 25638-25647.

16. Salim, N.A.A., Puteh, M.H., Khamidun, M.H., Fulazzaky, M.A., Abdullah, N.H., Yusoff, A.R. M., and Nuid, M., (2021). "Interpretation of isotherm models for adsorption of ammonium onto granular activated carbon", *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11, 9227-9241.

17. Vũ Thị Mai, Trịnh Văn Tuyên, (2016). "Nghiên cứu khả năng xử lý amoni trong môi trường nước của than sinh học từ lõi ngô biến tính bằng H_3PO4 và NaOH", *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 32(1S).

18. Vu, M.T., Chao, H.P., Van Trinh, T., Le, T.T., Lin, C.C., and Tran, H.N., (2018). "Removal of ammonium from groundwater using NaOH-treated activated carbon derived from corncob wastes: Batch and column experiments", *Journal of Cleaner Production*, 180, 560-570.

19. Rathore, V.K., Dohare, D.K., & Mondal, P. (2016). "Competitive adsorption between arsenic and fluoride from binary mixture on chemically treated laterite", *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4(2), 2417-2430.

STUDY ON THE POTENTIAL OF MODIFIED SPHERICAL HYDROCHAR WITH K_2CO_3 IN REMOVING ARSENIC AND AMMONIUM FROM WATER ENVIRONMENT

Nguyen Thi Hai[1], Ta Thi Hoai[1], Hoang Tu Hang[1], Nguyen Thi Hoang Ha[2*]

[1]VNU Key Laboratory of Geoenvironment and Climate Change Response, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

[2]Vietnam Japan University, Vietnam National University, Hanoi, Luu Huu Phuoc, Hanoi, Vietnam

ABSTRACT

In this study, two new materials including TH-a spherical hydrochar synthesized from glucose through hydrothermal carbonization and TAC-an activated carbon prepared from TH modified with K_2CO_3 solution, were investigated for their adsorption capacity toward arsenic (As) and ammonium in water environment. TAC materials were then calcined at three different temperatures 700 ^oC (TAC-700), 800 ^oC (TAC-800), and 900 ^oC (TAC-900). The results showed that the adsorption capacity of TH toward ammonium and As were 16.6 mg/g và 0.007 mg/g, respectively. After being modified with K_2CO_3, three activated carbon TACs exhibited higher As and ammonium adsorption capacity than THs. The adsorption capacity at equilibrium of TAC-700, TAC-800, and TAC-900 for ammonium were 28.2 mg/g, 25.9 mg/g, and 24.9 mg/g, respectively and those for As were 0.037 mg/g, 0.04 mg/g, and 0.05 mg/g, respectively. Among them, TAC-700 possessed the highest ammonium adsorption capacity while TAC-900 exhibited highest adsorption capacity toward As. Due to its high adsorption capacity, TAC-700 can serve as an emerging adsorbent for simultaneous removing As and ammonium from water.

Keywords: Ammonium, arsenic, adsorption, activated carbon, spherical hydrochar.

* Corresponding author, email address: hoangha.nt@vnu.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0174

XÂY DỰNG CÔNG CỤ THU THẬP DỮ LIỆU PHỤC VỤ ĐIỀU TRA KHẢO SÁT TRƯỢT LỞ ĐẤT

Phạm Thị Thanh Thủy[1], Trương Xuân Quang[1]*, Lê Lan Anh[1], Nguyễn Thị Hiền[1], Đỗ Thị Thu Nga[1], Vũ Ngọc Phan[1], Trần Thị Hồng Minh[1], Trương Vân Anh[1], Khúc Thành Đông[2]

[1]Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, 41A Phú Diễn, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

[2] Đại học Xây dựng Hà Nội, 55 Giải Phóng, Đồng Tâm, Hai Bà Trưng, Hà Nội

TÓM TẮT

Phục vụ cho nghiên cứu giảm nhẹ các thiệt hại về trượt lở đất, một trong những tư liệu quan trọng đó là dữ liệu kiểm kê trượt lở đất. Để phát huy tốt thế mạnh của dữ liệu kiểm kê trượt lở đất thì việc tổ chức lưu trữ và thu thập dữ liệu là rất quan trọng. Trong nghiên cứu này, ngoài việc thiết kế và triển khai một cơ sở dữ liệu GIS thân thiện với người dùng trong việc lưu trữ các thông tin về trượt lở đất, nhóm nghiên cứu còn xây dựng một ứng dụng điện thoại thông minh để thu thập thông tin về trượt lở đất. Các thông tin thu thập được sẽ được truyền thẳng về máy chủ, ngoài mục đích tập trung dữ liệu vào một cơ sở dữ liệu thống nhất, nghiên cứu còn xây dựng chức năng giám sát và hiển thị dữ liệu thu thập được. Kết quả của nghiên cứu gồm hai phần chính, đó là: ứng dụng thu thập thông tin trượt lở đất trên điện thoại thông minh và một WebGIS phục vụ cho mô phỏng kết quả thu thập dữ liệu.

Từ khóa: WebGIS, trượt lở đất, ứng dụng điện thoại, thu thập dữ liệu.

1. MỞ ĐẦU

Có nhiều nguyên nhân gây trượt lở đất, có thể do các yếu tố tự nhiên và cả yếu tố con người. Các yếu tố tự nhiên như: áp lực nước ngầm (nước lỗ rỗng) làm mất ổn định mái dốc, mất đi hoặc thiếu các kết cấu thực vật để giữ đất và kết cấu đất, xâm thực chân của sườn dốc bởi sông/suối, làm yếu đi sườn dốc bởi mưa lớn, động đất, hoạt động của núi lửa. Yếu tố con người như: phá rừng, trồng trọt và xây dựng thiếu quy hoạch [1]. Từ rất sớm, để phòng, tránh và giảm thiểu thiệt hại do trượt lở đất, con người đã nghiên cứu về hiện tượng và nguy cơ trượt lở. Tuy nhiên, trong những năm gần đây do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, thời tiết ngày càng cực đoan làm tác động tiêu cực nhiều hơn đến tai biến trượt lở. Do vậy, nghiên cứu tai biến trượt lở đất càng trở nên cấp thiết.

Đối với khu vực vùng núi phía Bắc Việt Nam, báo cáo [2] chỉ ra rằng bốn tỉnh có nguy cơ trượt lở đất cao nhất khu vực phía Bắc là: Điện Biên (673 điểm); Lào Cai (534 điểm); riêng Sơn La và Yên Bái là hai tỉnh có trên 1000 điểm trượt. Những địa phương này có nhiều đặc điểm thuận lợi để hình thành trượt lở như: mưa lớn tập trung trong thời gian ngắn, địa hình chia cắt, độ dốc lưu vực và độ dốc địa hình lớn, mạng lưới sông suối dày, độ ổn định của lớp đất mặt yếu do quá trình phong hoá, độ che phủ của thảm thực vật thấp do bị mất rừng và suy thoái rừng. Một số trận trượt lở điển hình: Lũ quét và trượt lở sau bão số 4 và số 6 tại tỉnh Lào Cai, Yên Bái năm 2008 đã làm 120 người chết và mất tích; tại bản Chống Páo Sang, xã Cao Phạ, huyện Mù Cang Chải, tỉnh Yên Bái, do mưa lớn kéo dài ngày 7/9/2012 gây trượt lở làm 20 người chết và mất tích.

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: txquang@hunre.edu.vn

Theo tác giả Nguyễn Ngọc Thạch (2019) cách tiếp cận trong nghiên cứu tai biến trượt lở thường được phân loại thành: (1) tiếp cận lịch sử, (2) tiếp cận hệ thống, (3) tiếp cận liên ngành, (4) tiếp cận mô hình, (5) tiếp cận khoa học công nghệ hiện đại. Đối với nhưng phương pháp này thì mọi phương phát đều phải dùng đến điều tra khảo sát trượt lở đất ở giai đoạn ban đầu. Chính vì vậy, nội dung của nghiên cứu sẽ kế thừa các thư viện mở để xây dựng một ứng dụng giúp cho việc thu thập dữ liệu trượt lở đất được nhanh chóng và thuận tiện hơn. Những phương pháp để thu thập dữ liệu trượt lở đất thông dụng thường được thực hiện như: Quan sát bằng mắt kết hợp ghi chép, chụp ảnh đo vẽ như minh họa trong Hình 1. Do tốc độ phát triển về mặt công nghệ, bên cạnh các phương pháp truyền thống việc xây dựng những ứng dụng giúp thu thập dữ liệu là một xu thế, ứng dụng đó sẽ giúp ích cho các nhà nghiên cứu và thu thập dữ liệu một cách nhanh chóng, chính xác, dễ dàng theo một bộ tiêu chuẩn nào nó nhằm giảm thiểu được sự khác nhau giữa các cuốn nhật ký thực địa, do có yếu tố con người tác động và hơn thế nữa dữ liệu có thể cập nhật và tập trung ngay lập tức vào cơ sở dữ liệu.



Hình 1. Minh họa một số phương pháp thu thập dữ liệu trượt lở

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Hiện tượng trượt lở đang là một vấn đề được quan tâm nhiều tại Việt Nam và trên thế giới. Thu thập dữ liệu trượt lở đất là bước quan trọng đầu tiên trong nghiên cứu xây dựng bản đồ quy hoạch, cảnh báo và dự báo trượt lở. Phương pháp truyền thống thường được các nhà địa chất, các kỹ sư và cả đơn vị quản lý nhà nước các cấp sử dụng để thu thập dữ liệu trượt lở đất phục vụ cho các mục đích khác nhau. Đây là những phương pháp rất tỉ mỉ, đòi hỏi nhiều thời gian cũng như kinh nghiệm và chi phí cho mỗi lần đi thực địa cùng với nhiều thiết bị đi kèm như: sổ sách, la bàn, GPS, máy chụp ảnh/điện thoại,… và yêu cầu người thực hiện việc thu thập dữ liệu phải là những có kinh nghiệm.

Hiện nay, một số ứng dụng giúp ích trong điều tra, khảo sát trượt lở nhưng các ứng dụng này thường có giao diện tiếng Anh và dùng cho địa bàn là các nước phương Tây. Chính vì vậy, nghiên cứu xây dựng ứng dụng trên điện thoại phục vụ thu thập dữ liệu trượt lở đất có thể giúp thu thập dữ liệu được nhanh hơn, cũng như giảm nhẹ gánh nặng đối với những nhà nghiên cứu địa chất trong việc ghi chép và tập chung hóa dữ liệu. Ngoài ra, khoa học cộng đồng đang thu hút sự quan tâm của xã hội, trong tương lai nó sẽ là công cụ ứng dụng quan trọng trong việc thu thập thông tin từ

cộng đồng về trượt lở đất, hướng tới giảm thiểu thiệt hại và phòng chống trượt lở trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng tác động nặng nề.

Mục tiêu của ứng dụng phải thỏa mãn một số yêu cầu chính như:

- Phải thiết kế và triển khai một bộ cơ sở dữ liệu GIS thân thiện với người dùng, có thể lưu trữ tất cả các thông tin theo yêu cầu, dữ liệu không gian của khu vực nghiên cứu. Những dữ liệu này phải đảm bảo có thể hiển thị một cách dễ dàng, có khả năng phổ biến, chia sẻ và mở rộng khi cần thiết;

- Dữ liệu sau khi thu thập được phải thể hiện được trên nền WebGIS, được xây dựng phù hợp với các tiêu chuẩn tuân thủ GIS để trình bày công việc một cách tương tác và hấp dẫn;

- Yêu cầu thứ ba của nghiên cứu chuyển trọng tâm vào khả năng tăng cường sự tham gia của người dân trong dự án, thu hút họ vào quá trình thu thập dữ liệu. Để đạt được mục tiêu này, ứng dụng di động phải được xây dựng với mục đích cung cấp cho các chuyên gia và những người không chuyên, một công cụ để lập bản đồ sạt lở đất trên thực địa một cách dễ dàng và dễ sử dụng.

Ngoài các thông tin cơ bản về vị trí, hình ảnh hoặc mô tả về thực vật xung quanh điểm trượt lở, dựa vào khả năng của người thu thập dữ liệu: (1) nhóm những người có kiến thức, kinh nghiệm hoặc là (2) người dân chỉ có kiến thức tối thiểu hoặc không có kiến thức về trượt lở đều được xem xét và đưa ra các yêu cầu phù hợp để thu thập dữ liệu. Các thông tin về thảm phủ, độ dày vỏ phong hóa, xuất lộ nước, các biện pháp giảm thiểu trượt lở đất xung quanh vị trí quan sát, hoặc thiệt hại đã xảy ra thường là những thông tin rất quan trọng trong nghiên cứu trượt lở đất, nên các thông tin này cần được đưa vào để thu thập, vì vậy lựa chọn và khảo sát khả năng thu thập thông tin của hai nhóm đối tượng trên cũng đã được đưa vào nghiên cứu.

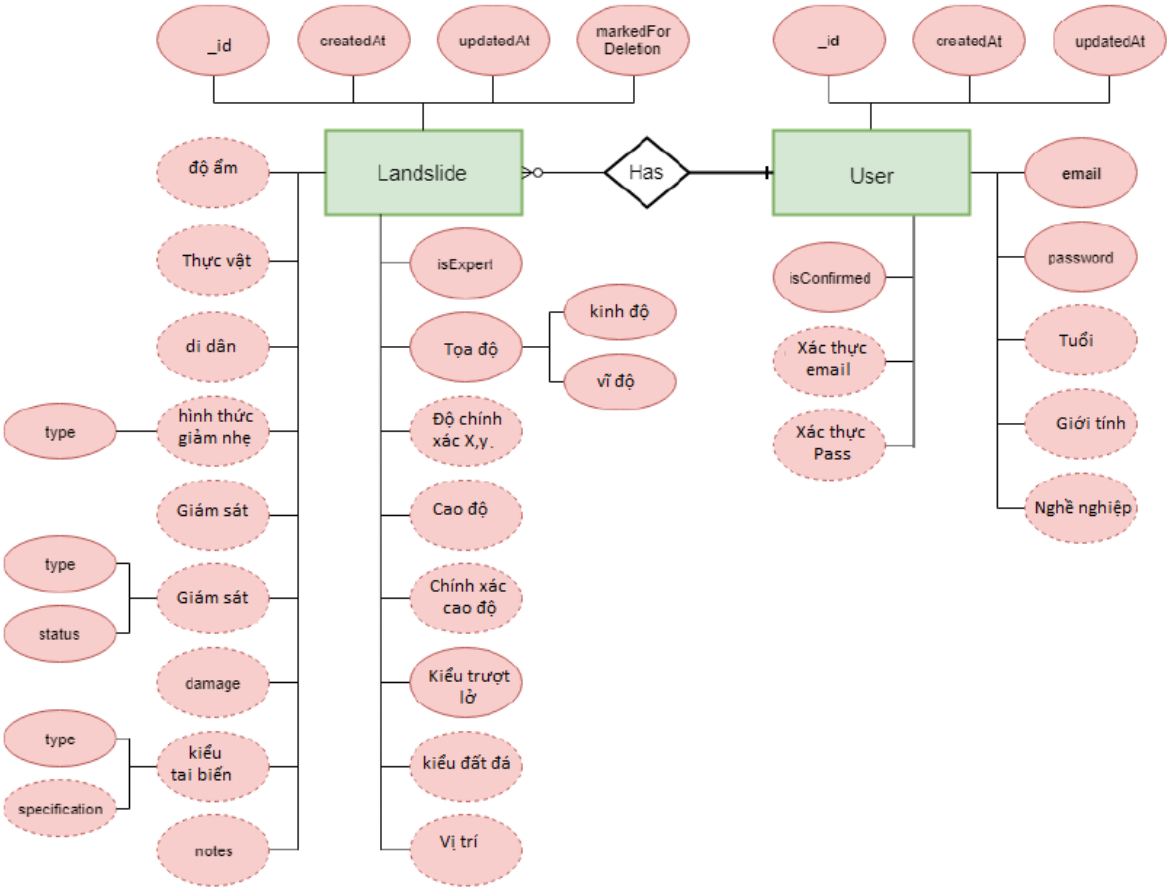
2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Cơ sở dữ liệu

Yêu cầu đầu tiên liên quan đến việc thiết kế và triển khai một cơ sở dữ liệu GIS thân thiện với người dùng, có thể lưu trữ tất cả các thông tin theo yêu cầu, có khả năng thêm/sửa/xóa dữ liệu không gian một cách đơn giản và mềm dẻo, đơn giản hóa từ việc lưu trữ đầu vào và cả hiển thị kết quả đầu ra. Cơ sở dữ liệu này phải dễ dàng và đáp ứng tính mở rộng cao, trong trường hợp người dùng là một cộng đồng hoặc tăng đột biến thì ứng dụng vẫn có thể hoàn toàn đáp ứng được.

Trong kiến trúc của hệ thống, cơ sở dữ liệu tương ứng với các đối tượng trong các lớp thiết kế. Với mục đích là lưu trữ tất cả dữ liệu đến từ ứng dụng, cơ sở dữ liệu cho phép hệ thống thực hiện các hoạt động và quản lý các chức năng liên quan đến thu thập dữ liệu một cách liên tục [3]. Nghiên cứu này sẽ lưu trữ dữ liệu trượt lở (thông tin trượt lở đất) dựa trên MongoDB. Hệ quản trị cơ sở dữ liệu này là một ứng dụng linh hoạt, được sử dụng rộng rãi và nó là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu phi quan hệ và có khả năng mở rộng cao. MongoDB được thiết kế dưới dạng NoSQL và hướng đối tượng, MongoDB sẽ tránh sử dụng cấu trúc dựa bảng của cơ sở dữ liệu quan hệ, nó được thiết kế để thích ứng với các tài liệu như JSON có sử dụng một lược đồ rất linh hoạt gọi là BSON. MongoDB sử dụng lưu trữ dữ liệu dưới dạng Document JSON nên mỗi một tập được thu thập sẽ các các kích cỡ và các văn bản khác nhau. Các dữ liệu được lưu trữ trong văn bản có kiểu dữ liệu là JSON nên truy vấn sẽ rất nhanh [4, 5].

Ứng dụng cho phép người dùng đăng ký vào hệ thống, định vị trí theo kinh độ, vĩ độ theo hệ tọa độ WGS84. Ngoài ra người dùng còn có thể thu thập nhanh thông tin như: (a) loại trượt lở đất (trượt xoay, trượt tịnh tiến, trượt hỗ hợp,...); (b) thu thập ảnh của điểm trượt lở; (c) loại vật liệu trượt lở; (d) vị trí tương đối của điểm trượt lở trên sườn dốc; (e) xuất lộ nước tại khu vực; (f) thực vật tại điểm trượt lở; (g) có xuất hiện các biện pháp giảm thiểu trượt lở hay không; (h) sự có mặt của hệ thống giám sát trượt lở tại khu vực; (i) các thiệt hại gây ra tại vị trí trượt lở; (k) các ghi chú kèm theo nếu có (Hình 2) và (Hình 3).



Hình 2. Sơ đồ các thuộc tính của ứng dụng điện thoại thu thập thông tin trượt lở

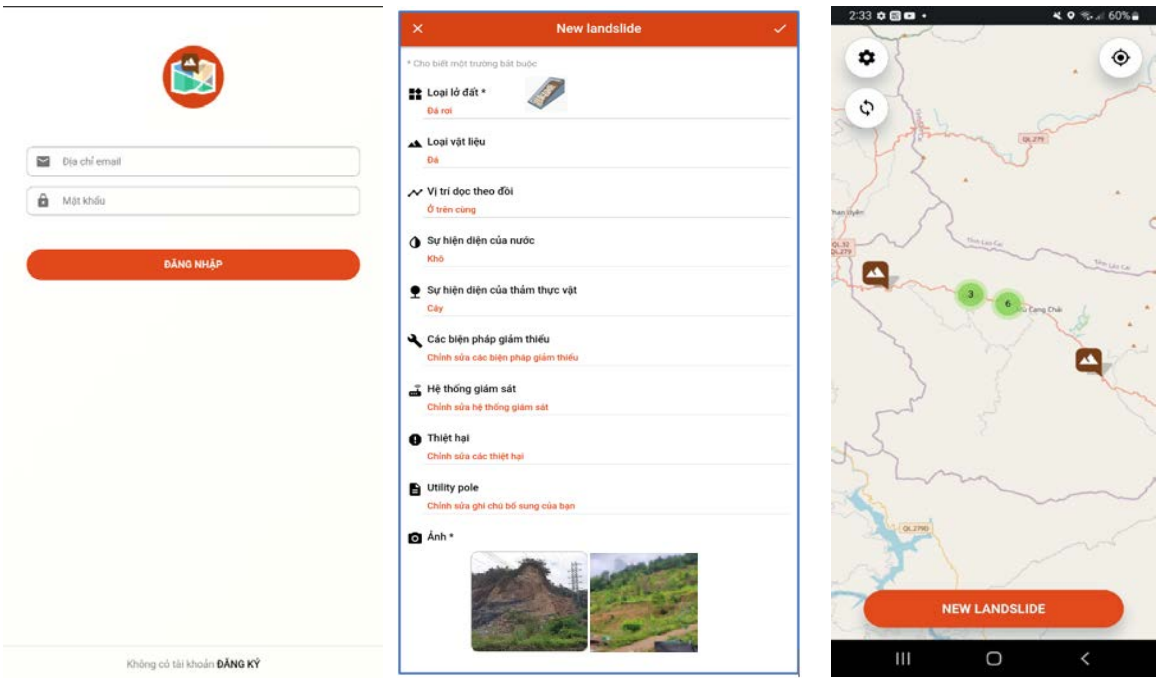
2.2.2. Thiết kế các chức năng của ứng dụng

Phạm vi của ứng dụng là thiết kế cho nhiều người dùng ở mọi trình độ khác nhau (người dùng bình thường (hướng tới mục tiêu cộng đồng) và người dùng có kinh nghiệm hoặc chuyên gia hướng tới mục tiêu thu thập thông tin trượt lở đất ngoài thực địa một cách dễ dàng.

Tất cả dữ liệu đã thu thập được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu thông qua một API mở, ứng dụng cho phép chèn và sửa đổi các điểm trượt. Nếu không có internet kết nối sẵn, ứng dụng cung cấp khả năng lưu tạm thời dữ liệu trong bộ nhớ cục bộ của điện thoại và đồng bộ hóa chúng sau khi có tín hiệu internet kết nối trở lại.

Các chức năng chính của ứng dụng được liệt kê dưới đây:

- Người dùng có thể đăng ký vào hệ thống bằng cách cung cấp thông tin đăng nhập vào hệ thống và thông tin cá nhân trên màn hình ứng dụng điện thoại;
- Người dùng có thể truy cập dữ liệu liên quan đến vị trí của chính mình;
- Người dùng có thể cập nhật thông tin một vụ trượt đất mới lên bản đồ bằng cách chỉ định vị trí và đặc điểm của nó;
- Người dùng có thể chuyển đổi giữa chế độ thu thập đơn giản và chế độ chuyên gia hay thay đổi thông tin cá nhân của mình;
- Người dùng có miêu tả vị trí và đặc điểm của các vụ lở đất, thu thập dữ liệu liên quan đến trượt lở đất (Hình 3);
- Ứng dụng có thể lưu dữ liệu trong cơ sở dữ liệu cục bộ của mình nếu không có kết nối internet sau đó ứng dụng có thể đồng bộ hóa dữ liệu dữ liệu với CSDL khi có kết nối trở lại.

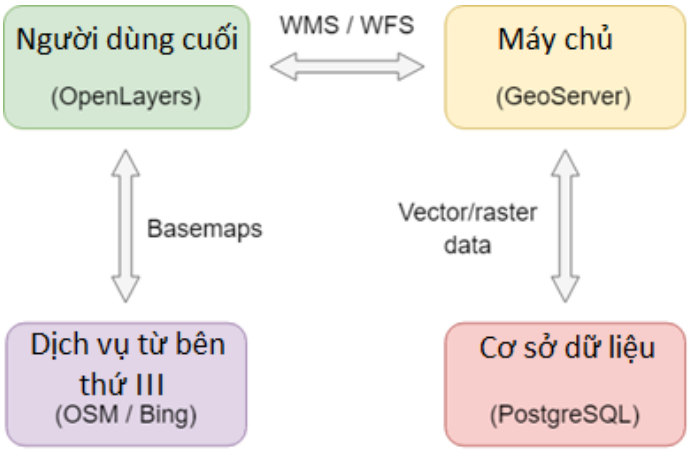


Hình 3. Giao diện một số chức năng của ứng dụng điện thoại

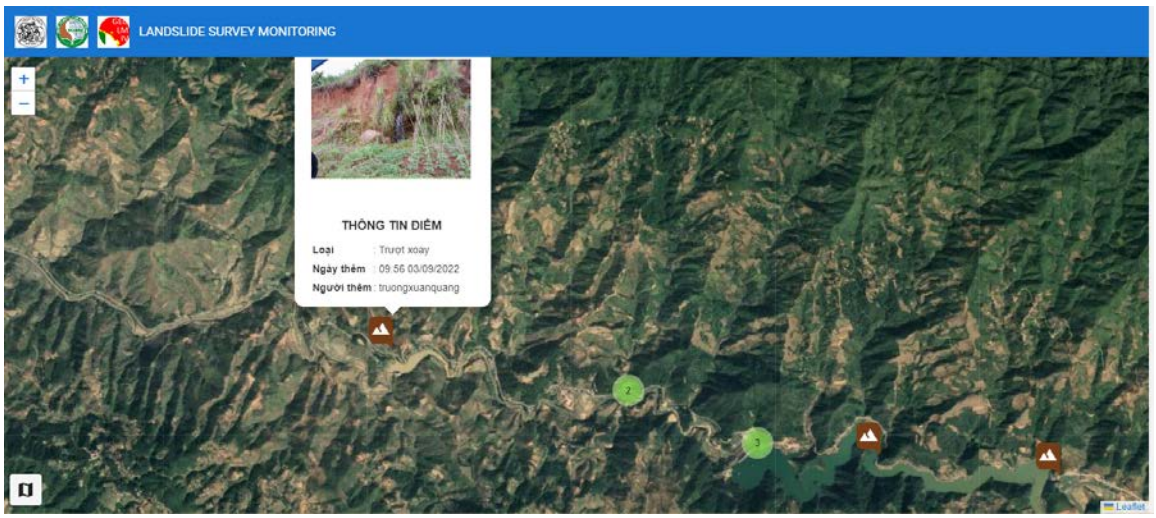
2.2.3. Hệ thống thu thập dữ liệu trượt lở

Để hoàn thiện được hệ thống, ngoài tập chung hóa dữ liệu vào trong CSDL MongoDB, hệ thống cần có sự góp mặt của một ứng dụng cho phép người quản trị hoặc các nhà chuyên môn giám sát và quản lý được các điểm trượt lở đã được thu thập. Vì vậy, ngoài việc thu nhận dữ liệu bằng cách tập trung thông tin lên máy chủ CSDL thì việc xây dựng các WebAPI và xây dựng giao diện để hiển thị dữ liệu thu thập từ cộng đồng là rất cần thiết. Để phục vụ cho mục đích giám sát và quản lý, nghiên cứu sẽ sử dụng WebGIS. Ưu điểm của WebGIS là có thể dễ dàng phổ biến được thông tin và truy cập một cách dễ dàng mà không cần phải cài đặt phần mềm trên

máy tính hoặc điện thoại của người dùng. Sơ đồ tổng quan của hệ thống WebGIS được miêu tả như trong Hình 4, hình ảnh của WebGIS được mô tả trong Hình 5.



Hình 4. Sơ đồ tổng quan của hệ thống WebGIS



Hình 5. Giao diện WebGIS giúp quản lý các điểm trượt lở thu thập

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Ứng dụng điện thoại đã được sử dụng để thu thập các điểm trượt lở từ chân đèo Khau Phạ đến xã Hồ Bốn huyện Mù Cang Chải, nhóm nghiên cứu đã thu thập được 15 điểm trượt lở lớn và 20 điểm trượt lở nhỏ và có dấu hiệu trượt lở. Thời gian thu thập cho mỗi điêm khi có tín hiệu 3G chỉ mất dưới 1 phút, nhóm nghiên cứu nhận thấy ứng dụng rất phù hợp với bài toán trượt lở tại Việt Nam, nhất là trong điều kiện cần thu nhập nhanh thông tin, ứng dụng có thể giảm thời gian thu thập thông tin, dữ liệu thu thập được tập trung tại máy chủ mà người dùng không cần phải thực hiện bất cứ một thao tác nào sau khi đã gửi thông tin đi từ điện thoại của mình.

Bên cạnh đó, nghiên cứu đã xây dựng được một WebGIS để giúp người dùng mô phỏng, giám sát và quản lý các dữ liệu trượt lở đã thu thập được. Hình 5 thể hiện toàn bộ dữ liệu thu thập được khi tiến hành thực địa dọc Quốc Lộ 32 từ thị trấn Mù Cang Chải đến xã Hồ Bốn huyện Mù Cang Chải, tỉnh Yên Bái.

Khu vực nghiên cứu chủ yếu là đồi núi từ thấp đến cao, chính vì thế mà tại một số xã vùng cao tín hiệu 3G hoặc sóng điện thoại đều rất yếu. Để đáp ứng điều này, ứng dụng được thiết kế để có thể lưu trữ tạm trên điện thoại, khi có tín hiệu internet trở lại phần lưu trữ này sẽ được đồng bộ vào máy chủ trung tâm. Ngoài các ưu điểm kể trên, một trong những khó khăn đặt ra đó là chưa có kênh phổ biến thông tin của ứng dụng đến với người dân, để đạt được khả năng thu thập dữ liệu từ người dân.

4. KẾT LUẬN

Ứng dụng được xây dựng trên nền tảng Android sử dụng hệ quản trị cơ sở dữ liệu MongoDB. Các chức năng của ứng dụng đều được cân nhắc và tối ưu hóa các thông tin cần thu thập, mục đích để giảm tối đa thời gian thu thập thông tin trượt lở đất. Các thông tin thu thập đều đại diện cho mỗi lớp thông tin khác nhau trong trường hợp người sử dụng cần thu thập nhiều lớp thông tin chuyên đề riêng biệt, ví dụ như: vỏ phong hóa, hiện trạng trượt lở, lớp phủ, thủy văn,... Nhóm nghiên cứu đã tiến hành kiểm thử ứng dụng cho khu vực huyện Mù Cang Chải, tỉnh Yên Bái, kết quả cho thấy ứng dụng hoạt động tốt ngay cả khi sử dụng tại vị trí có tín hiệu viễn thông yếu hoặc không có tín hiệu viễn thông.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này nằm trong khuôn khổ đề tài nghiên cứu khoa học song phương được tài trợ bởi Bộ Ngoại giao và Hợp tác Quốc tế Ý và Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Tên đề tài phía Việt Nam: Tích hợp trí tuệ nhân tạo và công nghệ giám sát Trái đất trong nghiên cứu tai biến trượt lở đất ở vùng núi phía Bắc Việt Nam, mã số NĐT/IT/21/14.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Ngọc Thạch (2019), *Ứng dụng địa tin học nghiên cứu tai biến trượt lở, lũ lụt tại hai tỉnh Bắc Kạn và Vĩnh Phúc*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.

[2]. VIGMR-Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản (2014), *Báo cáo kết quả điều tra, đánh giá và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá các vùng miền núi Việt Nam*.

[3] MongoDB, Inc. 2019 MongoDB documentation, "Relational Vs Non Relational Database", Aug. 2019, https://www.mongodb.com/scale/relationalvs-non-relational-database. (Truy cập tháng 10/2022.).

[4] Chaudhary, H.A.A., Guevara, I., John, J., Singh, A., Margaria, T., Pesch, D. (2022). *Low-Code Internet of Things Application Development for Edge Analytics*. In: Camarinha-Matos, L.M., Ribeiro, L., Strous, L. (eds) Internet of Things. IoT through a Multi-disciplinary Perspective. IFIPIoT 2022. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol. 665. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18872-5_17.

[5] Mehmood, N.Q., Culmone, R. & Mostarda, L. *Modeling temporal aspects of sensor data for MongoDB NoSQL database*. J Big Data 4, 8 (2017). https://doi.org/10.1186/s40537-017-0068-5.

DEVELOPING MOBILE APPLICATION FOR LANDSLIDE INVESTIGATION AND SURVEY

Pham Thi Thanh Thuy[1], Truong Xuan Quang[1]*, Le Lan Anh[1], Nguyen Thi Hien[1], Do Thi Thu Nga[1], Vu Ngoc Phan[1], Tran Thi Hong Minh[1], Truong Van Anh[1], Khuc Thanh Dong[2]

[1]Ha Noi University of Natural Resources and Environment, No 41A Phu Dien, Bac Tu Liem, Hanoi
[2] Hanoi University Of Civil Engineering, 55 Giai Phong, Hai Ba Trung, Ha Noi

ABSTRACT

Landslide inventory data is one of the important factors in landslide study to mitigate landslide damage. To enhance the efficiency of the landslide inventory data, data collection and storage for landslide study is very important. This study designed and applied a user-friendly platform for GIS database in storing landslide information. In addition, the study also built an application for smartphones to collect landslide information. The collected information will be transmitted directly to the central server. The application also has a data displaying and monitoring function. The outcome products of the study consist of two main parts: an application for collecting landslide information on smartphones and a WebGIS for visualizing data collection from the mobile app.

Keywords: WebGIS, landslide, mobile app, data collection.

* Corresponding author, email address: txquang@hunre.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0175

TIỀM NĂNG CHẾ TẠO VẬT LIỆU GEOPOLYMER ĐỂ XỬ LÝ AMONI TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC TẠI VIỆT NAM

Tạ Thị Hoài[1*], Mai Trọng Nhuận[1], Nguyễn Thị Hải[1], Nguyễn Thị Hoàng Hà[2]

[1]PTN Trọng điểm Địa môi trường và Ứng phó Biến đổi khí hậu, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

[2] Trường Đại học Việt Nhật, Đại học Quốc gia Hà Nội, Lưu Hữu Phước, Nam Từ Liêm, Hà Nội

TÓM TẮT

Ô nhiễm môi trường là một trong những thách thức trên thế giới cũng như tại Việt Nam. Chế tạo vật liệu xử lý chất ô nhiễm được xem là phương pháp thực hiện đơn giản, tiết kiệm, mang lại hiệu quả cao. Geopolymer là vật liệu tạo thành từ các hợp chất aluminosilicat khi phản ứng với các dung dịch hoạt hoá kiềm. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm tổng quan đánh giá khả năng xử lý chất ô nhiễm nói chung, amoni nói riêng bằng các vật liệu geopolymer, tổng quan các hợp chất aluminosilicat cho chế tạo geopolymer tại Việt Nam và bước đầu đánh giá, so sánh khả năng loại bỏ amoni của vật liệu geopolymer được tạo thành từ tro than bay Phả Lại so với các biến tính khác. Kết quả cho thấy geopolymer có khả năng xử lý hiệu quả các chất ô nhiễm, đặc biệt dung lượng hấp phụ cực đại amoni sử dụng vật liệu geopolymer tạo thành từ mêtacaolanh đạt 74 mg/g. Việt Nam có nguồn nguyên liệu aluminosilicat dồi dào trong chế tạo vật liệu geopolymer, tuy nhiên geopolymer mới được ứng dụng trong sản xuất vật liệu xây dựng, còn hạn chế trong xử lý ô nhiễm môi trường. Nghiên cứu này cho thấy hiệu suất loại bỏ amoni của geopolymer tạo thành từ tro than bay tăng lên 26 lần so với tro than bay thô và cao hơn 15,5 lần so với tro than bay biến tính HCl. Kết quả nghiên cứu này khẳng định tiềm năng chế tạo geopolymer tại Việt Nam trong xử lý amoni trong môi trường nước.

Từ khóa: Aluminosilicat, amoni, geopolymer, hấp phụ, tro than bay.

1. MỞ ĐẦU

Vấn đề ô nhiễm amoni trong môi trường nước gia tăng ở nhiều quốc gia, trong đó có Việt Nam. Amoni (NH_4^+) là một trong các ion phổ biến có trong nước thải từ các hoạt động sản xuất như chăn nuôi, chế biến thuỷ sản. Nồng độ amoni trong nước thải sau biogas của một cơ sở chăn nuôi lợn ở tỉnh Bình Dương ghi nhận là 328-524 mg/L NH_4^+-N [1]. Amoni trong nước thải, không xử lý thải ra trực tiếp môi trường có thể gây ra hiện tượng phú dưỡng và suy giảm nguồn nước nước mặt và nước ngầm. Ở phường Hoàng Liệt, quận Hoàng Mai, thành phố Hà Nội, nồng độ amoni trong nước sinh hoạt tại 10 hộ gia đình có hàm lượng trung bình 8,49-10,96 NH_4^+-N mg/L, cao hơn 2,8-3,6 lần so với giới hạn cho phép trong QCVN 02: 2009/BYT [2]. Nồng độ amoni trong nước mặt ở các huyện Việt Yên và Yên Dũng, tỉnh Bắc Giang đã vượt quá 1,7-22,3 lần QCVN 08-MT:2015/BTNMT [3]. Trong các phương pháp xử lý ô nhiễm môi trường nước, sử dụng các vật liệu hấp phụ và trao đổi ion là phương pháp dễ thiết kế, thi công, vận hành đơn giản, chi phí tiết kiệm và mang lại hiệu quả cao [4].

Công nghệ geopolymer là công nghệ chế tạo vật liệu không nung, sản xuất các loại vật liệu geopolymer tạo thành từ quá trình kiềm hóa của một số nguyên liệu có thành phần chính là các aluminosilicat bằng các tác nhân kiềm như NaOH, KOH, Na_2SiO_3 tạo ra phản ứng geopolymer hoá

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: hoaitt@hus.edu.vn

[5]. Vật liệu ban đầu để tạo nên các geopolymer vô cơ là các nguồn nguyên liệu khoáng tự nhiên, nhân tạo giàu thành phần aluminosilicat như tro than bay, mêtacaolanh, kaolanh, zeolite, khoáng sét, xỉ lò cao, tro than bay, bùn đỏ hoặc các chất thải công nghiệp khác [6]. Trong đó Si^{4+} và Al^{3+} nằm trong các cấu trúc tứ diện, có đỉnh là các nguyên tố O^{2-}, tạo nên các thành phần có hoạt tính hóa học mạnh trong môi trường kiềm tính [7]. Công nghệ geopolymer có ưu điểm thân thiện với môi trường, giảm phát thải CO_2 và tận dụng các nguồn thải sẵn có. Các vật liệu geopolymer đã được nghiên cứu ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như công trình xây dựng, thay thế xi măng [8], sử dụng để cải tạo đất [9], sản xuất zeolite nhờ vào nguồn silic và nhôm [10] và vật liệu loại bỏ chất ô nhiễm [11].

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm tổng quan (1) khả năng xử lý các chất ô nhiễm và amoni của các vật liệu geopolymer, (2) các nguồn nguyên vật liệu chế tạo geopolymer và ứng dụng của geopolymer tại Việt Nam. Từ đó, nghiên cứu, đánh giá và so sánh khả năng xử lý amoni của vật liệu geopolymer được tạo thành từ tro than bay Phả Lại với các biến tính khác được thực hiện qua thí nghiệm hấp phụ.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chế tạo các vật liệu

4 vật liệu được thực hiện thí nghiệm hấp phụ bao gồm: (1) tro than bay (TB), (2) tro than bay biến tính HCl (TB-HCl), (3) tro than bay biến tính NaOH 2 M (TB-NaOH) và (4) vật liệu geopolymer sử dụng NaOH 10 M (TB-geopolymer). Vật liệu TB-HCl được biến tính bằng axit HCl 2 M theo tỉ lệ 9 % (khối lượng/thể tích) khuấy trong vòng 1h ở nhiệt độ 80 ^oC. Vật liệu TB-NaOH được hoạt hoá NaOH 2 M, khuấy trong 2 giờ ở nhiệt độ 70 ^oC và nung ở nhiệt độ 400 ^oC trong 3 giờ. Vật liệu TB-geopolymer được chế tạo từ tro than bay thô trộn lẫn với dung dịch NaOH 10 M theo tỉ lệ 40 g chất rắn và 20 mL dung dịch kiềm. Hỗn hợp được bảo quản ở nhiệt độ thường 24 giờ sau đó chuyển sang tủ sấy ở nhiệt độ 60 ^oC trong vòng 24 giờ, sau đó được nghiền nhỏ kích thước mịn. Các vật liệu sau khi biến tính được rửa bằng nước cất về pH 7 và sấy khô ở nhiệt độ 105 ^oC, sau đó được bảo quản trong túi zip trước khi tiến hành thí nghiệm hấp phụ.

2.2. Thí nghiệm hấp phụ

Thí nghiệm hấp phụ của bốn vật liệu TB, TB-HCl, TB-NaOH và TB-geopolymer được thực hiện trong điều kiện hấp phụ tĩnh ở nhiệt độ phòng.

Dung dịch gốc (stock solution) NH_4^+-N 1000 mg/L được chuẩn bị bằng cách pha 2,79 g NH_4Cl với 1000 mL nước cất. Dung dịch làm việc trong nghiên cứu này được pha loãng từ dung dịch gốc để được nồng độ ban đầu là 20 mg/L NH_4^+-N. Thí nghiệm đánh giá khả năng hấp phụ của 4 vật liệu được tiến hành như sau: cân 0,1 g vật liệu, cho vào bình tam giác thể tích 250 mL có chứa 50 mL dung dịch NH_4^+ với nồng độ 20 mg/L. Thí nghiệm hấp phụ được lắc trong vòng 24 giờ với tốc độ 160 vòng/phút. Sau khi kết thúc thí nghiệm, mỗi vật liệu được lọc tách khỏi dung dịch. Nồng độ NH_4^+-N ban đầu trong dung dịch và còn lại sau thí nghiệm hấp phụ được xác định bằng phương pháp phân tích tự động dòng liên tục SKALAR (SAN++, Hà Lan) tại Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Địa môi trường và Ứng phó Biến đổi khí hậu, Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.

Dung lượng hấp phụ và hiệu suất hấp phụ của ion NH_4^+ của các vật liệu lần lượt được tính theo các công thức sau:

$$Q_e = \frac{(C_0 - C_e)\,V}{m}$$

$$H\% = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0}\,x\,100$$

trong đó, Q_e là dung lượng hấp phụ (mg/g), C_0 và C_e lần lượt là nồng độ NH_4^+-N tại thời điểm ban đầu và tại thời điểm 24 giờ (mg/L); m là khối lượng của vật liệu (g), V là thể tích dung dịch (L), H là hiệu suất hấp phụ (%).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khả năng xử lý chất ô nhiễm của vật liệu geopolymer

Vật liệu geopolymer, với cấu trúc tồn tại các lỗ rỗng phía trong các liên kết -Al-O-Si- và có các điện tích âm tồn tại trong cấu trúc tứ diện của Al, có khả năng hấp phụ và trao đổi ion hiệu quả với các chất ô nhiễm [12]. Geopolymer có khả năng xử lý nước bị ô nhiễm thông qua hấp phụ và trao đổi ion do hoạt hoá kiềm làm tăng diện tích hoạt động của điện tích âm và đẩy mạnh quá trình hấp phụ khi dung dịch đạt đến trạng thái cân bằng. Ngoài diện tích bề mặt, độ lỗ rỗng chứa các cation bị hấp phụ, đóng vai trò cần thiết trong loại bỏ chất ô nhiễm. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng vật liệu geopolymer có khả năng xử lý các chất ô nhiễm trong môi trường nước bao gồm geopolymer tạo thành từ tro than bay [7], mêtacaolanh [13], hỗn hợp sét, tro than bay [14], xỉ lò cao [15].

Vật liệu geopolymer có khả năng hấp phụ hiệu quả các kim loại nặng như Cd^{2+}, Pb^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+} (11, 16]. Cụ thể, Javadian và nnk chỉ ra 0,08 g geopolymer tạo thành từ tro than bay có thể hấp phụ xấp xỉ 84 % Cd trong 25 mL dung dịch [11]. Al-Zboon và nnk chỉ ra geopolymer không định hình có khả năng hấp phụ Pb tới 90,6 % ở trạng thái cân bằng [16]. Vật liệu geopolymer được tạo thành từ mêtacaolanh có khả năng xử lý hiệu quả các kim loại nặng đã được chỉ ra trong nghiên cứu của Andrejkovicova và nnk [17]. Ngoài kim loại nặng, vật liệu geopolymer có khả năng loại bỏ các chất ô nhiễm khác như thuốc nhuộm [18], amoni [19], SO_4^{2-} [15], coliform, photpho [20]. Điển hình, Barbosa đã cho thấy khả năng hấp phụ methyl violet 10B dye của geopolymer tạo thành từ mêtacaolanh tăng khi độ lỗ rỗng tăng và chỉ ra khả năng hấp phụ cao nhất đạt dung lương hấp phụ là 276,9 mg/g [18]. Runtti và nnk đã cho thấy dung lượng hấp phụ SO_4^{2-} của geopolymer tạo thành từ xỉ lò cao đạt 119 mg/g khi nồng độ ban đầu 2 mg/L [15]. Các nghiên cứu này cho thấy khả năng xử lý tốt ô nhiễm môi trường của các vật liệu geopolymer.

3.2. Khả năng xử lý amoni của vật liệu geopolymer

Khả năng loại bỏ amoni của vật liệu geopolymer đã được chỉ ra trong một số nghiên cứu. Dung lượng hấp phụ amoni cực đại từ 0,55 đến 74 mg/g cho các vật liệu geopolymer được tạo thành từ mêtacaolanh với các quy trình chế tạo khác nhau được tổng hợp trong Bảng 1. Có thể thấy rằng, dung dịch kiềm hoá mêtacaolanh chủ yếu được sử dụng là NaOH/KOH kết hợp với Na/K_2SiO_3 ở các tỉ lệ và nồng độ khác nhau. Luukkonen và nnk đã chỉ ra geopolymer tạo thành từ mêtacaolanh có dung lượng hấp phụ amoni đạt 21,07-31,7 mg/g, cao hơn zeolit tự nhiên [19, 21]. Dung lượng hấp phụ amoni cao hơn khi biến tính mêtacaolin bằng dung dịch NaOH nồng độ 12 M (31,07 mg/g) so với NaOH 10 M (21,07 mg/g). Nhóm tác giả chỉ ra hiệu suất tối ưu khi nồng độ amoni ban đầu ở 55 mg/L tại nhiệt độ thấp hơn 10 ^oC. Đặc biệt, Salam và nnk đã chỉ ra khả năng hấp phụ của vật liệu geopolymer được tạo thành từ mêtacaolanh có dung lượng hấp phụ amoni cực

đại đạt 74 mg/g khi nồng độ amoni ban đầu từ 100-250 mg/L [13]. Dung lượng hấp phụ amoni đạt giá trị cao có thể do geopolymer không chỉ tạo thành từ mêtacaolanh mà kết hợp với điatomit, sau đó được biến tính với dung dịch kiềm NaOH 12 M. Vật liệu geopolymer có ái lực cao với NH_4^+ nhằm cân bằng ion dương Na^+ trong mạng lưới Al-Si của geopolymer, từ đó có thể trao đổi ion với NH_4^+ [22]. Ngoài ra, một số nghiên cứu đã tăng cấu trúc độ lỗ rỗng của geopolymer bằng cách trộn thêm một lượng bọt khí [23, 24, 25]. Điển hình như trong nghiên cứu của Sanguanpak và nnk (2021), nhóm tác giả đã trộn lẫn bọt khí ở các tỉ lệ khác nhau 0, 5, 10 và 15 %. Kết quả cho thấy dung lượng hấp phụ cực đại đạt cao nhất 47,17 mg/g ở tỉ lệ bọt khí cao nhất 15 % [25]. Thêm một lượng bọt khí nhất định vào cấu trúc geopolymer đã làm gia tăng diện tích bề mặt các lỗ rỗng và diện tích chứa NH_4^+ từ đó tăng dung lượng hấp phụ amoni. Trong các nghiên cứu về khả năng xử lý amoni trong môi trường nước, các vật liệu geopolymer được chế tạo chủ yếu từ mêtacaolanh, tận dụng các vật liệu thải công nghiệp như tro than bay và xỉ than còn hạn chế.

Bảng 1. Khả năng xử lý amoni của vật liệu geopolymer tạo thành từ mêtacaolanh trong các công trình đã công bố

Dung dịch biến tính	Thành phần trộn khác	Tỉ lệ mêtacaolanh/dung dịch kiềm	pH	Dung lượng hấp phụ cực đại (mg/g)	Nồng độ ban đầu (mg/L)	Nguồn tài liệu
KOH 11 M	Bọt khí	-	-	0,55-0,57	3,0	[23]
KOH	Bọt khí	-	7,9	8,5	17	[24]
NaOH 10 M	Không	1,3	6,0	21,07	140	[19]
NaOH 6-12 M	Không	1,2	7,4	25	10-500	[26]
NaOH 12 M	Không	1,0	-	31,79	-	[21]
NaOH 10 M	Bọt khí	-	6,4	47,17	50-2000	[25]
NaOH 12 M	Không	0,1	8,0	74	100-250	[13]

3.3. Nguồn nguyên vật liệu chế tạo geopolymer tại Việt Nam

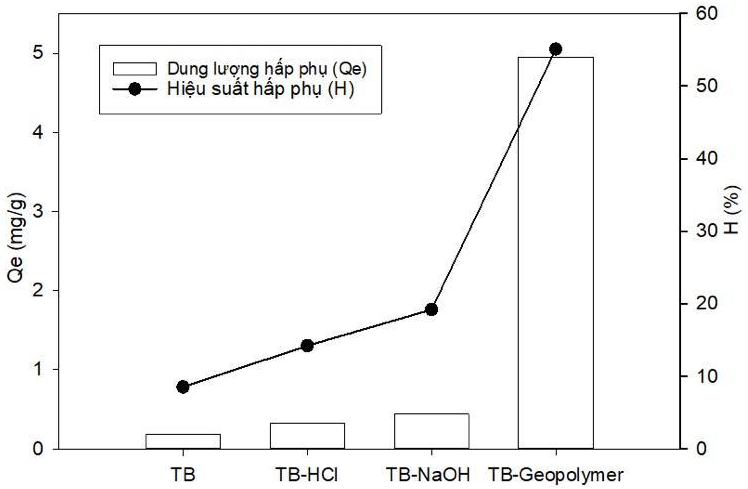
Nguồn nguyên vật liệu aluminosilicat chế tạo geopolymer tại Việt Nam được tổng quan bao gồm tro than bay, xỉ than và cao lanh (mêtacaolanh). Tro than bay và xỉ than là các sản phẩm thải ra từ quá trình đốt cháy than của nhà máy nhiệt điện. Tại Việt Nam, lượng tro than bay và xỉ than hiện đang tồn động với trữ lượng lớn cần được tái sử dụng. Theo Quyết định 428/QĐ-TTg (2016), dự kiến đến năm 2025 lượng tro xỉ thải ra khoảng 29,4 triệu tấn/năm và năm 2030 là 38,3 triệu tấn/năm [27]. Nguồn tro than bay và xỉ than nếu không được xử lý sẽ gây ra áp lực rất lớn khi phải dành quỹ đất để làm bãi chứa cũng như nhiều nguy cơ về ô nhiễm môi trường. Tro than bay là một trong các nguồn aluminosilicat với hàm lượng Si và Al khoảng 65-78 % [28]. Geopolymer tạo thành từ tro than bay, xỉ than tại Việt Nam đã và đang được nghiên cứu trong lĩnh vực xây dựng như gạch không nung [29] và bê tông nhẹ [8]. Xỉ than, xỉ lò cao đã được nghiên cứu chế tạo bê tông geopolymer cho các công trình thuỷ lợi [30]. Một số sản phẩm geopolymer thương mại đã được đề xuất tuy nhiên chưa được sử dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng. Điển hình như sản phẩm gạch không nung từ geopolymer tro than bay và xỉ lò cao được chế tạo thành công tại Viện Vật liệu xây dựng [31]. Cao lanh là nguồn khoáng aluminosilicat phân bố rộng rãi nhiều nơi tại Việt Nam. Nước ta đã phát hiện 347 mỏ cao lanh trong đó với 229 mỏ đã được khảo sát với tổng trữ lượng là khoảng 850 triệu tấn. Mỗi năm Việt Nam sản xuất khoảng 650 nghìn tấn cao lanh/năm [32]. Cao lanh là nguyên liệu để sản xuất mêtacaolanh bằng quá trình nung ở nhiệt độ từ 700-800 ^oC và

có hàm lượng cao Al_2O_3 và SiO_2. Là vật liệu có nguồn aluminosilicat, cao lanh Tùng Bá (Hà Giang) và mêtacaolanh của nó đã được nghiên cứu chế tạo vật liệu gốm sứ (ceramics) geopolymer thành công bằng các dung dịch kiềm NaOH và Na_2SiO_3 [33].

Với nguồn nguyên vật liệu là các phế thải công nghiệp và vật liệu sẵn có, chế tạo vật liệu geopolymer trở nên khả thi tại Việt Nam. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu và ứng dụng của vật liệu geopolymer trong nước ta đều tập trung vào vật liệu không nung cho các công trình xây dựng. Ứng dụng của vật liệu geopolymer trong xử lý chất ô nhiễm môi trường còn hạn chế, chỉ được đề cập đến trong một vài công trình như trong nghiên cứu của Nguyen và nnk, khả năng hấp phụ methylen của vật liệu geopolymer tạo thành từ tro than bay và xỉ than tại Việt Nam đã được chứng minh [34].

3.4. Khả năng xử lý amoni của vật liệu geopolymer chế tạo từ tro than bay Phả Lại

Dung lượng và hiệu suất hấp phụ của TB, TB-HCl, TB-NaOH và TB-geopolymer được thể hiện trong Hình 1.



Hình 1. Dung lượng và hiệu suất hấp phụ của tro than bay (TB) và các vật liệu biến tính

Có thể thấy rằng dung lượng và hiệu suất hấp phụ của tro than bay Phả Lại thô ở mức thấp chỉ đạt lần lượt là 0,19 mg/g và 8,53 %. Sau khi biến tính bằng dung dịch HCl, dung lượng và hiệu suất hấp phụ của TB-HCl tăng nhẹ lên 0,32 mg/g và 14,23 %. Tuy nhiên, khi hoạt hoá tro than bay bằng dung dịch kiềm NaOH 2 M nung ở nhiệt độ 300 ^oC, dung lượng hấp phụ của TB-NaOH đã tăng lên 2,3 lần so với TB. Dung lượng và hiệu suất hấp phụ của vật liệu TB-geopolymer đạt 4,95 mg/g và 55,1 %, cao hơn 26 lần so với tro than bay thô chưa biến tính. TB-geopolymer có dung lượng hấp phụ cao hơn lần lượt 15,5 và 11,2 lần so với TB-HCl và TB-NaOH. Sử dụng dung dịch HCl có thể giúp loại bỏ một số tạp chất có trong tro than bay mà ít làm thay đổi đến hình thái bề mặt của vật liệu. Trong khi đó, việc kiềm hoá vật liệu bằng NaOH đã tăng cấu trúc sần sùi, nhám của tro than bay, từ đó tăng diện tích bề mặt và khả năng hấp phụ của vật liệu.

Ngoài ra, dung lượng hấp phụ của vật liệu geopolymer đã được so sánh với một số vật liệu xử lý amoni phổ biến khác, được tổng hợp trong Bảng 2. Dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng của hai vật liệu geopolymer từ mêtacaolanh biến tính NaOH 10 M đã được so sánh với vật liệu TB-geopolymer biến tính NaOH 10 M trong nghiên cứu này. Có thể thấy, vật liệu geopolymer tạo thành từ tro than bay có dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng (4,95 mg/g) cao hơn không

đáng kể so với geopolymer tạo thành từ mêtacaolanh (4,0 mg/g) khi nồng độ ban đầu là 20 mg/L. Geopolymer từ tro than bay có dung lượng hấp phụ amoni gần bằng với dung lượng hấp phụ của geopolymer tạo thành từ mêtacaolanh trộn lẫn 15 % bọt khí trong nghiên cứu của Sangguanpak và nnk [25]. Nhìn chung, khả năng xử lý amoni của các vật liệu geopolymer từ các vật liệu khác nhau tương đối tương tự nhau khi cùng điều kiện biến tính. Ngoài ra, geopolymer từ tro than bay có khả năng xử lý amoni cao hơn so với một số vật liệu than sinh học, than hoạt tính và zeolit. Các kết quả này đã chỉ ra tiềm năng xử lý amoni của vật liệu geopolymer tạo thành từ tro than bay Phả Lại.

Bảng 2. So sánh tiềm năng hấp phụ của các vật liệu xử lý amoni trong môi trường nước

Vật liệu	**Điều kiện thí nghiệm**				
	Tỷ lệ rắn lỏng (g/L)	**pH**	**Nồng độ NH_4^+-N ban đầu (mg/L)**	**Dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng (mg/g)**	**Nguồn tài liệu**
TB-geopolymer	2	7	20	**4,95**	Nghiên cứu này
Geopolymer từ mêtacaolanh	5	6	20	4,0	[19]
Geopolymer từ mêtacaolanh	10	6,4	50	5,0	[25]
Than sinh học rơm rạ	2	7,5	12	2,9	[35]
Than sinh học mùn cưa	10	5	20	0,55	[36]
Than hoạt tính từ vỏ dừa	40	9	500-2000	2,28-2,48	[37]
Than hoạt tính thương mại từ vỏ dừa	20	-	10	0,1	[38]
Zeolit	24	8	80	2,78	[39]

4. KẾT LUẬN

Tổng quan các công trình đã công bố cho thấy khả năng xử lý hiệu quả của vật liệu geopolymer với các chất ô nhiễm nói chung và amoni nói riêng. Việt Nam có nguồn aluminosilicat dồi dào là nguồn nguyên liệu chính sản xuất geopolymer. Tuy nhiên, ứng dụng vật liệu geopolymer trong xử lý ô nhiễm môi trường tại Việt Nam còn hạn chế. Thí nghiệm xử lý amoni của các vật liệu TB, TB-HCl, TB-NaOH, TB-geopolymer đã được tiến hành. Kết quả nghiên cứu cho thấy TB-geopolymer đạt dung lượng và hiệu suất hấp phụ tại thời điểm cân bằng cao nhất (4,95 mg/g, 55,1 %). Dung lượng hấp phụ của TB-geopolymer cao hơn 26 lần so với tro than bay thô. TB-geopolymer có dung lượng hấp phụ cao hơn lần lượt 15,5 và 11,2 lần so với TB-HCl và TB-NaOH. TB-geopolymer có khả năng xử lý cao hơn so với một số vật liệu phổ biến khác như than sinh học, than hoạt tính và zeolit. Kết quả trong nghiên cứu này chỉ ra tiềm năng xử lý amoni trong môi trường nước của vật liệu geopolymer. Cần có thêm nhiều nghiên cứu chế tạo geopolymer tạo thành từ các phế thải công nghiệp sẵn có tại Việt Nam ở các điều kiện khác nhau nhằm tìm ra vật liệu tối ưu nhất trong xử lý amoni trong môi trường nước.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội trong đề tài mã số TN.22.11.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phan Nguyễn Tường, Hoàng Thanh Trang, Cao Thị Mỹ Tiên và Trần Thái Hà (2020). "Khảo sát hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi heo sau bể biogas bằng công nghệ lọc sinh học kết hợp bãi lọc thực vật". *Tạp chí Khoa học Đại học Mở Thành phố Hồ Chí Minh-Kỹ thuật và Công nghệ*, 15(1), 27-46.
2. Lê Anh Trung, Đồng Kim Loan, Trần Hồng Côn (2016). "Đánh giá thực trạng nhiễm các dạng nitơ trong nước sinh hoạt ở một số hình thức lưu trữ nước tại phường Hoàng Liệt, Hoàng Mai, Hà Nội". *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 32(1), 110-117.
3. Nguyễn Thị Thoa, Tạ Thuỷ Nguyên, Đào Thu Hà, Nguyễn Thị Thu Phương (2020). "Phân tích, đánh giá hàm lượng Amoni, Nitrit, Nitrat, COD, TSS trong nước mặt trên kênh T3, T5, T6 thuộc huyện Việt Yên, Yên Dũng tỉnh Bắc Giang". *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 56(1).
4. Huang, J., Kankanamge, N.R., Chow, C., Welsh, D.T., Li, T., Teasdale, P.R. (2018). "Removing ammonium from water and wastewater using cost-effective adsorbents: A review". *Journal of Environmental Sciences*, 63, 174-197.
5. Luhar, S., Chaudhary, S., Luhar, I. (2018). "Thermal resistance of fly ash based rubberized geopolymer concrete". *Journal of Building Engineering*, 19, 420-428.
6. Luhar, S., Luhar, I., Abdullah, M.M.A.B., Hussin, K., (2021a). "Challenges and prospective trends of various industrial and solid wastes incorporated with sustainable green concrete". In Advances in Organic Farming; Woodhead Publishing: Sawston, UK, pp. 223-240.
7. Siyal, A.A., Shamsuddin, M.R., Khan, M.I., Rabat, N.E., Zulfiqar, M., Man, Z., Siame, J., Azizli, K.A., (2018). "A review on geopolymers as emerging materials for the adsorption of heavy metals and dyes". *Journal of Environmental Management*, 224, 327-339.
8. Lê Anh Tuấn, Nguyễn Ninh Thuy, Nguyễn Tấn Khoa (2021). "*Nghiên cứu chế tạo bê tông nhẹ geopolymer trên cơ sở tro bay, xỉ nhiệt điện và chất tạo khí H_2O_2*". *Tạp chí Vật liệu & Xây dựng - Bộ Xây dựng*, 4, 6-12.
9. Ukwattage, N.L., Ranjith, P.G., Bouazza, M. (2013). "The use of coal combustion fly ash as a soil amendment in agricultural lands (with comments on its potential to improve food security and sequester carbon)". *Fuel*, 109, 400-408.
10. Izidoro, J. D. C., Fungaro, D. A., dos Santos, F. S., Wang, S. (2012). "Characteristics of Brazilian coal fly ashes and their synthesized zeolites". *Fuel Processing Technology*, 97, 38-44.
11. Javadian, H., Ghorbani, F., Tayebi, H. A., Asl, S. H. (2015). "Study of the adsorption of Cd (II) from aqueous solution using zeolite-based geopolymer, synthesized from coal fly ash; kinetic, isotherm and thermodynamic studies". *Arabian Journal of Chemistry*, 8(6), 837-849.
12. Luhar, I., Luhar, S., Abdullah, M. M. A. B., Razak, R. A., Vizureanu, P., Sandu, A. V., Matasaru, P. D., (2021b). "A state-of-the-art review on innovative geopolymer composites designed for water and wastewater treatment". *Materials*, 14(23), 7456.
13. Salam, M. A., Mokhtar, M., Albukhari, S. M., Baamer, D. F., Palmisano, L., AlHammadi, A. A., Abukhadra, M. R. (2021). "Synthesis of zeolite/geopolymer composite for enhanced sequestration of phosphate (PO_4^{3-}) and ammonium (NH_4^+) ions; equilibrium properties and realistic study". *Journal of Environmental Management*, 300, 113723.

14. Najafi, E. K., Jamshidi Chenari, R., Arabani, M. (2020). "The potential use of clay-fly ash geopolymer in the design of active-passive liners: a review". *Clays and Clay Minerals*, 68(4), 296-308.
15. Runtti, H., Luukkonen, T., Niskanen, M., Tuomikoski, S., Kangas, T., Tynjälä, P., Tolonen, E.T., Sarkkinen, M., Kemppainen, K., Rämö, J. (2016). "Sulphate removal over barium-modified blast-furnace-slag geopolymer". *Journal of Hazardous Materials*, 317, 373-384.
16. Al-Zboon, K., Al-Harahsheh, M. S., Hani, F. B. (2011). "Fly ash-based geopolymer for Pb removal from aqueous solution". *Journal of Hazardous Materials*, 188, 1-3, 414-421.
17. Andrejkovicova, S., Sudagar, A., Rocha, J., Patinha, C., Hajjaji, W., da Silva, E.F., Velosa, A., Rocha, F. (2016). "The effect of natural zeolite on microstructure, mechanical and heavy metals adsorption properties of metakaolin based geopolymers". *Applied Clay Science*, 126, 141- 152.
18. Barbosa, T.R., Foletto, E.L., Dotto, G.L. and Jahn, S.L. (2018). "Preparation of mesoporous geopolymer using metakaolin and rice husk ash as synthesis precursors and its use as potential adsorbent to remove organic dye from aqueous solutions". *Ceramics International.*, 44, 416-423.
19. Luukkonen, T., Runtti, H., Niskanen, M., Tolonen, E.T., Sarkkinen, M., Kemppainen, K., Rämö, J., Lassi, U. (2016). "Simultaneous removal of Ni(II), As(III), and Sb(III) from spiked mine effluent with metakaolin and blast-furnace-slag geopolymers". *Journal of Environmental Management.* 166, 579-588.
20. Jo, M., Soto, L., Arocho, M., St John, J. and Hwang, S. (2015). "Optimum mix design of fly ash geopolymer paste and its use in pervious concrete for removal of fecal coliforms and phosphorus in water". *Construction and Building Materials*, 93, 1097-1104.
21. Luukkonen, T., Věžníková, K., Tolonen, E.T., Runtti, H., Yliniemi, J., Hu, T., Kemppainen, K., Lassi, U. (2018). "Removal of ammonium from municipal wastewater with powdered and granulated metakaolin geopolymer". *Environmental Technology*. 39, 414-423.
22. Gasca-Tirado, J.R., Manzano-Ramírez, A., Vazquez-Landaverde, P.A., Herrera-Díaz, E.I., Rodríguez-Ugarte, M.E., Rubio-Ávalos, J.C., Amigó-Borrás, V., Chávez-Páez, M. (2014). "Ion exchanged geopolymer for photocatalytic degradation of a volatile organic compound". *Materials Letters*, 134, 222-224.
23. Bai, C., Franchin, G., Elsayed, H., Zaggia, A., Conte, L., Li, H., Colombo, P. (2017). "High-porosity geopolymer foams with tailored porosity for thermal insulation and wastewater treatment". *Journal of Materials Research*, 32, 17, 3251-3259.
24. Medri, V., Papa, E., Landi, E., Pinelli, C. M. D., Frascari, D., (2022). "Ammonium removal and recovery from municipal wastewater by ion exchange using a metakaolin K-based geopolymer". *Water Research*, 119-203.
25. Sanguanpak, S., Wannagon, A., Saengam, C., Chiemchaisri, W., Chiemchaisri, C. (2021). "Porous metakaolin-based geopolymer granules for removal of ammonium in aqueous solution and anaerobically pretreated piggery wastewater". *Journal of Cleaner Production*, 297, 126643.
26. Samarina, T., Takaluoma, E. (2019). "Metakaolin-Based Geopolymers for Removal of Ammonium from Municipal Wastewater". *Proceedings of the 5th World Congress on New Technologies, Lisbon, Portugal*, 18-20.

27. Thủ tướng chính phủ (2016). "Về việc quy hoạch điện lực quốc gia giai đoạn 2011-2020 có xét đến năm 2030". Quyết định 428/QĐ-TTg.
28. Koshy, N., Singh, D. N., Jha, B., Kadali, S., Patil, J. (2015). "Characterization of Na and Ca zeolites synthesized by various hydrothermal treatments of fly ash". *Advances in Civil Engineering Materials*, 4(1), 131-143.
29. Nguyễn Văn Dũng (2014). "Nghiên cứu chế tạo bê tông geopolymer từ tro bay". Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng.
30. Nguyễn Quang Phú và Nguyễn Thành Lệ (2021). "Nghiên cứu sử dụng cát biển, kết hợp tro bay và xỉ lò cao, chế tạo bê tông geopolymer ứng dụng cho các công trình thuỷ lợi". *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, 3.
31. Nguyễn Văn Hoan (2012). "Nghiên cứu sản xuất vật liệu không nung từ phế thải tro bay và xỉ lò cao trên cơ sở chất kết dính geopolymer". Viện Vật liệu xây dựng.
32. Doãn Huy Cầm, Nguyễn Phương Lê Đỗ Trí (2016). "Tiềm năng Kao in miền Đông Bắc Bộ và khả năng sử dụng trong các ngành công nghiệp". *Tạp chí Địa chất*, A(296), 11-12.
33. Lan, T. T., Duong, N. A., Anh, P. L., Man, T. T. (2019). "Research on fabrication of non-calcined geopolymer ceramics from kaolin Tung Ba, Vi Xuyen, Ha Giang". *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 41(4), 388-402.
34. Nguyen, K. D., My, Q. N. V., Kim, A. P. T., Tran, P. T., Huynh, D. T. K., Le, O. T. K. (2022). "Coal fly ash-slag and slag-based geopolymer as an absorbent for the removal of methylene blue in wastewater". *Science and Technology Development Journal*, 25(1), 2215-2223.
35. Khalil, A., Sergeevich, N. and Borisova, V. (2018). "Removal of ammonium from fish farms by biochar obtained from rice straw: Isotherm and kinetic studies for ammonium adsorption". *Adsorption Science & Technology*, 36(5-6), 1294-1309.
36. Begum, S. A., Golam Hyder, A. H. M., Hicklen, Q., Crocker, T., Oni, B. (2021). "Adsorption characteristics of ammonium onto biochar from an aqueous solution". *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 70(1), 113-122.
37. Boopathy, R., Karthikeyan, S., Mandal, A. B. and Sekaran, G. (2013). "Adsorption of ammonium ion by coconut shell-activated carbon from aqueous solution: kinetic, isotherm, and thermodynamic studies". *Environmental Science and Pollution Research*, 20(1), 533-542.
38. Salim, N. A. A., Puteh, M. H., Khamidun, M. H., Fulazzaky, M. A., Abdullah, N. H., Yusoff, A. R. M., Nuid, M. (2021). "Interpretation of isotherm models for adsorption of ammonium onto granular activated carbon". *Biointerface Res. Appl. Chem*, 11, 9227-9241.
39. Huang, H., Xiao, X., Yan, B., Yang, L. (2010). "Ammonium removal from aqueous solutions by using natural Chinese (Chende) zeolite as adsorbent". *Journal of Hazardous Materials*, 175, 1-3, 247-252.

THE POTENTIAL OF GEOPOLYMER FOR AMMONIUM REMOVAL FROM AQUEOUS SOLUTION IN VIETNAM

Ta Thi Hoai[1*], Mai Trong Nhuan[1], Nguyen Thi Hai[1], Nguyen Thi Hoang Ha[2]

[1]*VNU Key Laboratory of GeoEnvironment and Climate Change Response, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi*

[2]*Vietnam Japan University, Vietnam National University, Hanoi, Luu Huu Phuoc, Nam Tu Liem, Hanoi*

ABSTRACT

Environmental pollution is one of the challenges in various countries including Vietnam. Adsorbent utilization for contaminant removal is considered a simple, efficient and cost-effective method. Geopolymer originated from aluminosilicate compounds mixed with alkaline solutions and possessed contaminant removal capacity. The main objectives of this study are to review contaminants & ammonium removal of geopolymers, assess the availability of aluminosilicate compounds in Vietnam to produce geopolymers, and initially assess and compare ammonium removal ability of geopolymer modified from Pha Lai coal fly ash. The results indicated that geopolymers have potential in contaminant removal. Especially, ammonium adsorption capacity of metakaolin based-geopolymers could reach 74 mg/g. Although Vietnam has abundant sources of aluminosilicate for geopolymer, the application of geopolymers has only focused on construction materials with limited studies in environmental contamination remediation. The results also revealed that ammonium removal efficiency of Pha Lai fly ash-based geopolymers increased 26 and 15.5 times compared to those of raw fly ash and HCl modified-fly ash, respectively. These findings confirmed the potential of geopolymer production for ammonium removal in aqueous solution.

Keywords: Aluminosilicate, ammonium, adsorption, coal fly ash, geopolymer.

* Corresponding author, email address: hoaitt@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0176

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA BÃI THẢI MẶT MỎ ĐẾN ỨNG XỬ CỦA KẾT CẤU CHỐNG GIỮ CÁC ĐƯỜNG LÒ PHÍA DƯỚI TẠI VÙNG THAN QUẢNG NINH

Đặng Văn Kiên[1*], Võ Trọng Hùng[1], Đỗ Ngọc Anh[1], Nguyễn Hữu Sà[1,2]

[1]Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

[2]Trường Đại học Bà Rịa - Vũng Tàu, 80 Trương Công Định, Vũng Tàu, Bà Rịa - Vũng Tàu

TÓM TẮT

Hiện nay, nhiều mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh đã và đang khai thác các vỉa than nằm bên dưới bãi thải mỏ như mỏ Khe Chàm II, Mông dương, Mạo Khê,.... Nhiều bãi thải mỏ đã đạt đến chiều cao đổ thải bằng từ 100÷300 m, cá biệt lên đến trên 400 m. Áp lực do trọng lượng của khối đá trong bãi thải được coi là áp lực nhân tạo hình thành từ quá trình đổ thải đất đá, về định tính áp lực này cũng sẽ là một phần áp lực tác dụng lên những đường lò nằm dưới bãi thải. Bài báo nêu hiện trạng bãi thải mỏ và các vỉa than đã đang và sẽ khai thác nằm bên dưới bãi thải mỏ vùng Cẩm Phả Quảng Ninh và dựa trên điều kiện thực tế của bãi thải Bàng Nâu, Mỏ Khe chàm II. Nghiên cứu sử dụng phầm mềm Rocscience -RS2- Phase[2] để lập mô hình mô phỏng để nghiên cứu ứng suất nguyên sinh phân bố trong khối đá. Kết quả nghiên cứu của bài báo làm nổi bật ảnh hưởng của bãi thải mỏ đến ứng xử của một số loại hình kết cấu chống lò, trên cơ sở đó đề xuất giải pháp kết cấu chống phù hợp nhằm nâng cao độ ổn định của các đường lò tại khu vực chịu ảnh hưởng trên. Kết quả nghiên cứu cũng sẽ giúp cho các đơn vị tư vấn và thi công có định hướng tính toán áp lực tác dụng lên các đường lò nằm dưới bãi thải mỏ.

Từ khóa: Biến dạng, bãi thải mỏ, ứng xử kết cấu chống, chuyển vị.

1. MỞ ĐẦU

Trung bình mỗi năm toàn Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam (TKV) đổ thải khoảng 200 triệu m^3 đất đá thải, trong đó khoảng 57 % khối lượng đổ thải tại các bãi thải ngoài, các bãi thải tiếp tục được đổ lên cao và mở rộng với các thông số như Bảng 1 [1]. Đến nay, nhiều bãi thải như: Đông Cao Sơn, Chính Bắc, Bàng Nâu, Núi Béo, Cọc Sáu,... đã đổ với khối lượng tới hàng trăm triệu m^3 đất đá, chiều cao bãi thải tới vài trăm mét, số lượng tầng thải nhiều. Trong những năm tới, khối lượng đất bóc các mỏ than, khoáng sản lộ thiên tăng từ 10÷60 triệu m^3/năm như. Không giống như thế giới, vấn đề tồn tại của ngành than liên quan đến bãi thải hiện nay do công tác quy hoạch bãi thải không được chú ý sớm, một số bãi thải nằm ngay trên khu vực khai thác (Khe Chàm II-IV); dự án khai thác bằng Giếng đứng (Công ty than Mạo Khê)… Chẳng hạn như cuối năm 2020, trong vùng Cẩm Phả có khoảng 16 mỏ và công trường khai thác than lộ thiên hoạt động. Sản lượng than khai thác từ 14-16 triệu tấn/năm, tương ứng khối lượng đất đá bóc từ 180-200 triệu m^3/năm, trong đó nhiều bãi thải nằm trực tiếp trên các khu vực khai thác phía dưới.

Từ thực tế sản xuất tại mỏ than Thống Nhất, mỏ than Mông Dương và đặc biệt là tại mỏ than Khe Chàm III cho thấy có những ảnh hưởng lớn của bãi thải mỏ đến độ ổn định của các đường lò phía dưới. Năm 2019, Công ty than Khe Chàm III tập trung khai thác chính tại vỉa 14.5 có điều kiện địa chất công trình và điều kiện địa chất thủy văn phức tạp, than mềm yếu, áp lực mỏ lớn do

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: dangvankien@humg.edu.vn

ảnh hưởng của các tầng khai thác phía trên bị phá hủy và bãi thải Bàng Nâu phía trên. Công ty than Khe Chàm phải tạm dừng 04 công trường khai thác kết hợp với 3 công trường đào lò để tập trung nhân lực chống xén các đường lò bị nén, giảm tiết diện để duy trì phục vụ sản xuất nhằm đảm bảo an toàn và cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động [2]. Việc khai thác do vậy gặp nhiều khó khăn, vướng mắc gây ảnh hưởng trực tiếp đến sản lượng của công ty. Sản lượng khai thác của lò chợ giá xích trong năm dự kiến chỉ đạt từ 130.000÷160.000 tấn/năm. Ngoài các nguyên nhân trên còn do các lò chợ khai thác tại khu vực vỉa 14.5 có điều kiện địa chất, thủy văn phức tạp, nước chảy với lưu lượng (10÷50) m^3. Áp lực mỏ lớn dẫn đến các đường lò dọc vỉa thường xuyên bị nén giảm tiết diện gây khó khăn trong công tác thông gió, vận tải, đi lại và vận chuyển vận liệu phục vụ khai thác (số lượng vật tư chuyển trong 1 chuyến chỉ bằng 50% so với điều kiện bình thường). Việc khảo sát cũng cho thấy than của vỉa 14.5 mềm yếu, trong khi áp lực mỏ lớn làm nén biến dạng phá vỡ kết cấu vì chống gây khó khăn cho công tác lắp đặt các thiết bị vận chuyển người. Mặt khác việc các đường lò bị lún nén, bùng nền thu hẹp tiết diện và có xuất hiện nước còn làm ảnh hưởng lớn đến tình trạng làm việc và gây hư hỏng các thiết bị vận tải (máng cào, băng tải, đường sắt). Để phục vụ nghiên cứu, nhóm tác giả đã khảo sát quá trình chống giữ, đánh giá độ ổn định các đường lò chịu ảnh hưởng dưới bãi thải lộ thiên thuộc Công ty Than Khe Chàm II-IV, Công ty than Mạo Khê - TKV và Mỏ Tân Lập thuộc, Công ty Than Hạ Long – TKV. Một số kết quả khảo sát được thể hiện ở Phần 2.2 dưới đây.

Bảng 1. Bảng tổng hợp các bãi thải mỏ vùng than Quảng Ninh

Tên bãi thải	Cốt cao (m)	Chiều cao tầng thải (m)		Chiều rộng mặt tầng (m)		Góc dốc sườn tầng (độ)		Mỏ đổ thải
		Trước mưa	Sau mưa	Trước mưa	Sau mưa	Trước mưa	Sau mưa	
Vùng Cẩm Phả								
Bãi thải Bàng Nâu	+300	30÷50	30÷60	20÷50	20÷50	35÷41	33÷40	Cao Sơn
Bãi thải Đông Cao Sơn	+300	30÷50	30÷70	30÷50	0÷50	30÷43	30÷43	
Bãi thải Bàng Nâu	+300	10÷50	10÷60	20÷40	20÷40	35÷41	33÷40	Khe Chàm II
Bãi thải Đông Cao Sơn	+300	30÷50	30÷60	30÷60	0÷60	30÷48	30÷48	Cọc Sáu
Bãi thải trong Tả Ngạn	+135	30÷50	30÷50	15÷30	15÷30	30÷33	29÷33	
Bãi thải trong Lộ Trí	+320	20÷50	30÷50	10÷30	10÷30	35÷39	33÷38	Đèo Nai
Bãi thải Đông Khe Sim và Nam Khe Tam	+300	30÷50	30÷70	30÷60	10÷50	32÷39	30÷39	
Vùng Hòn Gai								
Bãi thải chính Bắc	+256	10÷50	10÷50	10÷25	10÷25	31÷36	30÷36	Hà Tu
Bãi thải trong vỉa 14 cánh Đông Núi Béo	+30	10÷50	10÷50	20÷50	20÷50	32÷37	30÷37	Núi Béo
Bãi thải trong vỉa 14 cánh Tây Núi Béo	+30	10÷30	10÷30	20÷30	20÷30	32÷38	32÷38	
Bãi thải trong vỉa 13 Công trường 917	+100	10÷20	10÷20	10÷25	0÷25	31÷39	25÷39	Suối Lại
Vùng Uông Bí								
Bãi thải ngoài Cánh Gà	+445	20÷50	20÷50	15÷25	15÷25	30÷40	30÷40	Vàng Danh
Bãi thải trong vỉa 6, 7, 8 cánh Nam	+110	25÷35	25÷35	15÷30	15÷30	35÷40	35÷40	Mạo Khê

Khi khảo sát quá trình tính toán thiết kế kết cấu chống bằng việc tính toán áp lực đất đá theo giả thuyết của T.Ximbarevich, tính toán kết cấu bằng phương pháp cơ học kết cấu cho thấy kết cấu chống giữ đường lò đang sử dụng là đủ bền. Tuy nhiên, thực tế các khung chống bị uốn, vặn, bóp méo, đường lò bị biến dạng nhanh như phân tích ở trên. Kết quả cho thấy, nếu chỉ áp dụng các phương pháp lý thuyết, các giả thuyết tính toán áp lực mỏ truyền thống vào thực tế sản xuất để đưa ra các giải pháp kỹ thuật chống giữ như hiện nay thì rất khó để thực hiện việc ổn định đường lò ở mức khai thác sâu khi bề mặt địa hình nguyên thủy phía trên đã bị phá vỡ bởi các moong khai thác và các bãi thải mặt mỏ. Do vậy, việc nghiên cứu nghiên cứu ảnh hưởng của bãi thải mặt mỏ đến ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ các đường lò phía dưới tại vùng than Quảng Ninh bằng mô hình số là rất cần thiết và cấp bách. Kết quả giúp lựa chọn được các loại hình kết cấu chống giữ phù hợp nhằm nâng cao hiệu quả khai thác than trong toàn tập đoàn TKV, đồng thời theo xu hướng áp dụng các thành tựu nghiên cứu khoa học tại các nước có nền công nghiệp mỏ phát triển.

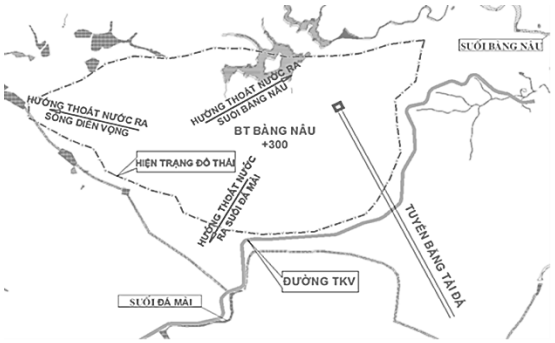
2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đặc điểm bãi thải mỏ

Hiện tại, bãi thải lớn nhất vùng Cẩm Phả là bãi thải Đông Cao Sơn (dung tích 295 triệu m^3) đang được 3 mỏ lộ thiên Đèo Nai, Cọc Sáu và Cao Sơn sử dụng. Trong đó khối lượng đất đá thải của các mỏ Đèo Nai, Cao Sơn, Cọc Sáu, Khe Chàm II và Đông Đá Mài chiếm trên 94 % tổng khối lượng đất đá thải toàn vùng. Giai đoạn 2013-2020, khối lượng đất đá thải của vùng đã đạt trên 1,9 tỷ m^3 (Hình 1). Đất đá bãi thải ở trạng thái rời rạc, gồm các loại mảnh, cục đất đá vỡ vụ của cát kết, cuội kết, bột kết, sét kết, sét than và đất phủ đệ tứ, kích thước D = 0,1 mm ÷1000 mm (Hình 1 ÷ Hình 2).

2.2. Đặc điểm kết cấu chống giữ của hệ thống đường lò phía dưới bãi thải

Các đường lò dọc vỉa đá ở mỏ than Khe Chàm III thường có tiết diện sử dụng được thiết kế theo mục đích sử dụng và phù hợp theo sản lượng khai thác từng khu vực. Trên Hình 2, Hình 3 thể hiện kích thước tiết diện đào của đường lò dọc vỉa đá ở mức -190 vỉa 14.5 và trắc dọc đường lò sau khi bị nén lún. Hiện tại các đường lò đào trong than tại khu vực dưới bãi thải chủ yếu được đào bằng phương pháp khoan nổ mìn và chống giữ bằng khung chống thép CBII. Các đường lò khu vực nghiên cứu của vỉa 14.5 gồm các đoạn lò đào qua vỉa than hoặc qua các lớp đá có độ ổn định kém thì sau khi chống tạm bằng khung chống thép tiến hành chống cố định bằng vỏ chống bê tông. Những vị trí đặc biệt trong lò, có thể xuất hiện bùng nền, cũng được chống cố định bằng vỏ chống bê tông cốt thép kết hợp với dầm vòm ngược để chống bùng nền.

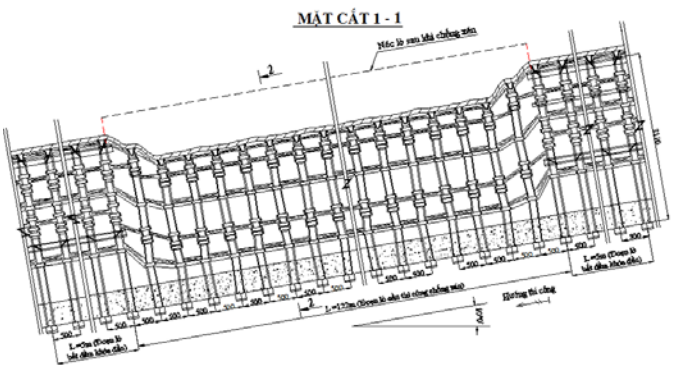


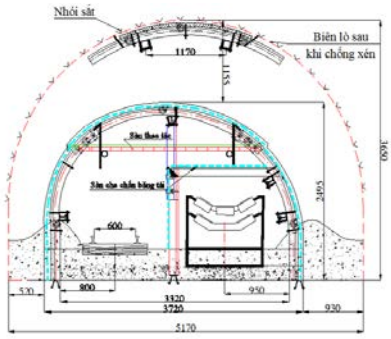
Hình 1. Mặt bằng bãi thải Bàng Nâu - Cẩm Phả - Quảng Ninh



*Hình 2.*Bề mặt bãi thải Bàng Nâu - Cẩm Phả - Quảng Ninh

a)





b) Mặt cắt 2-2

Hình 2. Hiện trạng một số đoạn lò thượng vận tải vỉa 14.5 khu Đông Nam mỏ than Khe Chàm III bị nén ép mạnh trước khi thi công chống xén



a) Đường thượng Vận tải 14.5 khu Đông Nam, Khe Chàm III bị biến dạng



b) Đường thượng Vận tải 14.5 khu Đông Nam, Khe Chàm III bị lún nóc

Hình 3. Hiện trạng đường lò bị phá hủy dưới bãi thải Bàng Nâu

2.3. Hiện trạng kết cấu chống giữ các đường lò dưới khu bãi thải khu vực nghiên cứu

Đường lò Thượng Vận Tải 14.5 khu Đông Nam, Khe Chàm III bị biến dạng theo thiết kế đường lò được chống bằng thép SVP 22, tiết diện 9,4 m^2, chèn kín nóc, hông chèn so le bằng tấm chèn bê tông cốt thép đúc sẵn đặt và đặt dầm nền. Nhưng do thời gian và ảnh hưởng của lớp áp lực đất đá phía trên và vùng bãi thải nên nhiều đoạn lò bị nén ép mạnh. Lò DVTG 14.4-2, công ty than Khe Chàm thi công 2019 bị nén lún, làm rạn nứt khung chống thép. Để đảm bảo an toàn, khả năng sử dụng đường lò, Công ty đã chống xén đưa đường lò về tiết diện ban đầu. Tuy vậy, đường lò tiếp tục bị nén lún, biến dạng, đẩy hông làm gãy toàn bộ văng nền ray P24, làm giảm tiết diện đường lò, tiết diện thực tế sử dụng còn 5,4 m^2 ảnh hưởng tới công tác thông gió, vận tải, thoát nước của khu vực (Hình 3b). *Qua đánh giá nguyên nhân gây phá hủy các đường lò cho thấy việc lựa chọn, tính toán kết cấu chống dựa trên các giả thuyết tính toán truyền thống không còn phù hợp vì qua quá trình kiểm tra đánh giá lại kết cấu, kết cấu vẫn đủ bền trên lý thuyết.*

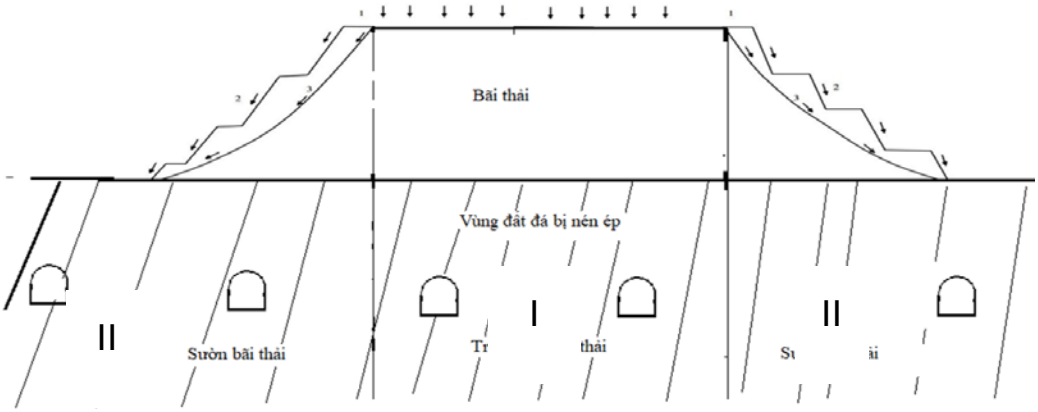
Khu vực nghiên cứu thuộc vỉa 14.5 với các đặc tính như sau: Vỉa 14.5 nằm cách vỉa 14.4 từ 30 m đến 60 m. Lộ vỉa 14.5 xuất hiện chủ yếu ở khu Khe Chàm I, III và moong khai thác lộ thiên mỏ Cao Sơn (Khe Chàm IV). Chiều dày toàn vỉa thay đổi từ 0,24 m (BKC09) đến 38,84 m

(NKC67), trung bình 5,72 m. Chiều dày riêng than thay đổi từ 0,00m đến 27,37 m (NKC67), trung bình 4,99 m. Vỉa có cấu tạo rất phức tạp, trong vỉa có từ 1÷9 lớp đá kẹp, chiều dày đá kẹp từ 0,0 m ÷ 11,50 m (NKC67), trung bình 0,53 m. Độ dốc vỉa từ 3^0÷ 60^0, trung bình 27^0. Chiều dày vỉa 14.5 giảm dần từ phía Nam lên Bắc. Vỉa 14.5 có 317 công trình khoan khống chế vỉa dưới sâu, 39 công trình khai đào khống chế lộ vỉa. Đất đá vách, trụ vỉa than là các lớp đá bột kết, sét kết, than bẩn hoặc sét than và cuội kết thường nằm sát vách vỉa than, đây đà dấu hiệu dễ nhận biết. So với báo cáo chuyển đổi năm 2008, chiều dày trung bình riêng than vỉa 14.5 giảm từ 6,77 m xuống 4,99 m. Đặc tính cụ thể của một số vỉa thuốc khu nghiên cứu thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 2. Tổng hợp đặc điểm các vỉa than khu mỏ Khe Chàm (Ngô Đức Quyền, 2018)

Tên vỉa	Chiều dày (m)			Số lớp kẹp (s.lớp)	Độ dốc (độ)	Cấu tạo vỉa
	Dày vỉa	Riêng than	Đá kẹp			
V14.5	0,24-38,87	0-27,37	0-11,5	0-9	3-60	Rất phức tạp
	6,06 (350)	5,31	0,59	1	27	

Các kết quả nghiên cứu từ trước đến nay cho thấy kết cấu chống lò được tính toán bằng phương pháp cơ học kết cấu hoặc mô hình số song chưa chú ý nhiều đến sự ảnh hưởng của ảnh hưởng bãi thải trên bề mặt tại các hầm lò hoặc các công trình bề mặt có trọng lượng lớn như tháp giếng, khu nhà điều hành văn phòng của mỏ cũng như các lớp đất đá bị nén ép phía trên do các tầng khai thác trước đó bỏ lại. Ngoài ra cũng chưa chú ý đến được những điều kiện địa chất đặc biệt của khối đất đá bị nén ép mạnh. Do đó, nghiên cứu ảnh hưởng của bãi thải bề mặt mỏ hầm lò đến ứng xử cơ học của các đường lò phía dưới tại vùng than Quảng Ninh sẽ là rất cần thiết và cấp bách để tìm các giải pháp chống giữ nhằm nâng cao mức độ ổn định của đường lò nhằm nâng cao hiệu quả khai thác than trong toàn tập đoàn, đồng thời áp dụng các thành tựu nghiên cứu khoa học tại các nước có nền công nghiệp khai thác than phát triển trên thế giới. Sơ đồ nghiên cứu ảnh hưởng của tương quan vị trí đường lò phía dưới bãi thải mặt mỏ đến ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ đường lò được thể hiện trên Hình 4. Theo Hình 4 có hai vị trí cần quan tâm đó là đường lò nằm tại khu vực (I) và sườn bãi thải (Khu vực II).



Hình 4. Sơ đồ nghiên cứu ảnh hưởng của bãi thải đến hệ thống các đường lò phía dưới

Bài báo tiến hành khảo sát ảnh hưởng của tương quan vị trí đường lò với bãi thải mặt mỏ đến độ ổn định của đường lò phía dưới bằng mô hình số. Kết quả mô hình số cho thấy ảnh hưởng lớn của vị trí tương quan đường lò nằm dưới bãi thải đến ứng xử của kết cấu chống lò.

3. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA BÃI THẢI MẶT MỎ ĐẾN ỨNG XỬ CỦA KẾT CẤU CHỐNG GIỮ CÁC ĐƯỜNG LÒ PHÍA DƯỚI TẠI VÙNG THAN QUẢNG NINH BẰNG MÔ HÌNH SỐ

3.1. Thành lập mô hình đường lò than chịu ảnh hưởng hưởng khai thác than hầm lò dưới bãi thải lộ thiên

Để đánh giá độ dịch chuyển khối đá xung quanh đường lò và độ bền của hệ thống kết cấu chống giữ đường lò dưới tác dụng của khối đất đá phía trên, áp lực bãi thải, áp lực nước ngầm, ta sử dụng phương pháp số thông qua phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mềm chuyên dụng Rocscience -RS2- Phase^2. Phần mềm Phase^2 bản quyền có khả năng mô phỏng quá trình khai đào đất đá và lắp dựng kết cấu chống giữ đường lò với các loại kết cấu chống giữ là điển hình là bê tông phun (Shotcrete) và neo đá (Rockbolt) với mô hình Fully Bonded, neo cáp (Cable bolt) với mô hình Plain Stran Cable, khung thép. Phần mềm cũng chỉ ra mức độ ổn định của đường lò thông qua hệ số bền (Strength factor), vùng dẻo xuất hiện xung quanh đường lò cũng như giá trị nội lực lớn nhất đạt được trong hệ thống kết cấu chống giữ đườnglò dưới ảnh hưởng của bãi thải và áp lực đất đá, nước ngầm gồm mô men lớn nhất trong vỏ bê tông cốt cứng, bê tông phun, khung thép, mô men uốn và lực dọc xuất hiện lớn nhất trong thanh neo.

*) Xây dựng mô hình, điều kiện biên và trường ứng suất ban đầu

Kích thước vùng mô hình hóa 2D: Vùng ảnh hưởng sang bền trái, bên phải và phía dưới đường lò trong tầng đá gốc được chọn bằng bằng 30 lần chiều rộng đường lò (theo kinh nghiệm) nhằm đảm bảo mô hình điều kiện thực tế và đảm bảo độ chính xác của mô hình số.

Điều kiện biên: Cạnh thẳng đứng bên trái, bên phải biên vùng ảnh hưởng cho phép dịch chuyển theo phương thẳng đứng, không cho phép dịch chuyển theo phương ngang. Cạnh nằm ngang dưới đáy biên vùng ảnh hưởng không cho phép dịch chuyển theo phương thẳng đứng và phương ngang. Cạnh nằm ngang phía trên biên vùng ảnh hưởng để tự do, cho phép dịch chuyển theo phương đứng và phương ngang. Tải trọng phần bố đều trên bề mặt mô hình bằng tự trọng của các lớp đất phía trên: $P = H_d \times P_d$, trong đó H_d- chiều dày tầng đất phía trên; P_d- áp lực đất gây ra trên 1 m^2; và áp lực bãi thải gây ra tùy theo vị trí đường lò.

Nghiên cứu được tiến hành xem xét 2 vị trí là đường lò nằm trực tiếp dưới bãi bải (trung tâm bãi thải- áp lực phân bố đều) và đường lò nằm chếch 1 vị trí so với trung tâm bãi thải (nằm dưới vị trí sườn dốc bãi thải - áp lực phân bố dạng hình thang) giá trị cường độ áp lực tùy thuộc độ sâu đường lò và chiều cao đổ thải hiện tại của bãi thải (Hình 5). Trên cơ sở phân tích trên, bài báo tập trung nghiên cứu mô hình số cho trường hợp đường lò Thượng vận tải của vỉa 14.5.

*) Mô phỏng quá trình khai đào đường lò, lắp đặt các loại kết cấu chống giữ

Trong mô hình số, các giai đoạn tính toán được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Các giai đoạn mô phỏng trong tính toán kết cấu chống đường lò

Giai đoạn	Công việc
Giai đoạn 1	Xây dựng điều kiện biên, trường ứng suất ban đầu.
Giai đoạn 2	Giảm mô đun đàn hồi của khối đá phía trong biên lò để chú ý đến biến dạng xung quanh biên lò sau khi đào và lắp dựng kết cấu chống lò
Giai đoạn 3	a) Công tác khai đào, lắp dựng kết cấu chống.
	b) Quá trình đông cứng bê tông phun, neo BTCT và bê tông liền khối cốt cứng

*) Đặc tính đất đá và các thống số đầu vào của kết cấu chống

Đối tượng nghiên cứu là các đường lò dọc vỉa than và dọc vỉa đá thuộc khu vỉa 14-2 đến 14.5 đào qua các lớp đá và than có các đặc tính cơ lý đá của các khu thuộc khai trường mỏ than Cao Sơn như Bảng 4 dưới đây. Các thông số về kết cấu chống được khai báo theo từng. Phương án như Bảng 5.

Trên cơ sở lựa chọn các kết cấu chống khả dĩ ở phần trên, khi đường lò đào trong đá sẽ tiến hành sử dụng các phương án chống giữ như Bảng 4. Đường lò được xem xét ở vị trí nằm tại mái dốc bãi thải - tải trọng phân bố lệch được xem là trạng thái nguy hiểm cho kết cấu chống.

Bảng 4. Tổng hợp kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý đá mỏ than Cao Sơn (Ngô Đức Quyền, 2018)

Tên đá	**Độ ẩm W (%)**	**Khối lượng riêng Δ (g/cm^3)**	**Khối lượng thể tích γ (g/cm^3)**	**Cường độ kháng kéo σ_k (kG/cm^2)**	**Cường độ kháng nén σ_n (kG/cm^2)**	**Hệ số kiên cố (f)**	**Lực dính kết C (kPa)**	**Góc ma sát ϕ (độ)**
Sạn kết	0,245	2,622	2,594	183,51	1294,13	12,94	3281,7	35,49
Cát kết	0,376	2,667	2,648	176,98	1241,32	12,41	3082,1	35,32
Bột kết	0,621	2,668	2,652	139,60	960,13	9,60	2449,4	35,26

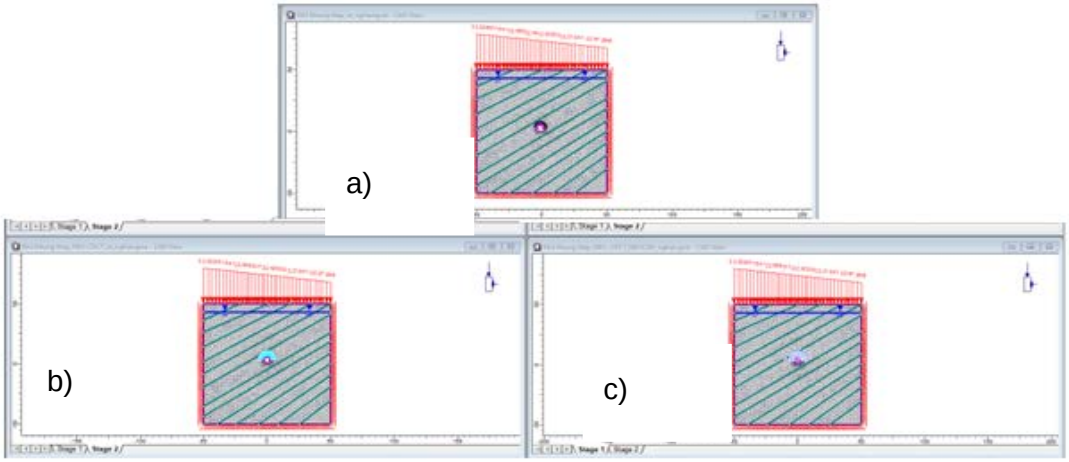
3.2. Mô hình ảnh hưởng của bãi thải mặt mỏ đến ứng xử của kết cấu chống giữ các đường lò phía dưới

Trên cơ sở lựa chọn các kết cấu chống khả dĩ gồm các phương án chống cho đường lò đào trong than, vị trí sườn bãi thải tiến hành các phương án chống giữ như Bảng 5 và Hình 5 dưới đây. Kết quả vùng biến dạng xung quanh đường lò, giá trị chuyển vị lớn nhất xung quanh biên lò thể hiện trên Hình 6 và Hình 7.

Bảng 5. Các phương án chống lò đào trong than tại sườn bãi thải

PA 1: Khung thép SVP 27 bước chống 0,5 m
PA 2: Khung thép SVP 27, bước chống 0,8 m; Neo CDCT L =2,4 m, (axa = 0,8x0,8 m)
PA 3: Khung thép SVP 27, bước chống 0,8 m; Neo CDCT L =2,4 m (axa = 0,8x0,8 m), neo cáp L = 6 m (axa =1,6x1,6 m).

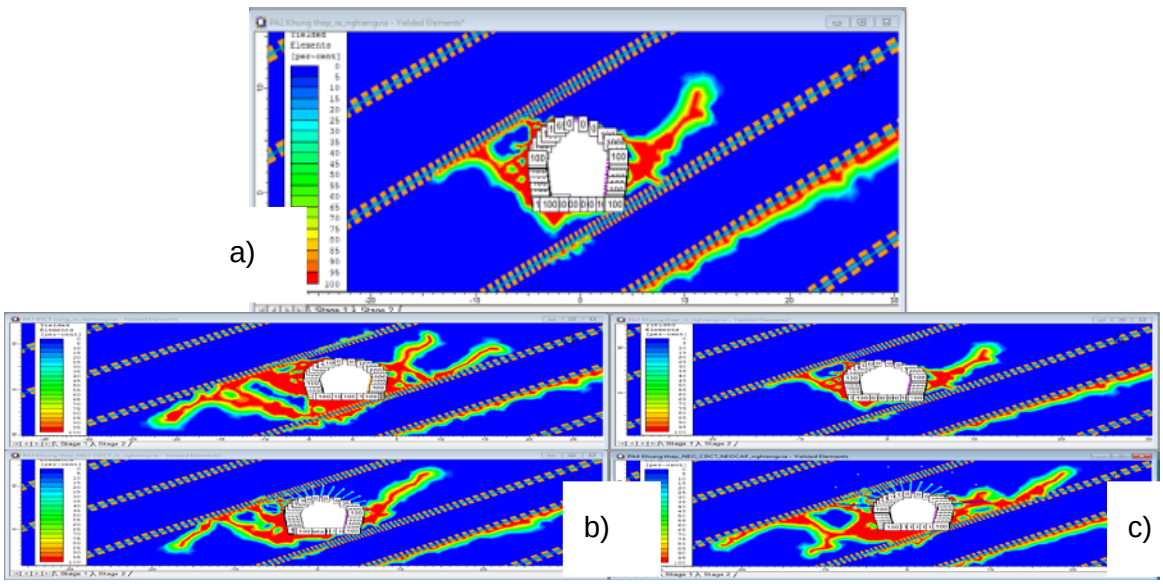
Trong đó: đường kính thép làm neo dẻo 20 mm, neo cáp 21,8 mm gồm 7 sợi.



a) *Chống theo PA1; b) Chống theo PA2; c) Chống theo PA3*

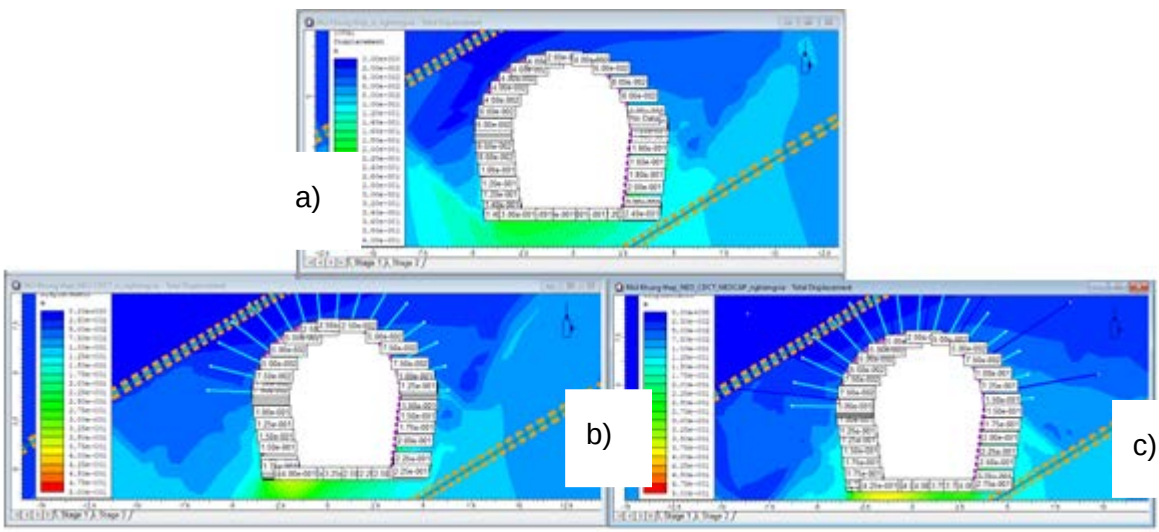
Hình 5. Mô hình các phương án chống lò trong đá khi lò sườn bãi thải

Với các đường lò tại trung tâm bãi thải khu vực (I), trên cơ sở lựa chọn các kết cấu chống khả dĩ gồm các phương án chống cho đường lò đào trong than, vị trí trung tâm bãi thải cũng tiến hành các phương án chống giữ như phương án tại sườn bãi thải (Bảng 5). Kết quả vùng biến dạng xung quanh đường lò, giá trị chuyển vị lớn nhất xung quanh biên lò thể hiện trên Hình 8. Giá trị chuyển vị tại các vị trí nóc, sườn và nền lò được thể hiện Bảng 6. Kết quả so sánh chuyển vị thu được trên biên lò tại nóc và nền lò được thể hiện trên Hình 9 và Hình 10.



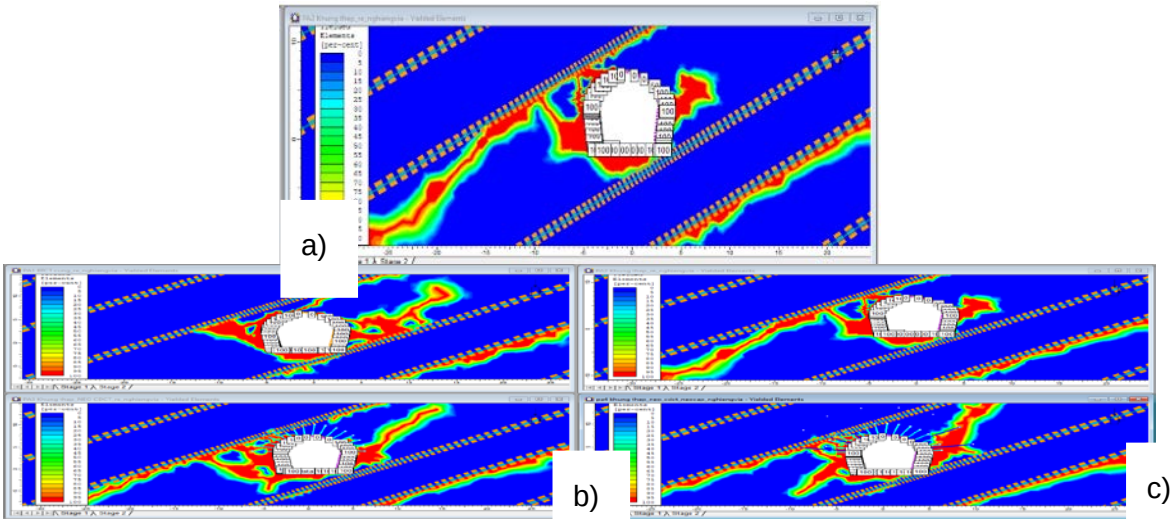
a) *Vùng biến dạng theo PA1; b) Vùng biến dạng theo PA2; c) Vùng biến dạng theo PA3*

Hình 6. Vùng biến dạng xung quang đường lò trong than tại sườn bãi thải



a) *Vùng biến dạng theo PA1; b) Vùng biến dạng theo PA2; c) Vùng biến dạng theo PA3*

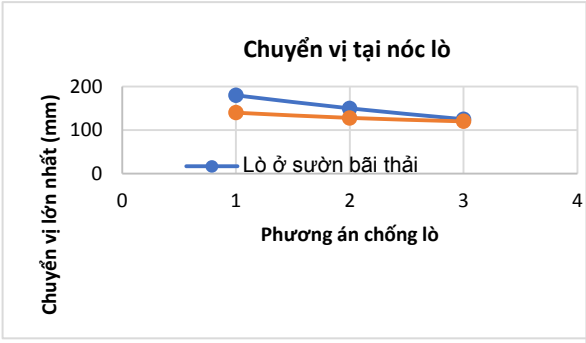
Hình 7. Biến dạng tổng cộng xung quanh đường lò trong than tại sườn bãi thải



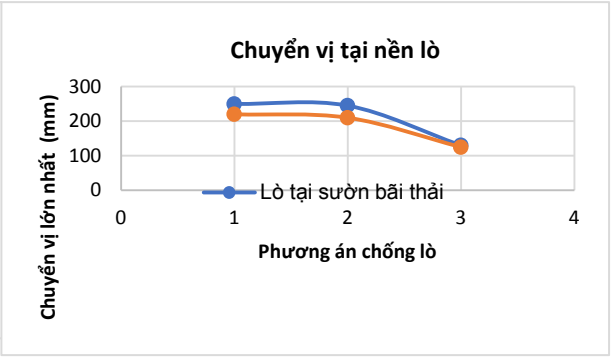
Hình 8. Vùng biến dạng xung quang đường lò trong than tại trung tâm bãi thải

Bảng 6. Chuyển vị lớn nhất của đường lò nằm tại trung tâm bãi thải

STT	Các phương án chống lò	Chuyển vị lớn nhất (mm)			
		Nóc lò	Sườn lò	Nền lò	Biên lò
1	PA 1: Khung thép SVP 27 bước chống 0,5 m	140	226	220	226
2	PA 2: Khung thép SVP 27, bước chống 0,8 m; Neo CDCT L =2,4 m, (axa = 0,8x0,8m)	128	186	210	210
3	PA 3: Khung thép SVP 27, bước chống 0,8m; Neo CDCT L =2,4 m (axa = 0,8x0,8m), Neo Cáp L =6 m (axa =1,6x1,6 m)	120	135	125	135



Hình 9. So sánh chuyển vị nóc của đường lò tại hai vị trí khác nhau so với bãi thải



Hình 10. So sánh chuyển vị nền của đường lò tại hai vị trí khác nhau so với bãi thải

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Với thế giới, việc nghiên cứu ảnh hưởng của bãi thải đến hệ thống các đường lò phía dưới hầu như không có do công tác quy hoạch mỏ bài bản và chiến lực nên bãi thải xa khu khai thác. Tuy nhiên, tại Việt Nam vấn đề này phát sinh do công tác quy hoạch mỏ chưa được thực hiện một cách

bài bản và có tính chiến lược, tầm nhìn xa. Kết quả nghiên cứu của bài báo là những kết quả nghiên cứu sớm tại Việt Nam cũng như thế giới về vấn đề trên. Từ kết quả mô hình số khảo sát ảnh hưởng của bãi thải mặt mỏ đến ứng xử cơ học của kết cấu chống lò, thông qua khảo sát đường lò tại hai vùng cơ bản: Trung tâm bãi thải (vùng I), sườn bãi thải (Vùng II) cho trường hợp bãi thải Bàng Nâu nằm trên khu khai thác vỉa 14.5 thuộc Công ty than Khe Chàm III cho thấy:

(1) Giá trị tổng chuyển vị lớn nhất của biên lò khi lò trong vùng (I)- trung tâm bãi thải là nhỏ hơn so với tổng chuyển vị trên đường lò ở vùng (II)- sườn bãi thải khi khảo sát cùng độ sâu (chẳng hạn chuyển vị tại nóc và nền lò như Hình 9 và Hình 10).

(2) Phương án 3 là nhỏ nhất so với các phương án khác, với giá trị cực đại của chuyển vị trên biên nhỏ hơn 120 mm tại phần vòm và 130 mm tại sườn lò, tại nền xuất hiện một số phá hủy cục bộ xong không ảnh hưởng đến độ ổn định chung của đường lò, kế tiếp đến là PA2 khi sử dụng: Khung thép SVP 27, bước chống 0,8m; Neo CDCT L =2,4 m (axa = 0,8x0,8 m).

(3) Trong khi đó phương án chống khác như chống bằng khung thép vùng phá hủy bao quang đường lò dẫn đến hiện tượng phá hủy và phải tiến hành chống xén sau một khoảng thời gian sử dụng đường lò;

(4) Đường lò nằm tại trung tâm bãi thải - tải trọng phân bố đều có chyển vị trên bên lò nhỏ hơn và vùng dẻo ít hơn đường lò nằm tại sườn dốc bãi thải - tải trọng phân bố lệch nên nguy hiểm hơn.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã tổng hợp các kết quả nghiên cứu chính về nghiên cứu ảnh hưởng bãi thải mặt mỏ đến ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ đường lò tại vùng than Quảng Ninh bằng phương pháp mô hình số thông qua khảo sát các đườn lò tại khu vực vỉa 14.5, Công ty Than Khe Chàm 3. Kết quả nghiên cứu cho phép rút ra các kết luận sau: Theo kết quả nghiên cứu,

- Bãi thải phía trên có ảnh hưởng lớn đến ứng xử cơ học của các đường lò phía dưới. Tùy thuộc vào tương quan vị trí của đường lò so với bãi thải mà áp lực tác dụng lên đường lò có thể là phân bố đều với vùng đường lò ở trung tâm bãi thải (I) hoặc phân bố lệch với vùng sườn dốc bãi thải (vùng II), ảnh hưởng đến sự làm việc của kết cấu chống chống giữ đường lò.

- Hiện tượng các đường lò bị phá hủy bóp méo, kết cấu chống bị phá hủy nhanh chóng sau khi đào dẫn đến phải chống xén nhiều lần gây ảnh hưởng đến công tác vận tải, nhất là đối với các đường lò cơ bản. Biến dạng các vùng xung quanh đường lò xuất hiện lớn dù đã sử dụng các kết cấu chống được tính toán, kiểm tra bền điều đó cho thấy các giả thuyết tính toán truyền thống không còn đúng nữa, các phương pháp tính toán này chưa xem xét ảnh hưởng của bãi thải bề mặt cũng như các lớp đất đá tơi rời bị phá hủy tại các tầng khai thác mức trên.

- Việc sử dụng mô hình số xây dựng trên phương pháp phần tử hữu hạn thông qua mô hình Rocscience -RS2- Phase^2 cho phép mô phỏng hiệu quả áp lực, tính toán nội lực và ứng xử của kết cấu chống giữ đường lò, trong đó có xem xét đến ảnh hưởng của bãi thải bề mặt mỏ, đặc điểm địa tầng khu vực đường lò nghiên cứu.

- Bài báo cũng tiến hành nghiên cứu cho một trường hợp đường lò dọc vỉa đào trong than khu vỉa 14.5 thuộc mỏ than Khe Chàm III. Vị trí đường lò xem xét trong mô hình nằm bên sườn dốc bãi thải- áp lực lệch là trạng thái nguy hiểm với 3 phương án khác nhau. Kết quả mô hình số cho thấy phương án 3 sử dụng khung thép SVP 27, bước chống 0,8 m; Neo CDCT L =2,4 m (axa = 0,8x0,8 m); Neo Cáp L = 6 m (axa =1,6x1,6 m) cho chuyển vị nhỏ nhất so với các phương án khác. Do vậy,

phương án 3 và là phương án kiến nghị sử dụng để chống giữ các đường lò khu vực vỉa 14.5 đào trong than dưới khu vực bãi thải mỏ Khe chàm III.

- Bài báo mới chỉ tiến hành nghiên cứu mô hình số cho một trường hợp cụ thể trong một điều kiện cụ thể, để có những đánh giá đầy đủ hơn cần tiến hành phân tích bài toán với nhiều trường hợp và thử nghiệm kết quả, đánh giá hiệu quả mang lại trong tương lai.

Lời cảm ơn

Kết quả nghiên cứu là nội dung của đề tài mã số: HĐ-KHCN-KC01.Đ02-20/16-20 theo hợp đồng 257/HĐ-KHCN-KC01.Đ02-20/16-20, ký ngày 30/11/2020 giữa Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam và Công ty cổ phần Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp-Vinacomin về việc: "*Nghiên cứu tính toán áp lực mỏ dưới bãi thải bằng phương pháp mô hình số*" và hợp đồng chuyên gia 257(A1)/HĐ-KHCN-KC01.Đ02-20/16-20 giữa Công ty cổ phần Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp -Vinacomin và nhóm chuyên gia Đại học Mỏ- Địa chất đại diện TS. Đặng Văn Kiên. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Tập đoàn TKV hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Tập đoàn TKV. "*Nghiên cứu độ ổn định, lựa chọn thông số, trình tự đổ thải, các giải pháp thoát nước và các công trình bảo vệ phù hợp với tình hình biến đổi khí hậu tại các bãi thải mỏ than lộ thiên thuộc TKV*". Hà Nội, 2016.
2. Phạm Minh Đức, Nguyễn Văn Phương, Nông Việt Hùng, Trịnh Đăng Hưng, Nghiêm Xuân La, Ngô Văn Định và nnk. Báo cáo đề tài *" Nghiên cứu áp dụng giải pháp kỹ thuật công nghệ để chống giữ các đương lò trong điều kiện áp lực mỏ lớn tại một số mỏ hầm lò Quảng Ninh"*. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ. Hà Nội- 2005.
3. Nguyễn Quang Phích và nnk. Báo cáo đề tài cấp nhà nước "Nghiên cứu ứng dụng và phát triển mô hình phân tích, dự báo tai biến địa chất, kỹ thuật đối với công trình ngầm, công trình khai thác mỏ ở Việt Nam". Hà Nội -2015.
4. Ngô Đức Quyền và nnk. Báo cáo đề tài cấp tập đoàn TKV "Nghiên cứu lựa chọn kết cấu chống hợp lý cho các đường lò thuộc vùng than Quảng Ninh phục vụ công tác tư vấn thiết kế". Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản. Hà Nội- 2018.
5. Gale W. J. and Fabianczyk M.W. Design approach to assess coal mine roadway stability and support requirements. Australia 1993.
6. Sicherheit gegen Niederbruch im Untertagebau. Alexander H. Schneider. ETH Zürich, 2002
7. Paul Avinash et al., Design of Support System and Stability Evaluation for Underground Workings of Gare Palma Coal Mine - A Case Study. Modelling, Measurement and Control C. September 2018.

RESEARCH ON THE IMPACTS OF MINING WASTE DUMPING ON SUPPORT STRUCTURE OF UNDERGROUND TUNNELS AT QUANG NINH MINING AREA

Dang Van Kien[1*], Vo Trong Hung[1], Do Ngoc Anh[1], Nguyen Huu Sa[1,2 1]

[1]Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi

[2]Ba Ria Vung Tau University, 80 Truong Cong Dinh, Vung Tau, Ba Ria-Vung Tau

ABSTRACT

Nowadays, many underground coal mines in Quang Ninh have exploited coal seams below the mining waste dump such as Khe Cham II, Mong Duong and Mao Khe. A number of mining waste dumps have reached the height of 100 m to 300 m, even to over 400 m. The rock mass from a mining waste dump creates an artificial pressure on the furnace lines located under the mining waste dump. This article presents the current status of the mining waste dumps and the exploited coal seams located below the mining waste dump in Cam Pha, Quang Ninh, focusing on Bang Nau and Khe Cham II coal mining waste dump. The study used Rocscience -RS2- Phase[2] software to create simulation models to study the primary stress distribution in the rock mass. The study results highlight the impacts of the mining waste dump on the support structure of the underground tunnels in Quang Ninh mining area and propose the appropriate support structure to enhance the stability of the underground tunnels of mining areas. The simulation results would support the consulting and construction companies to calculate the rock pressure acting on the tunnels located under the mining waste dump.

Keywords: Deformation, mining waste dumping, support structure, displacement.

* Corresponding author, email address: dangvankien@humg.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0177

NGHIÊN CỨU ỨNG XỬ CỦA HẦM METRO TIẾT DIỆN CHỮ NHẬT CONG TRONG ĐIỀU KIỆN ĐẤT ĐÁ PHÂN LỚP TẠI KHU VỰC HÀ NỘI

Đặng Văn Kiên[1*], Augustin Bracco[2], Đỗ Ngọc Anh[1], Nguyễn Tài Tiến[1]

[1]Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

[2]Đại học Aix-Marseille, Pháp

TÓM TẮT

Dự án Hanoi Metro Pilot Light Line 3 là một phần của dự án metro mới của Hà Nội. Các gói thầu xây dựng bao gồm đào hầm tuyến đôi chạy song song với khoảng cách từ 12 đến 35 m. Tuyến hầm metro số 03 dài 2600 m, được đào với tuyến đội có đường kính 6,3 m. Mặc dù rất nhiều công trình nghiên cứu đã được thực hiện để phát triển các phương pháp thiết kế vỏ hầm, nhưng phần lớn là kết quả cho hầm hình tròn và đào trong một loại đất đồng nhất. Từ các kết quả khảo sát thực tế, rất hiếm khi gặp những đường hầm chỉ được xây bằng một lớp đất đồng nhất. Trong hầu hết các trường hợp, địa chất tuyến hầm đào qua thường gồm đất đá nhiều lớp có sự thay đổi về các đặc tính địa cơ (trọng lượng thể tích, mô đun đàn hồi, lực dính và góc ma sát) đối với mỗi lớp. Hơn nữa, hầm hình tròn có nhược điểm rất lớn là tỉ lệ diện tích sử dụng hữu ích nhỏ, làm gia tăng tiết diện đào. Gần đây đã có những kết quả nghiên cứu cho các hầm metro với tiết diện không phải là hình tròn nhằm giảm tiết diện đào mà vẫn đảm bảo khả năng chịu lực. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ứng xử của vỏ hầm metro tiết diện chữ nhật cong trong điều kiện đất đá phân lớp với trường hợp nghiên cứu thực tế tại tuyến Metro số 3- khu vực Hà Nội bằng phương pháp mô hình số thông qua phần mềm Rocscience -RS2- Phase^2. Kết quả nghiên cứu sẽ là tài liệu bổ ích cho các nhà khoa học, các công ty tư vấn thiết kế, quan quản lý và nhà thầu trong lĩnh vực xây dựng hầm metro.

Từ khóa: Hầm metro, hầm chữ nhật cong, phương pháp số, nhiều lớp.

1. MỞ ĐẦU

Theo quy hoạch chung xây dựng Thủ đô Hà Nội đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050 được phê duyệt tại Quyết định số 1259/QĐ-TTg ngày 26/7/2011, mạng lưới đường sắt đô thị gồm 8 tuyến với tổng chiều dài khoảng 318 km. Có 9 tuyến đường được quy hoạch và phát triển trong quy hoạch nói trên như Bảng 1.

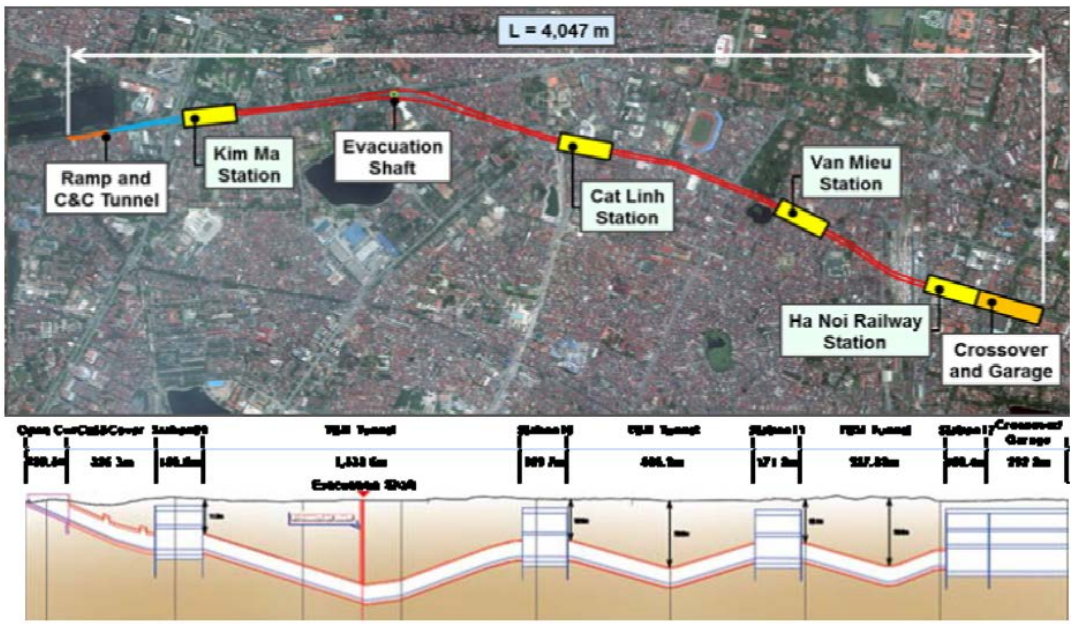
Các đoạn đường hầm trong tuyến tàu điện Nhổn - Cát Linh - Ga Hà Nội được thi công bằng phương pháp sử dụng máy đào TBM (tuyến số 3) như Hình 1. Việc sử dụng phương pháp thi công bằng TBM kết hợp với vỏ hầm lắp ghép được đánh giá là khá thích hợp cho khu vực đất nền của trung tâm Hà Nội cũng như với quy mô thi công các đường hầm thuộc tuyến metro số 3. Các đường hầm sẽ được đào và chống đỡ ngay bằng vỏ lắp ghép làm bằng bê tông cốt thép đúc sẵn, điều này sẽ làm tăng tốc độ thi công các tuyến đường, đồng thời đảm bảo các yêu cầu về an toàn, kỹ thuật và

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: dangvankien@humg.edu.vn

môi trường khi thi công trong khu vực trung tâm, các công trình văn hóa lịch sử trên bề mặt và tập trung nhiều dân cư và các công trình quan trọng khác. Tại thời điểm hiện tại, TBM đã được đưa vào chuẩn bị sẵn sàng tại ga S9 - Kim Mã để thi công tuyến đường hầm thuộc tuyến số 3 với tổng chiều dài 4,0 km như Hình 2 [1-2, 11].



Hình 1. Sơ đồ các nhà ga của dự án đường sắt metro Hà Nội [2]



Hình 2. Mặt bằng và nhà ga tuyến hầm metro số 3 - dự án metro Hà Nội [3-7]

Trong hầu hết các trường hợp, địa chất tuyến hầm đào qua thường gồm đất đá nhiều lớp có sự thay đổi về các đặc tính địa cơ (trọng lượng thể tích, mô đun đàn hồi, lực dính và góc ma sát) đối với mỗi lớp. Hơn nữa, hệ thống tầng chứa nước và khai thác nước ngầm của Hà Nội có thể dẫn đến đất có thể bị sụt lún bề mặt khi đào hầm. Do đó, một nghiên cứu chính xác về ứng xử của đường

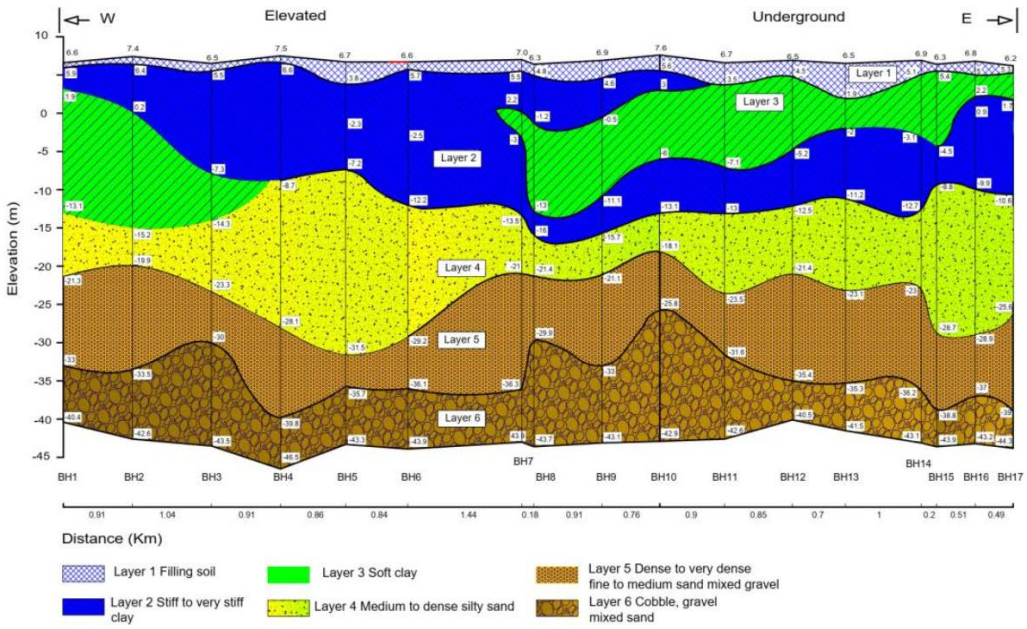
hầm chữ nhật cong trong điều kiện đất đá phân lớp là cần thiết. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ứng xử của vỏ hầm metro tiết diện chữ nhật cong trong điều kiện đất đá phân lớp thực tế tại khu vực Hà Nội bằng phương pháp mô hình số thông qua phần mềm Phase 2.

2. CÁC ĐẶC ĐIỂM VỀ ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT, ĐỊA CHẤT THỦY VĂN KHU VỰC ĐẶT ĐƯỜNG HẦM METRO TUYẾN SỐ 3 DỰ ÁN METRO HÀ NỘI

Khu vực đặt đường hầm metro tuyến số 3 dự án metro Hà Nội thuộc khu vực trung tâm Hà Nội nằm trên lưu vực của Sông Hồng, qua các tài liệu khảo sát cũng như các mẫu khoan thí nghiệm, có thể kết luận khu vực từ mặt đất đến độ sâu khoảng 50 m là đất và được chia ra làm 6 lớp đặc trưng. Dưới độ sâu 50 m của khu vực trung tâm Hà Nội là lớp đá gốc bền vững. Do đường hầm thuộc hệ thống tàu điện ngầm của Hà Nội được thiết kế nằm ở độ sâu dao động H=10 m đến 20 m nên việc nghiên cứu tập trung vào cố định chiều sâu hầm tại H =15 m trong một loại đất đá, chiều dày vỏ chống thay đổi. Các lớp đất thực tế trong khu vực đặt tuyến đường hầm metro tuyến số 3 dự án metro Hà Nội có các đặc tính được xác định thông qua các thí nghiệm như Bảng 1. Trắc dọc địa chất tuyến metro số 3 (theo Giao et al., 2018) [4-5] được thể hiện trên Hình 3.

Bảng 1. Đặc tính địa chất cơ bản của khu vực đặt tuyến metro số 03, Hà Nội [2]

Số thứ tự lớp đất	Module đàn hồi của các lớp đất, E MPa	Hệ số Poisson, μ	Chiều dày của các lớp đất (h), m	Chiều sâu của các lớp đất, m	Dung trọng của các lớp đất, ρ, g/cm^3	Mực nước ngầm trung bình, m
1	9,25	0,41	4,6	4,6	1,75	3,0
2	7,68	0,38	1,1	5,7	1,76	
3	15,3	0,35	11,8	17,5	1,81	
4	35,02	0,33	12,5	30	1,78	
5	53,9	0,32	11,0	41	1,83	
6	65	0,3	7,0	48	1,86	



Hình 3. Trắc dọc địa chất tuyến metro số 3 (Theo Giao et al., 2018) [4-5]

3. CÁC ĐẶC ĐIỂM CỦA ĐƯỜNG HẦM THUỘC HỆ THỐNG METRO SỐ 3, DỰ ÁN METRO HÀ NỘI

Đặc điểm của hầm của hệ thống tàu điện ngầm Hà Nội tại trung tâm Hà Nội: đường hầm tàu điện ngầm Hà Nội có độ sâu từ 15 - 30m so với mặt đất. Vỏ hầm được làm bằng bê tông cốt thép lắp ghép với các đặc điểm: mô đun đàn hồi E_l = 35000 MPa; Hệ số Poisson ν_l = 0,15; chiều dày vỏ chống hầm d_l = 0,5 m. Tuyến đường hầm được thi công với hai đường hầm có kích thước như nhau và có tiết diện ngang là hình tròn bằng phương pháp sử dụng máy đào TBM theo thiết kế. Các kết cấu chống bằng bê tông cốt thép phân đoạn sẽ được tiến hành lắp đặt ngay trong quá trình đào và thi công đường hầm. Các thông số vỏ chống của đường hầm và đất đá được thể hiện trên Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 2. Các thông số đầu vào cho trường hợp nghiên cứu [8-10]

Các thông số của vỏ hầm	**Ký hiệu**	**Đơn vị**	**Giá trị**
Mô đun đàn hồi	E_l	MPa	35000
Hệ số Poisson	ν_l	-	0,15
Chiều dày vỏ	t	m	-
Đường kính ngoài	D	m	9,76
Dung trọng	γ	kN/m^3	14,4
Độ cứng	E_A	kN/m	$2,4\times10^7$
Độ cứng khi uốn	E_L	kNm^2/m	$7,2\times10^5$

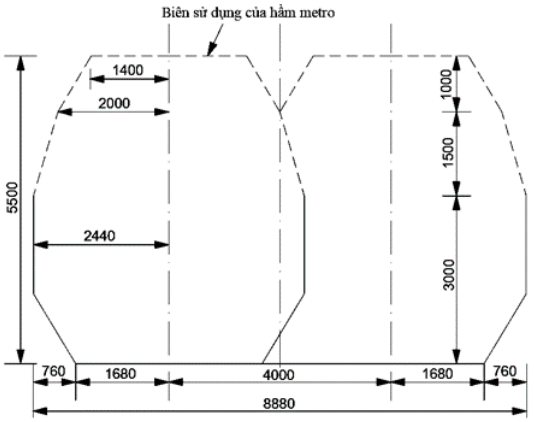
Bảng 3. Các thông số đầu vào của các lớp đất đá cho trường hợp nghiên cứu [8-10]

Lớp đất	**Chiều dày, H (m)**	**Khối lượng thể tích, ρ (kg/m^3)**	**Young's modulu, E (MPa)**	**Hệ số Poisson, μ**	**Góc ma sát trong, φ (^{0})**	**Lực dính kết, C (kPa)**	**Hệ số áp lực ngang, K_0**
Đất phủ	6,5	1900	-	0,3	23	-	0,47
Lớp 1: GU3&4	5,5	2000	8	0,3	20	5	0,66
Lớp 2: GU1_s1	2,5	1850	12	0,3	25	10	0,58
Lớp 3: GU1_s2	2,5	1900	50	0,3	25	25	0,58
Lớp 4: GU5a	10,5	2000	55	0,3	34	25	0,44
Lớp 5: GU7&8	72,5	2100	75	0,5	38	25	0,36

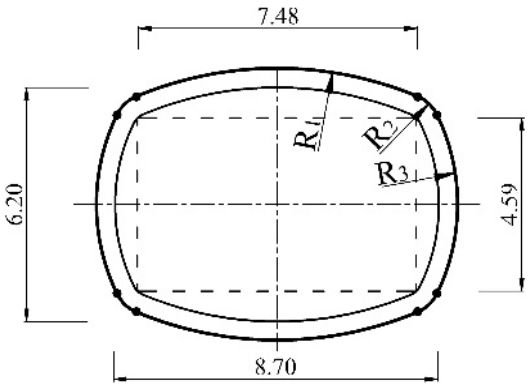
3.1. Xác định mặt cắt ngang khi sử dụng tiết điện đường hầm hình chữ nhật cong cho đường hầm metro tuyến 03 Nhổn - ga Hà Nội

Dựa trên TCVN 11793 : 2017 [12], kích thước khổ hầm metro làn đôi như Hình 5. Phương pháp xác định mặt cắt ngang đường hầm hình chữ nhật cong ta xác được các thông số cơ bản của đường hầm như Bảng 4. Đường hầm metro với tiết diện ngang hình tròn có ưu điểm là độ ổn định của kết cấu vỏ chống đường hầm lớn, dễ thi công bằng cơ giới (khiên đào) nên được sử dụng nhiều trong thực tế. Tuy nhiên, hệ số sử dụng tiết diện tiết diện ngang (tỷ số giữa phần diện tích thực tế sử dụng và diện tích đào) của tiết diện trên nhỏ. Ngoài ra, để đảm bảo yêu cầu có hai làn đường hầm

metro chạy ngược chiều nhau trên cùng một tuyến, phương án hai đường hầm đào song song thường được sử dụng (ví dụ: dự án Nhổn - ga Hà Nội, dự án Bến Thành - Suối Tiên và nhiều dự án khác trên thế giới). Điều này làm tăng khối lượng đào và chống giữ các đường hầm. Để khắc phục các nhược điểm của phương án sử dụng đường hầm tiết diện tròn, đường hầm tiết diện ngang hình chữ nhật cong (kết hợp giữa hình tròn và hình chữ nhật "sub-rectangular") đã và đang được chú ý nghiên cứu và lựa chọn sử dụng. Loại hình tiết diện này cho phép nâng cao hệ số sử dụng hữu ích diện tích tiết diện ngang so với đường hầm hình tròn, đồng thời tránh được sự tập trung ứng suất ở bốn góc so với tiết diện hình chữ nhật. Mặt khác, tiết diện chữ nhật cong cũng thích hợp khi thiết kế hai làn đường tàu chạy trong cùng một đường hầm nhờ giảm chi phí đào và chống giữ đường hầm do giảm tổng khối lượng đào. Ngoài ra, tiết diện hình chữ nhật cong cũng phù hợp để áp dụng cho lối vào metro, đường dành cho người đi bộ dưới lòng đất. Mặc dù có nhiều ưu điểm trong sử dụng đã được chỉ ra nhưng đến nay các kết quả nghiên cứu tính toán độ ổn định của vỏ chống lắp ghép từ các cấu kiện bê tông đúc sẵn bên trong đường hầm tiết diện hình chữ nhật cong còn rất hạn chế và mới chủ yếu dừng lại ở các kết quả thực nghiệm trong phòng thí nghiệm trên mô hình kích thước thực hoặc mô hình thu nhỏ, chưa có phương pháp tính toán lý thuyết hoàn chỉnh được đề xuất. Các chỉ dẫn thiết kế trong các bộ tiêu chuẩn thiết kế chuyên ngành ở các nước trên thế giới cho loại hình vỏ chống này cũng chưa được đề cập. Do đó, việc nghiên cứu, đề xuất một phương pháp tính mới cho kết cấu vỏ chống lắp ghép bên trong các đường hầm metro tiết diện ngang hình chữ nhật cong bằng phương pháp số nhằm mục đích tính toán, tối ưu hóa các thông số mặt cắt ngang trong quá trình thiết kế đường hầm metro tiết diện cong, đặc biệt là trong điều kiện địa chất phân lớp như Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Kích thước của đường hầm được thể hiện trên Bảng 3 và Hình 6.



Hình 5. Tiết diện sử dụng hầm metro tiết diện làn đôi theo TCVN 11793 : 2017 [12]



Hình 6. Kích thước đường hầm tiết diện hình chữ nhật cong

Bảng 4. Các thông số hình học của đường hầm

Chiều rộng (B) (m)	**Chiều cao đường hầm (H_t) (m)**	**Hệ số; B/H_t**	**R_1 (m)**	**R_2 (m)**	**R_3 (m)**	**Diện tích (m^2)**
9,70	7,20	1,347	9,95	1,00	5,35	59,786

Sơ đồ xác định áp lực lên đường hầm theo giả thuyết của Terzaghi. Sử dụng phương pháp số thông qua phần mềm Phase2 tính cho trường hợp hầm chữ nhật cong với kích thước đã xác định với dạng vỏ hầm lắp ghép có chiều dày thay đổi.

3.2. Khảo sát ứng xử cơ học của vỏ hầm khi hầm đào trong điều kiện phân lớp bằng mô hình số

Các nghiên cứu trước đây đa phần nghiên cứu cho trường hợp hầm đào trong 1 lớp đất đá đồng nhất và đẳng hướng. Trong nghiên cứu này nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu ứng xử cơ học của vỏ hầm khi hầm đào trong điều kiện phân lớp thông qua phần mềm Rocscience -RS2- Phase^2 software. Để đánh giá độ dịch chuyển khối đá xung quanh hầm metro và vỏ hầm bê bông lắp ghép khi ở trạng thái làm việc được giả định là một lớp vỏ liền khối có chiều dày 50 cm, ta sử dụng phương pháp số thông qua phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mềm chuyên dụng Rocscience -RS2- Phase2. Phần mềm Phase2 bản quyền có khả năng mô phỏng quá trình khai đào đất đá và lắp dựng kết cấu chống giữ hầm metro với các loại kết cấu chống giữ là điển hình là bê tông phun (Shotcrete) và neo đá (Rockbolt) với mô hình Fully Bonded, neo cáp (Cable bolt) với mô hình Plain Stran Cable. Phần mềm cũng chỉ ra mức độ ổn định của vò hầm thông qua hệ số bền (Strength factor), vùng dẻo xuất hiện xung quanh đường lò cũng như giá trị nội lực lớn nhất đạt được trong hệ thống kết cấu chống giữ đường hầm gồm mô men lớn nhất trong vỏ bê tông lắp ghép, bê tông phun, khung thép, mô men uốn và lực dọc xuất hiện lớn nhất trong thanh neo (nếu có sử dụng). Mô hình phá hủy vật liệu sử dụng để mô phỏng trong nghiên cứu với đất đá, bê tông vỏ hầm được giả định tuân theo mô hình dẻo Mohr - Coulomb.

*) Xây dựng mô hình, điều kiện biên và trường ứng suất ban đầu

Kích thước vùng mô hình hóa 2D: Vùng ảnh hưởng sang bền trái, bên phải và phía dưới đường lò trong tầng đá gốc được chọn bằng bằng 30 lần chiều rộng hầm metro (theo kinh nghiệm) nhằm đảm bảo mô hình điều kiện thực tế và đảm bảo độ chính xác của mô hình số.

Điều kiện biên: Cạnh thẳng đứng bên trái, bên phải biên vùng ảnh hưởng cho phép dịch chuyển theo phương thẳng đứng, không cho phép dịch chuyển theo phương ngang. Cạnh nằm ngang dưới đáy biên vùng ảnh hưởng không cho phép dịch chuyển theo phương thẳng đứng và phương ngang. Cạnh nằm ngang phía trên biên vùng ảnh hưởng để tự do, cho phép dịch chuyển theo phương đứng và phương ngang.

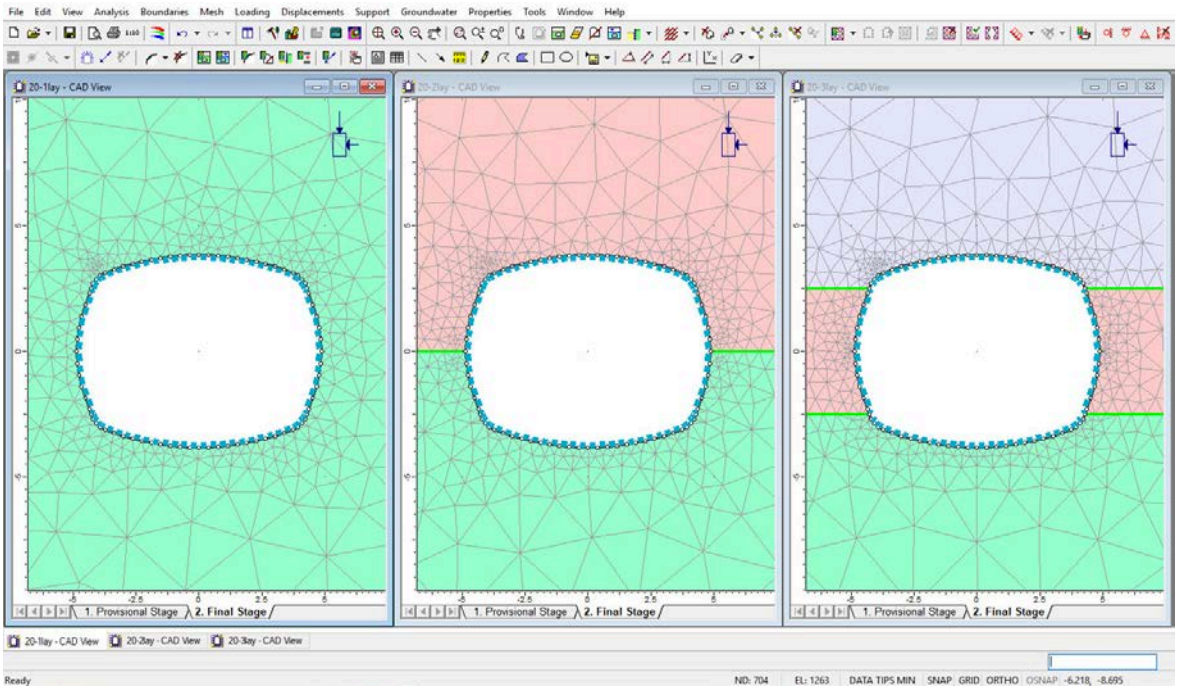
*) Công tác khai đào hầm metro và lắp đặt vò hầm trong mô hình số, các giai đoạn tính toán mô phỏng được thể hiện trong Bảng 5 dưới đây.

Bảng 5. Các giai đoạn mô phỏng trong tính toán kết cấu chống đường lò

Giai đoạn	Công việc
Giai đoạn 1	Xây dựng điều kiện biên, trường ứng suất ban đầu.
Giai đoạn 2	Giảm mô đun đàn hồi của khối đá phía trong biên hầm metro để chú ý đến biến dạng xung quanh đường hầm sau khi đào và lắp dựng vỏ hầm bê tông

*) Đặc tính đất đá và các thống số đầu vào

Đối tượng nghiên cứu là vỏ hầm metro tiết diện chữ nhật cong đào qua đất đá với các trường hợp khác nhau có các đặc tính cơ lý đá khác nhau tại tuyến metro số 03 của Hà Nội như Bảng 3. Nghiên cứu được tiến hành dựa trên việc mô phỏng hầm metro tiết diện chữ nhật cong trong 03 trường hợp như Bảng 6 dưới đây. Xuất phát từ điều kiện địa chất thực tế tại tuyến hầm metro số 03 với các lớp đất đá có bề mặt phân lớp uốn lượn như Hình 3, đường hầm đào ở độ sâu 20-30 m sẽ có 3 mặt cắt ngang tương ứng như 3 mô hình trên Hình 7 khi cắt qua 1 lớp, 2 lớp và 3 lớp tương ứng. Kết quả giá trị nội lực trong vỏ chống từ ba mô hình được thể hiện trên Hình 8 ÷ Hình 11.

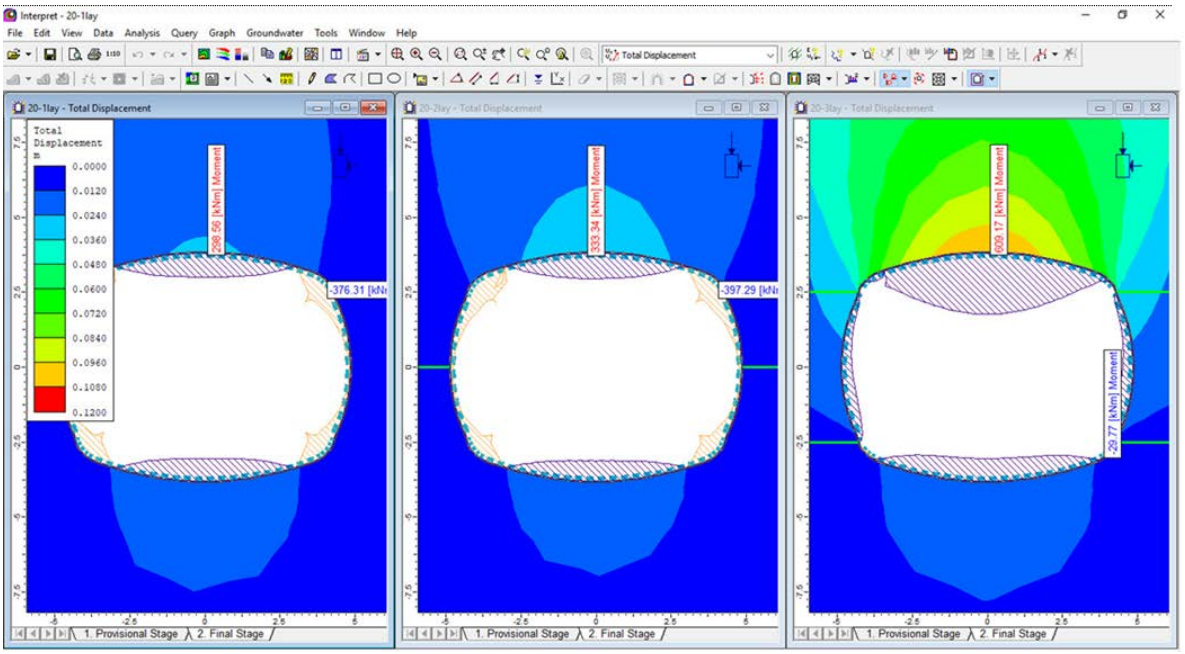


a) Mô hình 1 *b) Mô hình 2* *c) Mô hình 3*

Hình 7. Mô hình nghiên cứu ảnh hưởng của phân lớp trong tính toán vỏ hầm metro chữ nhật cong

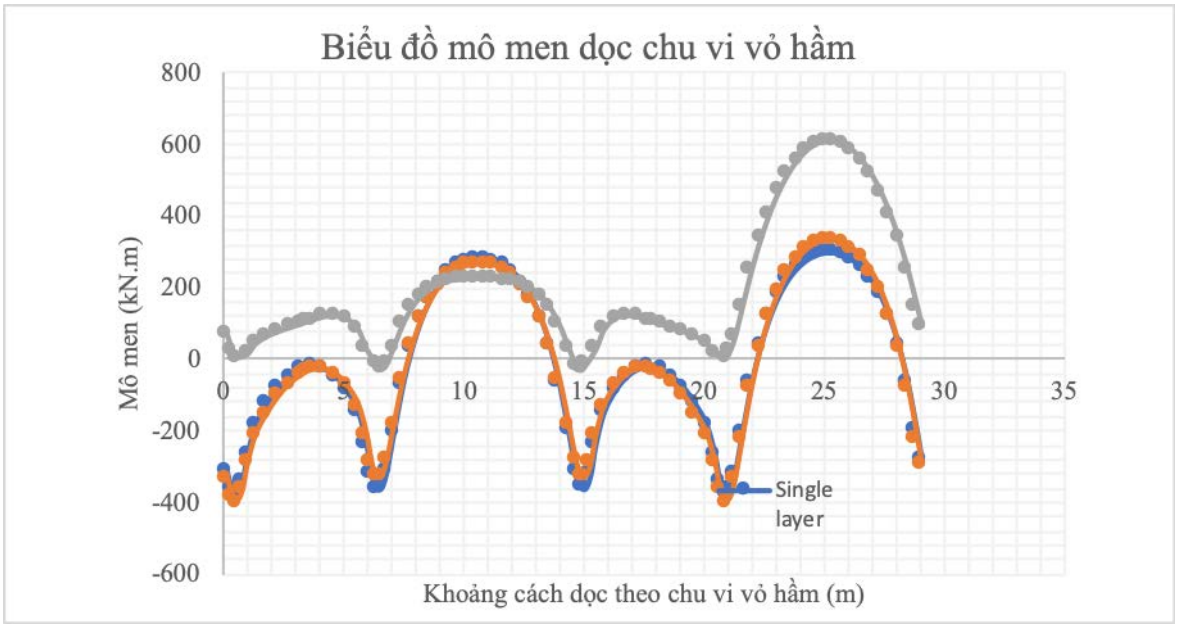
Bảng 6. Các trường hợp mô phỏng trong nghiên cứu

Mô hình 1	**Mô hình 2**	**Mô hình 3**
Hầm đào trong 1 lớp đất duy nhất: GU7&8	Hầm đào trong hai lớp : GU5a GU7&8 đến 23,5 m	Hầm đào trong 3 lớp : Backfill (các lớp yếu phía trên) GU5a đến độ sâu 21 m GU7&8 đến độ sâu 26 m
Độ sâu từ bề mặt đất đến đỉnh hầm: 20 m K = 0,6 Độ sâu mực nước ngầm: 5 m Chiều dày vỏ chống 40 cm, chế tạo từ bê tông C35	Độ sâu từ bề mặt đến đỉnh hầm: 20 m K = 0,6 Độ sâu mực nước ngầm: 5 m Chiều dày vỏ chống 40 cm, chế tạo từ bê tông C35	Độ sâu từ bề mặt đến đỉnh hầm: 20 m K = 0,6 Độ sâu mực nước ngầm: 5 m Chiều dày vỏ chống 40 cm, chế tạo từ bê tông C35

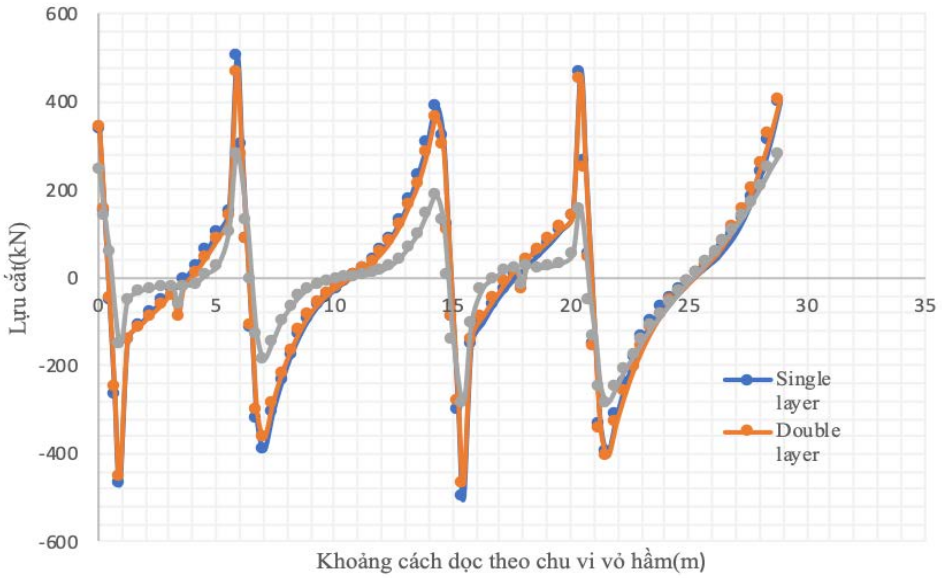


a) Mô hình 1 *b) Mô hình 2* *c) Mô hình 3*

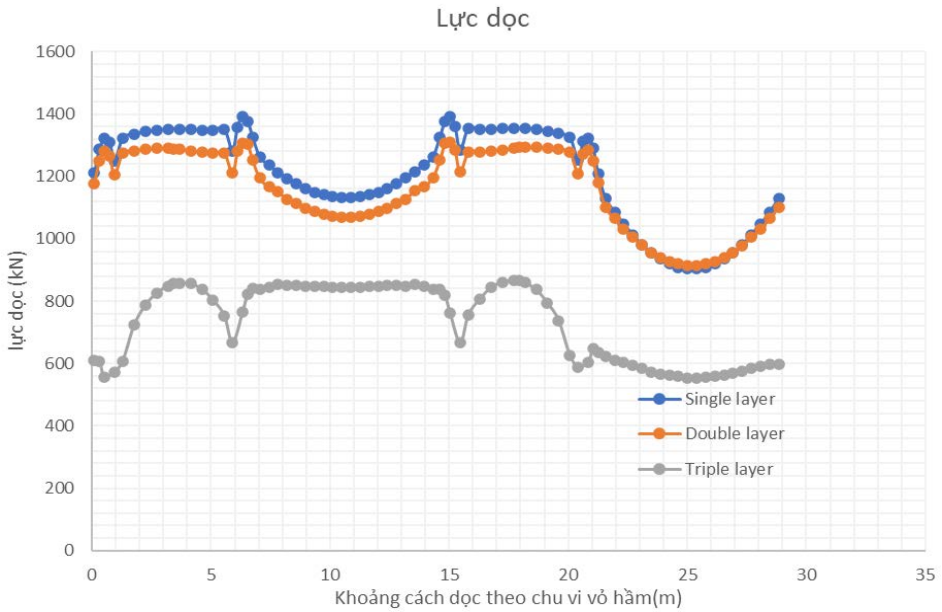
Hình 8. Chuyển vị của khối đá và mô men trong vỏ hầm metro chữ nhật cong cho các trường hợp khác nhau



Hình 9. Biểu đồ mô men trong vỏ hầm metro chữ nhật cong cho các trường hợp khác nhau



Hình 10. Biểu đồ lực cắt trong vỏ hầm metro chữ nhật cong cho các trường hợp khác nhau



Hình 11. Biểu đồ lực dọc trong vỏ hầm metro chữ nhật cong cho các trường hợp khác nhau

Hình 8 cho thấy chuyển vị tăng dần từ mô hình 1 (Hình 8a), hầm đào trong một lớp đất đá đến mô hình 2 (Hình 8.b) hầm đào trong đất đá hai lớp và chuyển vị đạt lớn nhất tại Hình 8c, khi hầm đào trong ba lớp đất đá.

Hình 9, Hình 10, Hình 11 thể hiện biểu đồ mô men, lực dọc và lực cắt trong vỏ hầm metro tiết diện cong cho các trường hợp khác nhau khi hầm đào qua một, hai và ba lớp đất đá. Qua các biểu

đồ cho thấy sự thay đổi lớn nội lực trong vỏ hầm theo hướng có sự gia tăng của mômen uốn cũng như sự giảm của lực dọc trục và lực cắt khi tăng số lượng các lớp đất đá.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả mô hình ở trên cho thấy có sự thấy nội lực xuất hiện trong vò hầm chữ nhật cong khác nhiêu so với hầm hình tròn trong điều kiện tương đương (hầm đào trong một lớp đất đá). Với hầm chữ nhật cong thì ứng xuất tập trung tại bốn góc trong khi hình tròn là phân bố đều do biên cong trơn. Tuy nhiên, tỷ lệ sử dụng diện tích hữu ích của hầm hình chữ nhật cong là lớn hơn so với hình tròn dẫn đến phần diện tích đào khi thi công nhỏ hơn. Do vậy, với một số tuyến hầm metro đào trong khu vực chật hẹp của thành phố có nhiều công trình bề mặt, cần đào với khối lượng nhỏ nhất nên sử dụng tiết diện hình chữ nhật cong. Mặc dù vậy, tiết diện metro hình chữ nhật cong mới được chú ý nghiên cứu trong những năm gần đây do những tiến bộ trong việc mô phỏng số, các phương pháp mới trong tính toán vỏ hầm như phương pháp kháng đàn hồi (HRM) trên thế giới và tại Việt Nam. Với các kết quả nội lực thu được cho thấy có sự thay đổi lớn về nội lực trong vỏ chống so với các nghiên cứu trước đó khi mô phỏng hầm trong một lớp đất đá đồng nhất [8-10].

Kết quả mô hình cũng cho thấy sự gia tăng của mômen uốn cũng như sự giảm của lực dọc trục và lực cắt khi tăng số lượng các lớp đất. Ngoài ra, từ kết quả của mô hình lớp đơn và lớp kép là rất gần, điều này được giải thích là do hai lớp GU7 & 8 và GU5a có đặc tính khá gần trong khi lớp đất phủ có chất lượng kém có đặc tính cơ lý thấp hơn.

Áp lực đất tăng mạnh khi chuyển từ lớp này sang lớp khác, chủ yếu là khi các lớp có sự khác biệt lớn về tính chất như trường hợp của mô hình ba lớp giữa lớp đắp nền và lớp GU5a. Do đó, áp lực đất đá ít quan trọng hơn trong mô hình ba lớp. Mối nối giữa các vật liệu có tác dụng làm giảm lực cắt trên lớp lót hầm như thể hiện trên đồ thị lực cắt và đặc biệt đối với mô hình ba lớp.

Do đó, các mối nối giữa các vật liệu trong đất nhiều lớp ảnh hưởng đến hoạt động của đường hầm bằng cách tác động đến sự lan truyền của áp lực đất lên vỏ.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã tổng hợp các kết quả nghiên cứu chính về kết cấu hầm metro cũng như phương pháp tính toán hầm metro và áp dụng phương pháp số, thông qua phần mềm Phase 2 cho một trường hợp cụ thể hầm metro tại tuyến metro số 3 dự án metro Hà Nội. Kết quả nghiên cứu cho phép rút ra các kết luận sau:

- Các phương pháp tính hầm metro tiết diện không tròn như tiết diện hình chữ nhật cong , hình móng ngựa, hình elip,…Chưa được chú ý nghiên cứu nhiều tại Việt Nam và các nước trên thế giới do tính phức tạp và không thể tiến hành bằng phương pháp giải tích;

- Mặc dù rất nhiều công trình nghiên cứu đã được thực hiện để phát triển các phương pháp thiết kế vỏ hầm hình tròn, nhưng có thể thấy rằng hầu hết các phân tích đều được tiến hành trong một loại đất đồng nhất. Trong hầu hết các trường hợp thực tế, địa chất tuyến hầm metro thường đào qua thường gồm đất đá nhiều lớp có sự thay đổi về các đặc tính địa cơ (trọng lượng thể tích, mô đun đàn hồi, lực dính và góc ma sát) đối với mỗi lớp.

- Bằng phương pháp số thông qua phần mềm Rocscience -RS2- Phase2 software, nhóm tác giả đã mô phỏng ảnh hưởng có số lượng lớp đất đá đến nội lực trong vỏ chống.

- Việc xây dựng hệ thống tàu điện ngầm Hà Nội là điều cần thiết để giảm thiểu tình trạng tắc nghẽn giao thông của thành phố và giảm lượng khí thải carbon dioxide. Bên cạnh đất pha sét của Hà Nội, sự hiện diện của nước ngầm lớn và việc xây dựng các công trình cao trên bề mặt mà các tính toán chạy trước đây chưa đề cập nhiều, đặc biệt là điều kiện địa chất thực tế có nhiều lớp đất với các đặc tính khác nhau cần được nghiên cứu nhiều hơn.

- Sự dịch chuyển của đường hầm được xác minh đối với sự thay đổi K giữa 0,1 và 2,5 cũng như sự thay đổi độ sâu của nước ngầm trong khoảng từ 5 m đến 30 m. Theo mô phỏng độ sâu của đường hầm, độ dày tối ưu vỏ hầm là 40 cm và độ sâu tối ưu của đường hầm là 20 m, hầm đặt trong điều kiện địa chất có lớp đất đá ổn định nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Hồng Lam, Nguyễn Bá Đồng (2020). "Dự báo độ lún của bề mặt đất do đào hầm bằng máy đào TBM tại tuyến metro line 3", *Tạp chí Địa Kỹ thuật*, số 2, 578-62. ISSN: 0866-279X.
2. https://saigoneer.com/hanoi-news/22078-hanoi-reveals-train-design-of-metro-line-3,-seeks-public-feedback.
3. Design report technical design (2013). "Project: Hanoi pilot light metro line 03 Section Nhon - Hanoi Railway station. Package: underground section - line and stations, package number HPLMLP/CP-03". Hanoi, 2013. -Volume (1-2). 73 p.
4. Giao P. H. and E. Ovaskainen (2000). Primary Analysis of Hanoi Land Subsidence withreference to Groundwater Development, *Lowland Technology International*, Vol. 2 (2), p. 17-29, IALT.
5. Giao, P. H., Hue, V. T., Han, N. D., Anh, N. T. H., & Minh, N. N. (2018). "Land subsidence prediction for a new urban mass rapid transit line in Hanoi". *Online published in. Underground Space. Elsevier*, at https://doi.org/10.1016/j.undsp.2018.11.002.
6. X. Huang, Y. Zhua, Z. Zhanga, Y. Zhuc, S. Wang and Q. Zhuang (2018). "Mechanical behaviour of segmental lining of a sub-rectangular shield tunnel under self-weight," *Tunnelling and Underground Space Technology* 74, pp. 131-144, 2018.
7. Young-Jin Shin et al.. "TBM (Tunnel Boring Machine) tunneling in urban areas by EPB (Earth Pressure Balance): design consideration of Hanoi pilot light metro line". *Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development*, Lecture Notes in Civil Engineering book series (LNCE, volume 62) pp 229-234.
8. Do NA, Dias D, Zixin Z, Xin H, Nguyen TT, Pham VV, Ouahcène NR. (2020). "Study on the behavior of squared and sub-rectangular tunnels using the Hyperstatic Reaction Method". *Transportation Geotechnics*; 22. doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100321.
9. Nguyen TT, Do NA, Karasev MA, Dang VK, Dias D. (2020). "Tunnel Shape Influence on the Tunnel Lining Behavior". *Proceeding of ICE - Geotechnical Engineering*. doi.org/10.1680/jgeen.20.00057.
10. Đặng Văn Kiên, Đỗ Ngọc Anh, Nguyễn Tài Tiến, Nguyễn Huỳnh Anh Duy và Phạm Văn Vĩ, 2021. "Nghiên cứu tổng quan về vỏ hầm metro tiết diện ngang hình chữ nhật cong", *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất*, số 62, kỳ 4, tr. 68-78.

11.https://baodautu.vn/fecon-la-nha-thau-tham-gia-lap-dat-va-van-hanh-robot-khoan-ham-tmb-tai-du-an-metro-line-3-ha-noi-d134385.html.

12.[12] TCVN 11793 : 2017. Đường sắt đô thị khổ đường 1000 mm - yêu cầu thiết kế tuyến.

STUDY ON THE BEHAVIOR OF METRO TUNNEL CURVED RECTANGULAR CROSS SECTION IN HETEROGENEOUS SOIL CONDITION AT HANOI

Dang Van Kien[1*], Augustin Bracco[2], Do Ngoc Anh[1], Nguyen Tai Tien[1]

[1]Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Ha Noi

[2]Aix-Marseille University, France

ABSTRACT

The Hanoi Metro Pilot Light Line 3 is part of the new metro tunnel project for Hanoi capital. The construction works in this contract include a twin bored tunnel running parallel, with a distance ranging from 12 to 35 m. The 2.6 km twin tunnels will be bored by two 6.3 m diameters. Even though a lot of works have been done to develop tunnel lining design methods with circular cross-section tunnel, it can be found that most of the analyses assumed that the tunnels are excavated in only one homogeneous soil. However, in real scenarios, it is very rare to meet tunnels built in only one layered soil. In most cases, layered soils are encountered which induces variations in terms of geomechanical properties (soil unit weight, Young modulus, cohesion, and friction angle) for each sub-layer. Moreover, the Hanoi aquifer system and groundwater extraction make the soil subject to land subsidence during tunneling. Therefore, an accurate study of tunnel behavior is needed. This paper presents the tunnel behavior under static pressure in multi-layered soils in Hanoi, which is the most accurate representation of Hanoi Metro Pilot Light Line 3 actual soil by numerical simulation by Rocscience -RS2- Phase^2 software.

Keywords: Metro tunnel, curved rectangular tunnel, numbered method, layered.

* Coresponding author, email address: *dangvankien@humg.edu.vn*

Doi: 10.15625/vap.2022.0178

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ TÍNH CHẤT VÀ ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TÁI SỬ DỤNG CỦA BÙN THẢI ĐÔ THỊ HÀ NỘI

Nguyễn Mạnh Khải*, Nguyễn Xuân Huân, Trần Thị Minh Hằng, Phạm Thị Thúy

Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

TÓM TẮT

Nghiên cứu về tính chất bùn thải góp phần quan trong việc quản lý, tái sử dụng bùn thải cho mục đích khác nhau. Nghiên cứu này được triển khai lấy mẫu bùn thải trên hệ thống sông thoát nước đô thị trên địa bàn Hà Nội và phân tích các đặc tính lý hóa học của bùn thải. Kết quả nghiên cứu cho thấy, thành phần cấp hạt của các mẫu bùn chủ yếu là cát, dao động từ 86,8 % đến 58,7 % với xu hướng giảm dần theo chiều dài sông từ thượng lưu đến hạ lưu, pH dao động từ 6,89 đến 7,65 ở mức trung tính đến hơi kiềm, hàm lượng chất hữu cơ dao động từ 4,1 đến 36,4 % và có sự chênh lệch khá lớn giữa các mẫu. Hàm lượng Cl^-, SO_4^{2-} dao động từ 0,09 - 1,23 %. Thành phần SiO_2 dao động từ 36,8-82,8 %. Hàm lượng Zn và Cr dao động từ 220 - 2.213,9 mg/kg và 24 - 320 mg/kg vượt quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích (QCVN 43:2017/BTNMT) từ 1,1 - 7,0 lần. Thành phần Cu, Ni, Pb thấp hơn giới hạn tối đa cho phép trong QCVN 43:2017/BTNMT. Kết quả đánh giá ban đầu cho thấy, bùn thải đô thị trên địa bàn Hà Nội có khả năng tái sử dụng cho mục đích khác nhau như làm vật liệu xây dựng, thu hồi năng lượng.

Từ khoá: Bùn thải, đô thị, tính chất, tái sử dụng.

1. MỞ ĐẦU

Bùn đô thị là hỗn hợp chất rắn và nước phát sinh từ hệ thống thoát nước và nước thải đô thị. Các loại nguồn phát sinh gồm (1) bùn từ hệ thống thoát nước đô thị (được nạo vét từ mạng lưới mương, cống thoát nước và hồ điều hòa); (2) bùn từ các nhà máy xử lý nước thải và (3) bùn bể tự hoại…. Bùn thải thoát nước đô thị có thành phần phức tạp, ngoài việc có chứa hàm lượng chất hữu cơ, chất dinh dưỡng cao, bùn thải đô thị còn chứa nhiều chất ô nhiễm tiềm tàng như kim loại nặng, chất hữu cơ khó phân hủy, vi khuẩn gây bệnh, trứng giun sán và có mùi hôi, khó chịu [1 - 3]. Lượng bùn thải phát sinh từ mạng lưới thoát nước giữa các đô thị rất khác nhau, dao động từ hàng chục nghìn đến hàng trăm nghìn m^3/năm, tùy thuộc vào quy mô đô thị và cấu trúc mạng lưới thoát nước. Bùn cặn trong mạng lưới thoát nước của thành phố Hà Nội được phân tán rộng khắp theo hệ thống thoát nước đô thị, đặc biệt được tập trung lắng ở các hố ga và các hồ, ao trong hệ thống thoát nước.

Các loại bùn cặn nước thải có độ ẩm lớn nên thường khó khăn trong vận chuyển và xử lý, dễ gây ô nhiễm môi trường khu vực đô thị. Hiện nay, bùn thải hệ thống thoát nước đô thị Hà Nội do Công ty Thoát nước Hà Nội nạo vét và xử lý tập trung tại khu C bãi bùn Yên Sở bằng giải pháp chôn lấp [4, 5]. Tuy nhiên, quỹ đất dành cho chôn lấp bùn thải là có giới hạn do đó cần thiết phải nghiên cứu đề xuất các giải pháp xử lý thu hồi tài nguyên vật chất, năng lượng từ bùn thải hết sức quan trọng [6 - 9]. Để có cơ sở cho việc đề xuất các phương án xử lý bùn thải tiếp theo, việc nghiên cứu đánh giá thành phần, tính chất của bùn thải đô thị là cần thiết. Nghiên cứu này tập trung đánh giá thành phần bùn thải được nạo vét từ mạng lưới mương, cống thoát nước và một số hồ Hà Nội.

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: nguyenmanhkhai@hus.edu.vn

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Nguyên liệu

Mẫu bùn thải được thu từ mạng lưới mương, cống thoát nước và một số hồ Hà Nội trong năm 2020. Các mẫu được lấy tại các vị trí dưới đây và ký hiệu như sau:

- Bùn sông Tô Lịch khu vực thượng nguồn (B1), giữa nguồn (B2), hạ nguồn (B3);
- Bùn sông Kim Ngưu (B4);
- Bùn Sông Sét (B5);
- Bùn Sông Lừ (B6);
- Bùn Sông Nhuệ khu vực cầu Trắng (B7), khu vực cầu Mậu Lương (B8);
- Bùn lấy tại bãi bùn Yên Sở, ngay khi đổ (B9), bùn đã được đổ 30 ngày (B10);
- Bùn hố ga trục đường Nguyễn Trãi (B11), trục đường Lê Văn Lương kéo dài (B12), trục đường Láng (B13);
- Bùn mương Sở Thượng (B14), mương Phúc Lợi (B15);
- Bùn hồ Yên Sở (B16), hồ Ba Mẫu (B17), hồ Văn Quán (B18), hồ Ngọc Khánh (B19) và hồ Hoàng Cầu (B20).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Lấy và xử lý mẫu bùn

Mẫu bùn được lấy và bảo quản theo TCVN 6663-13:2000 (ISO 5667- 13:1993) và TCVN 6663- 15: 2004 (ISO 5667-15: 1999) [10, 11].

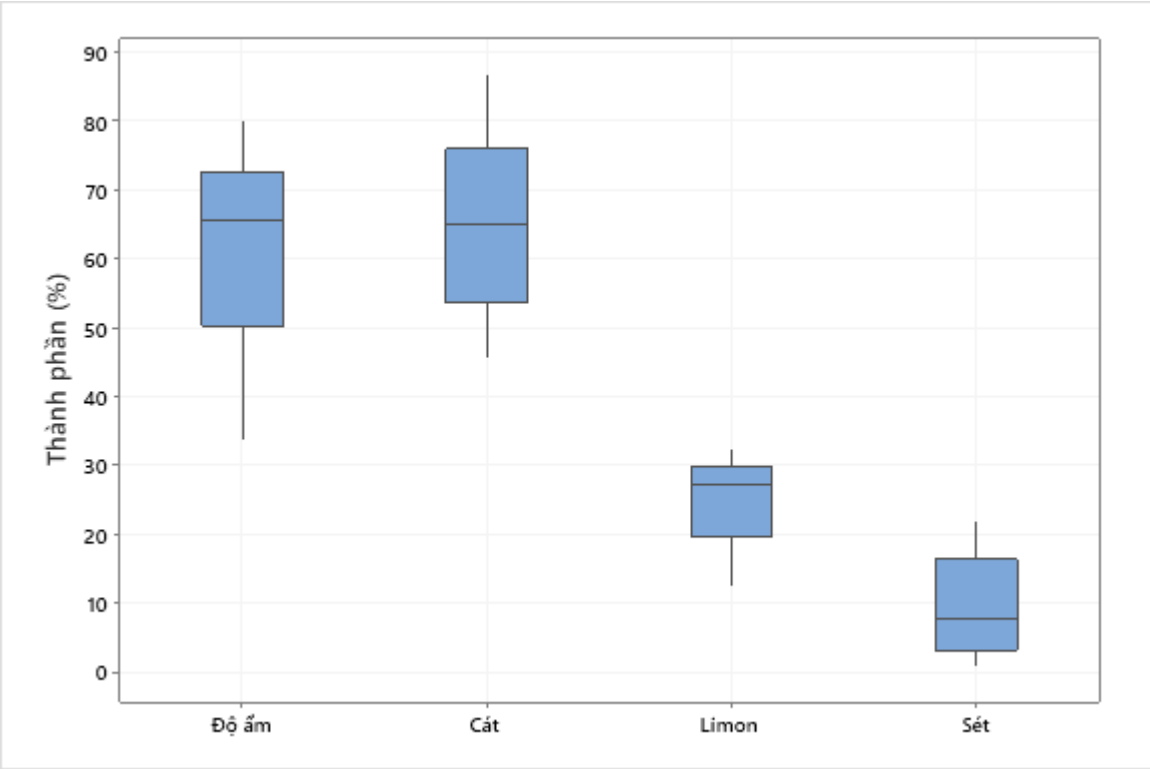
2.2.2. Phương pháp xác định một số tính chất lý, hóa học cơ bản của bùn thải

TT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp phân tích
1	Độ ẩm	%	TCVN 4196:2012
2	pH	-	TCVN 4192:2011
3	Cấp hạt	%	TCVN 6862:2012
4	Al_2O_3	%	TCVN 7891:2008
5	Fe_2O_3	%	TCVN 7891:2008
6	SiO_2	%	TCVN 7891:2008
7	CaO	%	TCVN 7891:2008
8	MgO	%	TCVN 7890:2008
9	Cl^-	%	TCVN 6194-1-1996
10	SO_4^{2-}	%	TCVN 6200:1996
11	Cu	mg/kg	TCVN 9556-2:2013, ISO 17072-2:2011
12	Ni	mg/kg	TCVN 9556-2:2013, ISO 17072-2:2011
13	Zn	mg/kg	TCVN 9556-2:2013, ISO 17072-2:2011
14	Cr	mg/kg	TCVN 9556-2:2013, ISO 17072-2:2011
15	Cd	mg/kg	TCVN 9556-2:2013, ISO 17072-2:2011
16	Pb	mg/kg	TCVN 9556-2:2013, ISO 17072-2:2011
17	CHC tổng số	%	TCVN 7376:2004
18	Nhiệt trị	kCal/kg	TCVN 200:2011 (ISO 1928:2009)

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Độ ẩm và thành phần cấp hạt của các mẫu bùn

Kết quả phân tích độ ẩm và thành phần cấp hạt của các mẫu bùn được thể hiện ở Hình 1.



Hình 1. Độ ẩm và thành phần cấp hạt của mẫu bùn

Hầu hết các mẫu bùn đều có độ ẩm cao, khoảng dao động lớn gây khó khăn cho việc thu gom và xử lý (33,8 - 80,2 %), vì vậy, để tận thu mẫu bùn theo định hướng làm vật liệu xây dựng cần nghiên cứu giải pháp tách nước, ổn định và làm khô bùn. Thành phần cấp hạt của bùn thải có ý nghĩa quan trọng trong việc nghiên cứu khả năng tận thu bùn cho mục đích làm vật liệu xây dựng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mẫu bùn có thành phần cấp hạt chủ yếu là cát (45,7 - 86,8 %). Mẫu bùn tại các kênh mương có thành phần cấp hạt cát lớn hơn các mẫu bùn tại ao hồ từ 1,28 - 1,67 lần. Thành phần cấp hạt limon dao động từ 12,4 - 32,5 %. Thành phần cấp hạt sét chiếm tỷ lệ nhỏ nhất và dao động từ 0,8 - 22 %. Mẫu bùn tại các ao hồ có thành phần cấp hạt sét lớn hơn các mẫu bùn tại kênh mương từ 2 - 22,6 lần. Các mẫu bùn có thành phần cấp hạt cát cao đều thuận lợi cho định hướng tận thu làm vật liệu xây dựng.

3.2. Một số tính chất hoá - lý cơ bản của mẫu bùn

Kết quả phân tích một số tính chất hoá - lý cơ bản của mẫu bùn được thể hiện tại Bảng 1.

Kết quả phân tích tại Bảng 1 cho thấy giá trị pH trong các mẫu bùn khá ổn định ở mức gần trung tính, dao động từ 6,89 đến 7,65 rất thuận lợi cho định hướng tận thu làm vật liệu xây dựng. Hàm lượng chất hữu cơ tổng số có sự dao động rất lớn trong các mẫu bùn từ 4,1 - 36,4 %. Đối với các mẫu bùn có hàm lượng chất hữu cơ thấp (dưới 10 %) có thể định hướng làm vật liệu xây dựng

không nung sau khi phối trộn với cát (SiO_2) và xi măng. Đối với các mẫu bùn có hàm lượng chất hữu cơ cao thì cũng có nhiệt trị cao nên định hướng nghiên cứu tận thu và phối trộn với các nguyên vật liệu khác như đất sét để làm vật liệu xây dựng có nung nhằm tận dụng nhiệt trị sẵn có trong mẫu bùn để giảm lượng than sử dụng trong làm gạch nung. Ngược lại với các mẫu bùn có hàm lượng chất hữu cơ thấp (B15) nên định hướng nghiên cứu tận thu và phối trộn với các nguyên vật liệu khác như cát, sỏi, đá xi măng để làm vật liệu xây dựng không nung. Hàm lượng Cl^-, SO_4^{2-} của các mẫu bùn đều ở mức rất thấp, tương ứng dao động từ 0,09 - 0,46 % và 0,28 - 1,4 %. Hàm lượng Cl^-, SO_4^{2-} thấp là rất thuận lợi cho định hướng nghiên cứu tận thu làm vật liệu xây dựng.

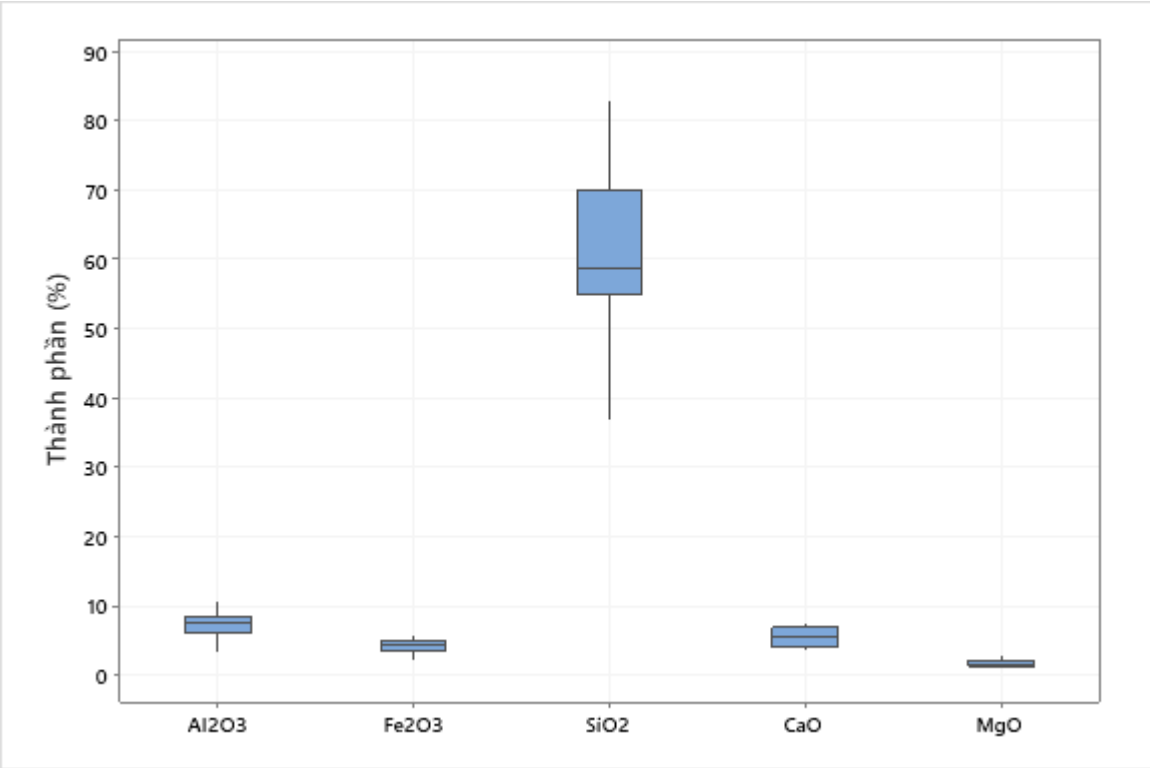
Bảng 1. Một số tính chất hoá - lý cơ bản của mẫu bùn

TT	Mẫu	Thông số				
		pH	Chất hữu cơ (%)	Cl^- (%)	SO_4^{2-} (%)	Nhiệt trị
1	B1	7,21	20,3	0,27	0,89	190
2	B2	7,15	27,3	0,39	1,02	250
3	B3	7,08	36,4	0,45	1,22	342
4	B4	7,33	18,7	0,30	1,05	175
5	B5	7,45	21,0	0,34	1,18	195
6	B6	7,42	13,5	0,33	0,92	122
7	B7	6,89	16,5	0,41	1,10	155
8	B8	7,37	14,3	0,46	1,23	131
9	B9	7,35	12,2	0,22	0,71	110
10	B10	7,26	13,6	0,27	1,07	125
11	B11	7,51	10,8	0,17	0,65	100
12	B12	7,65	9,5	0,15	0,57	<100
13	B13	7,57	10,0	0,16	0,60	<100
14	B14	7,28	7,3	0,12	0,45	<100
15	B15	7,14	4,1	0,09	0,28	<100
16	B16	7,32	19,4	0,24	1,20	180
17	B17	7,27	17,9	0,20	1,15	164
18	B18	7,20	15,4	0,16	1,02	140
19	B19	7,37	16,2	0,19	1,11	145
20	B20	7,40	17,0	0,25	1,30	156

3.3. Hàm lượng các oxit trong bùn thải

Kết quả phân tích hàm lượng các oxit trong mẫu bùn được thể hiện ở Hình 2. Kết quả nghiên phân tích cho thấy mẫu bùn có hàm SiO_2 là lớn nhất, dao động từ 36,8 - 82,8 %. Tiếp theo là hàm lượng các oxit Al_2O_3; CaO và Fe_2O_3 tương ứng dao động từ 3,24 - 10,58 %; 3,65 - 7,58 % và 2,06 - 5,72 %. Nhỏ nhất là hàm lượng oxit MgO dao động từ 1,03 - 2,85 %. Với hàm lượng SiO_2 và CaO cao là một trong yếu tố rất thuận lợi cho việc tận thu bùn thải để làm vật liệu xây dựng không nung. Một trong các dạng tồn tại của CaO trong mẫu bùn là canxi hydroxit, là một trong những vật liệu được sử dụng làm chất kết dính trong ngành vật liệu xây dựng không nung. Đối với các mẫu bùn có hàm lượng SiO_2, Fe_2O_3 và Al_2O_3 cao thì lại thuận lợi cho việc tận thu làm vật liệu xây dựng dạng gốm nung. Trong quá trình nung ở nhiệt độ cao > 1000 ^oC sẽ biến đổi các hợp chất silicate ban đầu (quartz, silicate tự nhiên) thành các hợp chất silicate mới gọi là silicate nhân tạo có

cấu trúc khung vững chắc làm tăng cường độ chịu nén, chịu uốn của gạch và cố định chặt hơn các kim loại nặng trong cấu trúc của gạch [12].



Hình 2. Hàm lượng một số oxit trong mẫu bùn

3.4. Hàm lượng một số kim loại nặng trong bùn thải

Kết quả phân tích hàm lượng của một số kim loại nặng trong bùn thải được thể hiện ở Hình 3.

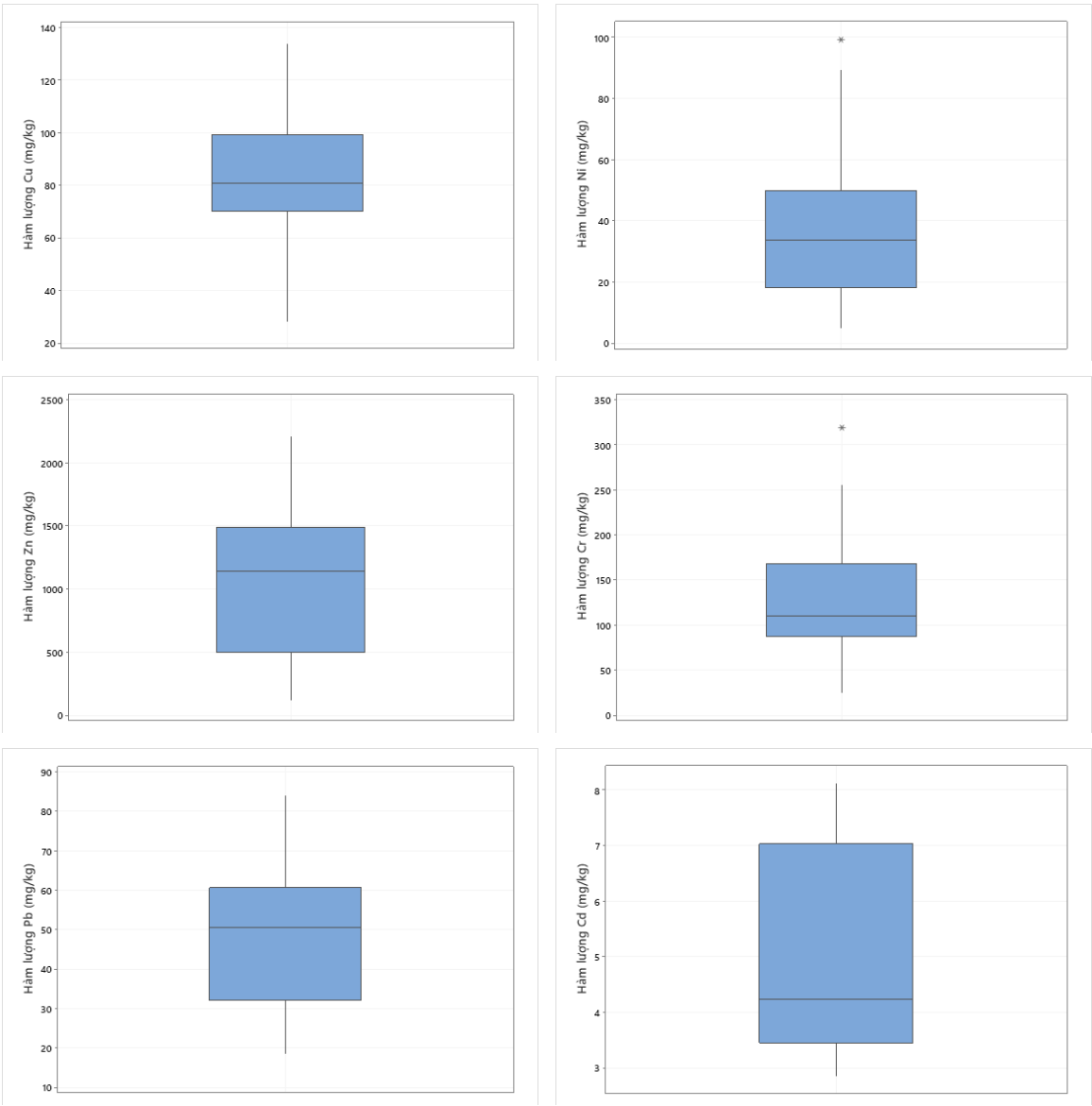
Kết quả nghiên cứu cho thấy:

- Hàm lượng Zn và Cr trong hầu hết các mẫu bùn đều ở mức cao tương ứng dao động từ 220 - 2.213,9 mgZn/kg và 24,7 - 320 mgCr/kg, vượt tiêu chuẩn QCVN 43:2017/BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích) tương ứng từ 1,28 - 7,03 lần (Zn) và 1,03 - 3,56 lần (Cr). Chỉ có 02/20 mẫu bùn có hàm lượng Zn và 05/20 mẫu bùn có hàm lượng Cr thấp hơn giá trị giới hạn trầm tích nước ngọt theo QCVN 43:2017/BTNMT.

- Hàm lượng Cd trong các mẫu bùn có sự dao động lớn giữa các mẫu nghiên cứu. Số liệu phân tích đối với các mẫu bùn B1, B2, B3, B4, B5, B9, B10, B14 và B15 có hàm lượng Cd là rất nhỏ, dưới ngưỡng phát hiện của phương pháp phân tích. 4/20 mẫu bùn có hàm lượng Cd nằm trong tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 43:2017/BTNMT. 7/20 mẫu bùn có hàm lượng Cd dao động từ 4,21 - 8,12 mg/kg, vượt tiêu chuẩn QCVN 43:2017/BTNMT từ 1,20 - 2,32 lần.

- Tất cả các mẫu bùn nghiên cứu có hàm lượng Cu và Pb nằm trong tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 43:2017/BTNMT và tương ứng dao động từ 28,1 - 120,3 mg/kg và 18,5 - 84,1 mg/kg. Hàm lượng Ni dao đông từ 4,8 - 99,5 mg/kg và tiêu chuẩn QCVN 43:2017/BTNMT không quy định về hàm lượng Ni trong trầm tích nước ngọt.

- Các mẫu bùn có hàm lượng kim loại nặng cao, vượt ngưỡng QCVN 43:2017/BTNMT không phù hợp với mục đích làm vật liệu san nền (trực tiếp), cần phải có các phương pháp xử lý trước khi tái sử dụng như phối trộn với cát, ximăng làm vật liệu xây dựng không nung hoặc làm nguyên liệu cho sản xuất gốm xây dựng có nung.



Hình 3. Hàm lượng một số kim loại nặng (Cu, Ni, Zn, Cr, Pb, Cd) trong bùn thải (mg/kg)

KẾT LUẬN

Mẫu bùn có thành phần cấp hạt chủ yếu là cát (45,7 - 86,8 %), độ ẩm dao động từ 33,8 - 80,2 %, giá trị pH ở mức gần trung tính, dao động từ 6,89 - 7,65. Hàm lượng chất hữu cơ tổng số có sự dao động rất lớn trong các mẫu bùn từ 4,1 - 36,4 %. Hàm lượng Cl^-, SO_4^{2-} đều ở mức rất thấp, tương ứng dao động từ 0,09 - 0,46 % và 0,28 - 1,4 %. Mẫu bùn có hàm lượng SiO_2 là lớn nhất, dao động

từ 36,8 - 82,8 %. Tiếp theo là hàm lượng các oxit Al_2O_3, CaO và Fe_2O_3 tương ứng dao động từ 3,24 - 10,58 %; 3,65 - 7,58 % và 2,06 - 5,72 %. Nhỏ nhất là hàm lượng oxit MgO dao động từ 1,03 - 2,85 %. Hàm lượng Zn và Cr trong hầu hết các mẫu bùn đều ở mức cao tương ứng dao động từ 220 - 2.213,9 mg/kg và 24,7 - 320 mg/kg, vượt tiêu chuẩn QCVN 43:2017/BTNMT tương ứng từ 1,28 - 7,03 lần và 1,03 - 3,56 lần, không phù hợp để sử dụng làm vật liệu san nền. Hàm lượng Cd trong các mẫu bùn có sự dao động lớn, 9/20 mẫu bùn có hàm lượng Cd rất nhỏ, dưới ngưỡng phát hiện của phương pháp phân tích, 4/20 mẫu nằm trong tiêu chuẩn QCVN 43:2017/BTNMT và 7/20 mẫu vượt tiêu chuẩn QCVN 43:2017/BTNMT từ 1,20 - 2,32 lần. Hàm lượng Cu và Pb nằm trong tiêu chuẩn cho phép theo QCVN 43:2017/BTNMT. Thành phần SiO_2, CaO trong bùn đô thị cao kết hợp với các mẫu có hàm lượng chất hữu cơ ở mức thấp có thể sử dụng làm vật liệu xây dựng không nung. Với các mẫu bùn có hàm lượng SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 và thành phần các kim loại nặng vượt ngưỡng QCVN 43:2017/BTNMT, giàu hữu cơ có thể được tái sử dụng làm vật liệu xây dựng có nung (dạng gốm).

Lời cảm ơn

Công trình được hoàn thành dưới sự hỗ trợ kinh phí của đề tài có mã số 01C-09/2019-3, các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cao Vũ Hưng, 2014. Nghiên cứu sự chuyển hoá một số yếu tố gây ô nhiễm trong quá trình ổn định bùn thải kết hợp rác hữu cơ bằng phương pháp lên men nóng. Luận án Tiến sỹ, Khoa Hoá học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
2. Trần Đức Hạ, 2009, Quản lý bùn cặn hệ thống thoát nước đô thị, Báo Xây dựng 38 (2019), 38-42.
3. L.Campanella, E.Cardarelli, T.Ferri, B.M.Petronio, A.Pupella (1987). Evaluation of heavy metals speciation in an urban sludge I. Batch method. Science of The Total Environment, Vol. 61, 1987, pp 217-228.
4. Trần Đức Hạ, 2013. Công nghệ và công trình xử lý nước thải qui mô nhỏ. Nhà xuất bản Khoa học & Kỹ thuật.
5. Quyết định số 6842/QĐ-UBND của UBND Thành phố Hà Nội về việc công bố quy trình, định mức kinh tế kỹ thuật và đơn giá duy trì hệ thống thoát nước đô thị trên địa bàn thành phố Hà Nội ban hành ngày 13/12/2016.
6. Zhan BJ, Poon CS. Study on feasibility of reutilizing textile effluent sludge for producing concrete blocks. Journal of Cleaner Production 101: 174-179, 2015.
7. Zhiyang Chang, Guangcheng Long, John L. Zhou, Cong Ma (2020). Valorization of sewage sludge in the fabrication of construction and building materials: A review. Resources, Conservation and Recycling, Vol. 154, March 2020, 104606.
8. Kaling Taki, Saurabh Choudhary, Sharad Gupta, Manish Kumar (2020). Enhancement of geotechnical properties of municipal sewage sludge for sustainable utilization as engineering construction material. Journal of Cleaner Production, Vol. 251, 1 April 2020, 119723.
9. Sumit Chakraborty, Byung WanJo, Jun Ho Jo, Zafar Baloch (2017). Effectiveness of sewage sludge ash combined with waste pozzolanic minerals in developing sustainable construction

material: An alternative approach for waste management. Journal of Cleaner Production, Vol. 153, 1 June 2017, pp 253-263.

10. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6663-13 : 2000 (ISO 5667-13:1993). Chất lượng nước, lấy mẫu. Phần 13: Hướng dẫn lấy mẫu bùn nước bùn nước thải và bùn liên quan.
11. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6663-15:2004 (ISO 5667-15: 1999) về chất lượng nước, lấy mẫu. Phần 15: Hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu bùn và trầm tích.
12. Meijuan Li, Peng Su, Yina Guo, Wenyi Zhang, Linqiang Mao (2017). Effects of SiO_2, Al_2O_3 and Fe_2O_3 on leachability of Zn, Cu and Cr in ceramics incorporated with electroplating sludge. Journal of Environmental Chemical Engineering, Vol. 5, Issue 4, August 2017, pp 3143-3150.

RESEARCH ON SOME PROPERTIES AND EVALUATE THE REUSING ABILITY OF URBAN SEWAGE SLUDGE IN HANOI CITY

Nguyen Manh Khai [*], Nguyen Xuan Huan, Tran Thi Minh Hang, Pham Thi Thuy

Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi

ABSTRACT

Research on sludge properties plays an important contribution to the management and reuse of sludge for different purposes. This study collected sludge samples from urban drainage river systems in Hanoi city and analyzed some characteristics of the sludge. The results showed that the composition of the sludge samples was mainly sand, ranging from 86.8 % to 58.7 % with a decreasing trend along the river length from upstream to downstream; the pH ranged from 6.89 to 7.65 (neutral to slightly alkaline); the organic matter ranged from 4.1 to 36.4% with significant difference among samples. The content of Cl^- and SO_4^{2-} ranged from 0.09 to 1.23 %; SiO_2 composition ranged from 36.8-82.8 %. The content of Zn and Cr ranged from 220 - 2,213.9 mg/kg and 24 - 320 mg/kg respectively, exceeding the national technical regulation on sediment quality (QCVN 43:2017/BTNMT) by 1.1-7.0 times. The composition of Cu, Ni and Pb was lower than the maximum allowable level according to QCVN 43:2017/BTNMT. Initial assessment results show that urban sewage sludge in Hanoi could be reused for different purposes such as building materials and energy recovery.

Keywords: Sludge, urban, properties, reuse.

[*] Corresponding author, email address: nguyenmanhkhai@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0179

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT SỬ DỤNG HỆ THỐNG THIẾU KHÍ - HIẾU KHÍ LUÂN PHIÊN

Phạm Duy Hoàn[1], Bùi Thị Thủy Ngân[2], Chu Xuân Quang[2], Nguyễn Minh Phương[1*]

[1]Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

[2]Trung tâm Công nghệ vật liệu, Viện Ứng dụng công nghệ, C6 Thanh Xuân Bắc, Thanh Xuân, Hà Nội

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu xử lý nước thải sinh hoạt bằng hệ thống hiếu khí - thiếu khí luân phiên. Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng bùn hoạt tính, thời gian cấp khí/ngừng cấp khí và thời gian lưu thủy lực đến hiệu quả xử lý của hệ thống. Nước thải sinh hoạt sử dụng trong quá trình nghiên cứu có giá trị COD trung bình là 351,4 ± 1,67 mg/L, nồng độ NH_4^+-N trung bình là 48,7 ± 0,94 mg/L và nồng độ PO_4^{3-}-P trung bình là 5,03 ± 0,05 mg/L. Tiến hành đánh giá hiệu quả xử lý nước thải ở các điều kiện vận hành khác nhau: hàm lượng bùn hoạt tính (2000, 3000, 4000, 5000 và 6000 mg/L), thời gian sục khí (10, 20, 30, 40, 50 phút) và thời gian lưu nước (3, 6, 8, 12, 24 giờ). Kết quả cho thấy với hàm lượng bùn 4000 mg/L, thời gian cấp khí/ngừng cấp khí là 30 phút/30 phút và thời gian lưu thủy lực là 6 giờ là tối ưu để xử lý nước thải sinh hoạt bằng hệ thống thiếu khí - hiếu khí luân phiên. Hiệu quả loại bỏ chất hữu cơ (COD) và NH_4^+-N lần lượt đạt 91,1 và 96,4 %, chất lượng nước sau xử lý đạt tiêu chuẩn QCVN 14:2008/BTNMT, cột B.

Từ khóa: Hiếu khí, thiếu khí, nước thải sinh hoạt, bùn hoạt tính.

1. MỞ ĐẦU

Cùng với sự phát triển về kinh tế - xã hội, ô nhiễm môi trường nước đã trở thành một vấn đề nghiêm trọng ảnh hưởng tới môi trường và sức khỏe con người. Vì vậy, công nghệ xử lý nước thải đóng vai trò quan trọng trong giảm thiểu ô nhiễm môi trường, đảm bảo sự bền vững của hệ sinh thái. Nước thải sinh hoạt với các đặc tính giàu chất hữu cơ, dinh dưỡng (nitơ, photpho), công nghệ sinh học như bùn hoạt tính, mương oxy hóa thường được áp dụng khá phổ biến trong xử lý nước thải sinh hoạt ở Việt Nam và trên thế giới [1, 2, 3]. Vi sinh vật trong bùn hoạt tính thực hiện quá trình trao đổi chất của chúng bằng cách sử dụng các chất ô nhiễm làm thức ăn. Oxy được cung cấp bởi hệ thống sục khí giúp vi khuẩn thực hiện các quá trình đó một cách hiệu quả. Công nghệ sử dụng hệ thống thiếu khí -hiếu khí luân phiên hay cấp khí gián đoạn ("intermittent aeration") là công nghệ xử lý nước thải sử dụng bùn hoạt tính được cải tiến nhằm nâng cao hiệu suất xử lý bằng cách điều chỉnh thời gian của chu trình sục khí và không sục khí [4]. Công nghệ bùn hoạt tính truyền thống thường cố định thời gian sục khí nhằm đảm bảo hàm lượng oxy cấp cho quá trình oxy hóa chất hữu cơ, do đó hiệu quả xử lý các chất hữu cơ khá tốt, tuy nhiên hiệu quả xử lý nitơ và photpho còn chưa cao. Ngoài ra, nhược điểm của công nghệ bùn hoạt tính truyền thống là tiêu tốn năng lượng có thể xảy ra khi sục khí quá mức và không cần thiết với nước thải có nồng độ chất ô nhiễm thấp. Công nghệ thiếu khí - hiếu khí luân phiên đã được ứng dụng trên thế giới để xử lý các loại nước thải khác nhau như nước thải sinh hoạt, nước thải chăn nuôi cho hiệu quả loại bỏ chất hữu cơ (COD) và amoni đạt >90 % [5 - 8]. Tại Việt Nam, công nghệ này cũng đã được áp dụng để xử lý nước thải chăn nuôi lợn, nước thải chế biến cao su [9, 10]. Ngoài thời gian cấp khí, ngừng cấp khí,

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: nmphuong.hn@hus.edu.vn

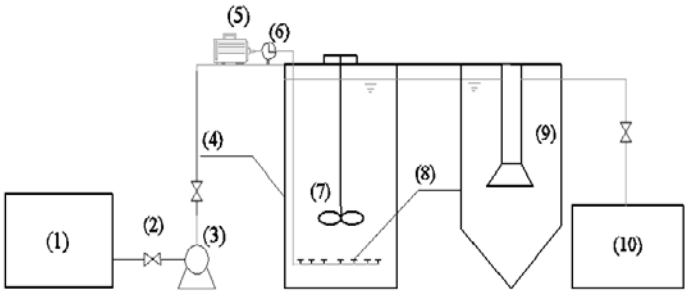
thời gian lưu thủy lực, hàm lượng bùn hoạt tính cũng là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới hiệu suất xử lý của hệ thống. Khi hàm lượng bùn thấp sẽ ảnh hưởng tới hiệu quả xử lý, tuy nhiên nếu hàm lượng bùn quá cao lượng oxy tiêu tốn cho quá trình càng cao, ảnh hưởng tới sự tiêu thụ năng lượng của hệ thống.

Trong nghiên cứu này, hệ thống thiếu khí - hiếu khí luân phiên được áp dụng trong xử lý nước thải sinh hoạt (quy mô phòng thí nghiệm) với các hàm lượng bùn hoạt tính, chu trình cấp khí/ngừng cấp khí và thời gian lưu thủy lực khác nhau nhằm đánh giá khả năng xử lý và tìm ra các thông số vận hành tối ưu trong xử lý nước thải sinh hoạt.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Bùn hoạt tính sử dụng trong nghiên cứu được chuẩn bị và nuôi tạo tại Phòng thí nghiệm của Trung tâm Công nghệ vật liệu. Nước thải để nuôi tạo bùn hoạt tính được pha giả lập từ các hóa chất sau: 0,464 g glucozo ($C_6H_{12}O_6$), 0,191 g NH_4Cl, 0,022 g KH_2PO_4, 3,2 g $NaHCO_3$ (trong 1 L) và các hóa chất vi lượng: 1,5 g $FeCl_3.6H_2O$; 0,18 g KI; 0,15 g $CoCl_2.6H_2O$; 0,15 g H_3BO_3; 0,12 g $MnCl_2.4H_2O$; 0,12 g $ZnSO_4.7H_2O$; 0,03 g $CuSO_4.5H_2O$ và 10 g EDTA. Ưu điểm của nước thải giả lập là nồng độ đầu vào cố định, không biến động như đối với nước thải ngoài thực tế, có thể điều chỉnh tỷ lệ COD, nitơ, photpho sao cho phù hợp, tạo điều kiện tốt nhất cho sự phát triển của vi sinh vật. Nước thải sinh hoạt được sử dụng để đánh giá khả năng xử lý của hệ thống thiếu khí - hiếu khí luân phiên được lấy tại Công ty TNHH Tấn Tài, xã An Hồng, huyện An Dương, thành phố Hải Phòng (nước thải từ khu nhà vệ sinh, khu tắm giặt và khu nhà bếp). Nước thải đầu vào có pH 8, hàm lượng COD, hàm lượng NH_4^+-N và PO_4^{3-}-P lần lượt là 351,4±1,67 mg/L, 48,7±0,94 mg/L và 5,03±0,05 mg/L. Nước thải sinh hoạt được bơm từ bể chứa nước đầu vào (1) sang bể phản ứng (4), lưu lượng nước thải 20 L/ngày. Hệ phản ứng vận hành liên tục theo quy trình sục khí -khuấy trộn luân phiên được thể hiện trong Hình 1. Hệ xử lý nước thải được vận hành theo phương pháp hiếu khí - thiếu khí luân phiên trong bể phản ứng (4) có thể tích hữu dụng là 5 L. Nước thải đầu ra tại bể (10) được tiến hành phân tích để xác định hiệu quả xử lý.



Chú thích:
(1) Bể chứa nước đầu vào
(2) Bơm nước
(3) Van
(4) Bể phản ứng
(5) Bơm sục khí
(6) Thiết bị đo lưu lượng khí
(7) Cánh khuấy
(8) Hệ sục khí
(9) Bể lắng
(10) Bể chưa nước đầu ra

Hình 1. Hệ thống xử lý nước thải sử dụng phương pháp hiếu khí - thiếu khí luân phiên

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp phân tích các thông số chất lượng nước: pH được đo bằng máy đo cầm tay đa thông số (HQ40D, Hach, Mỹ). Giá trị COD được xác định bằng phương pháp SMEWW 5220-D. Hàm lượng NH_4^+-N, NO_3^--N, NO_2^--N, PO_4^{3-}-P được đo bằng máy quang phổ UV-VIS (Thermo Scienfic, Mỹ) sử dụng các phương pháp SMEWW 4500-NH_3, SMEWW 4500-NO_3^-, SMEWW 4500-NO_2^- và SMEWW 4500-P. Chỉ số MLSS hay hàm lượng bùn hoạt tính được xác định theo

phương pháp trọng lượng TCVN 6625:2000 - lọc bằng giấy lọc có kích thước 0,45 µm, sấy khô đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105 ^oC. Các chỉ tiêu trong nước thải được phân tích lặp lại 3 lần và lấy kết quả trung bình; kết quả phân tích được xử lý trên phần mềm Microsoft Excel (version 2108).

Thiết kế thí nghiệm: Tiến hành các thí nghiệm 1, 2 và 3 nhằm đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng bùn hoạt tính, thời gian cấp khí/ngừng cấp khí và thời gian lưu thủy lực đến hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt như sau:

Thí nghiệm 1. Đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng bùn hoạt tính

Hàm lượng bùn hoạt tính đầu vào được thay đổi với các giá trị là 2000 mg/L, 3000 mg/L, 4000 mg/L, 5000 mg/L, và 6000 mg/L. Thời gian lưu nước trong hệ thống là 6 giờ trong đó cứ 60 phút cấp khí xen kẽ 60 phút ngừng cấp khí. Sau mỗi giờ của quá trình cấp khí, ngừng cấp khí, lấy 50 mL mẫu nước thải tiến hành phân tích các chỉ tiêu COD, NH_4^+-N, NO_3^--N, NO_2^--N, PO_4^{3-}-P để đánh giá hiệu quả xử lý chất hữu cơ, amoni và photpho trong nước thải.

Thí nghiệm 2. Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ngừng cấp khí đến hiệu quả xử lý COD, amoni, nitrit, nitrat, photphat

Thí nghiệm được tiến hành với hàm lượng bùn hoạt tính tối ưu xác định được ở thí nghiệm 1 với thời gian lưu là 6 giờ, thời gian cấp khí/ngừng cấp khí được thay đổi với các giá trị như sau:

Thời gian cấp khí/ngừng cấp khí = 50 phút/ 10 phút, 40 phút/20 phút, 30 phút/30 phút, 20 phút/40 phút, 10 phút/50 phút. Sau mỗi giai đoạn cấp khí/ngừng cấp khí lấy 50 mL mẫu nước thải tiến hành phân tích các chỉ tiêu COD, NH_4^+-N, NO_3^--N, NO_2^--N, PO_4^{3-}-P để đánh giá hiệu quả xử lý các chất hữu cơ, quá trình nitrat hóa và phản nitrat. Trong thí nghiệm này, chu trình cấp khí/ngừng cấp khí được rút ngắn để giảm tiêu tốn năng lượng sục khí. Cơ sở lựa chọn thời gian cấp khí và ngừng cấp khí này dựa trên các nghiên cứu trước đây về công nghệ sục khí luân phiên [4, 6].

Thí nghiệm 3. Ảnh hưởng của tổng thời gian lưu thủy lực đến hiệu quả xử lý COD và amoni.

Tiến hành thí nghiệm với hàm lượng bùn hoạt tính tối ưu xác định được ở thí nghiệm 1 với thời gian cấp khí/ngừng cấp khí tối ưu xác định được ở thí nghiệm 2, thời gian lưu nước của hệ thống được thay đổi với các giá trị: 3 giờ, 6 giờ, 8 giờ, 12 giờ, 24 giờ.

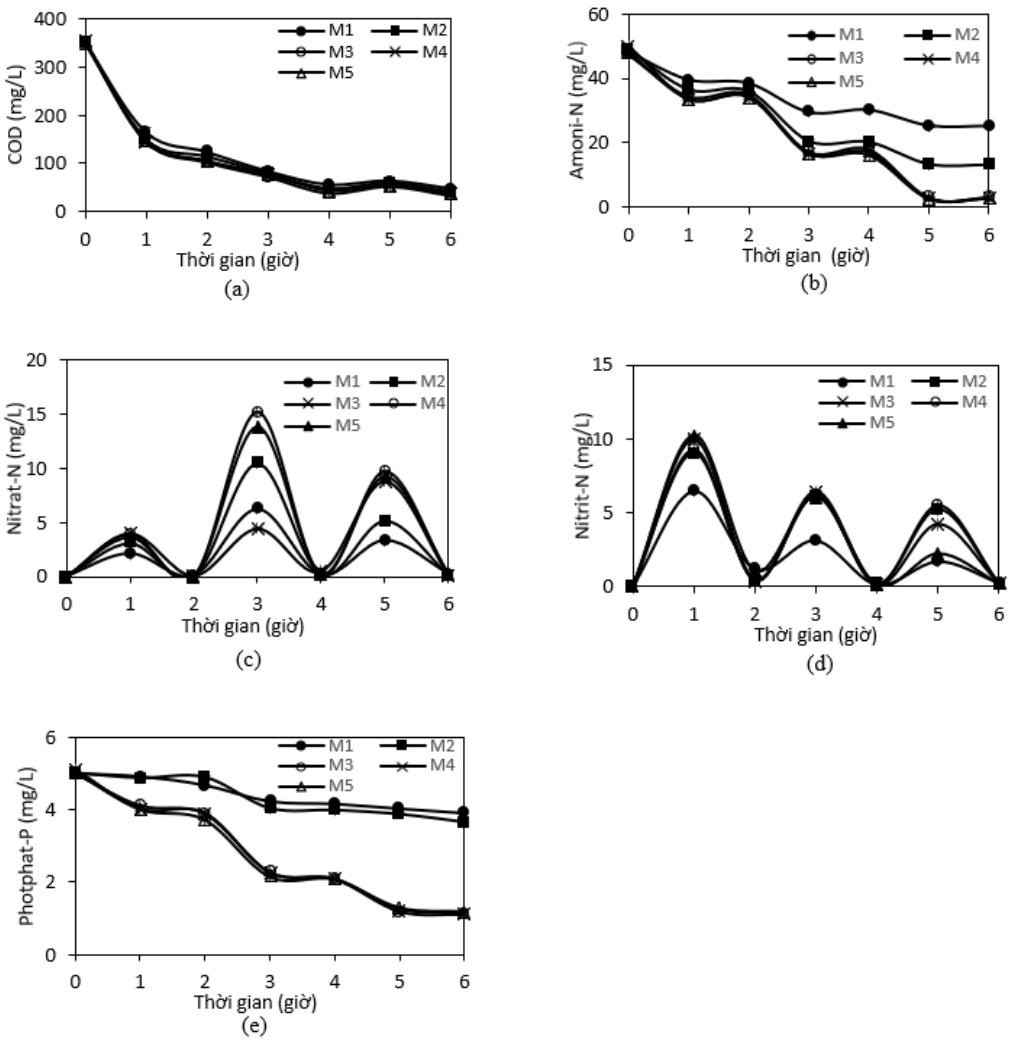
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng bùn hoạt tính tới hiệu quả xử lý của hệ thống

Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của hàm lượng bùn hoạt tính tới hiệu quả xử lý của hệ thống được thể hiện trên Hình 2.

Kết quả cho thấy hiệu quả xử lý COD và NH_4^+- N tăng dần khi tăng hàm lượng bùn hoạt tính từ 2000 mg/L tới 4000 mg/L (hiệu quả xử lý COD tăng từ 86,3 % đến 90,6 %; hiệu quả xử lý NH_4^+- N tăng từ 47,9 % đến 94,1 %). Khi hàm lượng bùn tăng lên 5000 và 6000 mg/L, hiệu quả xử lý COD giảm nhẹ từ 90,6 % xuống còn 89 %. Với hàm lượng bùn hoạt tính là 4000 mg/L, sau 6 giờ, giá trị COD (33±2 mg/L) và amoni (2,8±0,2 mg/L) trong nước thải đầu ra đạt tiêu chuẩn QCVN 14:2008/BTNMT, cột B. Nghiên cứu trước đây cũng cho thấy với hàm lượng bùn hoạt tính 4000 mg/L cho hiệu quả xử lý COD và amoni đạt >90 % [3]. Trong giai đoạn sục khí, hàm lượng amoni bị oxy hóa thành nitrit và nitrat ($NH_4^+ + 1{,}5\ O_2 \rightarrow NO_2^- + 2H^+ + H_2O$; $NO_2^- + 0{,}5\ O_2 \rightarrow NO_3^-$) sau đó tới giai đoạn thiếu khí (khi ngừng cấp khí), nitrit và nitrat bị khử thành N_2 [4, 9]. Các

kết quả từ thí nghiệm xác định ảnh hưởng của hàm lượng bùn hoạt tính cho thấy với hàm lượng bùn là 4000, 5000 và 6000 mg/L đều cho kết quả xử lý vượt trội so với các hàm lượng bùn ở giá trị thấp hơn. Hiệu quả xử lý COD, amoni, nitrat, nitrit và photphat tại hàm lượng bùn 4000, 5000 và 6000 mg/L không chênh lệch nhiều. Thậm chí khi tăng hàm lượng bùn lên trên 4000 mg/L, hiệu quả xử lý COD có sự giảm nhẹ. Đồng thời, việc nuôi cấy và duy trì bùn hoạt tính ở nồng độ 4000 mg/L cũng thuận lợi hơn so với nồng độ 5000 và 6000 mg/L. Do đó, nghiên cứu lựa chọn hàm lượng bùn hoạt tính 4000 mg/L để tiến hành ở các thí nghiệm tiếp theo.

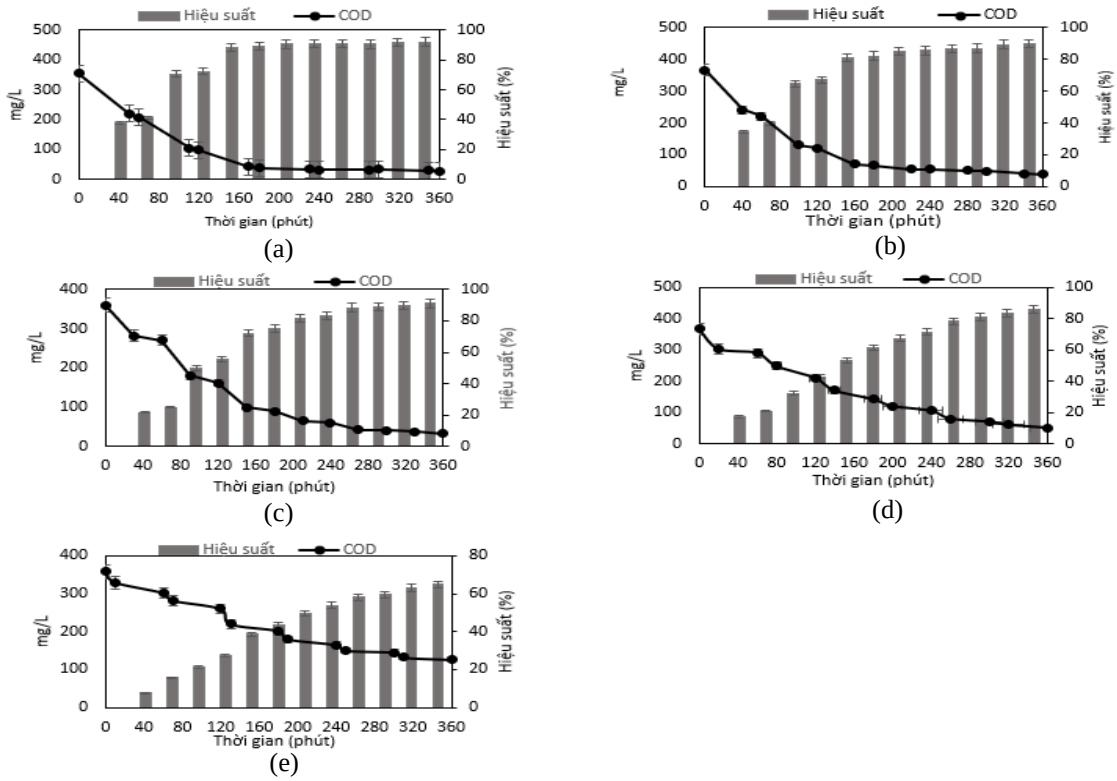


Hình 2. Ảnh hưởng của hàm lượng bùn hoạt tính tới hiệu quả xử lý COD (a), NH_4^+-N (b), NO_3^--N (c), NO_2^--N (d), PO_4^{3-}-P (e)

(M1, M2, M3, M4, M5 tương ứng với hàm lượng bùn hoạt tính 2000 mg/L, 3000 mg/L, 4000 mg/L, 5000 mg/L, 6000 mg/L)

3.2. Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ngừng cấp khí đến hiệu quả xử lý COD

Thí nghiệm được tiến hành với hàm lượng bùn hoạt tính là 4000 mg/L, thời gian lưu nước là 6 giờ và thay đổi thời gian cấp khí/ngừng cấp khí. Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ngừng cấp khí tới hiệu quả xử lý COD được thể hiện trên Hình 3.



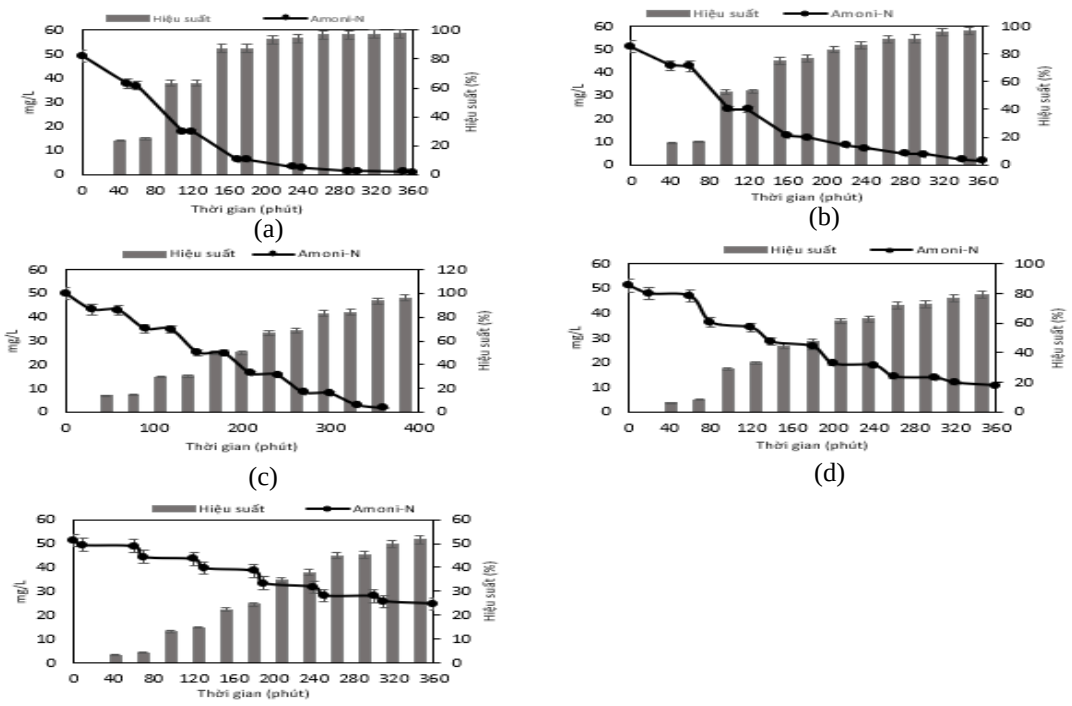
Hình 3. Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ ngừng cấp khí tới hiệu quả xử lý COD

(a) Cấp khí/ngừng cấp khí: 50 phút/10 phút, (b) Cấp khí/ngừng cấp khí: 40 phút/20 phút, (c) Cấp khí/ngừng cấp khí: 30 phút/30 phút, (d) Cấp khí/ngừng cấp khí: 20 phút/40 phút, (e) Cấp khí/ngừng cấp khí: 10 phút/50 phút

Kết quả cho thấy giá trị COD giảm nhanh nhất khi thời gian cấp khí/ngừng cấp khí là 50 phút/10 phút (sau 6 giờ, giá trị COD đạt 29±2 mg/L, đạt hiệu suất xử lý 91,8 %). Khi thời gian cấp khí giảm dần xuống còn 40 phút, 30 phút, 20 phút, 10 phút thì tốc độ giảm COD chậm hơn, giá trị COD trong nước sau xử lý có giá trị cao hơn so với thời gian cấp khí 50 phút, lần lượt đạt các giá trị 38±2; 32±2; 51±2; 126±5 mg/L tương ứng với hiệu suất xử lý 89,6; 91,15; 86,7 và 64,8 %. Khi thời gian cấp khí là 10 phút, hiệu suất xử lý COD chỉ đạt 64,8 %. Như vậy có thể thấy, khi thời gian cấp khí càng dài thì hiệu quả xử lý COD càng cao. Tuy nhiên, với thời gian cấp khí/ngừng cấp khí là 30 phút/30 phút, sau 6 giờ là đã cho hiệu quả xử lý COD khá tốt, đạt tới 91,1 %. Kết quả trên khá tương đồng với nghiên cứu trước đây của Izadi và cộng sự (2021) cho thấy hiệu quả xử lý COD bằng cơ chế sục khí gián đoạn, kết quả cho thấy với chu kỳ cấp khí/ngừng cấp khí là 25/25 phút hiệu quả xử lý COD có thể đạt tới 90 % [6].

3.3. Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ngừng cấp khí đến hiệu quả xử lý amoni

Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ngừng cấp khí tới hiệu quả xử lý amoni được thể hiện trên Hình 4. Thí nghiệm được tiến hành với hàm lượng bùn hoạt tính là 4000 mg/L, thời gian lưu nước là 6 giờ và thay đổi thời gian cấp khí/ngừng cấp khí. Kết quả cho thấy với thời gian cấp khí 50 phút, 40 phút, 30 phút thì hiệu quả xử lý amoni đạt khá cao. Hàm lượng NH_4^+- N đầu ra có giá trị lần lượt là 1,2±0,2 mg/L; 1,6±0,2 mg/L; 1,8±0,2 mg/L tương ứng với hiệu suất xử lý 97,57 %; 96,88 %; 96,4 %. Trong khi đó, khi giảm thời gian cấp khí xuống còn 20 phút và 10 phút, hiệu quả xử lý amoni giảm rất nhiều, giá trị amoni đầu ra cao với giá trị 10,8±0,5 mg/L (cấp khí 20 phút); 24,8±0,5 mg/L (cấp khí 10 phút), hiệu suất xử lý chỉ đạt 78,91 %; 51,56 %, chưa đạt tiêu chuẩn đầu ra theo QCVN 14 : 2008/BTNMT. Như vậy, có thể thấy thời gian cấp khí có ảnh hưởng rõ rệt tới hiệu quả xử lý amoni, khi thời gian cấp khí không đủ dài, amoni sẽ không bị oxy hóa hết thành nitrat, nitrit. Nghiên cứu trước đây sử dụng cơ chế sục khí gián đoạn cũng cho hiệu quả xử lý amoni đạt tới 92 % với thời gian cấp khí/ngừng cấp khí là 25/25 phút [6]. Trong các hệ thống sục khí xử lý nước thải, các vi khuẩn nitrat hóa như *Nitrosomonas, Nitrobacter* đóng vai trò quan trọng trong quá trình oxy hóa amoni và làm giảm hàm lượng NH_4^+-N trong nước thải [4].

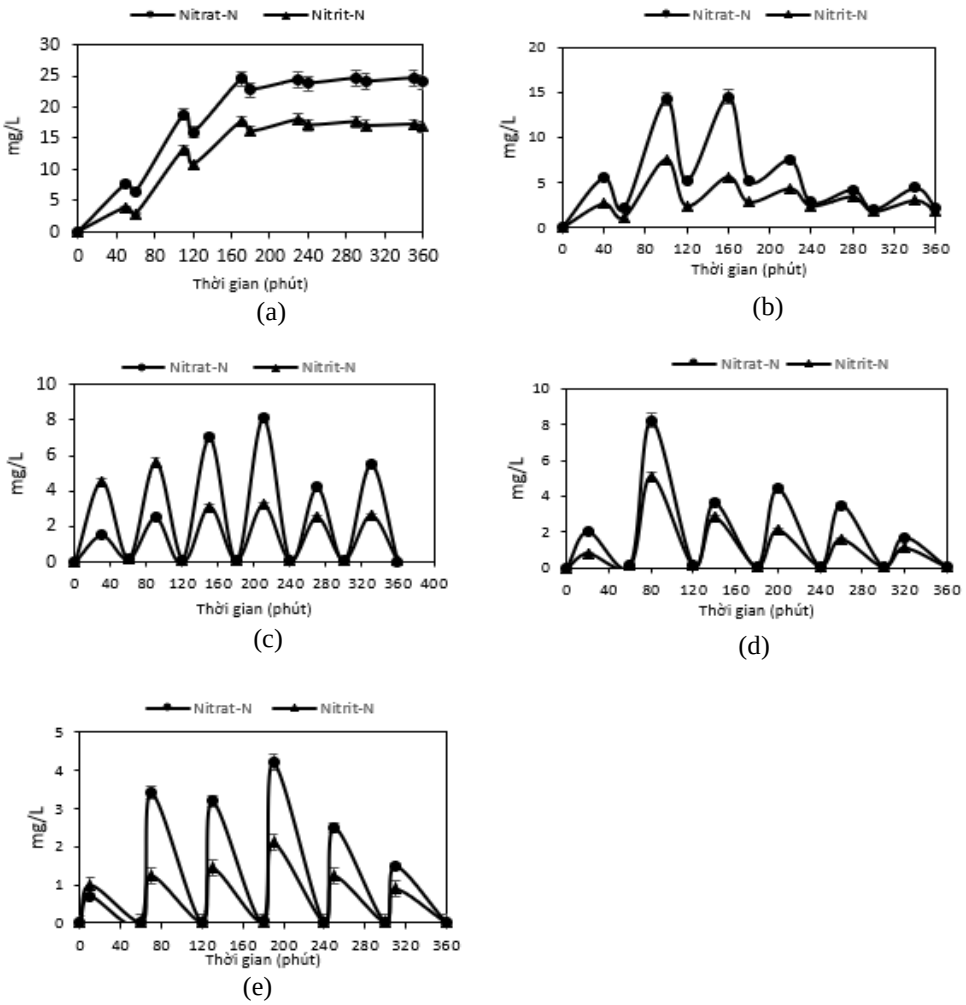


Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ngừng cấp khí tới hiệu quả xử lý amoni

(a) Cấp khí/ngừng cấp khí: 50 phút/10 phút, (b) Cấp khí/ngừng cấp khí: 40 phút/20 phút, (c) Cấp khí/ngừng cấp khí: 30 phút/30 phút, (d) Cấp khí/ngừng cấp khí: 20 phút/40 phút, (e) Cấp khí/ngừng cấp khí: 10 phút/50 phút

3.4. Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ngừng cấp khí đến hiệu quả xử lý nitrat, nitrit

Ảnh hưởng của thời gian cấp khí và ngừng cấp khí tới hiệu quả xử lý nitrat và nitrit được thể hiện trên Hình 5.



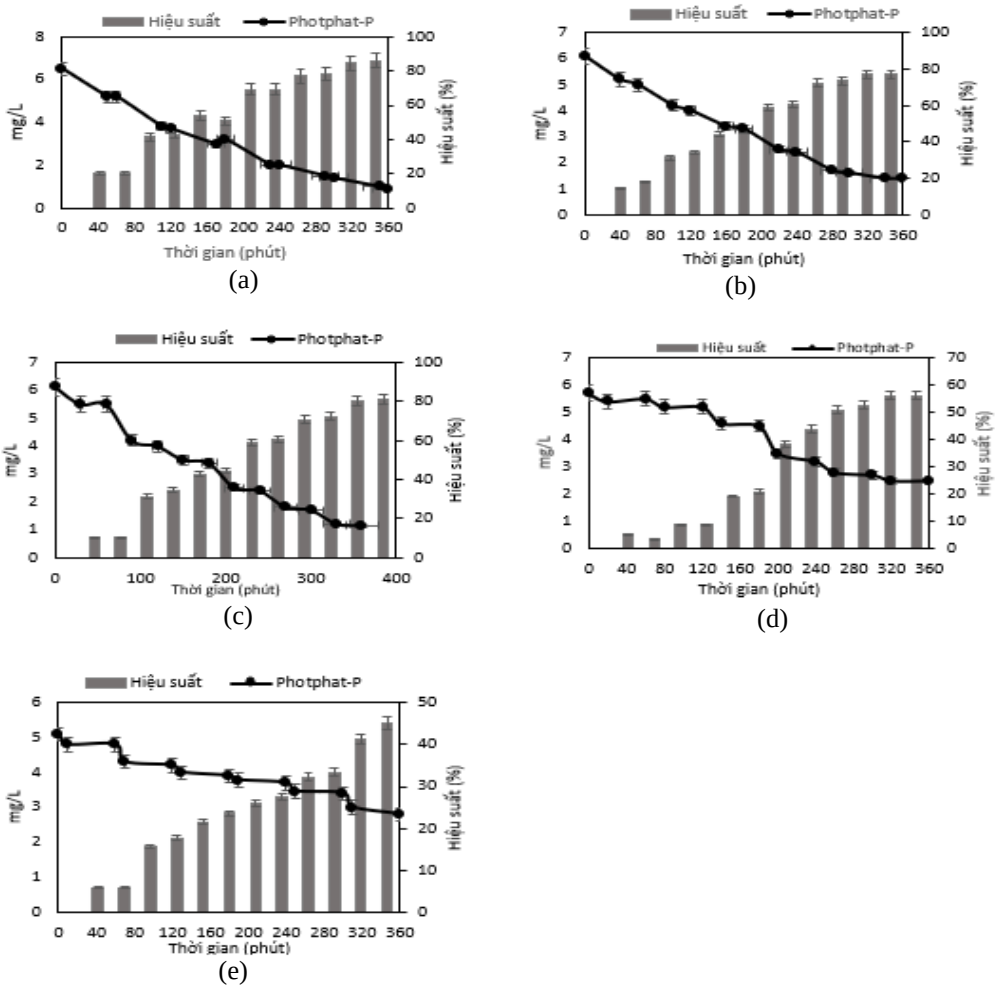
Hình 5. Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ ngừng cấp khí tới hiệu quả xử lý nitrat, nitrit

(a) Cấp khí/ngừng cấp khí: 50 phút/10 phút, (b) Cấp khí/ngừng cấp khí: 40 phút/20 phút, (c) Cấp khí/ngừng cấp khí: 30 phút/30 phút, (d) Cấp khí/ngừng cấp khí: 20 phút/40 phút, (e) Cấp khí/ngừng cấp khí: 10 phút/50 phút.

Kết quả cho thấy với thời gian cấp khí/ngừng cấp khí là 50/10 phút, sau 180 phút, hàm lượng NO_3^--N, NO_2^--N vẫn có giá trị tương đối cao, lần lượt là 24,0±0,5 mg/L và 16,8±0,5 mg/L và không có sự thay đổi đáng kể sau 360 phút. Với chu kỳ cấp khí 40/20 phút, hàm lượng NO_3^--N, NO_2^--N có giảm xuống < 5 mg/L nhưng vẫn chưa được khử hoàn toàn. Trong thời gian cấp khí, amoni bị oxy hóa để tạo thành nitrat và nitrit, khi ngừng cấp khí chuyển sang quá trình thiếu khí, nitrit, nitrat khử để tạo thành khí N_2 kết thúc chu trình xử lý amoni. Khi giảm thời gian cấp khí và tăng thời gian ngừng cấp khí trong các chu trình tiếp theo, giá trị amoni bị oxy hóa giảm và nitrit, nitrat bị khử tăng. Kết quả cho thấy với chu trình cấp khí/ngừng cấp khí là 30 phút/30 phút, nitrit và nitrat tạo ra trong giai đoạn cấp khí đã được gần như khử hoàn toàn trong giai đoạn ngừng cấp khí, hiệu quả xử lý nitrit, nitrat đạt >99 %.

3.5. Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ngừng cấp khí đến hiệu quả xử lý photphat

Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ngừng cấp khí đến hiệu quả xử lý photphat được thể hiện trên Hình 6.



Hình 6. Ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ngừng cấp khí đến hiệu quả xử lý photphat

(a) Cấp khí/ngừng cấp khí: 50 phút/10 phút, (b) Cấp khí/ngừng cấp khí: 40 phút/20 phút, (c) Cấp khí/ngừng cấp khí: 30 phút/30 phút, (d) Cấp khí/ngừng cấp khí: 20 phút/40 phút, (e) Cấp khí/ngừng cấp khí: 10 phút/50 phút

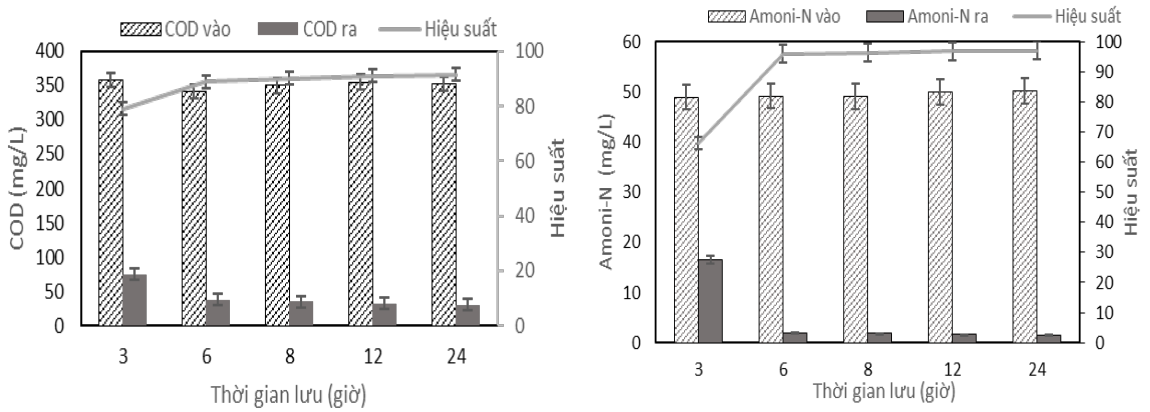
Kết quả cho thấy hiệu quả xử lý photphat khi thời gian cấp khí (giai đoạn xử lý hiếu khí) là 50, 40 và 30 phút cao hơn so với thời gian cấp khí là 20 và 10 phút. Cụ thể, đối với thời gian cấp khí là 50, 40 và 30 phút, hàm lượng PO_4^{3-}-P trong nước thải sau xử lý đạt các giá trị là 0,9±0,01 mg/L; 1,40±0,05 mg/L; 1,15±0,05 mg/L tương ứng với hiệu suất xử lý là 86,15 %; 77,05 %; 81,21 %. Trong khi đó, với thời gian cấp khí là 20 và 10 phút, hàm lượng PO_4^{3-}-P sau xử lý đều cao hơn (lần lượt là 2,5±0,2 mg/L và 2,8±0,2 mg/L), tương ứng với hiệu suất xử lý chỉ đạt 56,14 và 45,1 %. Kết quả trước đây cũng cho thấy thời gian cấp khí ảnh hưởng tới hiệu quả xử lý photphat, khi tăng thời

gian cấp khí từ 25 đến 50 phút, hiệu quả xử lý PO_4^{3-}-P tăng từ 63 % lên đến 91 % [6]. Quá trình hiếu khí tạo điều kiện thuận lợi giúp tăng cường khả năng tích lũy photphat ở vi sinh vật, vai trò của các vi khuẩn có khả năng tích lũy photphat thuộc chi *Pseudomonas, Acinobacter* trong bùn hoạt tính đã được xác định trong nghiên cứu trước đây [7].

Từ kết quả xác định ảnh hưởng của thời gian cấp khí/ngừng cấp khí đến hiệu quả xử lý các thông số COD, NH_4^+-N, NO_3^--N, NO_2^--N, PO_4^{3-}-P trong nước thải sinh hoạt cho thấy thời gian cấp khí/ngừng cấp khí là 30/30 phút là thích hợp để vận hành hệ thống xử lý nước thải hiếu khí - thiếu khí luân phiên, các chỉ tiêu trong nước sau xử lý đều đạt QCVN 14:2008/BTNMT, cột B.

3.6. Ảnh hưởng của tổng thời gian lưu thủy lực đến hiệu quả xử lý COD và amoni

Ảnh hưởng của thời gian lưu nước đến hiệu quả xử lý của hệ thống được thể hiện trên Hình 7. Với thời gian lưu nước là 3 giờ, hiệu quả xử lý COD và NH_4^+- N lần lượt là 79,05 và 66,25 %. Khi thời gian lưu nước tăng lên 6 giờ, hiệu quả xử lý COD và NH_4^+- N tăng lên rõ rệt và đều đạt >80 %, chất lượng nước sau xử lý đạt QCVN 14:2008/BTNMT, cột B. Khi thời gian lưu nước tăng lên 8, 12 và 24 giờ, hiệu quả xử lý COD và NH_4^+- N tăng lên không đáng kể. Kết quả cho thấy với thời gian lưu nước 6 giờ là thích hợp cho hệ thống xử lý nước thải. Kết quả này khá tương đồng với nghiên cứu trước đây cho thấy thời gian lưu thủy lực thích hợp nhất là 6 giờ so với 9 giờ và 12 giờ trong hệ thống sục khí luân phiên [8].



(a) (b)

Hình 7. Ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý COD (a) và NH_4^+- N (b)

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu chỉ ra rằng nước thải sinh hoạt có thể được xử lý hiệu quả bằng công nghệ hiếu khí - thiếu khí luân phiên. Hàm lượng bùn hoạt tính, thời gian cấp khí/ngừng cấp khí và thời gian lưu thủy lực ảnh hưởng tới hiệu quả xử lý nước thải. Hàm lượng bùn hoạt tính là 4000 mg/L, thời gian cấp khí/ngừng cấp khí là 30/30 phút và thời gian lưu thủy lực 6 giờ là điều kiện thích hợp để vận hành hệ thống công nghệ xử lý nước thải hiếu khí -thiếu khí luân phiên. Ở điều kiện này, chất lượng nước sau xử lý đạt QCVN 14:2008/BTNMT, cột B. Các kết quả trong nghiên cứu này góp phần cung cấp nhiều thông tin có giá trị cho việc áp dụng công nghệ hiếu khí - thiếu khí luân phiên để xử lý các nguồn nước thải sinh hoạt nói chung và có thể mở rộng áp dụng để xử lý nước thải các ngành khác nói riêng (nước thải chăn nuôi, nước thải các ngành chế biến thực phẩm,…).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Liu, Y., Shi.H, Xia, H., et at., (2010). "Study of operational conditions of simultaneous nitrifcation and denitrifcation in a Carrousel oxidation ditch for domestic wastewater treatment", *Bioresource Technology*, 101, 901 - 906.
2. Wang, S., Zhang, S., Peng, C., et al., (2008). "Intercross real-time control strategy in alternating activated sludge process for short-cut biological nitrogen removal treating domestic wastewater", *Journal of Environmental Sciences*, 20, 957 - 963.
3. Nguyen Sang, Nguyen Thi Oanh, Nguyen Minh Phuong, Tran Hung Thuan, Tran Van Quy, Chu Xuan Quang, (2018). "Improvement of COD and ammonium removal from domestic wastewater by activated aerobic granular sludge", *Vietnam Water Cooperation Highlights*, ISBN 978-604-62-9664-7, 68 - 70.
4. Miao, Y., Zhang, L., Yu, D., et al., (2022). "Application of intermittent aeration in nitrogen removal process: development, advantages and mechanisms", *Chemical Engineering Journal*, 430, 133184.
5. Cheng, J., Liu, B., (2001). "Nitrification/Denitrification in Intermittent Aeration Process for Swine Wastewater Treatment", *Journal of Environmental Engineering*, 127, 705 - 711.
6. Izadi, P., Izadi, P., Eldyasti, A., (2021). "Enhancement of simultaneous nitrogen and phosphorus removal using intermittent aeration mechanism", *Journal of Environmental Sciences*, 109, 1-14.
7. Benammar, L., Menasria, T., Ayachi, A., et al., (2015). "Phosphate removal using aerobic bacterial consortium and pure cultures isolated from activated sludge", *Process Safety and Environmental Protection*, 95, 237-246.
8. Chang K., Choi, Moonil, K., Euntae, Y., In S. Kim (2015). "Effects of aeration on/off times and hydraulic retention times in an intermittently aerated membrane bioreactor", *Desalination and Water Treatment*, 57 (16), 7574-7581.
9. Dương Văn Nam, Phan Đỗ Hùng, Nguyễn Hoài Châu, Đinh Văn Viện, (2017). Thiết bị SBR cải tiến hiệu năng cao trong xử lý đồng thời các chất hữu cơ và nitơ trong nước thải chế biến cao su sau xử lý kỵ khí, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam,* 22 (11), 48 - 53
10. Lê Sỹ Chính, Phạm Anh Hùng, Phan Đỗ Hùng (2018). Ảnh hưởng của tỷ lệ hồi lưu đến hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi lợn sau khi xử lý biogas bằng phương pháp lọc sinh học kết hợp sục khí luân phiên, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường,* 34 (3), 25-32.

EVALUATION OF DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT BY INTERMITTENT AERATION

Pham Duy Hoan[1], Bui Thi Thuy Ngan[2], Chu Xuan Quang[2], Nguyen Minh Phuong[1]*

[1]Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi

[2] Center for Advanced Materials and Environmental Technology, National Center for Technological Progress, C6 Thanh Xuan Bac, Thanh Xuan, Hanoi

ABSTRACT

The study presents the results on the domestic wastewater treatment by intermittent aeration technology. The study evaluated the influence of activated sludge content, aeration/non-aeration time and hydraulic retention time on the treatment performance. The domestic wastewater used in the study had the average COD value of 351.4±1.67 mg/L, the NH_4^+-N concentration of 48.7±0.94 mg/L and PO_4^{3-}-P concentration of 5.03±0.05 mg/L. The evaluation of domestic wastewater treatment efficiency was conducted under different operating conditions: activated sludge content (2000, 3000, 4000, 5000 and 6000 mg/L), aeration time (10, 20, 30, 40, 50 min) and hydraulic retention time (3, 6, 8, 12, 24 hours). The results showed that with the activated sludge content of 4000 mg/L, the aeration/non-aeration time of 30 minutes/30 minutes and the hydraulic retention time of 6 hours, the treatment of domestic wastewater achieved high removal efficiencies. The removal efficiency of organic matter (COD) reached 91.1 and 96.4 %, respectively. The effluent after treatment met the Vietnamese regulation QCVN 14:2008/BTNMT, column B.

Keywords: Aerobic, anoxic, domestic wastewater, activated sludge.

* Corresponding author, email address: nmphuong.hn@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0180

DIỄN BIẾN MỘT SỐ KIM LOẠI NẶNG TRONG MỘT SỐ VÙNG ĐẤT VEN BIỂN TỈNH THANH HÓA VÀ ĐỀ XUẤT NGĂN NGỪA Ô NHIỄM

Lê Sỹ Chung[1,2*], Nguyễn Quốc Việt[1], Lê Sỹ Chính[3], Phạm Anh Hùng[1], Nguyễn Mạnh Khải[1]

[1] Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

[2] Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Thanh Hóa, 17 Hạc Thành, Thanh Hóa

[3] Trường Đại học Hồng Đức, 565 Quang Trung, Thanh Hóa

TÓM TẮT

Vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa có diện tích 1.229,05 km^2, chiếm 11,05 % diện tích tự nhiên toàn tỉnh. Bên cạnh hoạt động sản xuất nông nghiệp, đây là vùng phát triển công nghiệp, cụm công nghiệp, dịch vụ vận tải sông biển và khu đô thị, du lịch. Kết quả đánh giá diễn biến các hàm lượng kim loại nặng (Cu, Pb, Zn và Cd) giai đoạn 2015-2019 cho thấy đã có xu hướng gia tăng về hàm lượng kim loại nặng trong đất. Đặc biệt, vào các năm 2018 và 2019 có 6 trong số 12 vị trí quan trắc có hàm lượng Pb trong đất vượt QCVN cho mục đích nông nghiệp và dân sinh từ 1,01 - 1,71 lần. Trong đó, có 2 điểm quan trắc trong năm 2018 và 2019 hàm lượng Pb cũng vượt QCVN cho mục đích lâm nghiệp (100 mg/kg) từ 1,1 - 1,2 lần. Sự gia tăng và tích lũy kim loại nặng (Cu, Pb, Zn và Cd) trong khu vực yêu cầu đặt ra các giải pháp quản lý, xử lý và giám sát tại các nguồn phát sinh chất thải như tại khu kinh tế, khu công nghiệp, cụm công nghiệp-làng nghề, khu đô thị, dịch vụ du lịch.

Từ khóa: Môi trường đất, hiện trạng môi trường, vùng ven biển, tỉnh Thanh Hóa.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa có diện tích 1.229,05 km^2 (6 huyện, thành phố, thị xã), chiếm 11,05 % diện tích tự nhiên toàn tỉnh [1], đây là vùng có nhiều khả năng để phát triển nông nghiệp và nuôi trồng thuỷ sản. Bên cạnh đó, đây là vùng phát triển công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp - làng nghề; dịch vụ vận tải sông biển và khu đô thị, dịch vụ du lịch. Nổi bật là khu công nghiệp động lực Nghi Sơn với cảng biển nước sâu và công nghiệp lọc hoá dầu, khu đô thị, du lịch sinh thái và nghỉ dưỡng tại thành phố Sầm Sơn, thị xã Nghi Sơn, Hải Hòa, Hải Tiến,...

Các kim loại nặng trong đất ngoài nguồn từ quá trình phong hoá đá, có nhiều nguồn từ các hoạt động của con người đưa kim loại vào đất. Bao gồm hoạt động khai khoáng và luyện kim (Quá trình khai thác và rác thải là nguồn phát thải ra As, Cd, Hg, Pb; quá trình tinh chế, luyện kim phát thải ra As, Cd, Hg, Pb, Sb, Se; ngành công nghiệp sắt, thép phát thải ra Cu, Ni, Pb). Các hoạt động sản xuất công nghiệp với một số ngành và các nguyên tố chính như nhựa (phát sinh Co, Cr, Cd, Hg), dệt (phát sinh Zn, Al, Z, Ti, Sn), điện tử (phát sinh Cu, Ni, Cd, Zn, Sb), chế biến gỗ (Cu, Cr, As), tinh chế (Pb, Ni, Cr). Hoạt động sản xuất nông nghiệp, bao gồm phân bón hóa học (phát sinh As, Cd, Mn, U, V và Zn trong phân phosphat), phân xanh (phát sinh As và Cu trong phân của lợn và gia cầm, Mn và Zn trong phân xanh sử dụng của các trang trại), vôi (As, Pb), thuốc bảo vệ thực

* Tác giả liên hệ: lesychung_sdh@hus.edu.vn

vật (Cu, Mn, và Zn trong thuốc diệt nấm, As, Pb sử dụng cho cây ăn quả). Nguồn lắng đọng từ khí quyển bao gồm nhiều nguồn khác nhau phát thải ra và lơ lửng trong không khí với một số nguồn như hoạt động đô thị (Cd, Cu, Pb, Sn, Hg, V), luyện kim (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, Zn), khí thải từ động cơ xe (Mo, Pb (với Br và Cl), V), đốt nhiên liệu hoá thạch (As, Pb, Sb, Se, U, V, Zn, Cd) [2].

Trong những năm gần đây, các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội đó đã có những tác động đến môi trường đất của vùng đặc biệt là khu vực xung quanh Khu kinh tế Nghi Sơn, các khu vực cụm công nghiệp - làng nghề, nhà máy, cơ sở chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản,… đã có xuất hiện tình trạng ô nhiễm môi trường. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu đánh giá diễn biến môi trường đất thông qua các kim loại nặng (Cu, Pb, Zn, Cd) trong đất vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa, phân tích nguyên nhân và đề xuất một số giải pháp sử dụng bền vững tài nguyên đất của vùng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Tài nguyên đất vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa bao gồm các huyện Nga Sơn, Hậu Lộc, Hoằng Hóa, Tp. Sầm Sơn, huyện Quảng Xương và thị xã Nghi Sơn và các hoạt động phát triển kinh tế bao gồm các hoạt động công nghiệp, thủ công nghiệp, nông nghiệp và thương mại, dịch vụ.

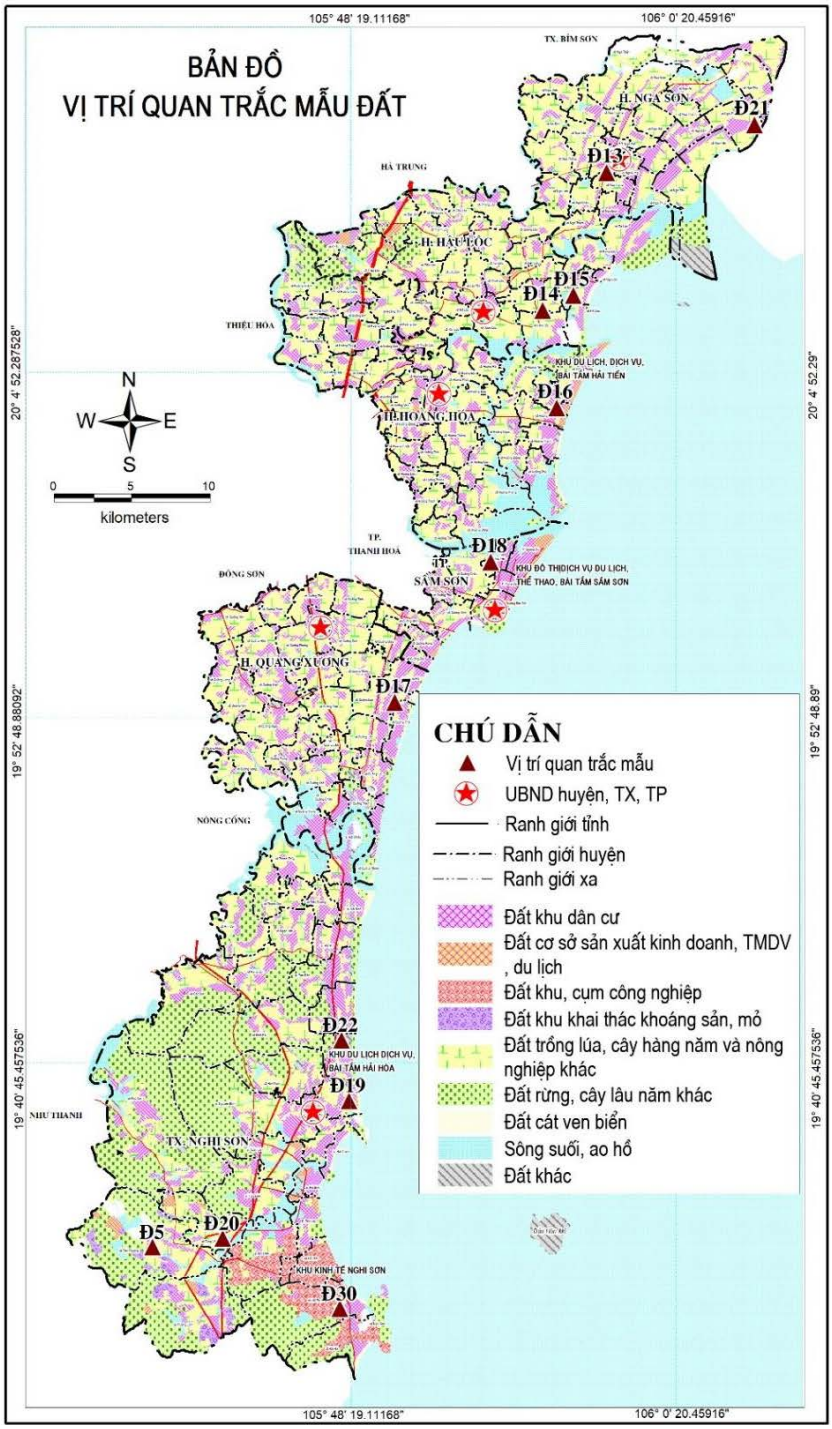
2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp thu thập, kế thừa và tổng hợp số liệu: Thu thập số liệu quan trắc môi trường đất 5 năm (2015-2019) [3, 4] và bản đồ hiện trạng sử dụng đất [1].

+ Số điểm khảo sát là 12 điểm, thời gian đánh giá là 2015-2019, vị trí lấy mẫu và hiện trạng sử dụng đất tại vị trí lấy mẫu được thể hiện ở Bảng 1 và Hình 1. Tiêu chí lựa chọn các điểm mẫu này là nằm trong các huyện, thành phố, thị xã ven biển của tỉnh Thanh Hóa, gần các khu vực có các hoạt động công nghiệp, khai khoáng, du lịch, dịch vụ nên môi trường đất có nguy cơ ô nhiễm tổng hợp.

Bảng 1. Hiện trạng, vị trí của 12 điểm lấy mẫu đất vùng nghiên cứu

STT	Hiện trạng/địa điểm	Ký hiệu	Tọa độ (m)	
			X	Y
1	Đất chuyên lúa, xã Tân Trường, tx Nghi Sơn	Đ5	2.142.915	569.686
2	Đất chuyên lúa, xã Nga Mỹ, Nga Sơn	Đ13	2.211.914	600.421
3	Đất chuyên lúa, xã Phú Lộc, Hậu Lộc	Đ14	2.203.275	596.415
4	Đất chuyên lúa, xã Minh Lộc, Hậu Lộc	Đ15	2.204.426	598.280
5	Đất chuyên lúa, xã Hoằng Hải, Hoằng Hóa	Đ16	2.196.353	596.893
6	Đất trồng cây hàng năm - xã Quảng Lưu - Quảng Xương	Đ17	2.177.246	587.047
7	Đất chuyên lúa, P. Quảng Tiến, Tp. Sầm Sơn	Đ18	2.177.089	586.365
8	Đất chuyên lúa, P. Hải Hòa, tx Nghi Sơn	Đ19	2.185.761	593.967
9	Đất chuyên lúa, xã Tùng Lâm, tx Nghi Sơn	Đ20	2.142.728	575.951
10	Đất trồng cói, xã Nga Thái, Nga Sơn	Đ21	2.151.185	584.030
11	Đất trồng cây hàng năm, P. Hải Lĩnh, tx Nghi Sơn.	Đ22	2.212.269	581.037
12	Đất trồng cây hàng năm, xã Hải Thượng, Khu kinh tế Nghi Sơn (Gang thép Nghi Sơn).	Đ30	2.138.655	583.582



Hình 1. Bản đồ vị trí khảo sát mẫu đất và hiện trạng sử dụng đất vùng nghiên cứu

+ Mẫu đất lấy ở độ sâu 0 - 25 cm, lấy 3 mẫu đơn tại thửa ruộng (theo đường chéo, hình vuông, ziczac), các mẫu đơn được trộn đều với nhau và lấy mẫu hỗn hợp có khối lượng 1 kg. Mẫu đất được lấy và bảo quản theo TCVN 7538-2:2005 [5].

+ Phương pháp phân tích hàm lượng các kim loại nặng (Cu, Pb, Zn và Cd) theo TCVN 8246:2009 [6].

- Phương pháp sử dụng phần mềm hệ thống thông tin địa lý: Sử dụng phần mềm MapInfor 15.0 để lập bản đồ vị trí các mẫu quan trắc và các đối tượng liên quan.

- Phương pháp so sánh với các tiêu chuẩn, quy chuẩn: Các hàm lượng môi trường đất được so sánh với QCVN 03-MT:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép của kim loại nặng trong đất [7] với các hàm lượng tối đa cho phép của các kim loại nặng được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Giới hạn tối đa hàm lượng tổng số của một số kim loại nặng trong tầng đất mặt.

Đơn vị tính: mg/kg đất khô

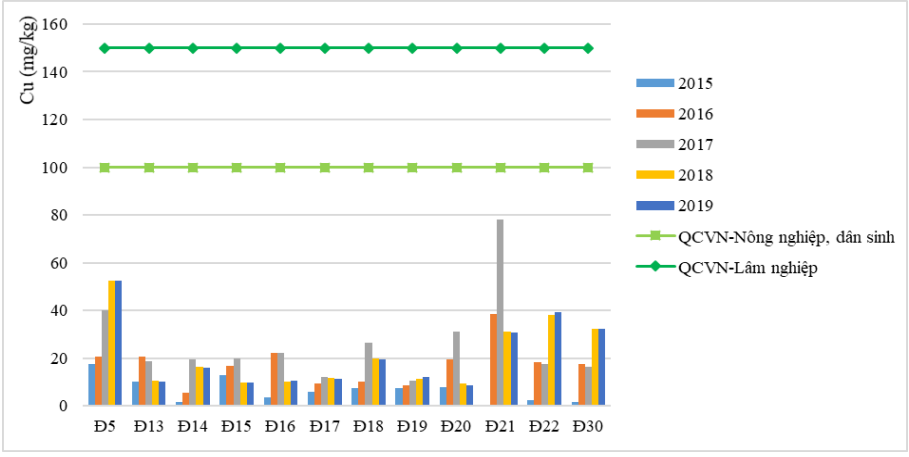
TT	Thông số	Đất nông nghiệp	Đất lâm nghiệp	Đất dân sinh	Đất công nghiệp	Đất thương mại, dịch vụ
1	Cadimi (Cd)	1,5	3	2	10	5
2	Chì (Pb)	70	100	70	300	200
3	Đồng (Cu)	100	150	100	300	200
4	Kẽm (Zn)	200	200	200	300	300

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đánh giá diễn biến môi trường đất vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa

3.1.1. Hàm lượng Cu trong đất

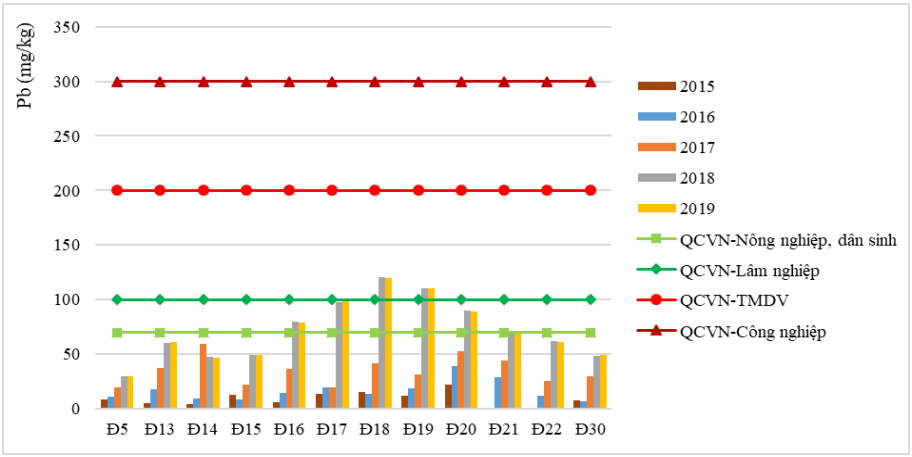
Kết quả phân tích hàm lượng Cu trong đất biểu diễn tại Hình 2 cho thấy hàm lượng Cu trong đất giai đoạn 2015-2019 đều chưa vượt quá QCVN 03-MT:2015/BTNMT cho mục đích nông-lâm nghiệp, dân sinh, công nghiệp và thương mại dịch vụ (100 mg/kg và 150 mg/kg). Hàm lượng Cu trong đất giai đoạn này dao động từ 1,65 đến 78,23 mg/kg, hầu hết các điểm quan trắc đều có xu hướng gia tăng hàm lượng Cu theo thời gian quan trắc, ngoại trừ các điểm Đ18 và Đ21 cho thấy năm 2017 có hàm lượng Cu trong đất tương ứng là 26,54 và 78,23 mg/kg, cao hơn so với năm 2018 và 2019.



Hình 2. Diễn biến hàm lượng Cu giai đoạn 2015 - 2019 của 12 mẫu đất ven biển tỉnh Thanh Hóa

3.1.2. Hàm lượng Pb

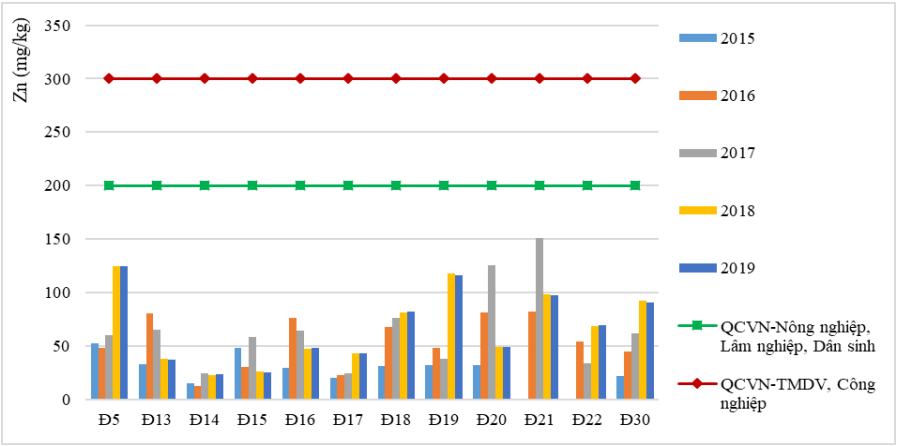
Kết quả phân tích hàm lượng Pb trong 12 mẫu đất quan trắc ở khu vực ven biển tỉnh Thanh Hóa được thể hiện ở Hình 3 cho thấy, hàm lượng Pb dao động từ 4,31 đến 120,20 mg/kg. Các năm 2015, 2016 và 2017 hàm lượng Pb trong đất tại tất cả các vị trí quan trắc đều thấp hơn và nằm trong giới hạn cho phép khi so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép của kim loại nặng trong đất đối với mục đích sử dụng cho thương mại dịch vụ (200 mg/kg) và mục đích công nghiệp (300 mg/kg). Tuy nhiên, vào năm 2018 và 2019 có 6 vị trí quan trắc (Đ16, Đ17, Đ18, Đ19, Đ20 và Đ21) có hàm lượng Pb trong đất dao động từ 70,87 đến 120,20 mg/kg vượt QCVN cho mục đích nông nghiệp và dân sinh (70 mg/kg) từ 1,01 - 1,71 lần. Tại các điểm quan trắc Đ18 và Đ19 trong năm 2018 và 2019 hàm lượng Pb dao động từ 110,10 đến 120,2 mg/kg, vượt QCVN cho mục đích lâm nghiệp (100 mg/kg) từ 1,1 - 1,2 lần. Hàm lượng Pb tại các điểm khảo sát đều có xu hướng tăng dần theo thời gian khảo sát.



Hình 3. Diễn biến hàm lượng Pb giai đoạn 2015 - 2019 của 12 mẫu đất vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa

3.1.3. Hàm lượng Zn

Kết quả phân tích hàm lượng Zn trong 12 mẫu đất thu từ vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa từ năm 2015 - 2019 được thể hiện tại Hình 4.

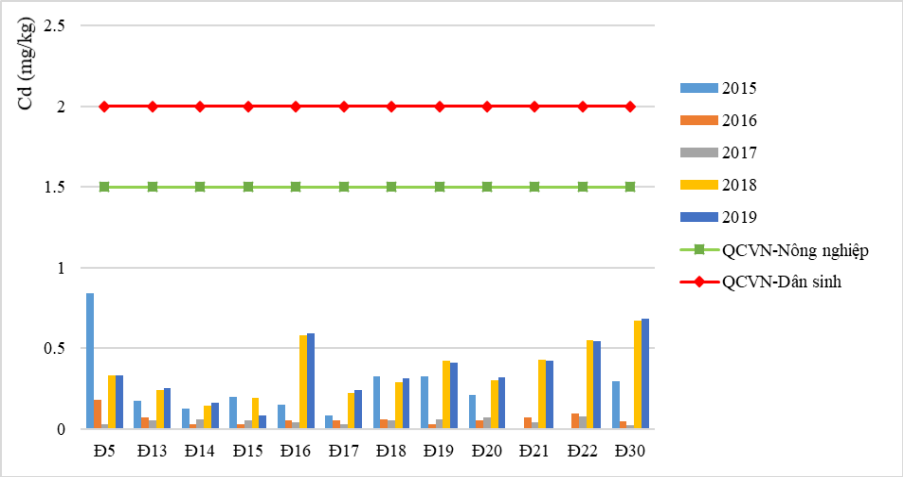


Hình 4. Diễn biến hàm lượng Zn giai đoạn 2015 - 2019 của 12 mẫu đất ven biển tỉnh Thanh Hóa

Hàm lượng Zn trong đất xuất hiện tại tất cả các vị trí quan trắc, tuy nhiên hàm lượng Zn trong đất dao động từ 12,33 đến 125,00 mg/kg, hàm lượng kẽm ở các điểm đều thấp hơn và nằm trong giới hạn cho phép khi so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép của kim loại nặng trong đất cho các mục đích sử dụng nông nghiệp, lâm nghiệp, dân sinh và thương mại dịch vụ, công nghiệp (200 và 300 mg/kg). Hàm lượng Zn trong đất có xu hướng tăng dần theo thời gian khảo sát.

3.1.4. Hàm lượng Cd

Kết quả phân tích hàm lượng Cd trong 12 mẫu đất vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa từ năm 2015 - 2019 được trình bày ở trong Hình 5.



Hình 5. Diễn biến hàm lượng Cd giai đoạn 2016 - 2019 của 12 mẫu đất ven biển tỉnh Thanh Hóa

Hàm lượng Cd trong đất xuất hiện tại tất cả các vị trí quan trắc ở vùng nghiên cứu, dao động từ 0,09 đến 0,84 mg/kg, tại tất cả các điểm hàm lượng Cd trong đất đều thấp hơn và nằm trong giới hạn cho phép khi so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép của kim loại nặng trong đất (1,5 và 2 mg/kg). Hàm lượng Cd trong đất các năm gần đây (2017 - 2019) có xu hướng tăng dần theo thời gian khảo sát.

3.1.5. Đánh giá chung về diễn biến môi trường đất

Đánh giá diễn biến giai đoạn 2015-2019 các hàm lượng kim loại nặng (Cu, Pb, Zn và Cd) ở trên cho thấy, có xu hướng gia tăng về hàm lượng kim loại nặng (Cu, Pb, Zn và Cd) trong môi trường đất tại 12 điểm khảo sát, thậm chí hàm lượng Pb đã vượt quá quy chuẩn cho phép cho mục đích nông nghiệp và dân sinh từ 1,01 - 1,71 lần tại 6 trên 12 điểm quan trắc và có 2 trên 12 điểm vượt QCVN cho mục đích lâm nghiệp 1,1 - 1,2 lần. Hàm lượng các kim loại nặng (Cu, Pb, Zn và Cd) tại các điểm khảo sát đều có xu hướng tăng dần theo thời gian khảo sát. Về nguyên nhân có thể xác định một số nguyên nhân chính như sau:

- Sự phát triển mạnh mẽ các hoạt động công nghiệp, đặc biệt là việc hình thành các khu kinh tế, khu công nghiệp và cụm công nghiệp - làng nghề tập trung ở các vùng dễ bị tổn thương như vùng ven biển. Bên cạnh việc góp phần tăng trưởng kinh tế- xã hội cho vùng thì cũng đang tiềm ẩn những nguy cơ không nhỏ về sự cố môi trường do các sự cố môi trường và công tác quản lý và xả thải chất thải của các đối tượng này không được thực hiện nghiêm túc [3].

- Hoạt động sản xuất nông nghiệp vẫn còn sử dụng nhiều phân bón, hóa chất bảo vệ thực vật. Tuy nhiên, việc sử dụng không đúng quy trình đang diễn ra tràn lan và tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây ô nhiễm môi trường đất và nước. Trong 5 năm gần đây mức sử dụng phân bón và hóa chất bảo vệ thực vật trên địa bàn tỉnh còn cao, lượng bao bì phân bón phát sinh khoảng trên 600 tấn/năm, lượng bao bì thuốc BVTV phát sinh khoảng 876 - 935 tấn/năm [3]. Trong các vỏ chai lọ, bao bì còn thừa lại một lượng đáng kể thuốc BVTV, phân bón hóa học. Đây là nguồn có khả năng lây lan ô nhiễm cho các nguồn nước, môi trường đất các vùng lân cận nếu không được thu gom và xử lý đúng quy định.

- Do sự tăng nhanh về dân số, đô thị hóa và tăng trưởng về ngành du lịch và dịch vụ nên lượng rác thải sinh hoạt phát sinh lớn, việc thu gom xử lý chưa đáp ứng nhu cầu hiện tại, lượng rác thu gom ở các đô thị chỉ ước đạt 87,5 % [3] trong khi số còn lại không được thu gom được xả xuống ao, hồ, kênh, rạch đã gây ô nhiễm môi trường đất và nước ở các khu vực xung quanh.

3.2. Đề xuất một số biện pháp ngăn ngừa ô nhiễm kim loại nặng bảo vệ môi trường đất

- Quản lý và kiểm soát hiệu quả các nguồn thải trọng điểm tại Khu kinh tế Nghi Sơn, khu đô thị, du lịch Sầm Sơn, Hải Hòa, Hải Tiến,...và cần rà soát hiện trạng môi trường và công tác xử lý môi trường ở KCN, cụm công nghiệp, các làng nghề trên địa bàn vùng nghiên cứu và phân loại mức độ ô nhiễm. Đối với cụm công nghiệp, làng nghề không đáp ứng yêu cầu quy chuẩn về bảo vệ môi trường cần phải bắt buộc khắc phục, cải tạo, nâng cấp các công trình bảo vệ môi trường. Trong một số trường hợp, cần có lộ trình đóng cửa nếu không có khả năng khắc phục và cải tạo. Tuyệt đối không cho phép các dự án đầu tư vào khu kinh tế, khu, cụm công nghiệp mà chưa đáp ứng yêu cầu về bảo vệ môi trường theo quy định của Nhà nước. Kiểm tra, rà soát và lập danh mục về việc xử lý triệt để các cơ sở sản xuất, kinh doanh, dịch vụ gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng.

- Do tác động của quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, cơ sở hạ tầng và tác động của biến đổi khí hậu nên việc lựa chọn tính đại diện của mẫu quan trắc cần phải được nghiên cứu quy hoạch điều chỉnh, bổ sung vị trí các điểm quan trắc môi trường đất để đảm bảo tính khoa học và đại diện cho khu vực. Mạng lưới mẫu hiện nay còn thưa, chưa đại diện được cho các đô thị, khu, cụm công nghiệp mới phát triển như Tp. Sầm Sơn, tx. Nghi Sơn, đô thị, du lịch biển Sầm Sơn, Hải Hòa, Hải Tiến,…

- Xây dựng quy hoạch môi trường các vùng, khu vực, địa điểm có tiềm năng phát triển du lịch, ưu tiên nghiên cứu các dự án du lịch văn hóa và sinh thái. Tổ chức nghiên cứu đánh giá môi trường các dự án phát triển du lịch và dịch vụ ở những vùng nhạy cảm, đặc biệt những vùng sinh thái dễ bị tổn thương và giới hạn về nguồn tài nguyên. Tăng cường quảng bá địa điểm du lịch trên các phương tiện thông tin đại chúng.

- Xây dựng các mô hình xã hội hóa hoạt động bảo vệ môi trường phù hợp với điều kiện thực tế của Thanh Hóa nhằm huy động sự tham gia và vốn đầu tư của các thành phần kinh tế cho hoạt động bảo vệ môi trường.

4. KẾT LUẬN

Kết quả đánh giá diễn biến hàm lượng kim loại nặng trong đất (Cu, Pb, Zn và Cd) ở vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa giai đoạn 2015-2019 cho thấy, tại địa bàn nghiên cứu có xu hướng gia tăng về hàm lượng kim loại nặng trong đất, thậm chí thông số Pb đã vượt quá quy chuẩn cho phép cho mục đích nông nghiệp và dân sinh từ 1,01 - 1,71 lần tại 6 trên 12 điểm quan trắc và có 2 trên 12 điểm vượt QCVN cho mục đích lâm nghiệp 1,1 - 1,2 lần. Nguyên nhân chính do sự gia tăng hoạt động phát triển kinh tế-xã hội mạnh mẽ của vùng như việc hình thành khu kinh tế, khu, cụm công nghiệp và các đô thị, du lịch dịch vụ trên địa bàn vùng nghiên cứu.

Trên kết quả đánh giá diễn biến hiện trạng môi trường và phân tích nguyên nhân đã đề xuất một số giải pháp quản lý, sử dụng bền vững tài nguyên đất, bảo vệ môi trường của vùng gồm như quản lý và kiểm soát hiệu quả các nguồn thải trọng điểm từ khu kinh tế, khu công nghiệp, cụm công nghiệp - làng nghề, khu vực đô thị, dịch vụ du lịch. Quy hoạch điều chỉnh, bổ sung vị trí các điểm quan trắc môi trường đất để đảm bảo tính khoa học và đại diện cho khu vực. Xây dựng quy hoạch môi trường các vùng, khu vực, địa điểm có tiềm năng phát triển du lịch, ưu tiên nghiên cứu các dự án du lịch văn hóa, sinh thái. Xã hội hóa hoạt động bảo vệ môi trường phù hợp với điều kiện Thanh Hóa nhằm huy động sự tham gia và vốn đầu tư của các thành phần kinh tế cho hoạt động bảo vệ môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thanh Hóa (2020). *Bản đồ hiện trạng sử dụng đất tỉnh Thanh Hóa năm 2018, tỷ lệ 1/100,000*, Thanh Hóa.
2. Salomon, W., U. Förstner, and P. M. (Eds.) (1995). *Heavy Metals Problems and Solutions*, Springer, Verlag Berlin Heidelberg.
3. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thanh Hóa (2020). *Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Thanh Hóa giai đoạn 2016-2020*, Thanh Hóa.
4. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thanh Hóa (2015). *Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Thanh Hóa giai đoạn 2011-2015*, Thanh Hóa.
5. Bộ Khoa học và Công nghệ (2005). *TCVN 7538-2:2005 Chất lượng đất - Lấy mẫu - Phần 2: Hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu*, Hà Nội.
6. Bộ Khoa học và Công nghệ (2009). *TCVN 8246:2009 Chất lượng đất - Xác định kim loại bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử ngọn lửa*, Hà Nội.
7. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015). *QCVN 03-MT:2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép của kim loại nặng trong đất*, Hà Nội.

ASSESSING HEAVY METAL CONTENT IN COASTAL SOIL AREA IN THANH HOA PROVINCE AND PROPOSING POLLUTION PREVENTING SOLUTIONS

Le Sy Chung[1,2*], Nguyen Quoc Viet[1], Le Sy Chinh[3], Pham Anh Hung[1], Nguyen Manh Khai[1]

[1] *Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi*

[2] *Department of Science and Technology of Thanh Hoa Province, 17 Hac Thanh, Thanh Hoa*

[3] *Hong Duc University, 565 Quang Trung, Thanh Hoa*

ABSTRACT

The coastal area of Thanh Hoa province has an area of 1,229.05 km^2, accounting for 11.05 % of the province's natural area. This area includes agricultural areas, industrial development areas, craft villages, river and sea transportation services, urban areas and tourism service areas. The results of the assessment of heavy metal elements (Cu, Pb, Zn and Cd) in the period 2015-2019 show that there has been an increasing trend in the content of heavy metals in the coastal area soil. In particular, in 2018 and 2019, there were 6 points out of 12 monitoring points where the Pb content in the soil exceeded the QCVN for agricultural and domestic purposes by 1.01 - 1.71 times. The Pb concentrations of 2 monitoring points in 2018 and 2019 also exceeded QCVN for forestry purposes by 1.1 - 1.2 times. The increase and accumulation of heavy metal content (Cu, Pb, Zn and Cd) in the coastal area of Thanh Hoa illustrate the need of management, treatment and monitoring solutions for heavy metal generation sources such as the economic zones, industrial areas, craft villages, urban areas and tourism services.

Keywords: Soil environment, environmental status, coastal area, Thanh Hoa province.

* Corresponding author, email address: lesychung_sdh@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0181

NGHIÊN CỨU KINH NGHIỆM QUỐC TẾ PHỤC VỤ XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH BỒI DƯỠNG CÁN BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ NGÀNH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Nguyễn Đức Toàn*, Nguyễn Bình Minh

Trường Đào tạo, Bồi dưỡng cán bộ tài nguyên và môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 83 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội

TÓM TẮT

Đẩy mạnh bồi dưỡng đội ngũ cán bộ khoa học và công nghệ (KH&CN) ngành tài nguyên và môi trường (TN&MT) là khâu đột phá trong phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao của ngành, đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững đất nước. Do đó, cần xây dựng chương trình bồi dưỡng dành riêng cho nhóm đối tượng này, tạo ra cách làm thống nhất, bài bản nhằm góp phần cải thiện đáng kể trình độ, năng lực của cán bộ KH&CN trong ngành và vận dụng hiệu quả các kiến thức, kỹ năng được học vào thực tế công việc. Trong bối cảnh hội nhập, toàn cầu hóa ngày càng sâu rộng, cần nghiên cứu về công tác phát triển nhân lực KH&CN tại các nước tiên tiến, hiện đại trên thế giới, với đội ngũ cán bộ có năng lực chuyên môn sâu, kỹ năng nghiên cứu, triển khai và quản lý hoạt động KH&CN chuyên nghiệp. Qua đó, phân tích nhằm làm rõ mục đích, yêu cầu và các nội dung cơ bản của chương trình bồi dưỡng cán bộ KH&CN. Trên cơ sở này, xây dựng các chương trình bồi dưỡng cán bộ quản lý và cán bộ chuyên môn thực hiện nhiệm vụ KH&CN chất lượng cao, phù hợp với thực tiễn và điều kiện cụ thể của ngành TN&MT nước ta, đáp ứng yêu cầu nghiên cứu, tiếp thu, làm chủ, phát triển công nghệ tiên tiến, hiện đại về TN&MT.

Từ khóa: Chương trình bồi dưỡng, phát triển nguồn nhân lực, khoa học và công nghệ, tài nguyên và môi trường.

1. MỞ ĐẦU

Xét về bản chất, cán bộ KH&CN ngành TN&MT thuộc nhóm "nhân lực KH&CN". Theo quan điểm của Tổ chức Giáo dục, Khoa học và Văn hóa Liên hợp quốc (UNESCO), nhân lực KH&CN là tổng số những người trực tiếp tham gia hoạt động KH&CN, gồm các nhà khoa học và kỹ sư, kỹ thuật viên và nhân viên hỗ trợ [21]. Ở nước ta, phát triển nhân lực KH&CN luôn là vấn đề quan trọng được nêu rõ trong các đường lối, chủ trương của Đảng [1], chính sách, pháp luật của Nhà nước [8] và định hướng, chiến lược KH&CN quốc gia [3].

Nhìn về tổng thể, số lượng nhân lực KH&CN của nước ta không phải ít so với quy mô dân số cũng như so với các nước trong khu vực. Tuy nhiên, chất lượng còn bất cập do nhiều nguyên nhân, trong đó có hạn chế của công tác đào tạo, bồi dưỡng nhằm tăng cường và khai thác hiệu quả năng lực của đội ngũ cán bộ KH&CN. Do đó, cần thiết phải có chính sách phù hợp cho đào tạo, bồi dưỡng nhân lực KH&CN một cách bài bản, có trọng tâm, trọng điểm, tránh dàn trải, đáp ứng yêu cầu thực tiễn phát triển của đất nước. Theo đó, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Đề án đào tạo, bồi dưỡng nhân lực KH&CN ở trong nước và nước ngoài bằng ngân sách nhà nước [9], thể hiện sự quan tâm và quyết tâm đầu tư của Đảng và Nhà nước nhằm nâng cao chất lượng nhân lực KH&CN

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: toantnmt@gmail.com

quốc gia. Trong đó, TN&MT được xác định là một trong số các ngành ưu tiên, cần tập trung đẩy mạnh đào tạo, bồi dưỡng nhân lực KH&CN.

Trong thời gian qua, Bộ TN&MT đã quan tâm, chú trọng phát triển đội ngũ cán bộ KH&CN, phục vụ định hướng phát triển ngành trong thời kỳ đổi mới toàn diện, hội nhập quốc tế sâu rộng và phát triển bền vững đất nước. Mặc dù đã đạt được một số kết quả ban đầu đáng ghi nhận như xây dựng, ban hành và bước đầu triển khai thực hiện có hiệu quả Đề án đào tạo và phát triển đội ngũ chuyên gia, cán bộ KH&CN Bộ TN&MT [4], tuy nhiên, so với mục tiêu và nhiệm vụ đề ra, công tác đào tạo, bồi dưỡng nhân lực KH&CN cũng bộc lộ nhiều hạn chế, bất cập. Đặc biệt là việc chưa xây dựng được hệ thống chương trình chuẩn hóa, chất lượng cao, giúp tạo ra cách làm thống nhất, bài bản hơn nhằm góp phần thay đổi, cải thiện đáng kể trình độ, năng lực của đội ngũ cán bộ KH&CN của ngành, vận dụng hiệu quả các kiến thức, kỹ năng đã được trang bị vào thực tế công việc.

Hiện nay, nước ta đang hội nhập sâu rộng vào nền kinh tế thế giới theo xu thế toàn cầu hóa trong kỷ nguyên Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, cần nghiên cứu về công tác phát triển nhân lực KH&CN tại các nước tiên tiến, hiện đại trên thế giới, với đội ngũ cán bộ có năng lực chuyên môn sâu, kỹ năng nghiên cứu, triển khai và quản lý hoạt động KH&CN chuyên nghiệp. Qua đó, phân tích nhằm làm rõ mục đích, yêu cầu và các nội dung cơ bản của chương trình bồi dưỡng cán bộ KH&CN. Trên cơ sở này, xây dựng các chương trình bồi dưỡng cán bộ KH&CN ngành TN&MT chất lượng cao, phù hợp với thực tiễn và điều kiện cụ thể của nước ta, đáp ứng yêu cầu tiếp thu, làm chủ, phát triển công nghệ hiện đại về TN&MT.

Như vậy, nghiên cứu kinh nghiệm quốc tế phục vụ xây dựng chương trình bồi dưỡng cán bộ KH&CN ngành TN&MT mang ý nghĩa quan trọng và thiết thực trước mắt cũng như lâu dài. Trong nghiên cứu này, mục tiêu và phạm vi được xác định cụ thể như sau:

- Mục tiêu: (i) phân tích, làm rõ yêu cầu, nội dung của chương trình bồi dưỡng cán bộ KH&CN tại các nước tiên tiến, hiện đại trên thế giới; (ii) xây dựng chương trình bồi dưỡng cán bộ KH&CN ngành TN&MT nhằm nâng cao trình độ chuyên môn, nghiệp vụ, kiến thức, kỹ năng nghiên cứu, triển khai và quản lý hoạt động KH&CN, phù hợp với thực tiễn và điều kiện cụ thể của nước ta.

- Phạm vi: Nghiên cứu tập trung vào xây dựng chương trình bồi dưỡng cho cán bộ quản lý KH&CN và cán bộ chuyên môn thực hiện nhiệm vụ KH&CN ngành TN&MT nói chung và thuộc các lĩnh vực môi trường, biến đổi khí hậu và quản lý tài nguyên nước nói riêng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Xây dựng và phát triển nhân lực KH&CN đã và đang là một vấn đề ưu tiên của nhiều quốc gia bởi trong bối cảnh hiện nay, đội ngũ cán bộ được trang bị đầy đủ kiến thức, kỹ năng và thái độ đúng đắn giữ vai trò quan trọng cho sự phát triển bền vững đất nước. Tuy nhiên, ở mỗi quốc gia thì công tác đào tạo, bồi dưỡng nhân lực KH&CN được triển khai theo nhiều hướng khác nhau, tùy thuộc vào điều kiện kinh tế, văn hóa, xã hội của từng nước.

Trên thế giới, các quốc gia thuộc Tổ chức Hợp tác và Phát triển kinh tế (OECD) là các nước có nền KH&CN tiên tiến, hiện đại. OECD xác định, KH&CN không chỉ đóng vai trò quan trọng đối với sự ổn định và phát triển kinh tế - xã hội (KT-XH) của mỗi quốc gia mà "mức độ phát triển của KH&CN tỷ lệ thuận với mức độ phát triển bền vững". Các sáng kiến trong công tác quản lý nhân lực KH&CN, các nỗ lực cải cách hành chính công và các biện pháp mở rộng phát triển nền

kinh tế tri thức, góp phần quan trọng vào thành công trong công cuộc phát triển đất nước, chính là xuất phát từ đội ngũ nhân lực KH&CN. Do đó, nghiên cứu này lựa chọn một số quốc gia thành viên của OECD (Mỹ, Phần Lan và Hàn Quốc) và nước phát triển KH&CN ở trình độ cao trong khu vực Đông Nam Á (Singapore) để phân tích, đánh giá về công tác bồi dưỡng, phát triển nhân lực KH&CN.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Cách tiếp cận

Nghiên cứu giải quyết vấn đề đặt ra theo cả 2 hướng tiếp cận, dựa trên cơ sở lý luận và từ thực tiễn, cụ thể như sau:

- Giải quyết vấn đề dựa trên cơ sở lý luận, gồm các nội dung nghiên cứu về: (i) tài liệu về các khối kiến thức quan trọng, kỹ năng thiết yếu trong quá trình nghiên cứu, triển khai và quản lý hoạt động KH&CN; (ii) chiến lược phát triển ngành TN&MT, các lĩnh vực chuyên môn trong ngành; chiến lược phát triển nhân lực KH&CN chất lượng cao, đáp ứng nhu cầu của ngành; (iii) hiện trạng triển khai công tác đào tạo, bồi dưỡng cán bộ KH&CN ngành TN&MT; (iv) chương trình đào tạo, bồi dưỡng cán bộ KH&CN của các nước trên thế giới nhằm đề xuất những quan điểm, nguyên tắc, định hướng, mục tiêu của chương trình bồi dưỡng cán bộ KH&CN ngành TN&MT;

- Hướng tiếp cận từ thực tiễn: Điều tra bằng phiếu khảo sát đối với đại diện các cơ quan, đơn vị và cá nhân liên quan về thực trạng và nhu cầu nguồn nhân lực chất lượng cao trong ngành TN&MT.

2.2.2. Phương pháp, kỹ thuật

Một trong những yếu tố ảnh hưởng quyết định tới chất lượng của kết quả và hiệu quả thực hiện nghiên cứu là các phương pháp, kỹ thuật được sử dụng. Trên thực tế, đối với lĩnh vực quản lý và đào tạo như nghiên cứu này, không có phương pháp nào được coi là có hiệu quả tuyệt đối hay có thể áp dụng được cho tất cả các nội dung. Do đó, cần áp dụng các phương pháp, kỹ thuật phù hợp, tùy thuộc vào đặc điểm, yêu cầu của từng nội dung cụ thể trong nghiên cứu, nhằm đáp ứng tốt nhất mục tiêu và yêu cầu đặt ra.

* Phân loại theo phương pháp thu thập và phân tích dữ liệu:

- Phương pháp định tính: Trong nghiên cứu này, phương pháp định tính được sử dụng trong nhiều nội dung như tổng quan tài liệu, đánh giá hiện trạng công tác đào tạo, bồi dưỡng và phân tích đánh giá để lựa chọn tài liệu quốc tế tiêu biểu về bồi dưỡng cán bộ KH&CN;

- Phương pháp định lượng: Trong nghiên cứu này, phương pháp định lượng được sử dụng trong nội dung điều tra, khảo sát, thu thập thông tin và xử lý số liệu.

* Phân loại theo Logic suy luận:

- Phương pháp diễn dịch: Trong nghiên cứu này, phương pháp diễn dịch được sử dụng để cụ thể hóa kết quả đối với các nội dung mà tài liệu, số liệu sẵn có mang tính tổng quát cao, ví dụ như từ tổng quan, thu thập tài liệu, phân tích, xác định các khối kiến thức quan trọng và kỹ năng thiết yếu trong quá trình nghiên cứu, triển khai và quản lý hoạt động KH&CN của đội ngũ cán bộ KH&CN, căn cứ vào thực tiễn và điều kiện cụ thể của ngành TN&MT, lựa chọn được các khối kiến thức và kỹ năng phù hợp nhất cho cán bộ KH&CN ngành TN&MT;

- Phương pháp quy nạp: Trong nghiên cứu này, phương pháp quy nạp ở nhiều phần mang tính chất tổng hợp, đưa ra kết luận từ tìm hiểu thực tế như đánh giá thực trạng và nhu cầu nguồn nhân lực chất lượng cao trong ngành TN&MT từ kết quả điều tra, khảo sát, thu thập thông tin, dữ liệu các cá nhân, tổ chức có liên quan, tìm hiểu kinh nghiệm quốc tế nhằm xác định những điểm cơ bản về yêu cầu, nội dung của chương trình đào tạo, bồi dưỡng cán bộ KH&CN của các nước trên thế giới.

* Phân loại theo cách thức thu thập thông tin:

- Phương pháp nghiên cứu tài liệu: Trong nghiên cứu này, phương pháp nghiên cứu tài liệu được sử dụng tại nhiều nội dung quan trọng, nhằm đưa ra được những định hướng đúng đắn cho toàn bộ quá trình nghiên cứu như xác định các kiến thức, kỹ năng cần thiết cho đội ngũ cán bộ KH&CN ngành TN&MT, đánh giá hiện trạng triển khai công tác đào tạo, bồi dưỡng cho cán bộ KH&CN trong ngành;

- Phương pháp phi thực nghiệm: Là phương pháp thu thập thông tin trực tiếp từ đối tượng khảo sát nhưng không tác động lên đối tượng. Cụ thể là điều tra bằng phiếu khảo sát (bảng hỏi): Được sử dụng nhằm đánh giá thực trạng và nhu cầu nguồn nhân lực chất lượng cao trong ngành TN&MT.

+ Thời gian thực hiện: Từ tháng 1-6 năm 2022;

+ Số lượng theo đối tượng khảo sát: (i) cán bộ quản lý KH&CN: 100 phiếu; (ii) cán bộ chuyên môn thực hiện nhiệm vụ KH&CN ngành TN&MT: 200 phiếu; (iii) cán bộ chuyên môn thực hiện nhiệm vụ KH&CN thuộc các lĩnh vực môi trường, biến đổi khí hậu và quản lý tài nguyên nước: 600 phiếu (mỗi lĩnh vực 200 phiếu);

+ Phạm vi khảo sát: Khảo sát các cơ quan, đơn vị ngành TN&MT có thực hiện nhiệm vụ KH&CN tại 15 tỉnh, thành phố trên cả nước, cụ thể: (i) miền Bắc: Hà Nội, Hòa Bình, Thái Nguyên, Phú Thọ, Sơn La; (ii) miền Trung: Nghệ An, Đà Nẵng, Khánh Hòa, Bình Định, Gia Lai; (iii) miền Nam: TP. Hồ Chí Minh, Bà Rịa - Vũng Tàu, Cần Thơ, Đồng Nai, Đồng Tháp.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Quan niệm về nhân lực KH&CN của một số nước trên thế giới

3.1.1. Các quốc gia thuộc OECD

Ở các nước OECD, nhân lực KH&CN bao gồm toàn bộ những người hoàn thành bậc giáo dục đại học hoặc những người tuy chưa tốt nghiệp đại học nhưng làm một nghề thuộc chuyên ngành KH&CN đòi hỏi trình độ tương đương [12]. Theo thống kê cấu trúc lao động năm 2010 [16], ở hầu hết các nước OECD, nhân lực KH&CN chiếm khoảng 1/4 tổng số lao động, tập trung ở mảng nghiên cứu, dịch vụ nhiều hơn sản xuất các mặt hàng công nghiệp, tiêu dùng. Nhân lực KH&CN của các quốc gia thành viên OECD được phân loại dựa trên 2 cơ sở là học vấn và nghề nghiệp thành 3 nhóm: Cán bộ nghiên cứu, nhân viên kỹ thuật và nhân viên phụ trợ trực tiếp [13].

3.1.2. Singapore

Là nước phát triển KH&CN trình độ cao trong khu vực Đông Nam Á, Singapore không phân biệt nhân lực KH&CN là người Singapore hay nước ngoài, miễn là làm việc và hưởng lương của Chính phủ Singapore. Nhân lực KH&CN của Singapore cũng như đa số các nước tiên tiến khác, đều gồm đội ngũ các nhà nghiên cứu, kỹ thuật viên và nhân viên hỗ trợ.

Xuất phát từ việc xác định rõ quan niệm về nhân lực KH&CN, Singapore đã có các chính sách, chiến lược phát triển KH&CN với một hệ thống tương đối hoàn thiện, tăng cường sự tham gia của người dân, khối tư nhân và mở rộng hợp tác với các đối tác nước ngoài, huy động các nguồn lực xã hội phát triển nền KH&CN quốc gia. Điều này được cụ thể hóa bằng cơ chế tài chính, lương bổng, biện pháp khuyến khích hậu hĩnh cho cán bộ KH&CN có năng lực, đầu tư cơ sở vật chất hiện đại, chú trọng thu hút nhân tài trong các lĩnh vực KH&CN mũi nhọn của quốc gia [10].

Như vậy, từ quan niệm về nhân lực KH&CN của các nước OECD và Singapore, có thể thấy rõ trình độ của nhân lực KH&CN có được thông qua cả đào tạo chính quy (bậc đại học) và bồi dưỡng khi đang làm việc (nghề thuộc chuyên ngành KH&CN). Cán bộ KH&CN gồm cả những người trực tiếp nghiên cứu và những người tham gia, hỗ trợ trong công tác quản lý, tổ chức thực hiện nhiệm vụ KH&CN.

3.2. Kinh nghiệm quốc tế về đào tạo, bồi dưỡng cán bộ KH&CN

3.2.1. Kinh nghiệm của Mỹ

Mỹ là cường quốc đứng đầu thế giới về KH&CN và đổi mới sáng tạo (ĐMST). Quốc gia này bỏ cách rất xa phần còn lại của thế giới về chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển (NC&PT).Về nhân lực KH&CN, Mỹ cũng là quốc gia đứng đầu thế giới, thu hút nhiều nhất các nhà nghiên cứu tài năng từ các nước khác thông qua sự hợp tác và nỗ lực to lớn của Chính phủ và các viện nghiên cứu, trường đại học [2]. Trên 3 triệu sinh viên quốc tế nhập học năm 2008, trong đó chỉ tính riêng các nước OECD là Pháp, Đức, Anh và đặc biệt là Mỹ đã thu nhận tới 43 % tổng số sinh viên trên [15].

Mỹ đặc biệt coi trọng giáo dục đại học và đào tạo nhân lực chất lượng cao, bên cạnh các kiến thức cơ bản còn tập trung vào phát triển các kỹ năng cần thiết và ý thức, thái độ, cụ thể: (i) khả năng tự nhận thức, đánh giá về bản thân; (ii) kỹ năng cá nhân như giải quyết mâu thuẫn, tư duy sáng tạo, giao tiếp; (iii) kỹ thuật vận dụng kiến thức, kỹ năng được học để giải quyết vấn đề thực tiễn; (iv) kiến thức về văn hóa; (v) ý thức phục vụ và cống hiến, hiểu rõ trách nhiệm của mình với tổ chức, với quốc gia; (vi) chính sách công [14]. Để duy trì vị trí siêu cường về kinh tế và KH&CN, chiến lược nguồn nhân lực tập trung vào đào tạo, bồi dưỡng nhân lực và thu hút nhân tài. Trong đó, Mỹ rất coi trọng môi trường ĐMST và khuyến khích thu hút, bồi dưỡng, phát triển nhân tài trong nhiều lĩnh vực [22].

Từ kinh nghiệm của Mỹ, có thể thấy rằng mục tiêu của chương trình bồi dưỡng KH&CN cần đạt được cả về kiến thức, kỹ năng và thái độ. Cụ thể: (i) về kiến thức cần nắm được cả quy định liên quan và kiến thức chuyên môn cơ bản; (ii) về kỹ năng phải rèn luyện cả kỹ năng quản lý và kỹ năng kỹ thuật thực hành để giải quyết vấn đề thực tiễn; (iii) về thái độ cần xây dựng ý thức tự học, tự nghiên cứu, tích cực, chủ động cập nhật các kiến thức, rèn luyện kỹ năng cần thiết.

3.2.2. Kinh nghiệm của Phần Lan

Chính sách phát triển nhân lực KH&CN tại Phần Lan cũng đi theo đúng định hướng chung của OECD, nhấn mạnh phát triển KH&CN phụ thuộc chủ yếu vào phát triển KT-XH, là một trong những nước đứng đầu thế giới về tỷ lệ chi tiêu cho NC&PT - Gross domestic expenditure on Research and Development - GERD (3,73 %, so với tỷ lệ trung bình 2,33 % của OECD). Phần Lan chú trọng hợp tác quốc tế trong bồi dưỡng nhân lực KH&CN đang làm việc (hơn 17 % doanh nghiệp có hợp tác quốc tế) và phát hiện, khám phá nguồn nhân lực KH&CN tiềm năng trong tương lai (tỷ lệ vốn mạo hiểm đầu tư cho các doanh nghiệp ĐMST là 0,24 % GDP, cao nhất OECD). Nhân lực KH&CN tại Phần Lan được đào tạo chủ yếu tại khu vực công (đặc biệt là tại các viện

nghiên cứu và trường đại học) nhưng chi tiêu cho NC&PT khu vực tư (Business Expenditure on Research and Development - BERD) thuộc nhóm cao nhất OECD (khoảng 2,8 % GDP) [2].

Phần Lan rất coi trọng nguồn nhân lực chất lượng cao, với nhân lực KH&CN chiếm đến 30 % lực lượng lao động, đồng thời quan tâm lồng ghép xu hướng quốc tế về bình đẳng giới trong việc làm, nữ giới chiếm 54 % tổng số cán bộ KH&CN [20]. Nhân lực KH&CN đáp ứng cả yêu cầu của khu vực công và tư nên bồi dưỡng theo hướng ứng dụng là đặc biệt quan trọng. Đây là mô hình học tập suốt đời, khi mỗi người liên tục cập nhật các kiến thức, kỹ năng của họ trong suốt thời gian làm việc của mình.

Với chính sách thúc đẩy phát triển nhân lực KH&CN, các cơ quan Chính phủ ngày càng thuê nhiều chuyên gia hơn để lập kế hoạch phát triển nhân lực. Sự chuyên nghiệp hóa này cho thấy phát triển KH&CN của Phần Lan đang dựa nhiều hơn vào bồi dưỡng nhân lực KH&CN bằng cách bắt kịp với cấp độ cao hoặc với mô hình đã thành công của quốc tế. Thay vì chỉ tập trung vào khai thác lực lượng cán bộ KH&CN sẵn có, chính sách của Phần Lan tập trung cả vào việc khám phá các nhân tố mới.

Bài học rút ra từ kinh nghiệm của Phần Lan về phát triển nhân lực KH&CN là việc học hỏi các phương thức, mô hình phát triển nhân lực của các quốc gia có trình độ KH&CN cao trên thế giới rất cần thiết và hữu ích. Bên cạnh đó, nội dung bồi dưỡng phải thiết thực, phù hợp với trình độ của học viên để nâng cao tinh thần tự học, tự nghiên cứu; sau khi học xong, học viên có thể vận dụng ngay vào công việc đang đảm nhiệm.

3.2.3. Kinh nghiệm của Hàn Quốc

Vài thập kỷ gần đây, Hàn Quốc đạt thành tích xuất sắc để đuổi kịp các nền kinh tế dẫn đầu OECD và KH&CN, ĐMST đóng vai trò quan trọng trong việc thu hẹp khoảng cách này. Đây là một trong các nước hàng đầu OECD về cả tổng chi tiêu cho NC&PT (GERD) và chi tiêu doanh nghiệp cho NC&PT (BERD). Chính phủ Hàn Quốc coi đào tạo, bồi dưỡng nhân lực KH&CN là nhiệm vụ ưu tiên, đề cao sự tăng cường hợp tác giữa các doanh nghiệp với các trường đại học, viện nghiên cứu, nâng cao hiệu quả sử dụng và quản lý nhân lực, tăng tính chuyên nghiệp của nhân lực KH&CN, xây dựng chương trình bồi dưỡng kiến thức, kỹ năng, kết cấu hạ tầng thông tin và phát triển thị trường tri thức [11]. Chính sách KH&CN và ĐMST của Hàn Quốc chú trọng vào việc bồi dưỡng các nhà khoa học có khả năng thực hiện các công trình nghiên cứu tầm cỡ thế giới. Nhằm thúc đẩy ĐMST từ năm 2003 đến 2009, Hàn Quốc đã ban hành hơn 40 Luật và 154 văn bản liên quan đến KH&CN, bao hàm các lĩnh vực phát triển nhân lực. Các luật then chốt bao gồm Luật Cơ bản về KH&CN và Luật Cơ bản về phát triển nguồn nhân lực [17].

Chính phủ Hàn Quốc đã xây dựng hệ thống giáo dục riêng về KH&CN, tách biệt với hệ thống giáo dục trung học và đại học hiện có. Bên cạnh việc mở rộng các khóa đào tại Viện Khoa học và Công nghệ Tiên tiến Hàn Quốc (KAIST), các trường trung học và đại học KH&CN cũng được thành lập, tạo nên hệ thống đào tạo các nhà khoa học xuất sắc. Ngoài ra, Viện Công nghệ Hàn Quốc (KIT) đã mở chương trình nội trú miễn phí cho học sinh tốt nghiệp trường trung học KH&CN. Hàn Quốc đã liên kết KAIST, KIT và các trường trung học KH&CN và còn tích cực đẩy mạnh đào tạo nhân lực KH&CN ở nước ngoài. Nhiều nhà khoa học, nghiên cứu sinh của Hàn Quốc đến các quốc gia có nền KH&CN phát triển mạnh như Nhật Bản, Mỹ, Đức…, làm việc và học hỏi được rất nhiều kỹ thuật, công nghệ tiên tiến.

Từ thực tiễn của Hàn Quốc cho thấy nền KH&CN thế giới luôn tiến bộ, đổi mới nhanh chóng, không ngừng, kèm theo đó là sự bổ sung, cập nhật của các văn bản, quy định có liên quan. Do đó,

chương trình bồi dưỡng cán bộ KH&CN cần được thiết kế theo kết cấu mở để giảng viên có thể điều chỉnh và đổi mới nội dung bài giảng của từng chuyên đề mà không làm ảnh hưởng tới kết cấu chung của chương trình. Qua đó, giúp thường xuyên cập nhật, bổ sung những nội dung mới trong các văn bản liên quan đến KH&CN, quy định chuyên môn của ngành TN&MT, tiến bộ của KH&CN thế giới cũng như kinh nghiệm thực tiễn của giảng viên.

3.2.4. Singapore

Trong khu vực Đông Nam Á, Singapore được coi là hình mẫu về xây dựng, phát triển nguồn nhân lực và là một thí dụ thành công về phát triển KH&CN cạnh tranh toàn cầu. Cách tiếp cận của Singapore mang nặng tính chất vận hành theo chính sách. Cụ thể, các ban chỉ đạo cấp Bộ được thành lập để thúc đẩy sự phát triển trong những lĩnh vực chủ chốt, gồm cả công nghệ môi trường và nước [2]. Các Kế hoạch KH&CN 5 năm của Singapore đều nhấn mạnh 3 hướng phát triển nhân lực KH&CN: Nuôi dưỡng các tài năng trong nước; tuyển dụng tài năng nước ngoài và cùng với khu vực công nghiệp thúc đẩy phát triển và chuyển giao công nghệ.

Singapore thành lập cụm cơ quan nghiên cứu chủ chốt về mặt địa lý để tạo ra trung tâm tri thức quốc gia liên kết với viện nghiên cứu nổi tiếng nước ngoài trong 2 lĩnh vực KH&CN chủ chốt là công nghệ thông tin (cụm 7 viện Fusionopolis) và nghiên cứu y sinh (cụm 5 viện Biopolis). Từ đó, Singapore đã rất thành công trong việc thu hút các nhà khoa học nước ngoài đến các phòng thí nghiệm và viện nghiên cứu được trang bị đầy đủ và hiện đại. Chính phủ Singapore xác định cần duy trì lực lượng nhân lực KH&CN này và phát triển hơn nữa hệ thống đào tạo trong nước để đáp ứng yêu cầu KH&CN trong tương lai [18].

Cách tiếp cận của Singapore trong phát triển nhân lực KH&CN cho thấy trong bối cảnh cạnh tranh toàn cầu, cần lựa chọn một số lĩnh vực quan trọng, mang tính toàn cầu hoặc có lợi thế phát triển trong tương lai. Singapore là quốc gia thuộc khu vực Đông Nam Á, có điều kiện tự nhiên tương đồng với nước ta, vì vậy các lĩnh vực thuộc ngành TN&MT được lựa chọn để xây dựng chương trình bồi dưỡng cán bộ trực tiếp nghiên cứu KH&CN là: Môi trường, quản lý tài nguyên nước (tương tự như Singapore) và biến đổi khí hậu (vấn đề toàn cầu mà Việt Nam và Singapore đều là các nước chịu ảnh hưởng lớn).

3.3. Điều tra, khảo sát để đánh giá thực trạng và nhu cầu đào tạo, bồi dưỡng cán bộ KH&CN ngành TN&MT

Qua khảo sát 900 cán bộ KH&CN là công chức, viên chức và người lao động đang công tác tại các cơ quan, đơn vị trong ngành TN&MT có trụ sở tại 15 tỉnh, thành phố trên cả nước, kết quả điều tra có tỷ lệ cao nhất tập trung ở một số chỉ tiêu quan trọng như Bảng 1.

Bảng 1. Tổng hợp kết quả khảo sát cán bộ KH&CN ngành TN&MT

STT	Chỉ tiêu	Giá trị cao nhất
I. CÁN BỘ QUẢN LÝ KH&CN		
1.1	Loại hình nhiệm vụ KH&CN đang quản lý	Đề tài KH&CN các cấp
1.2	Hoạt động trong quản lý KH&CN	- Chuẩn bị, tổ chức cuộc họp, hội thảo khoa học - Tổng hợp, báo cáo hoạt động KH&CN - Lập, quản lý hồ sơ nhiệm vụ
1.3	Khó khăn trong quản lý KH&CN	- Chuyên môn được đào tạo chưa hoàn toàn phù hợp với lĩnh vực quản lý

		- Kỹ năng thiết yếu liên quan đến quản lý KH&CN chưa nhuần nhuyễn
1.4	Mức độ cần thiết của bồi dưỡng về quản lý KH&CN cho công việc	Rất cần thiết
1.5	Nội dung muốn được bồi dưỡng về quản lý KH&CN	- Quy định về quản lý KH&CN ngành TN&MT (quy trình, vấn đề phát sinh) - Kỹ năng quản lý nhiệm vụ hiệu quả
1.6	Báo cáo viên	Kết hợp cả trong và ngoài Bộ TN&MT
1.7	Đối tượng báo cáo viên trong Bộ	Cán bộ chuyên trách quản lý KH&CN
1.8	Đối tượng báo cáo viên ngoài Bộ	- Cán bộ của Bộ, ngành liên quan (KH&CN, GD&ĐT...) - Chuyên gia của tổ chức quốc tế
II. CÁN BỘ CHUYÊN MÔN THỰC HIỆN NHIỆM VỤ KH&CN		
2.1	Loại hình nhiệm vụ KH&CN thực hiện	Đề tài KH&CN các cấp
2.2	Hoạt động trong quá trình thực hiện nhiệm vụ KH&CN	- Lập kế hoạch và dự toán nhiệm vụ - Đề xuất nhiệm vụ chuyên môn - Xây dựng thuyết minh - Viết báo cáo chuyên đề
2.3	Khó khăn trong thực hiện nhiệm vụ	- Không có chuyên gia trình độ cao, giàu kinh nghiệm tham gia nhiệm vụ để trao đổi, học hỏi - Kỹ năng nghiên cứu KH&CN chưa nhuần nhuyễn
2.4	Mức độ cần thiết của bồi dưỡng về thực hiện nhiệm vụ KH&CN cho công việc	Rất cần thiết
2.5	Nội dung muốn được bồi dưỡng về thực hiện nhiệm vụ KH&CN	- Kiến thức chuyên ngành cơ bản lĩnh vực nghiên cứu - Kỹ năng nghiên cứu KH&CN nói chung và ngành TN&MT nói riêng
2.6	Báo cáo viên	Kết hợp cả trong và ngoài Bộ TN&MT
2.7	Đối tượng báo cáo viên trong Bộ	Cán bộ đã từng là chủ nhiệm đề tài các cấp ngành TN&MT
2.8	Đối tượng báo cáo viên ngoài Bộ	- Giảng viên tại các học viện, trường đại học có ngành học về TN&MT - Nhà nghiên cứu trong các tổ chức KH&CN và doanh nghiệp
III. Ý KIẾN CHUNG VỀ TỔ CHỨC BỒI DƯỠNG		
3.1	Thời lượng bồi dưỡng phù hợp	03 - 05 ngày
3.2	Khoảng thời gian phù hợp	Tối trong tuần
3.3	Quy mô lớp phù hợp	10 - 15 học viên
3.4	Điều kiện truyền đạt tốt kiến thức, kỹ năng	- Đưa ra nhiều ví dụ minh họa thực tế - Tăng cường trao đổi, thảo luận theo tình huống

3.5	Khó khăn trong tham gia bồi dưỡng	- Chưa tiếp cận kịp thời thông tin lớp - Thời gian, địa điểm chưa thuận lợi cho công tác
3.6	Tính phù hợp của loại hình bồi dưỡng từ xa (hình thức trực tuyến)	Phù hợp
3.7	Phương thức bồi dưỡng từ xa mong muốn	Kết hợp tự học theo bài giảng, video có sẵn và học từ xa có tương tác trực tuyến với giảng viên và các học viên khác
3.8	Tỷ lệ bồi dưỡng từ xa phù hợp trong tổng thời lượng khóa học	1/2
3.9	Giải pháp giúp nâng cao chất lượng và hiệu quả bồi dưỡng	- Đổi mới phương pháp giảng dạy phù hợp với đối tượng học viên là cán bộ - Nội dung được cập nhật thường xuyên

3.4. Chương trình bồi dưỡng cán bộ KH&CN ngành TN&MT

Trên cơ sở những phân tích, đánh giá nêu trên, nghiên cứu xác định mục tiêu, nội dung cơ bản của chương trình bồi dưỡng cán bộ KH&CN ngành TN&MT, phù hợp với thực tiễn và quy định hiện hành về đào tạo, bồi dưỡng cán bộ của Chính phủ [6][7] và Bộ TN&MT [5]:

3.4.1. Chương trình bồi dưỡng cán bộ quản lý KH&CN ngành TN&MT

- Mục tiêu: Trang bị, cập nhật, nâng cao các kiến thức, kỹ năng cần thiết cho học viên tham gia công tác quản lý hoạt động KH&CN ngành TN&MT:

+ Về kiến thức: Củng cố, cập nhật kiến thức pháp luật về KH&CN nói chung và quy định có liên quan của ngành TN&MT nói riêng;

+ Về kỹ năng: Rèn luyện một số kỹ năng thiết thực, góp phần quản lý hiệu quả hoạt động KH&CN tại cơ quan, đơn vị, như xây dựng chiến lược dài hạn, trung hạn về phát triển KH&CN và lập kế hoạch hàng năm về quản lý KH&CN; tổng hợp, báo cáo hoạt động KH&CN; tổ chức hội thảo khoa học, hội nghị chuyên đề; lập và quản lý hồ sơ KH&CN; rà soát, phân loại đề xuất KH&CN; giám sát, đánh giá quá trình thực hiện nhiệm vụ KH&CN;

+ Về thái độ: Hiểu rõ trách nhiệm bản thân trong nâng cao chất lượng, hiệu quả quản lý KH&CN của đơn vị; ý thức tự học, tự nghiên cứu, tích cực, chủ động cập nhật các kiến thức, rèn luyện kỹ năng về quản lý KH&CN trong quá trình công tác.

- Cấu trúc chương trình:

Gồm 04 chuyên đề giảng dạy và các hoạt động khác, được chia thành 03 phần sau:

+ Phần I. Kiến thức chung về quản lý KH&CN ngành TN&MT, gồm 02 chuyên đề:

- Chuyên đề 1. Kiến thức pháp luật chung về KH&CN;
- Chuyên đề 2. Quy định về quản lý KH&CN của ngành TN&MT.

+ Phần II. Kỹ năng quản lý hiệu quả hoạt động KH&CN, gồm 02 chuyên đề:

- Chuyên đề 3. Kỹ năng tổng hợp về hoạt động KH&CN;
- Chuyên đề 4. Kỹ năng trong quá trình quản lý thực hiện nhiệm vụ.

- Phần III. Các hoạt động khác: Khai giảng, bế giảng; ôn tập, kiểm tra.

3.4.2. Chương trình bồi dưỡng cán bộ chuyên môn thực hiện nhiệm vụ KH&CN ngành TN&MT

- Mục tiêu: Trang bị, cập nhật, nâng cao các kiến thức, kỹ năng cần thiết cho học viên tham gia thực hiện nhiệm vụ KH&CN ngành TN&MT nói chung và các lĩnh vực môi trường, biến đổi khí hậu và quản lý tài nguyên nước nói riêng:

+ Về kiến thức: Cập nhật kiến thức pháp luật về thực hiện nhiệm vụ KH&CN ngành TN&MT; củng cố kiến thức chuyên ngành của các lĩnh vực môi trường, biến đổi khí hậu và quản lý tài nguyên nước;

+ Về kỹ năng: Rèn luyện một số kỹ năng thiết thực, góp phần thực hiện hiệu quả nhiệm vụ KH&CN như lập kế hoạch và dự toán nhiệm vụ KH&CN; tổ chức thực hiện kế hoạch và quản lý tài chính nhiệm vụ KH&CN; đề xuất nhiệm vụ KH&CN theo từng lĩnh vực; xây dựng thuyết minh nhiệm vụ KH&CN theo từng lĩnh vực;

+ Về thái độ: Hiểu rõ trách nhiệm bản thân trong nâng cao chất lượng, hiệu quả thực hiện nhiệm vụ KH&CN của đơn vị; ý thức tự học, tự nghiên cứu, tích cực, chủ động cập nhật các kiến thức, rèn luyện kỹ năng về nghiên cứu KH&CN trong quá trình công tác.

- Cấu trúc chương trình:

Gồm 08 chuyên đề giảng dạy và các hoạt động khác, được chia thành 03 phần sau:

+ Phần I. Kiến thức, kỹ năng chung trong thực hiện nhiệm vụ KH&CN ngành TN&MT, gồm 02 chuyên đề:

- Chuyên đề 1. Kiến thức pháp luật về thực hiện nhiệm vụ KH&CN ngành TN&MT;
- Chuyên đề 2. Kỹ năng thực hiện hiệu quả nhiệm vụ KH&CN ngành TN&MT.

+ Phần II. Kiến thức, kỹ năng trong thực hiện nhiệm vụ KH&CN chuyên ngành, gồm 06 chuyên đề; trong đó, chia thành 03 nhóm (mỗi nhóm có 02 chuyên đề) như sau:

Nhóm 1: Cán bộ thực hiện nhiệm vụ KH&CN lĩnh vực môi trường:

- Chuyên đề 3.1. Kiến thức chuyên ngành cơ bản lĩnh vực môi trường;
- Chuyên đề 4.1. Kỹ năng xây dựng đề xuất, thuyết minh nhiệm vụ KH&CN lĩnh vực môi trường

Nhóm 2: Cán bộ thực hiện nhiệm vụ KH&CN lĩnh vực biến đổi khí hậu:

- Chuyên đề 3.2. Kiến thức chuyên ngành cơ bản lĩnh vực biến đổi khí hậu;
- Chuyên đề 4.2. Kỹ năng xây dựng đề xuất, thuyết minh nhiệm vụ KH&CN lĩnh vực biến đổi khí hậu.

Nhóm 3: Cán bộ thực hiện nhiệm vụ KH&CN lĩnh vực quản lý tài nguyên nước:

- Chuyên đề 3.2. Kiến thức chuyên ngành cơ bản lĩnh vực quản lý tài nguyên nước;
- Chuyên đề 4.2. Kỹ năng xây dựng đề xuất, thuyết minh nhiệm vụ KH&CN lĩnh vực quản lý tài nguyên nước.

+ Phần III. Các hoạt động khác: Khai giảng, bế giảng; ôn tập, kiểm tra.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, việc xây dựng chương trình phục vụ bồi dưỡng đội ngũ cán bộ KH&CN của ngành TN&MT được đề cập đầy đủ trên mọi phương diện, từ những yếu tố cơ bản nhất như xác định các khối kiến thức và kỹ năng cần thiết nhất, khảo sát đánh giá thực trạng nhân lực và nhu cầu của tổ chức KH&CN, tham khảo kinh nghiệm quốc tế để rút ra bài học cho Việt

Nam, đến việc xây dựng chương trình bồi dưỡng hoàn chỉnh, góp phần nâng cao chất lượng, hiệu quả nghiên cứu, triển khai và quản lý hoạt động KH&CN của các cán bộ trong ngành.

Đặc biệt, dựa trên kinh nghiệm đi trước của các nước có nền KH&CN phát triển trên thế giới, việc xây dựng chương trình nêu trên phục vụ công tác bồi dưỡng cán bộ KH&CN ngành TN&MT nước ta, là một định hướng đúng đắn nhằm rút ngắn thời gian và tăng cường chất lượng xây dựng chương trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Ban Chấp hành Trung ương (2012). Nghị quyết số 20-NQ/TW ngày 01/11/2012 về phát triển khoa học và công nghệ phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa trong điều kiện kinh tế thị trường định hướng xã hội chủ nghĩa và hội nhập quốc tế.

[2]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2011). Khoa học và công nghệ thế giới - Đổi mới và phát triển kinh tế tri thức, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

[3]. Bộ Khoa học và Công nghệ (2021). Khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo Việt Nam 2021, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

[4]. Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016). Quyết định số 2190/QĐ-BTNMT ngày 23/9/2016 phê duyệt Đề án đào tạo và phát triển đội ngũ chuyên gia, cán bộ khoa học và công nghệ Bộ Tài nguyên và Môi trường.

[5]. Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020). Quyết định số 2696/QĐ-BTNMT ngày 30/11/2020 ban hành Quy chế đào tạo, bồi dưỡng công chức, viên chức của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

[6]. Chính phủ (2017). Nghị định số 101/2017/NĐ-CP ngày 01/9/2017 về đào tạo, bồi dưỡng cán bộ, công chức, viên chức.

[7]. Chính phủ (2021). Nghị định số 89/2021/NĐ-CP ngày 18/10/2021 sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 101/2017/NĐ-CP ngày 01/9/2017 về đào tạo, bồi dưỡng cán bộ, công chức, viên chức.

[8]. Quốc hội (2013). Luật Khoa học và Công nghệ, số 29/2013/QH13 ngày 18/6/2013.

[9]. Thủ tướng Chính phủ (2015). Quyết định số 2395/QĐ-TTg ngày 25/12/2015 phê duyệt Đề án đào tạo, bồi dưỡng nhân lực KH&CN ở trong nước và nước ngoài bằng ngân sách nhà nước.

[10]. Albert Schein (1996). Miracle lessons from Singapore.

[11]. Jeong Hyop Lee (2018). Principles and Methodologies for STI Strategy Development: Experience and Best Practices from the Republic of Korea, *Asian Journal of Innovation and Policy.*

[12]. OECD (1995). Manual on the measurement of Human Resources devoted to Science and Technology "Canberra Manual".

[13]. OECD (2001). Human resources in science and technology: Measurement issues and international mobility, *Laudanine Auriol Directorate for Science, Technology and Industry.*

[14]. OECD (2004). Human resources for science and technology: How the U.S meets national needs.

[15]. OECD (2008). The global competition for talent: Mobility of the high skilled.

[16]. OECD (2010). OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010.

[17]. OECD (2012). Science and Innovation: Korea, OECD Science, Technology and Industry Outlook 2012.

[18]. OECD (2013). Evaluation of innovation policies of Southeast Asian countries.

[19]. Albert Schein (1996). Miracle lessons from Singapore.

[20]. Tarmo Lemola (2002). Convergence of national science and technology policies: the case of Finland, *Research Policy*.

[21]. UNESCO (1998). Science, Technology and National Development.

[22]. U.S. National Economics Council (2009). A Strategy for American Innovation: Driving towards sustainable growth and quality jobs, Washington, DC.

RESEARCH ON INTERNATIONAL EXPERIENCES TO DEVELOP TRAINING PROGRAMS FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY PERSONNEL IN VIETNAM NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT SECTOR

Nguyen Duc Toan*, Nguyen Binh Minh

Institute of Natural Resources and Environment Training, Ministry of Natural Resources and Environment, 83 Nguyen Chi Thanh, Dong Da, Hanoi, Vietnam

ABSTRACT

Enhancing the training of science and technology (S&T) personnel in the natural resources and environment (NRE) sector is crucial in high-quality human resources development, meeting the requirements in sustainable development of the country. Therefore, it is necessary to develop professional training programs with practical skills and knowledge to significantly improve the quality and capacity of S&T personnel of the NRE sector. In the context of integration and globalization, the experiences from S&T human resources development of developed countries in the world would be valuable lessons for Vietnam. Reviewing and analyzing these experiences, training programs for high-quality human resources to manage and perform S&T tasks are developed taking into account the suitability and practical and specific conditions of the Vietnam NRE sector. The training programs aim to meet the requirements of researching, mastering and developing advanced and modern technologies in the NRE sector of Vietnam.

Keywords: Training program, human resources development, science and technology, natural resources and environment.

* Coresponding author, email address: toantnmt@gmail.com

Doi: 10.15625/vap.2022.0182

XÂY DỰNG THƯ VIỆN QUANG PHỔ ĐẤT PHỤC VỤ CÔNG TÁC GIÁM SÁT NHIỄM MẶN ĐẤT KHU VỰC VEN BIỂN

Lê Thị Thu Hiền[1,2*], Dương Thị Lịm[1], Phạm Hà Linh[1], Nguyễn Ngọc Thắng[1]

[1] Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
18 Hoàng Quốc Việt, Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội

[2]Học Viện Khoa học và Công nghệ- Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
18, Hoàng Quốc Việt, Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội

TÓM TẮT

Bài viết này giới thiệu về thư viện quang phổ đất lưu trữ 280 mẫu phổ đất nhiễm mặn muối Na^+ được đo bằng phương pháp FTIR được lưu trữ trên địa chỉ https://speclib.ga/ và minh họa sự thay đổi của quang phổ khi thay đổi loại muối, nồng độ muối và độ ẩm đất, cho thấy độ ẩm đất có ảnh hưởng lớn tới đặc điểm phổ đất. Tuy nhiên trong khoảng bước sóng từ 1500 - 1200cm^{-1}, đất nhiễm Na_2CO_3 xuất hiện phụ thuộc theo nồng độ muối và ít chịu ảnh hưởng bởi độ ẩm có trong đất, đặc điểm này có thể sử dụng để ước tính và giám sát hàm lượng muối Na_2CO_3 trong đất từ các bộ cảm biến trong viễn thám.

Từ khóa: Thư viện quang phổ, đất nhiễm mặn, quang phổ đất, FTIR.

1. MỞ ĐẦU

Phổ đất hay quang phổ đất, phản ánh độ phản xạ (hoặc hấp thụ/truyền dẫn)/ độ phóng xạ một phần của bức xạ điện từ tương tác với các vấn đề đất trên vùng phổ VIS-NIR-SWIR-TIR- Far-IR phạm vi từ 0,35- 27 μm. Nhiều nhà nghiên cứu đã chỉ ra rằng quang phổ trong vùng hồng ngoại nhìn thấy và gần (vis-NIR) có thể đặc trưng cho thành phần hóa học, vật lý và khoáng vật học của đất [4, 21]. Trong những năm gần đây, các nhà khoa học tập trung khá nhiều vào việc sử dụng quang phổ hồng ngoại Fourier (FTIR) để hiểu rõ hơn về cấu trúc của phân tử và thành phần hóa học của hỗ hợp phân tử, nhiễm mặn đất, ảnh hưởng nhiễm mặn đất tới sinh lý của cây trồng và làm suy giảm cấu trúc đất [1, 13, 18].

Bởi vậy, quang phổ đất ngoài việc cung cấp thông tin về đặc điểm của các nhóm, loại đất… còn được sử dụng để phân loại đất, quan trắc và giám sát sự thay đổi của đặc tính hóa học và vật lý đất,… Trên thế giới đã có khá nhiều thư viện phổ của các loại đối tượng trên bền mặt đất, tuy nhiễn ở mỗi vùng địa lý khác nhau, đặc trưng phổ của các đối tượng cũng có những sự khác biệt, bởi vậy việc xây dựng thư viện phổ cần tới sự đóng góp của tất cả nhà khoa học ở các vùng và quốc gia trên thế giới.

Xây dựng thư viện phổ của các đối tượng bề mặt đất đã được tiến hành trong suốt các thập niên 70, 80, nhất là sau khi vệ tinh thương mại đầu tiên trên thế giới Landsat-1 đi vào hoạt động năm 1972. Condit H.R. (1970) đề cập tới đồ thị phổ đất, ông và nhóm nghiên cứu đã thu thập 160

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: lethien@ig.vast.vn

phổ đất từ các bang của Mỹ, từ các đồ thị này có thể phân biện là 3 nhóm đất chính theo chỉ thị đường cong phổ. Đã đánh dấu cho ứng dụng phổ để phân loại và mô tả đặc tính lý hóa của đất [6]. Beck R.H và các cộng sự (1976) đã cho thấy mối quan hệ giữa đặc điểm phổ và đặc trưng về độ ẩm, carbon đất, hàm lượng clay trong đất [3]. Tiếp theo đó là hàng loạt các công trình nghiên cứu tiến hành đo phản xạ phổ của các đối tượng đặc thù như vùng ngập nước, phổ phản xạ của các loại tán lá cây, khu dân cư… bằng sử dụng phổ kế. Những công trình nghiên cứu này làm cơ sở cho việc xây dựng bộ thư viện phổ của các đối tượng.

Cục địa chất Mỹ (USGS) [22] công bố một thư viện phổ tương đối phong phú. Trong đó tập trung chủ yếu vào phổ phản xạ trong phòng thí nghiệm của các loại đá và khoáng vật khác nhau, và một vài phổ phản xạ của thảm thực vật. Cụ thể là, thư viện phổ phản xạ này có 498 phổ phản xạ của các mẫu khoáng vật khác nhau. Trong đó, hầu hết mỗi loại khoáng vật chỉ có một đại diện phổ phản xạ và có độ chính xác cao nhất. Đây cũng là cơ sở để các nhà địa chất Mỹ sử dụng thư viện phổ trong việc phân tích ảnh viễn thám để xác định, phân loại và thành lập các bản đồ về phân bố đất đá một cách nhanh chóng và chính xác. https://pubs.er.usgs.gov/publication/ds1035

Thư viện quang phổ ECOSTRESS của Phòng thí nghiệm phản lực (JPL-NASA) [14] là nơi tổng hợp hơn 3400 quang phổ của vật liệu tự nhiên và nhân tạo, trong đó có thư viện phổ bao gồm phổ phản xạ của 160 khoáng sản ở dạng kỹ thuật số (http://speclib.jpl.nasa.gov/documents/jpl_desc)

SPECCHIO (Spectral Input/Output) cung cấp một cơ sở dữ liệu phổ phản xạ đang được phát triển tại RSL Đại học Zurich, Thụy sĩ nhằm cung cấp truy cập dữ liệu phổ phản xạ sẵn có và dữ liệu mô hình hóa [2].

Bên cạnh thư viện phổ của các cơ quan, trường đại học, còn có thư viện phổ được xây dựng bởi các nhóm nghiên cứu, như: phát triển thư viện đặc điểm phổ đất, trong đó giới thiệu thư viện của trên 1000 phổ phản xạ của lớp đất bề mặt ở miền đông và miền Nam châu Phi [19]; mẫu phổ hồng ngoại của các mẫu đất cho vùng trồng bông ở miền Đông Australia [23].

Công nghệ vũ trụ của Việt Nam được bắt đầu từ những năm 80s, khi đưa máy đo phổ MKF-6 lên máy bay AN-30 để chụp ảnh bề mặt Trái đất với mục đích điều tra tài nguyên và môi trường tự nhiên. MKF-6 có kênh phổ từ 460 đến 890 nm với 6 kênh phổ và kết hợp với các máy đo phổ cầm tay đo đạc các đối tượng ở mặt đất dựa trên kết quả phân tích đặc điểm phổ của 2000 đối tượng trên mặt đất để phân loại đối tượng lớp phủ. Cho đến nay cũng đã có một số nghiên cứu đo phổ và xây dựng cơ sở dữ liệu phổ cho nột số loại đất đá ở Việt Nam [17]; phổ đất phục vụ giám sát độ ẩm [8]; phổ phản xạ một một số đối tượng tiêu biểu trong phần mềm ENVI [15].

Nhìn chung thư viện phổ trong lĩnh vực địa chất như đất đá, khoáng vật,… ở Việt Nam còn hạn chế, mặc dù đây là nguồn thông tin cơ bản phục vụ cho công tác quan trắc, giám sát thông tin tài nguyên, môi trường từ viễn thám. Việc nghiên cứu và xây dựng thư viện phổ cho các đối tượng trên bề mặt đất ở Việt Nam là cần thiết. Bài viết này giới thiệu về thư viện quang phổ đất nhiễm mặn ở khu vực cửa sông ven biển vùng Đồng bằng Sông Hồng và minh họa sự thay đổi của quang phổ đất khi thay đổi loại muối, nồng độ các muối nhiễm mặn đất và độ ẩm đất.

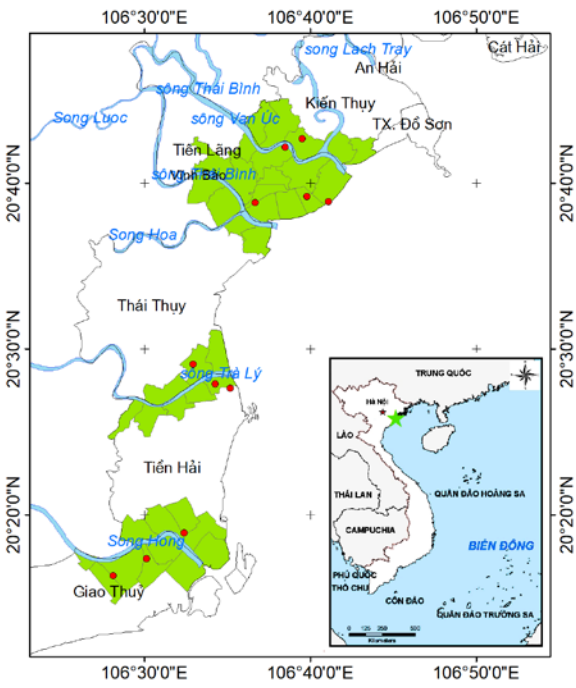
2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Quang phổ đất dùng để chỉ độ phản xạ/độ phóng xạ một phần của bức xạ điện từ tương tác với các vấn đề đất trên VIS-NIR-SWIR-TIR phạm vi vùng phổ (0,35-14 μm). Trong bài viết này trình bày về quang phổ đất trong phòng thí nghiệm ở phạm vi vùng phổ TIR.

Thư viện quang phổ của 2 nhóm đất Fluvisol và Arenosol ở khu vực cửa sông ven biển nhiễm mặn các loại muối Na^+, cụ thể nhiễm các muối Na_2SO_4; NaCl; Na_2CO_3 ở các mức độ nhiễm mặn, từ không nhiễm mặn đến nhiễm mặn nhiều và với các cấp độ ẩm từ khô cho đến rất ẩm.

Khu vực nghiên cứu (Hình 1) vùng cửa sông ven biển Hải Phòng - Thái Bình, bao gồm: cửa Văn Úc, Thái Bình, Trà Lý và Ba Lạt. Các điểm lấy mẫu đất được thể hiện trong Hình 1. Theo các kết quả điều tra trước đây, khu vực này thường xuyên chịu tác động của thủy triều, nước mặn thâm nhập vào đất liền thông qua các cửa sông, cửa cống, làm cho đất bị nhiễm mặn, ở các xã ven biển nếu đào sâu xuống khoảng 1-3 m, thường gặp nước hơi mặn (nước lợ).



Hình 1. Sơ đồ khu vực nghiên cứu

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Lấy mẫu đất ngoài hiện trường: các mẫu đất được thu thập theo TCVN 4046-85, từ khu vực nghiên cứu. Mẫu đất được lấy ở các khu vực canh tác nông nghiệp; trên 2 nhóm đất chính Fluvisol và Arenosol.

- Phân tích mẫu trong phòng thí nghiệm theo các chỉ tiêu lý hóa đất: Độ ẩm (được xác định theo TCVN 4080:2011); Độ pH: pH của đất được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 5979:2007 (ISO 1039:2005); Độ dẫn điện: được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 6650:2000 (ISO 11265:1994); Thành phần cấp hạt (được xác định theo tiêu chuẩn TCVN 8567:2010)

- Tạo mẫu đất mặn với 4 mức độ mặn: không mặn (chứa 0,35 gr muối); mặn nhẹ (chứa 1,75 gr muối đơn $NaCl/Na_2SO_4/Na_2CO_3$ hoặc trộn nhiều loại muối theo tỷ lệ 1:1:1); mặn trung bình (chứa 3,5 gr muối); Mặn nhiều (7,0 gr muối). Mỗi loại đất nhiễm mặn nhân tạo này được kết hợp với 4 cấp độ ẩm khác nhau từ rất ẩm ở mức bão hòa cho đến rất khô.

- Phương pháp phân tích và đo quang phổ hồng ngoại Fouries (FTIR)

Mẫu đất nền và mẫu đất thí nghiệm được đo phổ bằng đầu đo mặt kim cương, ép mẫu trực tiếp trên máy Cary 630 FTIR của hãng Agilent Technologies, phần mềm đo phổ MicroLab PC, phần mềm ghép phổ Agilent Resolution. Cary 630 FTIR cho kết quả đồ thị phổ trong khoảng bước sóng: 6300 cm^{-1} -350 cm^{-1} với KBr, 5100 cm^{-1} - 600 cm^{-1} với ZnSe.

Điều kiện đo: Nhiệt độ từ 15- 35 ^oC, độ ẩm từ 45- 80 %, ít bụi , không bị rung, không bị ánh sáng chiếu trực tiếp, không có thành phần khí ăn mòn hay khí hấp thụ tử ngoại, không bị ảnh hưởng của từ trường mạnh. Yêu cầu về điện áp cho thiết bị đo thay đổi không quá 10%, cần qua ổn áp, và có dây nối đất.

- Theo dõi thí nghiệm và đo phổ

Đo phổ của của đất nhiễm mặn kết hợp ẩm nhân tạo trong phòng thí nghiệm bằng máy phân tích quang phổ. Số lần đo lặp lại cho mỗi mẫu là 04 lần. Thời gian theo dõi thí nghiệm là 5 ngày,

trong 4 ngày đầu để đất tự khô dần trong điều kiện thường, độ ẩm đều đạt được ở các cấp ẩm mong muốn từ bão hòa đến ẩm nhiều; ẩm trung bình; ẩm ít và ngày cuối để đất khô và sấy. Cụ thể như sau:

Ngày 1: Mẫu đất được tạo độ ẩm bão hoà, xác định độ ẩm và đo phổ FTIR.

Ngày 2: Mẫu đất thí nghiệm để khô khí, xác định độ ẩm và đo phổ FTIR.

Ngày 3: Mẫu đất thí nghiệm tiếp tục để khô không khí, xác định độ ẩm và đo phổ FTIR.

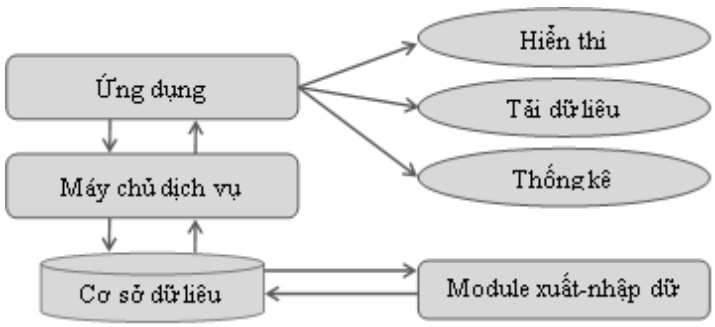
Ngày 4: Mẫu đất thí nghiệm tiếp tục để khô không khí, xác định độ ẩm và đo phổ FTIR.

Ngày 5: Mẫu đất thí nghiệm được sấy ở 105 ^{o}C đến khối lượng không đổi, xác định độ ẩm, đo phổ FTIR và xác định độ dẫn điện.

- Lập trình web để tạo và lưu trữ thư viện phổ. Các công cụ gồm có: xuất nhập dữ liệu; hiển thị, tạo trường dữ liệu, thống kê v.v.

Chức năng của thư viện: là nơi lưu trữ dữ liệu và có thể tra cứu, hiển thị, cho phép người dùng tải và thống kê dữ liệu (Hình 2).

Địa chỉ thư viện: https://speclib.ga/ [12]



Hình 2. Mô hình chức năng của hệ thống web của thư viện quang phổ đất

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thư viện phổ đất nhiễm mặn các muối NaCl, Na_2CO_3 và Na_2SO_4

Thư viện phổ đất nhiễm mặn được xây dựng cho 2 nhóm đất: Fluvisol và Arenosol, bị nhiễm mặn bởi 3 loại muối: Na_2CO_3; Na_2SO_4; NaCl; NaCl:Na_2SO_4:Na_2CO_3=1:1:1; NaCl:Na_2SO_4=1:1, với 4 mức nhiễm mặn: Không mặn: EC<2 dS/m; Mặn ít: EC từ 2-4 dS/m; Mặn trung bình: EC từ 4-8 dS/m; Mặn nhiều: EC >8 dS/m; được kết hợp với 4 cấp độ ẩm: Khô; Ẩm ít; Ẩm trung bình; Ẩm cao

Thư viện phổ được tổ chức hiển thị theo định dạng website. Được tổ chức theo 2 nhóm mẫu phổ.

Nhóm 79 mẫu phổ đất được đo ngoài thực địa, kèm theo các thông tin mô tả về thời gian đo, vị trí địa lý, thời tiết, đặc điểm mô tả thực địa, trạng thái canh tác, người do đạc, ảnh chụp thực địa và đồ thị phổ.

Nhóm 2: 280 mẫu phổ đất Fluvisol và Arenosol nhiễm mặn được đo trong phòng thí nghiệm, kèm theo các thông tin về loại đất, loại muối nhiễm mặn, hàm lượng muối có trong đất; độ ẩm đất; độ dẫn điện; phương pháp đo.

Cấu trúc tổ chức thông tin cho mỗi mẫu phổ đo trong phòng thí nghiệm như sau:

Mã: Được ký hiệu gồm: tên nhóm và mã hóa đo phổ. Ví dụ: II-4 (tức là mẫu thuộc nhóm 2; và mã hóa khi đo phổ là 4 – lượng muối được thêm vào đất theo tỷ lệ 100 gr đất + 0,36 g muối

Tên mẫu: Đầy đủ thông tin về nhóm, loại đất, vị trí lấy mẫu, loại muối nhiễm mặn. Ví dụ: II TL2-NaCl:Na_2SO_4(1:1) 4, ý nghĩa như sau: Nhóm phổ đo đất cát trong phòng thí nghiệm, mẫu lấy ở Tiên Lãng (TP. Hải Phòng), nhiễm mặn muối NaCl và Na_2SO_4 tỷ lệ 1:1; 4: mã hóa đo phổ (100 gr đất + 0,36 g muối)

Mô tả: File mô tả đặc điểm khu vực lấy mẫu*;* đặc điểm đất*;* phương pháp đo mẫu

Đồ thị phổ: đồ thị của phổ đo được

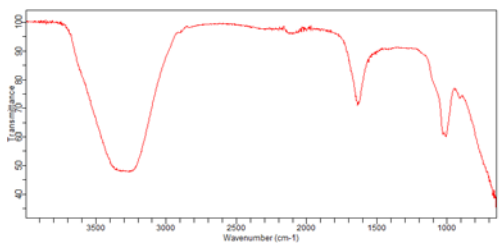
File dữ liệu: Toàn bộ số liệu, hình ảnh phổ, hình ảnh mẫu, bản mô tả của mẫu được liên kết trong zip file. Mỗi mẫu phổ được kèm theo các thông tin:

- Hình ảnh (đồ thị phổ *.pdf) có dải sóng từ 600- 3600cm^{-1} được đo trong 5 ngày theo dõi (Hình 3a,b,c,d,e)

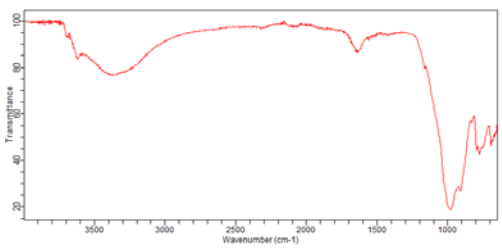
- Dữ liệu phổ dạng *.exel

Bảng 1. Bản mô tả đất nhiễm mặn nuối NaCl dạng *.docx

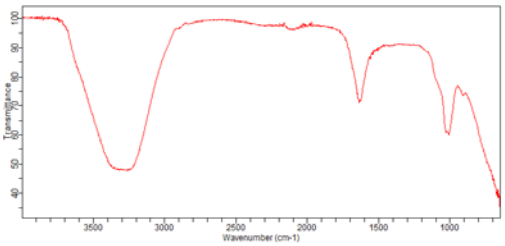
Tên mẫu: Non saline soil 1 NaCl TL2 Loại đất: Fluvisol Vị trí lấy mẫu: Tien Lang, Hai Phong, Vietnam						
Ký hiệu mẫu thí nghiệm	Tên mẫu	Ký hiệu mẫu đất)	Loại muối nhiễm mặn	Hàm lượng muối trong 100 gr đất	Ngày quan trắc	Độ ẩm đất (%)
mau1-1	Non saline soil 1 NaCl TL2 - 1	TL2	NaCl	0.35	Ngày 1: 12/06/2017	34,27
mau1-2	Non saline soil 1 NaCl TL2 - 2	TL2	NaCl	0.35	Ngày 2: 12/07/2017	32,18
mau1-3	Non saline soil 1 NaCl TL2 - 3	TL2	NaCl	0.35	Ngày 3: 12/08/2017	21,52
mau1-4	Non saline soil 1 NaCl TL2 - 4	TL2	NaCl	0.35	Ngày 4: 12/09/2017	3,94
mau1-5	Non saline soil 1 NaCl TL2 - 5	TL2	NaCl	0.35	Ngày 5: 12/11/2017	0



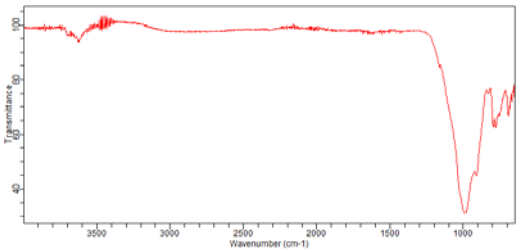
Hình 3a. Phổ đất nhiễm muối NaCl (ngày 1)



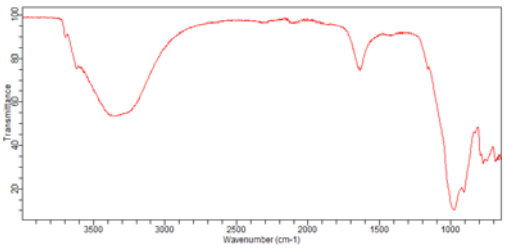
Hình 3d. Phổ đất nhiễm muối NaCl (ngày 4)



Hình 3b. Phổ đất nhiễm muối NaCl (ngày 2)



Hình 3e. Phổ đất nhiễm muối NaCl (ngày 5)



Hình 3c. Phổ đất nhiễm muối NaCl (ngày 3)

Hình 3. Đồ thị phổ quảng đất Fluvisol nhiễm mặn muối NaCl đo trong phòng thí nghiệm

Việc sử dụng các mẫu phổ trong thư viện có thể giúp cho người xem hiểu rõ hơn về đặc tính vật lý và hóa học của 2 nhóm đất Fluvisol và Arenosol ở khu vực cửa sông ven biển vùng Đồng bằng Sông Hồng (Việt Nam). Cụ thể hơn là về độ ẩm và thành phần và hàm lượng muối Na+ có mặt trong đất. Bên cạnh đó, thư viện cũng đóng góp vào việc bổ sung số lượng phổ đất, phổ đất nhiễm mặn của Việt Nam.

3.2. Sự thay đổi của quang phổ đất đối với các loại muối, nồng độ muối và độ ẩm đất

3.2.1. Đặc điểm phổ đất Fluvisol và Arenosol nhiễm muối NaCl

Theo các nghiên cứu trước đây, phân tích phổ của tinh thể halit tinh khiết (NaCl) không hấp thụ trong vùng hồng ngoại nhìn thấy, NIR, và nhiệt [11]. Một số tác giả tìm thấy dải hấp thụ của nó ở gần quang phổ 1400, 1900, và 2250 nm được cho là do độ ẩm và chất lỏng có trong muối [7, 9, 11, 16]. Dải quang phổ liên tục của halit và xinvit (KCl) cho thấy tính năng hấp thụ xảy ra ở 1440 và 1933 nm; trong khi các mẫu đất được xử lý bằng dung dịch MgCl2 (Bischofite) tính năng hấp thụ tại bước sóng 1190 và 1824 nm [9]. Một số nghiên cho thấy một xu hướng tăng chiều sâu hấp thụ với nồng độ muối tăng lên [9, 10]. Còn canxi clorua hiếm khi có mặt trong đất bởi vì xu hướng phản ứng của nó với sunfat natri và natri cacbonat.

Trong nghiên cứu này, phổ đất nhiễm muối NaCl được phân tích trong dải phổ hồng ngoại (từ 4000 – 650 cm^{-} tương đương khoảng 2500.00 nm (cận hồng ngoại) đến 15625 nm (hồng ngoại xa) cho thấy:

- Khoảng bước sóng nhạy cảm/dao động mạnh ở từ 3600-2900, đây là do ảnh hưởng bởi độ ẩm có trong đất, độ ẩm càng lớn thì đáy hấp thụ càng sâu và hình tù. Khi đất khô thì của đất khô không thấy rõ sự dao động của đồ thị

- Khoảng bước sóng từ 1700 đến 1500 cũng có sự dao động, đáy hấp thụ ở đây nhọn và đường cong dốc, độ sâu của đáy phụ phuộc vào độ ẩm có trong đất.

- Khoảng bước sóng từ 1200 đến 650, sự dao động mạnh và xuất hiện nhiều đỉnh, có thể là do đặc điểm của đất và độ ẩm bởi vì ở các đo đạc khác cho thấy hình dạng phổ cũng tương tự và các đỉnh hấp thụ khá giống nhau.

Nhìn chung, đồ thị phổ đất nhiễm muối NaCl cho thấy mức độ dao động của đồ thị/nhạy cảm phụ thuộc vào mức độ ẩm, độ ẩm càng lớn thì các đáy hấp thụ càng sâu. Khi mẫu phổ đất khô với các cấp độ mặn khác nhau, hình dạng phổ giống nhau, không xuất hiện các đỉnh hấp thụ 3600-2900 và 1700 đến 1500. Điều này cho thấy khả năng phát hiện muối NaCl có trong đất trong khoảng phổ hồng ngoại là rất khó khăn. Điều này cũng đúng với nghiên cứu trước đây của Hunt và các cộng sự đã kết luận khi phân tích phổ của tinh thể halit tinh khiết (NaCl) không hấp thụ trong vùng hồng ngoại nhìn thấy, NIR, và nhiệt [11]. NaCl là loại muối có nhiều trong nước biển, cũng là loại muối gây mặn đất nhiều ở khu vực cửa sông ven biển. Bởi vậy sử dụng phổ đất để xác định nhiễm mặn do NaCl là rất khó khăn.

3.2.2. Đặc điểm phổ đất Fluvisol và Arenosol nhiễm muối Na_2CO_3

Muối cacbonat và bicacbonat: Cacbonat có tính năng hấp thụ trong phạm vi hồng ngoại nhiệt (11,000-12,000 nm) do dao động nội bộ của nhóm CO_3^{-1}. tính năng hấp thụ Carbonate cũng đã được tìm thấy tại 2340 nm [20]. Đất đá vôi có nhiều dải hấp thụ trong SWIR tại 2250, 2350, 2380, và 2465 nm do sự dao động của các ion cacbonat trong canxit (Ca_2CO_3) [9], cũng có khi hấp thụ canxi ở 1052, 1479 và 2100 nm [10]. Trong đất với hỗn hợp các tính năng phổ nathcolite và canxit ($NaHCO_3$-Ca_2CO_3), nathcolite (dải hấp thụ ở 1334, 1472 và 1997 nm) chiếm ưu thế vì canxit ít hòa tan, vì thế các muối hòa tan chiếm ưu thế trong sự đóng góp quang phổ [10].

Trong nghiên cứu này, phân tích phổ đất nhiễm muối Na_2CO_3 cũng trong dải phổ hồng ngoại cho thấy:

- Tương tự như phổ đất nhiễm muối NaCl, phổ đất nhiễm muối Na_2CO_3 cũng có khoảng bước sóng nhạy cảm/dao động mạnh ở từ 3600 - 2900; đáy hấp phụ hình tù và khoảng bước sóng từ 1700 đến 1500 cũng có sự dao động, đáy hấp thụ ở đây nhọn và đường cong dốc, độ sâu của đáy phụ phuộc vào độ ẩm có trong đất, đây là do ảnh hưởng bởi độ ẩm có trong đất, độ ẩm càng lớn thì đáy hấp thụ càng sâu và hình tù. Khi đất khô thì của đất khô không thấy rõ sự dao động của đồ thị

- Khoảng bước sóng từ 1200 đến 650, sự dao động mạnh và xuất hiện nhiều đỉnh, có thể là do đặc điểm của đất và độ ẩm bởi vì ở các đo đạc khác cho thấy hình dạng phổ cũng tương tự và các đỉnh hấp thụ khá giống nhau.

- Đồ thị phổ đất (gồm cả đất phù sa và đất cát) nhiễm muối Na_2CO_3 thấy xuất hiện thêm đỉnh hấp thụ trong khoảng bước sóng từ 1500 - 1200. Khoảng sóng này có đáy hấp thụ nông sâu phụ thuộc theo nồng độ muối và ít chịu ảnh hưởng bởi độ ẩm có trong đất, ngay cả khi đất khô vẫn xuất hiện các đáy hấp thụ này. Tính năng hấp thụ này được cho ra bởi sự dao động của nhóm CO_3^- [20]. Bởi vậy có thể sử dụng khoảng sóng này để xác định đất nhiễm muối có gốc CO_3^-.

3.2.3. Đặc điểm phổ đất Fluvisol và Arenosol nhiễn muối Na_2SO_4

Gypsum ($CaSO_4.2H_2O$): Quang phổ của thạch cao hiển thị nổi bật ở khu vực cận hồng ngoại, bắt đầu từ 1400 nm và tiếp tục ra đến 2500 nm. Sulphate có thể được chia thành năm nhóm liên quan đến quang phổ của chúng: i) hydroxylated, ii) hydrated, iii) hydrated, ngậm nước, iv) hydroxylated và hydrated) không hydroxylated và không hydrated [5, 11, 16]. Trong khoảng bước sóng giữa 1000 nm và 2500 nm, đặc biệt là ở 1450 nm, 1550 nm, 1750 nm và 2300 nm có thể được

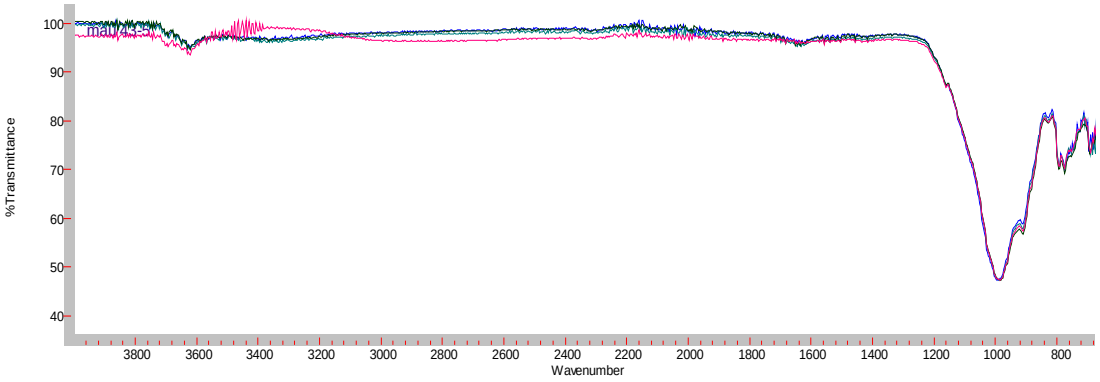
nhìn thấy trong quang phổ của thạch cao. Tuy nhiên trong nghiên cứu không nói rõ có phải do ảnh hưởng của nước không.

Trong nghiên cứu này, phân tích phổ đất nhiễm muối Na_2SO_4 cũng trong dải phổ hồng ngoại. Phổ đất phù sa nhiễm mặn muối Na_2SO_4 cho thấy:

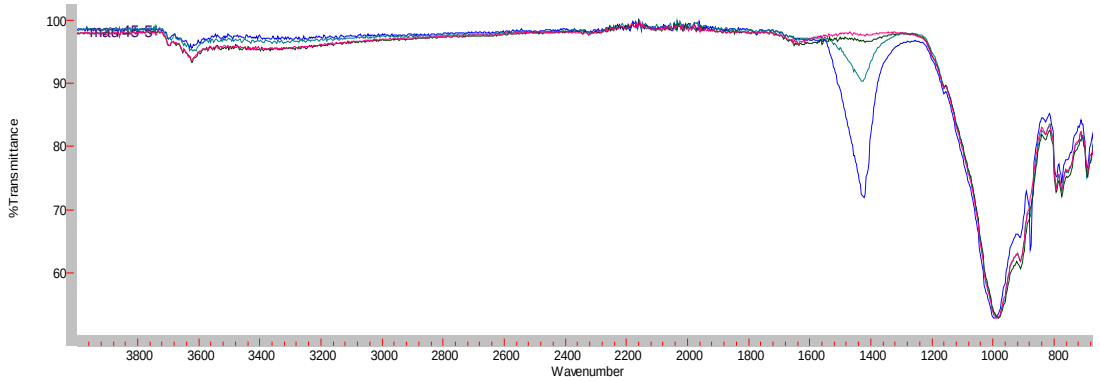
- Tương tự như phổ đất nhiễm muối NaCl, phổ đất nhiễm muối Na_2SO_4 cũng có khoảng bước sóng nhạy cảm/dao động mạnh ở từ 3600-2900; đáy hấp phụ hình tù và khoảng bước sóng từ 1700 đến 1500 cũng có sự dao động, đáy hấp thụ ở đây nhọn và đường cong dốc, độ sâu của đáy phụ phuộc vào độ ẩm có trong đất, đây là do ảnh hưởng bởi độ ẩm có trong đất, độ ẩm càng lớn thì đáy hấp thụ càng sâu và hình tù. Khi đất khô thì của đất khô không thấy rõ sự dao động của đồ thị

- Khoảng bước sóng từ 1200 đến 650, sự dao động mạnh và xuất hiện nhiều đỉnh, có thể là do đặc điểm của đất và độ ẩm bởi vì ở các đo đạc khác cho thấy hình dạng phổ cũng tương tự và các đỉnh hấp thụ khá giống nhau.

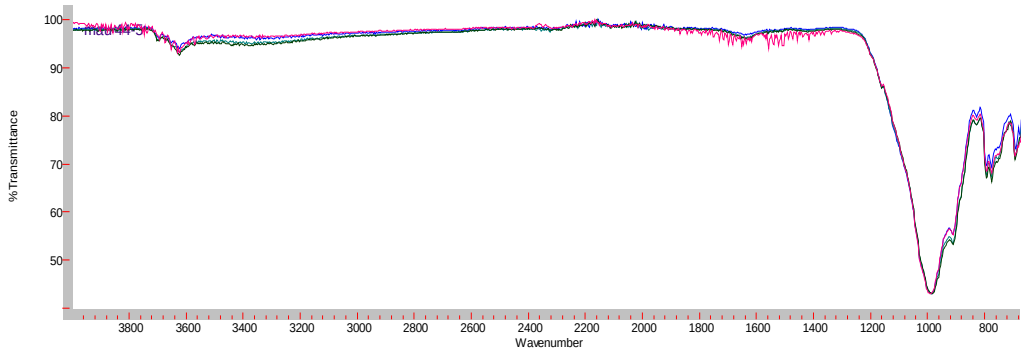
Tương tự đồ thị đất nhiễm muối NaCl, đồ thị phổ đất nhiễm muối Na_2SO_4 có các khoảng dao động phụ thuộc vào mức độ ẩm, độ ẩm càng lớn thì các đáy hấp thụ càng sâu ở các khoảng bước sóng 3600-2900 và 1700 đến 1500. Khi mẫu phổ đất khô không xuất hiện các đỉnh hấp thụ nữa. Điều này cho thấy khả năng phát hiện muối Na_2SO_4 có trong đất trong khoảng phổ hồng ngoại là rất khó khăn.



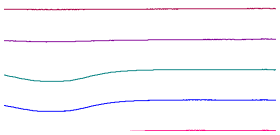
Hình 4a. Mẫu chồng phổ đất Fluvisol nhiễm muối NaCl (đất khô, khác độ mặn)



Hình 4b. Mẫu phổ chồng đất Fluvisol nhiễm muối Na_2CO_3 (đất khô, khác độ mặn)



Hình 4c. Mẫu chồng phổ đất Fluvisol nhiễm muối Na_2SO_4 (đất khô, khác độ mặn)



Đất không mặn: 100 g đất chứa 0,35gr muối
Đất có độ mặn nhẹ: 100 gr đất chứa 1,75 gr muối
Đất có độ mặn trung bình: 100 gr đất chứa 3,5 gr muối
Đất mặn: 100 gr đất chứa 35gr muối

Chú giải các Hình 4a, b, c

4. KẾT LUẬN

Thư viện phổ của nhóm đất Fluvisol và Arenosol khu vực cửa sông ven biển Hải Phòng – Thái Bình nhiễm mặn muối NaCl, Na_2SO_2; Na_2CO_3 được lưu trữ gồm 2 nhóm: 1) 280 mẫu phổ đo trong phòng thí nghiệm, được thiết kế cho các mẫu đất nhiễm mặn 3 loại muối (NaCl, Na_2SO_2; Na_2CO_3) đơn hoặc pha lẫn, với 4 cấp nhiễm mặn (không mặn, mặn ít, mặn trung bình và mặn nhiều) kết hợp với 5 cấp ẩm (khô; ẩm ít, ẩm trung bình và ẩm nhiều và bão hòa); 2) 79 mẫu phổ đất đo đạc thực địa trên các loại hình sử dụng đất/lớp phủ cây trồng khác nhau (trên đất nông nghiệp), kèm theo các thông tin mô tả về điều kiện tự nhiên, canh tác và thành phần cơ giới đất. Địa chỉ thư viện: https://speclib.ga/ [12].

Minh họa sự thay đổi của quang phổ của nhóm đất Fluvisol và Arenosol đối với các loại muối và nồng độ muối qua các mẫu phổ của đất nhiễm mặn cho thấy: Đối với đất nhiễm muối NaCl và Na_2SO_4, các đáy hấp thụ phổ phụ thuộc vào mức độ ẩm, độ ẩm càng lớn thì các đáy hấp thụ càng sâu ở các bước sóng: 3400-3200; 1700-1600; 1100-900 cm^{-1}. Mẫu phổ đất khô với các cấp độ mặn khác nhau, khó phân biệt được gần như là giống nhau; hoặc mẫu đất với độ ẩm tương tự nhau nhưng nồng độ muối thay đổi thì các đáy hấp thụ trong các dải sóng 3400-3200; 1700-1600 cm^{-1} cũng vẫn khá giống nhau, khó phân biệt được, còn trong dải sóng 1100-900 Cm- đáy phổ thay đổi không rõ quy luật. Đối với đất nhiễm muối Na_2CO_3 ngoài các dải phổ dao động phụ thuộc vào độ ẩm đất ở trên, còn xuất hiện dao động ở bước sóng từ 1500 - 1200, có đỉnh hấp thụ ở khoảng 1400. Khoảng sóng này có đáy hấp thụ nông sâu phụ thuộc theo nồng độ muối và ít chịu ảnh hưởng bởi độ ẩm có trong đất, ngay cả khi đất khô vẫn xuất hiện các đáy hấp thụ này.

Lời cảm ơn

Đây là một trong các kết quả thuộc đề tài khoa học công nghệ "*Xác định mức độ nhiễm mặn tầng đất mặt canh tác nông nghiệp ở một số vùng gần cửa sông ven biển Hải Phòng - Thái bình bằng ảnh viễn thám siêu phổ*" - mã số: VAST01.02/17-18. Kinh phí được tài trợ bởi Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ahmed Afifi, Refat Y. Husseiny M.H. (2013). Fourier transform infared spectometry study on early stage of salt stress in jujube plant. *Life science Journal* 10 (4): 1973-1981.
2. Andreas Hueni, Laurie A. Chisholm, Cindy Ong; Tim J. Malthus, Mathew Wyatt, Simon A. Trim; Michael E. Schaepman, Medhavy (2020). The SPECCHIO Spectral Information System. IEEE Journal of Selected Topics in *Applied Earth Observations and Remote Sensing*, Volume: 13, Page(s): 5789 - 5799, Print ISSN: 1939-1404, Electronic ISSN: 2151-1535. https://doi.org/10.1109/JSTARS.2020.3025117.
3. Beck, R.H., B. Robinson, W.W. Mcfee, and J.B. Peterson (1976). Spectral characteristics of soils related to the interaction of soils moisture, organic carbon, and clay content. *LARS info*. Note 081176. Purdue Univ., West Lafeyette, In.
4. Ben-Dor, E., J.R. Irons, and G.F. Epena. 1999. Soil reflectance. p 111-188. In A.N. Rences (ed.) Remote sensing for earth sciences Manual of remote sensing. 3rd ed. Vol. 3. John Wiley & Sons, New York.
5. Clark, R. N. (1999). Spectroscopy of rocks and minerals and principles of spectroscopy. *Remote Sensing for Earth Sciences: Manual of Remote Sensing*, 3 ed., Vol. 3, (Andrew N. Rences, editor). John Wiley and Sons, USA, pp. 111- 188.
6. Condit, H. R. (1970). The Spectral reflectance of American soils. *Photogramm.* Eng. Vol. 36, pp. 955-966.
7. Crowley, J. (1991). Visible and near-infrared (0.4-2.5 mm) reflectance spectra of playa evaporate minerals. *Journal of Geochemical Research* 96 (B10): 16231-16240.
8. Doãn Minh Chung và nnk. (2013). Nghiên cứu ứng dụng viễn thám tích cực, thụ động giám sát độ ẩm đất vùng đồng bằng trung du bắc bộ theo chương trình chuẩn hóa kiểm định dữ liệu độ ẩm đất toàn cầu. *Đề tài độc lập cấp Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam.*
9. Farifteh, J. (2007). Imaging spectroscopy of salt-affected soils: Model-based integrated method. *ITC dissertation*, 143, Enschede, the Netherlands.
10. Howari, F., Goodell, P., and Miyamoto, S. (2002). Spectral properties of salt crusts formed on saline soils. *Journal of Environmental Quality*, 31: 1453-1461.
11. Hunt, G. and Salisbury, J. (1971). Visible and near-infrared spectra of minerals and rocks. II. Carbonates. *Modern Geology* 2: 23-30.
12. Hien L.T.T. et. al. Speclibrary. https://speclib.ga/ [truy cập ngày 01/11/2022].
13. Hien, L.T.T.; Gobin, A.; Lim, D.T.; Quan, D.T.; Hue, N.T.; Thang, N.N.; Binh, N.T.; Dung, V.T.K.; Linh, P.H. (2022). Soil Moisture Influence on the FTIR Spectrum of Salt-Affected Soils. *Remote Sens.14*, 2380. https://doi.org/10.3390/rs14102380.
14. Jet Propulsion Laboratory. Ecostress: Spectral library. https://speclib.jpl.nasa.gov/documents/jpl_desc.
15. Lại Anh Khôi, Nguyễn Việt Lương, Phan Thị Kim Thanh, Tô Trọng Tú (2016). Xây dựng tự viện phổ phản xạ của các đối tượng tự nhiên, tích hợp trong ENVI. Tạp chí Tài nguyên và Môi trượng, số 12 tr.24-27. Xây dựng thư viện phổ phản xạ của các đối tượng tự hiên tiêu biểu của Việt Nam (đo đạc trong điều kiện tự nhiên), tích hợp trong phần mềm ENVI, phục vụ xử lý, phân tích ảnh viễn thám.
16. Mougenot, B., Epema G. F., and Pouget M. (1993). Remote sensing of salt affected soils, *Remote Sensing Review*, Vol. 7, pp. 241-259.

17. Nguyễn Thành Long (2013). Ứng dụng công nghệ phân tích phổ phản xạ và xây dựng thư viện phổ cho một số loại đất đá ở Việt Nam nhằm hỗ trợ công tác phân tích và giải đoán ảnh viễn thám phục vụ nghiên cứu và điều tra địa chất. Đề tài nghiên cứu khoa học. Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản.
18. Saori Westworth, Nanjappa Ashwath and Danial Cozzolino (2019). Application of FTIR-ATR spectroscopy to detect salinity response in beauty leaf tree (Calophyllum inophyllum L). Enery Procedia, Volume 160, February 2019, pp 761-768. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.182.
19. Shepherd, Keith D.; Walsh, Markus G. (2002). Development of Reflectance Spectral Libraries for Characterization of Soil Properties. Soil Science Society of America Journal, 66(3), 988–. doi:10.2136/sssaj2002.9880.
20. Siegal, B. and Gillespie, A.R. 1980. *Remote Sensing in Geology*. John Wiley & Sons, New York
21. Stoner E.R and Baumgardner M.F (1981). Characteristic variations in reflectance of surface soils. Soil science society of America Journal Vol. 45, Issue 6, pp 1161-1165.
22. USGS Crustal Geophysics and Geochemistry Science Center USGS Spectral Library Version 7. https://pubs.er.usgs.gov/publication/ds1035.
23. Viscarra Rossel R.A., Jeon Y.S, Odeh O.A, and McBratney A.B (2008). Using a legacy soil sample to develop a mid-IR spectral library. Australian Journal of Soil research, No.46, 1-16.

ESTABLISHMENT A SOIL SPECTRAL LIBRARY FOR MONITORING SOIL SALINITY IN THE COASTAL AREA

Le Thi Thu Hien[1,2*], Duong Thi Lim[1], Pham Ha Linh[1], Nguyen Ngoc Thang[1][1]

[1] *Institute of Geography, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Nghia Do, Cau Giay, Hanoi.*

[2] *Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Nghia Do, Cau Giay, Hanoi.*

ABSTRACT

This article introduces the soil spectroscopic library storing 280 samples of Na+ saline soil samples measured by FTIR method, that is hosted on the website https://speclib.ga/, and illustrates the change of the spectrum when changing salt type, salt concentration and soil moisture, shows that soil moisture had a great influence on soil spectral characteristics. However, in the wavelength range of 1500 - 1200cm^{-1}, soil contaminated with Na_2CO_3 appeared to be dependent on salt concentration and less affected by soil moisture, this feature can be used to monitor and monitor the concentration. Amount of Na_2CO_3 can be extracted and monitored from remote sensing sensors.

Keywords: Spectral library, salinity soil, soil spectral, FTIR.

* Corresponding author: lethien@ig.vast.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0183

NGHIÊN CỨU, ĐỀ XUẤT LOẠI HÌNH NÚT GIAO THÔNG NGẦM TẠI NGÃ TƯ NGUYỄN AN NINH GIAO GIỮA ĐƯỜNG NGUYỄN AN NINH VÀ ĐƯỜNG 3 THÁNG 2 - THÀNH PHỐ VŨNG TÀU

Nguyễn Chí Thành[1*], Dương Tuấn Anh[2]

[1]*Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội*

[2]*Phòng Kinh tế và Hạ tầng huyện Xuyên Mộc, 151 Quốc lộ 55, Phước Bửu, Xuyên Mộc, Bà Rịa-Vũng Tàu*

TÓM TẮT

Trên cơ sở thực trạng giao thông tại thành phố Vũng Tàu, để giảm tải tình trạng quá tải dẫn tới tình trạng ùn tắc thường xuyên xảy ra tại nút giao thông ngã tư Nguyễn An Ninh - giao giữa đường Nguyễn An Ninh và đường 3 tháng 2 - thành phố Vũng Tàu, đã có nhiều nghiên cứu đưa ra các phương án giải quyết như: xây dựng hầm ngầm, cầu vượt, mở thêm đường tránh,… Dựa trên việc lựa chọn loại hình nút giao thông cũng như trên cơ sở tính toán và so sánh một số phương án đầu tư, nâng cấp nút giao thông ngã tư Nguyễn An Ninh - giao giữa đường Nguyễn An Ninh và đường 3 tháng 2 - thành phố Vũng Tàu, bài báo đưa ra phương án sử dụng nút giao thông khác mức và kiến nghị sử dụng hầm ngầm tại nút giao thông khác mức.

Từ khóa: Nút giao thông, lưu lượng, phương tiện, hầm ngầm, thành phố Vũng Tàu.

1. MỞ ĐẦU

Hệ thống giao thông là một bộ phận quan trọng của kết cấu hạ tầng đô thị, có vị trí, vai trò trọng yếu trong đời sống kinh tế - xã hội của đô thị. Kinh nghiệm trong xây dựng của các nước phát triển trên thế giới đều hướng tới khai thác giao thông trong lòng đất để tăng cường năng lực của cơ sở hạ tầng. Với tốc độ phát triển ngày càng nhanh của nền kinh tế thành phố, cùng với nhu cầu vận chuyển người và hàng hóa, hiện nay áp lực giao thông đè nặng lên các điểm nút giao thông giao cắt giữa các trục đường chính của thành phố Vũng Tàu, trong đó có nút giao tại ngã tư Nguyễn An Ninh - giao giữa đường Nguyễn An Ninh và đường 3 tháng 2 - thành phố Vũng Tàu. Trục đường 3 tháng 2 là một trong 3 tuyến đường đối ngoại chính chạy dọc thành phố Vũng Tàu, qua những khu đô thị đông đúc, gần khu vực sân bay. Đây cũng chính là đường Quốc lộ 51C cũ, đoạn chạy qua nội thành của thành phố Vũng Tàu. Đường Nguyễn An Ninh là đường trục ngang chính của thành phố Vũng Tàu, kết nối với 3 tuyến đường dọc đối ngoại để đi về các hướng của thành phố. Do đó, vị trí giao cắt giữa đường 3 tháng 2 và đường Nguyễn An Ninh có lưu lượng xe rất đông, thường xuyên xảy ra hiện tượng ùn ứ giao thông, gây kẹt xe, đặc biệt trong giờ cao điểm vào vào các dịp như: ngày nghỉ cuối tuần, các đợt nghỉ lễ, tết... Hiện nay, tại năm 2022, lưu lượng xe tại nút giao thông giữa đường 3 tháng 2 với đường Nguyễn An Ninh đạt giá trị khoảng 7246.1 PCU/h [1]. Với lưu lượng xe và phương tiện lớn như trên (trên 5.000 PCU/h) đòi hỏi cần thiết phải có phương án nâng cấp, cải tạo cho nút giao thông nói trên nhằm đảm bảo đáp ứng nhu cầu giao thông qua nút giao thông được diễn ra thông suốt, liên tục mà không bị ùn tắc, mất an toàn.

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: nguyenchithanh@humg.edu.vn

2. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU, CÁC ĐẶC ĐIỂM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Điều kiện về khí hậu và địa chất nút giao thông đường 3 tháng 2 với đường Nguyễn An Ninh

Khu vực nút giao thông đường 3 tháng 2 với đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu có địa hình khá bằng phẳng, cao độ tự nhiên khoảng từ +4,50 đến +4,90 m. Khu vực này có đặc điểm khí hậu chung của thành phố Vũng Tàu là khí hậu nhiệt đới gió mùa. Một năm chia hai mùa rõ rệt là mùa mưa và mùa khô. Nút giao thông này nằm trong khu vực địa tầng có lớp bùn yếu với độ dày trung bình khoảng 10 m [1].



Hình 1. Ngã tư nút giao nút giao thông đường 3 tháng 2 với đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu [1]

2.2. Hiện trạng giao thông và các công trình xây dựng tại khu vực bố trí dự án

Đường 3 tháng 2 là đường phố chính cấp 1, với mặt cắt ngang rộng 65,5 m, bao gồm 2 phần đường xe ô tô 2 chiều với bề rộng 11,25 m; phần đường xe thô sơ 2 làn với chiều rộng mỗi làn 7 m; giải phân cách giữa 2 chiều ô tô có chiều rộng là 5 m, giải phân cách giữa đường ô tô và xe thô sơ gồm 2 bên với chiều rộng 3 m; vỉa hè 2 bên rộng 9 m. Đường Nguyễn An Ninh: đây là trục đường ngang có nhiệm vụ nối giữa các tuyến đường trục chính của thành phố Vũng Tàu (đường 30/4, đường 2/9, đường 3/2). Mặt cắt ngang hiện tại của đường Nguyễn An Ninh rộng khoảng 33 m = 2x10,5 m (phần xe chạy) + 2x5 m (vỉa hè) + 2 m (dải phân cách giữa), lộ giới quy hoạch của đường là 33 m [1].

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Trong bài báo này, do tính chất của đối tượng nghiên cứu là nút giao thông và mục đích nghiên cứu là đưa ra loại nút giao thông phù hợp. Do vậy, phương pháp nghiên cứu chủ đạo được sử dụng ở đây là phương pháp nghiên cứu tổng hợp, phân tích các kết quả khảo sát.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN VIỆC XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT CỦA NÚT GIAO THÔNG TẠI ĐƯỜNG 3 THÁNG 2 GIAO VỚI ĐƯỜNG NGUYỄN AN NINH, THÀNH PHỐ VŨNG TÀU, TỈNH BÀ RỊA-VŨNG TÀU

Trên cơ sở của thực trạng tình hình giao thông tại nút giao đường 3 tháng 2 với đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu cũng như cấu tạo của nút, cần có sự khảo sát, liệt kê các phương tiện giao thông và người di chuyển qua nút giao này để xác định chuẩn xác tính chất của nút giao thông. Từ kết quả thu được, có phương án quy hoạch và nâng cấp nút giao với mục đích giảm thiểu hiện tượng ùn tắc và tai nạn tại nút giao nói trên.

3.1. Khảo sát và tính toán số lượng người và xe hai bánh thông qua nút giao thông đường 3 tháng 2 với đường Nguyễn An Ninh

Bảng 1. Lưu lượng các phương tiện tại mặt cắt khảo sát vào khung giờ cao điểm [1]

STT	Mặt cắt	Hướng	Tổng xe/h	Tổng PCU/h
1	A - A	Hướng ra khỏi nút giao	7981	2394,25
		Hướng vào nút giao	7842	2545,5
2	B - B	Hướng ra khỏi nút giao	7636	2343,35
		Hướng vào nút giao	6486	2129,75
3	C - C	Hướng ra khỏi nút giao	4458	1297,8
		Hướng vào nút giao	4283	1424,8
4	D- D	Hướng ra khỏi nút giao	3621	1210,7
		Hướng vào nút giao	5085	1557,95

Khảo sát, đếm phương tiện giao thông tại tại nút giao Nguyễn An Ninh với đường 3 tháng 2, thành phố Vũng Tàu [1]. Tiến hành khảo sát vào giờ cao điểm buổi sáng trong khung giờ (7 h÷8 h), buổi chiều trong khung giờ (17 h÷18 h). Bảng 1 trình bày các kết quả khảo sát, thống kê với người và phương tiện xe hai bánh qua nút giao thông.

Bảng 2. Thống kê lưu lượng người và phương tiện qua nút giao Nguyễn An Ninh với đường 3 tháng 2, thành phố Vũng Tàu, tại mặt cắt A-A, theo hướng của đường 3 tháng 2 [1]

Hướng từ đường 3 tháng 2 đến trung tâm thành phố Vũng Tàu hướng ra khỏi nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,30	0,25	1,00	2,50	3,00	**2394,25**
Tổng xe/h	125	7421	396	23	16	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	37,5	1855,25	396	57,5	48	
Hướng từ trung tâm thành phố Vũng Tàu đến đường 3 tháng 2 hướng vào nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,30	0,25	1,00	2,50	3,00	**2545,5**
Tổng xe/h	120	7032	653	25	12	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	36	1758	653	62.5	36	

Bảng 3. Thống kê lưu lượng người và phương tiện qua nút giao Nguyễn An Ninh – đường 3 tháng 2, thành phố Vũng Tàu, tại mặt cắt B-B, theo hướng của đường 3 tháng 2 [1]

Hướng từ đường 3 tháng 2 đến trung tâm thành phố Vũng Tàu hướng ra khỏi nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,30	0,25	1,00	2,50	3,00	**2343,35**
Tổng xe/h	237	6929	428	28	14	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	71,1	1732,25	428	70	42	

Hướng từ trung tâm thành phố Vũng Tàu đến đường 3 tháng 2 hướng vào nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,30	0,25	1,00	2,50	3,00	**2129,75**
Tổng xe/h	105	5821	512	26	22	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	31,5	1455,25	512	65	66	

Bảng 4. Thống kê lưu lượng người và phương tiện qua nút giao Nguyễn An Ninh với đường 3 tháng 2, thành phố Vũng Tàu theo hướng của đường Nguyễn An Ninh theo mặt cắt C-C [1]

Hướng từ đường Nguyễn An Ninh đến trung tâm thành phố Vũng Tàu hướng ra khỏi nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,3	0,25	1,00	2,50	3,00	**1297,8**
Tổng xe/h	321	3978	132	12	15	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	96,3	994,5	132	30	45	
Hướng từ trung tâm thành phố Vũng Tàu đến đường Nguyễn An Ninh hướng vào nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,3	0,25	1,00	2,50	3,00	**1424,8**
Tổng xe/h	431	3506	305	18	23	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	129,3	876,5	305	45	69	

Bảng 5. Thống kê lưu lượng người và phương tiện qua nút giao Nguyễn An Ninh với đường 3 tháng 2, thành phố Vũng Tàu theo hướng của đường Nguyễn An Ninh theo mặt cắt D-D [1]

Hướng từ đường Nguyễn An Ninh đến trung tâm thành phố Vũng Tàu hướng ra khỏi nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,3	0,25	1,00	2,50	3,00	**1210,7**
Tổng xe/h	214	3080	298	17	12	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	64,2	770	298	42,5	36	
Hướng từ trung tâm thành phố Vũng Tàu đến đường Nguyễn An Ninh hướng vào nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,3	0,25	1,00	2,50	3,00	**1557,95**
Tổng xe/h	289	4521	238	16	21	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	86,7	1130,25	238	40	63	

3.2. Dự báo và tính toán số lượng xe ô tô bánh thông qua nút giao thông đường 3 tháng 2 với đường Nguyễn An Ninh

Để có thể thực hiện việc quy hoạch và nâng cấp, cải tạo các hệ thống hạ tầng trong đô thị thì cần phải tiến hành dự báo nhu cầu giao thông tại các khu vực cần quy hoạch, nâng cấp tại thời điểm tiến hành việc nâng cấp. Trong bài báo này, sử dụng phương pháp mô hình đàn hồi để có thể dự báo được lưu lượng xe chạy của năm tương lai. Phương pháp mô hình đàn hồi dựa trên mối quan hệ giữa tỷ lệ tăng trưởng của một biến số về giao thông với tỷ lệ tăng trưởng của một số biến số khác (mà ở nghiên cứu này là tỷ lệ tăng trưởng GDP).

Hệ số đàn hồi được xác định bằng công thức [2-4]:

$$E_{xy} = \frac{\Delta_x}{\Delta_y} \tag{1}$$

trong đó: E_{xy} là hệ số đàn hồi cần được xác định; Δ_x là tỷ lệ tăng trưởng của biến số về giao thông cần dự báo, ở đây là lưu lượng phương tiện; Δ_y là tỷ lệ tăng trưởng của biến số khác mà ở đây là tỷ lệ tăng trưởng GDP của khu vực có nút giao thông đang nghiên cứu.

Như vậy, lưu lượng phương tiện giao thông tại nút giao đang nghiên cứu được xác định theo công thức:

$$Q_t = Q_0(1 + E_{xy}\Delta_y)^t \tag{2}$$

trong đó: t là khoảng thời gian để dự báo, ở đây t=5 năm; Q_t là lưu lượng phương tiện tại nút giao đang nghiên cứu tại năm tương lai, xe; Q_0 là lưu lượng phương tiện tại năm đang khảo sát ở nút giao thông đang nghiên cứu, xe; E_{xy} là hệ số đàn hồi được xác định theo công thức; Δ_y là tỷ lệ tăng trưởng của biến số khác mà ở đây là tỷ lệ tăng trưởng GDP của khu vực có nút giao thông đang nghiên cứu trong thời gian đã khảo sát, tại đây lấy tỷ lệ tăng trưởng GDP trung bình của 5 năm đã khảo sát; Δ_y=6,6 %.

Bảng 6. Tăng trưởng GDP của tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu, giai đoạn từ 2015 đến 2021

Năm	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
GDP (%)	5,44	6,7	6,7	7,2	7,65	6,9	5,64
Tốc độ tăng trưởng bình quân, GDP_{bq}	**6,6%**						

Bảng 7. Tăng trưởng của các loại phương tiện bình quân qua các năm khảo sát tại tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu, giai đoạn từ 2015 đến 2021

Phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**
Tốc độ tăng trưởng bình quân (%)	3	12,26	9,83	3,23	2,51

Bảng 8. Xác định hệ số đàn hồi trong các công thức tính lưu lượng phương tiện

Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**
Tốc độ tăng trưởng GDP bình quân, Δ_y, %	6,6				

Tốc độ tăng trưởng của các phương tiện, Δ_x, %	3	12,26	9,83	3,23	2,51
Hệ số đàn hồi, E_{xy}	0,45	1,85	1,49	0,49	0,38

Từ các kết quả khảo sát ở trên, có thể tính toán được kết quả dự báo nhu cầu giao thông qua nút giao thông tại đường 3 tháng 2 và đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu ở năm 2027 như sau:

Bảng 9. Lưu lượng phương tiện giao thông tại nút giao theo tuyến đường 3 tháng 2 dự đoán năm 2027 tại mặt cắt A-A

Hướng từ đường 3 tháng 2 đến trung tâm thành phố Vũng Tàu hướng ra khỏi nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,30	0,25	1,00	2,50	3,00	**4106**
Tổng xe/h theo dự đoán năm 2027	144,9	13,2308	632,8	27	18,1	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	43,47	3307,71	632,85	67,406	54,33	
Hướng từ trung tâm thành phố Vũng Tàu đến đường 3 tháng 2 hướng vào nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,30	0,25	1,00	2,50	3,00	**4334**
Tổng xe/h theo dự đoán năm 2027	139,1	12537.3	1043,6	29,3	13,6	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	41,73	3134,32	1043,56	73,26	40,75	

Bảng 10. Lưu lượng phương tiện giao thông tại nút giao theo tuyến đường 3 tháng 2 dự đoán năm 2027 tại mặt cắt B-B

Hướng từ đường 3 tháng 2 đến trung tâm thành phố Vũng Tàu hướng ra khỏi nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,30	0,25	1,00	2,50	3,00	**3984**
Tổng xe/h theo dự đoán năm 2027	274,7	12353,7	684	32,8	15,8	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	82,4	3088,4	684	82,1	47,5	
Hướng từ trung tâm thành phố Vũng Tàu đến đường 3 tháng 2 hướng vào nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,30	0,25	1,00	2,50	3,00	**3600**
Tổng xe/h theo dự đoán năm 2027	121,7	10378,2	818,2	30,5	24,9	
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	36,5	2594,6	818,2	76,2	74,7	

Bảng 11. Lưu lượng người và phương tiện qua nút giao Nguyễn An Ninh với đường 3 tháng 2, theo hướng của đường Nguyễn An Ninh dự đoán đến năm 2027 mặt cắt C - C

Hướng từ đường Nguyễn An Ninh đến trung tâm thành phố Vũng Tàu hướng ra khỏi nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,3	0,25	1,00	2,50	3,00	
Tổng xe/h theo dự đoán năm 2027	372,1	7092,3	210,9	14,1	17	**2182**
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	111,6	1773,1	210,9	35,2	50,9	
Hướng từ trung tâm thành phố Vũng Tàu đến đường Nguyễn An Ninh hướng vào nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,3	0,25	1,00	2,50	3,00	
Tổng xe/h theo dự đoán năm 2027	499,6	6250,8	487,4	21,1	26	**2331**
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	149,9	1562,7	487,4	52,8	78,1	

Bảng 12. Lưu lượng người và phương tiện qua nút giao Nguyễn An Ninh với đường 3 tháng 2, theo hướng của đường Nguyễn An Ninh dự đoán đến năm 2027 mặt cắt D - D

Hướng từ đường Nguyễn An Ninh đến trung tâm thành phố Vũng Tàu hướng ra khỏi nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,3	0,25	1,00	2,50	3,00	
Tổng xe/h theo dự đoán năm 2027	248,1	5491,3	476,2	19,9	13,6	**2014**
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	74,4	1372,8	476,2	49,8	40,8	
Hướng từ trung tâm thành phố Vũng Tàu đến đường Nguyễn An Ninh hướng vào nút						
Loại phương tiện	**Xe đạp**	**Xe máy**	**Xe ô tô con**	**Xe buýt < 25 chỗ và xe tải 2 trục**	**Xe buýt lớn và xe tải có từ 3 trục trở lên**	**Tổng PCU/h của các phương tiện**
Hệ số quy đổi	0,3	0,25	1,00	2,50	3,00	
Tổng xe/h theo dự đoán năm 2027	335	8060,5	380,3	18,8	23,8	**2614**
Tổng PCU/h từng loại phương tiện	100,5	2015,1	380,3	46,9	71,3	

Bảng 13. Tổng hợp lưu lượng phương tiện tại nút giao ngã tư Nguyễn An Ninh với đường 3 tháng 2 theo dự đoán đến năm 2027

STT	**Mặt cắt**	**Hướng**	**Tổng xe/h**	**Tổng PCU/h**
1	A - A	Hướng ra khỏi nút giao	14054	4106
		Hướng vào nút giao	13763	4334

2	B - B	Hướng ra khỏi nút giao	13361	3984
		Hướng vào nút giao	11374	3600
3	C - C	Hướng ra khỏi nút giao	7706	2182
		Hướng vào nút giao	7285	2331
4	D- D	Hướng ra khỏi nút giao	6249	2014
		Hướng vào nút giao	8818	2614

3.3. Một số phương pháp đánh giá và lựa chọn phương án cải tạo, nâng cấp nút giao thông

Để có thể lựa chọn, tìm ra được phương án cải tạo thích hợp cho nút giao thông đường 3 tháng 2 và đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu, cần đánh giá tính chất và yêu cầu của nút giao thông này thông qua một số phương pháp cơ bản được trình bày dưới đây.

1. Giới hạn sử dụng các nút giao thông

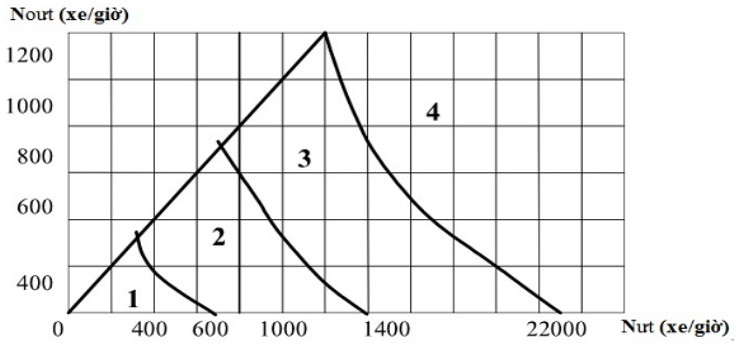
Bảng 14. Giới hạn sử dụng nút giao thông đường đô thị yêu cầu thiết kế [5, 6]

Đường đô thị	**Đường cao tốc, đường quốc lộ**	**Đường trong phố chính**	**Đường gom trong phố**	**Đường nội bộ**
Đường cao tốc, đường quốc lộ	Nút giao thông khác mức liên thông	Nút khác mức liên thông đầy đủ, hoặc không đầy các nhánh nối	Nút giao khác mức trực thông và rất hạn chế liên hệ	Nút giao khác mức trực thông không được phép liên hệ
Đường trong phố chính	Nút giao khác mức liên thông	Nút giao cùng mức	Nút giao cùng mức	Chỉ được phép nối trong trường hợp đặc biệt
Đường gom trong phố	Nút giao khác mức liên thông	Nút giao cùng mức	Nút giao cùng mức	Nút giao cùng mức đơn giản
Đường nội bộ	Nút giao khác mức liên thông	Nút giao cùng mức	Nút giao cùng mức	Nút giao cùng mức đơn giản

Dựa trên nội dung của Bảng 14, căn cứ trên vai trò và nhiệm vụ các đường 3 tháng 2 (là đường Quốc lộ 51C cũ, đoạn qua thành phố Vũng Tàu) và đường Nguyễn An Ninh (đường chính trong thành phố Vũng Tàu), và căn cứ trên thực trạng của nút giao thông của đường 3 tháng 2 và đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu (là nút giao thông cùng mức sử dụng điều khiển tín hiệu bằng đèn) và thường xuyên xảy ra ùn tắc, đặc biệt là vào thời gian cuối tuần và các dịp lễ, tết cũng như dựa vào tình hình sử dụng các nút giao thông khác mức để giảm thiểu hiện tượng ùn tắc, nguy hiểm an toàn giao thông tại các nút giao thông tạo ra bởi các con đường đô thị trong các đô thị lớn ở Việt Nam và thế giới, đặc biệt là tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh, bài báo này đưa ra kiến nghị sử dụng nút giao thông khác mức tại nút giao đường 3 tháng 2 với đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu.

2. Lựa chọn loại hình nút giao thông của A. A Ruzkov

Căn cứ trên lưu lượng xe chạy từ các tuyến vào nút giao cũng như dựa trên ý nghĩa, chức năng của các tuyến đường thuộc nút giao đang nghiên cứu, có thể đề xuất một số phương án sơ đồ nút giao thông nhằm xác định được các tiêu chuẩn thiết kế áp dụng trên các tuyến đường thuộc nút giao thông: tốc độ xe chạy vào nút (trên đường chính), trên các đường rẽ trái, rẽ phải, số làn xe, chiều rộng phần xe chạy của các đường. Sự đề xuất này dựa trên biểu đồ của A. A Ruzhov [2].

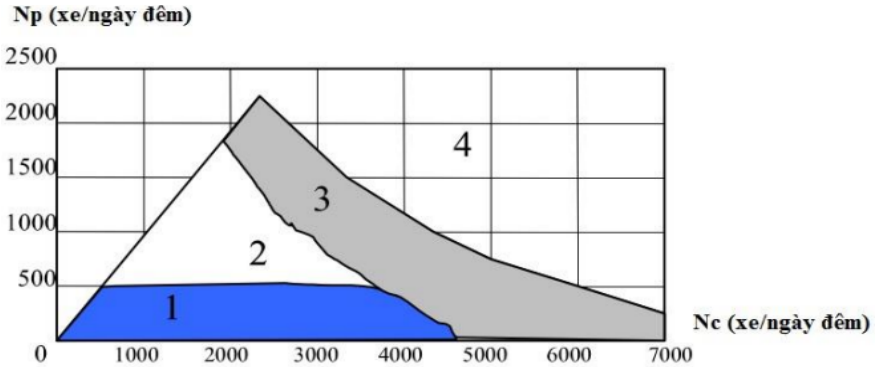


Hình 2. Biểu đồ xác định tính chất của nút giao thông dựa vào lưu lượng xe trên các tuyến giao thông tại nút của A. A Ruzhov [2, 3, 4]

trong đó: Vùng 1: Nút giao không điều chỉnh; Vùng 2: Nút giao tự điều chỉnh; Vùng 3: Nút giao có điều chỉnh; Vùng 4: Nút giao khác mức; N_{out}: lưu lượng xe quy đổi theo hướng không ưu tiên (xe/h); N_{ut}: lưu lượng xe quy đổi theo hướng ưu tiên (xe/h).

Theo nội dung biểu đồ trên Hình 2 của A. A Ruzkov với nút giao đường 3 tháng 2 và đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu, có thể nhận thấy với các giá trị khảo sát và thống kê lưu lượng xe trên hai tuyến đường này, tại hướng đường từ 3 tháng 2 đi vào trung tâm thành phố Vũng Tàu (đường chính), lưu lượng xe tương đương là 16,045 PCU/h, tương ứng trên đường phụ, lưu lượng xe tương đương là 10,910 PCU/h tại thời điểm năm 2027, có thể nhận thấy nút giao thông đang nghiên cứu nằm trong vùng 4 của đồ thị và nút giao đang nghiên cứu cần thiết là loại nút giao khác mức.

3. Lựa chọn loại hình nút giao thông theo E. M. Lobanov



Hình 3. Biểu đồ xác định tính chất của nút giao thông dựa vào lưu lượng xe trên các tuyến giao thông tại nút của E. M. Lobanov [2, 3, 4]

Theo E. M. Lobanov [2, 3, 4], dựa trên cơ sở lưu lượng xe quy đổi chạy trên đường chính và đường phụ hoặc hướng phụ (N xe/ngày đêm) mà sẽ xác định được loại hình của nút giao thông trên đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa lưu lượng xe và tính chất của nút giao thông. Đồ thị xác định tính chất của nút giao thông, theo E. M. Lobanov được chia thành 4 vùng (Hình 3), trong đó: Vùng 1: Nút giao thông có cấu tạo đơn giản; Vùng 2: Nút giao thông cần thiết phải xây dựng đảo dẫn hướng trên đường phụ. Vùng 3: Nút giao thông cần có đảo phân cách và dẫn hướng trên cả đường chính và đường phụ. Vùng 4: Nút giao thông khác mức.

Dựa vào lưu lượng xe/ngày đêm trên các tuyến đường chính và phụ của nút giao đang xét, với giá trị lưu lượng xe tương đương trên tuyến đường chính 3 tháng 2 là 385,083.35 PCU/ngày đêm, lưu lượng xe tương đương trên tuyến đường phụ là 261,851.68 PCU/ngày đêm tại thời điểm năm 2027, có thể kết luận, nút giao thông đường 3 tháng 2 và đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu sẽ nằm trong vùng 4 của đồ thị và là nút giao thông khác mức.



Hình 4. Phương án sử dụng hầm ngầm trên đường 3 tháng 2, thành phố Vũng Tàu tại nút giao thông đang nghiên cứu [1]

Để lựa chọn và quyết định một phương án nâng cấp nút giao thông, cần thiết căn cứ dựa trên các yếu tố: lưu lượng giao thông quy đổi ra xe ô tô qua nút giao thông đang nghiên cứu của năm tương lai; đặc điểm hình học của nút giao thông, bao gồm: bề rộng các làn đường tại nút giao thông, số làn đường tại mặt cắt qua nút giao thông đang nghiên cứu, cách bố trí các giải phân cách, vạch sơn, biển báo phân luồng giao thông trên các làn đường này; cơ cấu của các phương tiện di chuyển tại nút giao thông. Các phương án để quy hoạch và cải tạo cho nút giao đường 3 tháng 2 thành phố Vũng Tàu, bao gồm: xây dựng hầm chui hoặc cầu vượt trên trục đường 3 tháng 2; xây dựng hầm chui hoặc cầu vượt trên đường Nguyễn An Ninh. Xét trên các phương án thiết kế đã được đưa ra, căn cứ vào một số tiêu chí chính như: về sự hợp lý trong tổ chức giao thông, căn cứ vào mạng lưới giao thông quy hoạch thì trục đường 3 tháng 2 là một trong ba trục đường dọc chính quan trọng của Thành phố Vũng Tàu có mức độ ưu tiên cao hơn so với đường Nguyễn An Ninh. Thực tế hiện nay thì dòng xe đi thẳng trên trục đường 3 tháng 2 cũng cao hơn trên trục đường Nguyễn An Ninh. Vì vậy, việc bố trí hầm chui hay cầu vượt trên tuyến này là phù hợp hơn so với bố trí trên đường Nguyễn An Ninh. Về sự phù hợp với quy hoạch, các phương án thiết kế phù hợp với hiện trạng và quy hoạch, không cần giải phóng mặt bằng. Về cảnh quan kiến trúc và sự ảnh hưởng đến sự sinh hoạt của dân cư khu vực có dự án, phương án hầm có cảnh quan đẹp, không ảnh hưởng đến sự sinh hoạt của dân cư trong khu vực có dự án, không ảnh hưởng đến tầm nhìn, thông thoáng, phù hợp kiến trúc cảnh quan trong khu vực. Sau khi cân nhắc và tính toán chi phí của các phương án, có thể nhận thấy sự chênh lệch về tài chính của các phương án là không lớn với độ chênh lệch dưới 5 % [1]. Do đó, lựa chọn phương án xây dựng hầm chui tại đường 3 tháng 2 để nâng cấp nút giao thông đường 3 tháng 2 và đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã tiến hành khảo sát và đánh giá lưu lượng các phương tiện di chuyển vào nút giao thông đường 3 tháng 2 và đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu tại thời điểm hiện tại, năm 2022. Tiếp theo, bài báo cũng đã thực hiện việc đánh giá và dự đoán lưu lượng các phương tiện tại

nút giao thông đang nghiên cứu tại thời điểm 5 năm tiếp theo (năm 2027). Trên cơ sở các số liệu đánh giá và dự đoán lưu lượng phương tiện qua nút giao thông nói trên, bài báo đã khẳng định được loại hình nút giao thông tại đường 3 tháng 2 và đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu là loại hình nút khác mức. Dựa vào các nội dung trên, bài báo kiến nghị sử dụng phương án nút giao thông ngầm trên đường 3 tháng 2 để nâng cấp, quy hoạch và cải tạo cho nút giao thông tại đường 3 tháng 2 giao với đường Nguyễn An Ninh, thành phố Vũng Tàu. Phương án này sẽ đảm bảo được các yêu cầu về kinh tế, độ an toàn và mỹ thuật cho dự án.

Lời cảm ơn

Tác giả của bài báo xin cảm ơn sự giúp đỡ của Trường Đại học Mỏ-Địa chất và Bộ GD&ĐT cho bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Công ty TNHH thiết kế BR (2022). Báo cáo đề xuất chủ trương đầu tư dự án: Nâng cấp, cải tạo nút giao tượng đài Dầu khí, thành phố Vũng Tàu, Vũng Tàu.
2. Chu Công Minh (2008). Bài giảng Lý thuyết dòng xe, Đại học Bách khoa.
3. Nguyễn Xuân Trục (2015). Quy hoạch Giao thông vận tải và Thiết kế công trình đô thị, Nhà xuất bản Giáo dục.
4. Nguyễn Xuân Vinh (1999). Nút giao thông, Nhà xuất bản Giao thông.
5. TCXDVN 104: 2007- Đường đô thị - yêu cầu thiết kế.
6. QCVN 07:2010/BXD - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia các công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị.

STUDY AND PROPOSE UNDERGROUND CROSSING STRUCTURE AT NGUYEN AN NINH AND 3/2 STREET INTERSECTION IN VUNG TAU CITY

Nguyen Chi Thanh[1], *, Duong Tuan Anh[2]

[1]Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi

[2]Department of Economics and Infrastructure of Xuyen Moc district, 151 - National Highway 55, Phuoc Buu, Xuyen Moc, Ba Ria - Vung Tau

ABSTRACT

With the traffic situation in Vung Tau city, in order to reduce the regular traffic congestion occurring at the intersection of Nguyen An Ninh and 3/2 street, there have been many studies to propose solutions such as building underground tunnels, overpasses, opening more bypasses, etc. This study investigated different intersection structures, calculated and compared various investment options to upgrade the intersection between Nguyen An Ninh street and 3/2 street in Vung Tau city. The results suggested using a multi-level intersection structure with tunnels at the study site.

Keywords: The intersection, traffic flow, vehicles, tunnels, Vung Tau city.

* Corresponding author, email address: nguyenchithanh@humg.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0184

ĐỒNG DANH CÁC VỈA THAN MỎ NÚI BÉO, QUẢNG NINH BẰNG PHƯƠNG PHÁP HỒI QUY LOGISTIC VÀ MẠNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

Khương Thế Hùng[1*], Tạ Thị Toán[1], Nguyễn Danh Tuyên[2]

[1]Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội
[2]Công ty cổ phần Địa chất Việt Bắc, 65 An Trạch, Đống Đa, Hà Nội

TÓM TẮT

Mỏ than Núi Béo nằm về phía Nam tỉnh Quảng Ninh, thuộc dải than Hòn Gai - Cẩm Phả, nơi được đánh giá là một trong những khu vực có tiềm năng lớn về than khoáng của nước ta. Trên cơ sở tổng hợp tài liệu, xử lý số liệu về các thông số vỉa và chất lượng than bằng thuật toán trí tuệ nhân tạo và phương pháp hồi quy logictic cho phép nhận dạng và khoanh nối các vỉa than khu mỏ một cách phù hợp. Nhận dạng các vỉa than mỏ Núi Béo theo phương pháp hồi quy logictic cho kết quả đạt 70,87 %, trong khi đó kết quả nhận dạng các vỉa than bằng thuật toán trí tuệ nhân tạo cao hơn, đạt 84,94 %. Nhìn chung, nhận dạng các vỉa than bằng phương pháp trí tuệ nhân tạo cao hơn phương pháp hồi quy logistic, tuy nhiên vẫn còn 15,06 % sai số, đây cũng là kết quả có thể chấp nhận cho việc dùng thuật toán trong công tác đồng danh vỉa. So với phương pháp truyền thống, đồng danh các vỉa than khu mỏ Núi Béo bằng thuật toán cho thấy các vỉa được nối đơn giản hơn, thoáng hơn và phù hợp với môi trường trầm tích. Kết quả nghiên cứu khẳng định vai trò của các phương pháp toán ứng dụng trong nghiên cứu địa chất, đặc biệt trong đồng danh các vỉa than và phù hợp với môi trường trầm tích khu mỏ.

Từ khóa: Đồng danh vỉa than, phương pháp hồi quy logistic, mạng trí tuệ nhân tạo, mỏ Núi Béo, Quảng Ninh.

1. MỞ ĐẦU

Các lớp trầm tích cũng như vỉa than phát triển tương đối liên tục trong quá trình thành tạo cho nên chúng có mối liên hệ không gian gần gũi nhau. Các lớp đá hoặc vỉa than gần gũi nhau về không gian sẽ có chiều dày, góc dốc, số lớp kẹp cũng như đặc điểm, tính chất tương tự nhau, chính các yếu tố này là cơ sở cho việc đồng danh, liên kết vỉa, tập vỉa than [2, 3, 5-10]. Sau khi thành tạo, quá trình hoạt động kiến tạo về sau sẽ làm thay đổi thế nằm, tạo uốn nếp, dịch chuyển các vỉa than gây ra sự gián đoạn, phức tạp hóa trong quá trình nối vỉa. Chính vì vậy, yêu cầu cần phân chia vùng nghiên cứu thành các khu vực có tính đồng nhất tương đối để thực hiện công tác nối, liên kết vỉa than, lớp trầm tích.

Việc đồng danh vỉa than trên bể than Quảng Ninh có độ tin cậy phụ thuộc vào mật độ công trình thăm dò, đặc điểm cấu trúc địa chất của từng khu mỏ, khối kiến trúc. Đồng danh vỉa giữa các khu mỏ trong cùng khối cấu trúc bậc IV hoặc trên toàn dải than, bể than phụ thuộc chủ yếu vào các phương pháp so sánh đặc điểm địa tầng giữa các vỉa than, so sánh về hình học, các đặc điểm của đá vách, đá trụ vỉa, quy luật biến đổi của vỉa than, cấu tạo vỉa, chiều dày vỉa, chất lượng và các tính

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: khuongthehung@humg.edu.vn

chất vật lý của các vỉa, phương pháp tầng đánh dấu cũng đã được chú trọng áp dụng [2, 3, 6]. Tuy nhiên, do tình trạng trạng thiết bị, trình độ khoa học công nghệ hạn chế nên việc tìm ra những dấu hiệu đặc trưng cho riêng một vài lớp, một vài tập nào đó là rất khó khăn. Mục đích của nghiên cứu này là nhận dạng các vỉa than tại khu vực mỏ Núi Béo, Quảng Ninh bằng thuật toán hồi quy logistic và mạng trí tuệ nhân tạo trên cơ sở phân tích các thông số chiều dày, góc dốc và chất lượng vỉa than nhằm phục vụ công tác đồng danh liên kết vỉa, góp phần định hướng cho công tác thiết kế khai thác được chính xác và phù hợp với điều kiện khu mỏ.

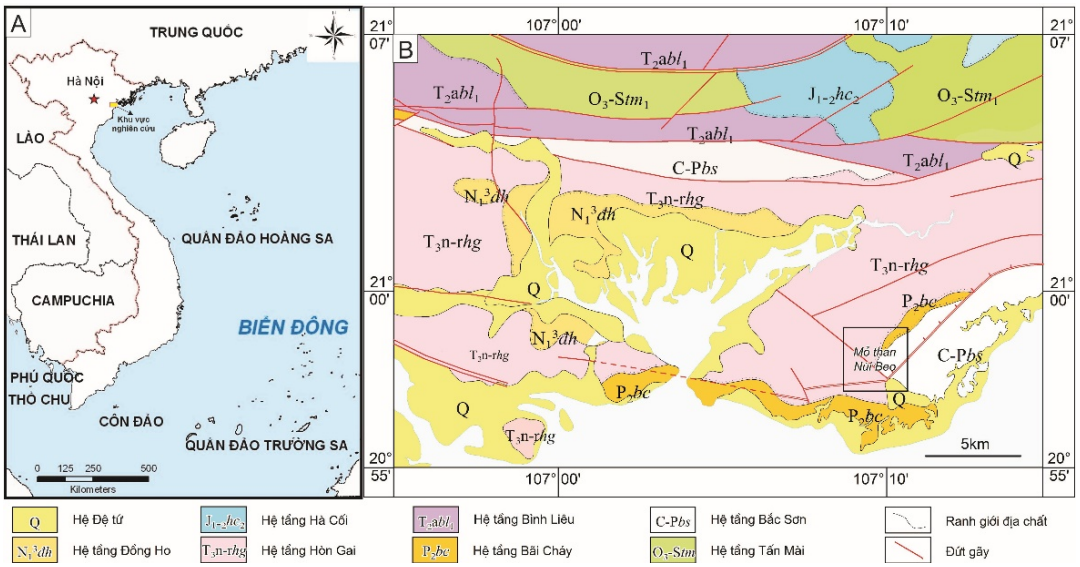
2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Mỏ Núi Béo thuộc dải than Hòn Gai - Cẩm Phả, khu mỏ nằm trong địa phận của 03 phường, đó là phường Hà Phong, phường Hà Tu và phường Hà Trung, thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh. Khu mỏ nằm ở trung tâm thành phố Hạ Long, nằm bên trái đường Quốc lộ 18A từ Hạ Long đi Mông Dương (Hình 1A).

Khu mỏ phổ biến các thành tạo trầm tích Trias thuộc hệ tầng Hòn Gai, phân hệ tầng giữa và các trầm tích bở rời hệ Đệ tứ [8] (Hình 1B). Thành phần thạch học của phân hệ tầng Hòn Gai giữa bao gồm các lớp cuội kết, cát kết, bột kết, sét kết, sét than và các vỉa than nằm xen kẽ nhau, chiều dày địa tầng khoảng 1.800 m. Phân hệ tầng Hòn Gai giữa là đối tượng chứa các vỉa than công nghiệp. Trầm tích hệ Đệ tứ (Q) phủ trực tiếp lên các thành tạo của phân hệ tầng Hòn Gai giữa, chúng được phân bố ở các khu vực thấp, thung lũng xung quanh khu mỏ. Thành phần trầm tích bao gồm cuội, sỏi, cát, sét bở rời, đôi nơi là các tảng lăn, đây là sản phẩm phong hoá từ các đá có trước.

Trong khu mỏ Núi Béo phát triển các nếp uốn và hệ thống các đứt gãy, chúng làm phức tạp và gây khó khăn cho công tác đồng danh vỉa và khai thác than. Theo Phạm Tuấn Anh (2009) [1], từ trên bề mặt địa hình trở xuống, trong phạm vi khu mỏ Núi Béo tồn tại các vỉa than sau V14, V13, V11, V10, V9, V7, V6, V5 và V4.



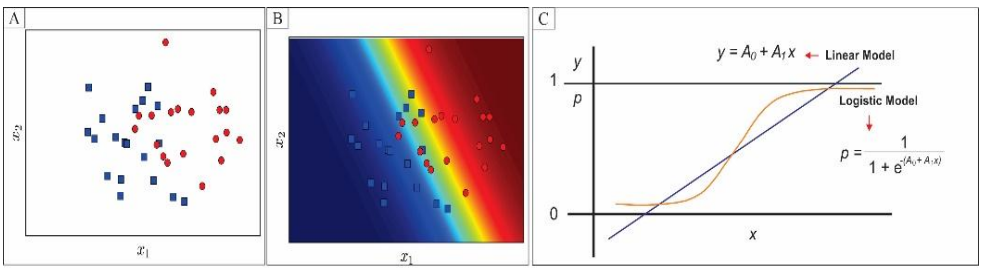
Hình 1. A - Bản đồ Việt Nam và vị trí vùng Hạ Long, B - Sơ đồ địa chất vùng Hạ Long, Quảng Ninh và vị trí khu mỏ Núi Béo [8]

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trên cơ sở thu thập các tài liệu địa chất đã tiến hành tại khu vực nghiên cứu, đặc biệt là các tài liệu thăm dò, khai thác triển khai trên khu vực Hà Lầm - Núi Béo và tài liệu bổ sung của 11 lỗ khoan thực hiện trong năm 2021 thuộc Dự án thăm dò bổ sung than mỏ Núi Béo do Công ty Cổ phần Địa chất Việt Bắc thực hiện, các số liệu phân tích tại Trung tâm Phân tích Thí nghiệm Địa chất, thuộc Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. Các số liệu thu thập từ 223 lỗ khoan (chiều dày than, góc dốc, lớp kẹp), và 438 kết quả phân tích các loại (W^{pt}, A^{k}, V^{ch}, Q^{ch},...) được xử lý, tổng hợp cho từng vỉa, sử dụng phục vụ công tác nghiên cứu.

2.2.1. Phân nhóm theo phương pháp hồi quy logistic (logistic regression)

Theo Freedman (2009) [4], hồi quy logistic (logistic regression) là phương pháp phân chia các đối tượng thành các nhóm khác nhau bởi một ranh giới nào đó.



Hình 2. A - Biểu đồ phân chia các đối tượng theo phương pháp hồi quy logistic: phân bố các nhóm khác nhau, B - Xây dựng các đường phân chia các đối tượng, C - Phân biệt mô hình hồi quy tuyến tính và hồi quy logistic

Như vậy, mô hình hồi quy tuyến tính được xác định theo hàm: $y = A(0) + \sum_{j=1}^{m} A(j) \times x(j)$

Mô hình hồi quy logistic được xác định theo hàm: $P = \frac{1}{1+e^{-z}}$

trong đó: $Z = A(0) + \sum_{j=1}^{m} A(j) \times x(j)$; P là xác suất 0/1 hoặc [0,1]; y - Biến phụ thuộc; $x(j)$ - Biến độc lập của thông số j; m là số thông số.

Các giá trị 0/1 được xác định theo nguyên lý lấy vỉa hiện tại so sánh với vỉa chuẩn. Ví dụ ta cần xác định vỉa 6 theo phân loại ban đầu. Nếu vỉa này được xác định là chuẩn của vỉa 6 thì sẽ nhận được giá trị 1. Nếu không xác định là vỉa chuẩn thì ta cần dùng phương pháp phân loại để trả lời, các vỉa khác không phải vỉa 6 ban đầu và không là vỉa chuẩn thì nhận giá trị 0. Ngoài ra, chúng ta có thể hiệu chỉnh dựa trên không gian địa tầng gần gũi với các vỉa chuẩn cho các vỉa phân loại một gia số nào đó mà không vượt quá 0,5; cách xử lý này sẽ giúp làm tăng sự điều chỉnh nhận dạng các vỉa lân cận.

2.2.2. Phân nhóm theo phương pháp trí tuệ nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN)

Những năm đầu của thập niên 90, Schmidhuber (1992) [11] đã định nghĩa mạng neural (nơron) hay còn gọi là mạng trí tuệ nhân tạo là một hệ thống xử lý thông tin có một vài đặc tính thực thi giống như các mạng nơron sinh học. Mạng nơron được phát triển như là tổng quát hóa của các mô hình toán học của nhận thức của con người hay hệ thần kinh sinh học, dựa trên các giả định

sau: Thông tin xử lý tại nhiều phần tử đơn giản, gọi là các nơron; tín hiệu được truyền giữa các nơron thông qua các kết nối; mỗi kết nối có một trọng số, thông thường được nhân với tín hiệu truyền qua; mỗi nơron sử dụng một hàm kích hoạt để xác định tín hiệu đầu ra theo tổng các tín hiệu đầu vào. Một mạng nơron được đặc trưng bởi ba đặc tính sau:

1) Hình thái của các kết nối giữa các nơron (còn gọi là kiến trúc mạng);

2) Phương pháp xác định các trọng số của các kết nối (còn gọi là thuật toán học hay thuật toán huấn luyện - learning/training algorithm);

3) Hàm kích hoạt (activation function).

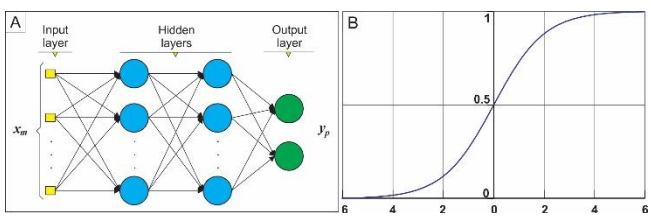
Một mạng nơron điển hình bao gồm một lớp đầu vào (input layer), một hay nhiều lớp ẩn (hidden layers) và một lớp đầu ra (output layer). Trong các ứng dụng thực tế, một trong số các mạng nơron được dùng nhiều nhất là mạng nơron tiếp tục cung cấp (feed-forward) với thuật toán huấn luyện lan truyền ngược (back-propagation) và hàm kích hoạt sigmoid.

Hàm kích hoạt sigmoid: $y = \dfrac{1}{1+e^{-x}}$

Với mạng nơron có n_1 đầu vào x, n_2 ở lớp ẩn thì ở đầu ra y của mạng nơron có thể biểu diễn một cách toán học như sau:

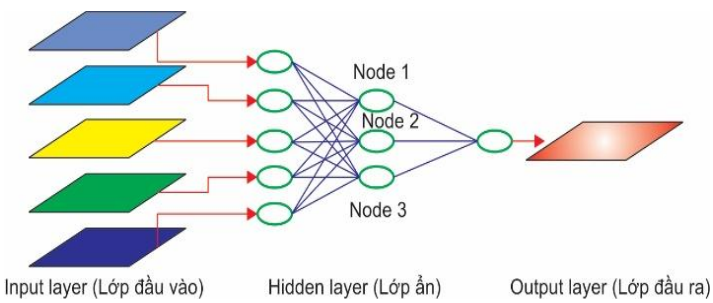
$$y = f\left[a_o + \sum(j = 1 - n_2)a_j f_j(b_{\text{oj}} + \sum(i = 1 - n_1)b_{\text{ij}} x_i\right]$$

trong đó: f là hàm kích hoạt; a, b là các trọng số của các kết nối; a_o, b_o gọi là các thiên lệch (bias).



Hình 3. A - Mạng nơron điển hình; B - Hàm kích hoạt sigmoid

Hàm kích hoạt sigmoid là hàm nhận dạng 0/1 (sai = 0, đúng = 1) dùng để phân loại các đối tượng, giá trị chỉ biến đổi trong khoảng (0,1).



Hình 4. Mô hình mạng trí tuệ nhân tạo (ANN)

Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng mô hình ANN 3 lớp ẩn, 1 lớp đầu ra, còn lớp đầu vào tùy thuộc vào số lớp dữ liệu được xây dựng. Do chiều dày than, lớp kẹp và góc dốc vỉa là những

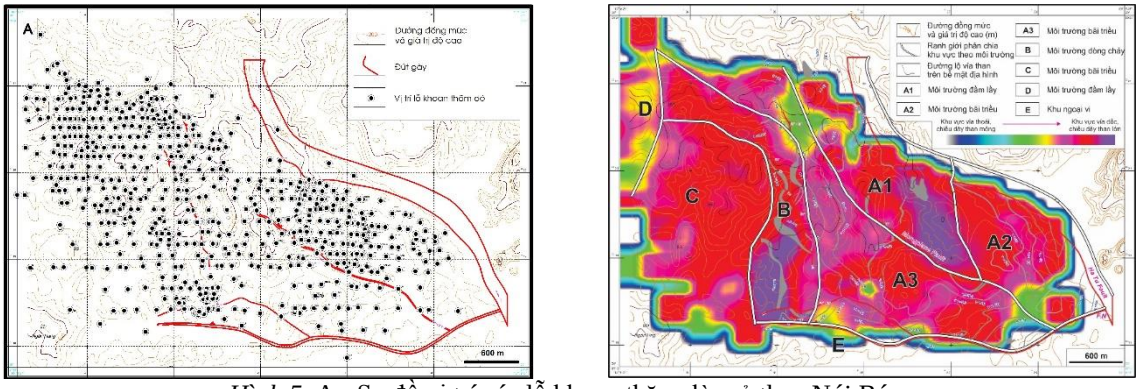
thông số có độ tin cao, tiếp đến là độ ẩm (W^{pt}) và độ tro (A^k) là 2 thông số chiếm tỷ trọng thông tin, kết quả đầu ra là vỉa than. Chính vì vậy, phương pháp ANN sử dụng số lớp thông tin đầu vào (Input layer) 5; số lớp thông tin ẩn (Hidden layers) 3; số lớp thông tin đầu ra (Output layer) 1; với phương pháp nội suy là standard sigmoid; hệ số luyện (Learning rate) 0,5.

Phương pháp ANN cũng tính ra các hệ số A(j) và tính toán phi tuyến tính cho các lớp thông tin. Từ các lớp thông tin đầu vào (chiều dày, góc dốc, lớp kẹp, đá vây quanh than, biến đổi đá trên than, dưới than, các thông số W^{pt}, A^k, V^{ch}, Q^{ch}, d, m,…) tương ứng với giá trị đầu ra (tên vỉa,…), ta cần dạy cho chương trình nhận dạng, tìm được các hệ số A(j) sao cho hệ số tương quan cao nhất. Kết quả cuối cùng là hệ số của các lớp ẩn, để tính ra các giá trị đầu ra.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Môi trường tạo than và thông số nhận dạng vỉa

Theo Khương Thế Hùng và cộng sự [6], mỏ than Núi Béo được phân thành các khu đồng nhất tương đối theo môi trường thành tạo: Khu A1 mang đặc tính môi trường đầm lầy; khu A2-Bãi triều; khu A3-Bãi triều; khu B-Dòng chảy; khu C-Bãi triều; khu D-Đầm lầy; khu E-Ngoại vi. Khu A1 và A2 lấy ranh giới bằng đứt gãy F-Monplane; giữa A1 và A2 lấy ranh giới của các yếu tố phân nhóm. Khu B và khu A là đứt gãy F-K và F-C đồng thời là đới có độ dốc lớn; khu C và khu B được giới hạn bởi sự hình thành biểu hiện dòng chảy qua khu B. Khu D và khu C có ranh giới là đới độ dốc lớn; khu E tách biệt, lấy đứt gãy F-N làm ranh giới (Hình 5).



Hình 5. A - Sơ đồ vị trí các lỗ khoan thăm dò mỏ than Núi Béo;
B - Sơ đồ phân khu mỏ than Núi Béo theo môi trường tạo than [5]

Bảng 1. Bảng đánh giá thống kê tính đồng bộ của các thông số

Thông số	**Góc dốc**	**Chiều dày khoan**	**Số lớp kẹp**	**W^{pt}**	**A^K**	**V^{ch}**	**Q^{ch}**	**Q^{kh}**	**d**	**S**
Có mặt (%)	71,07	70,8	70,8	45,73	51,07	44,53	42,27	42,27	41,73	33,47
Dãy thông số	Q^{kh}	Q^{ch}	A^K	Số lớp kẹp	Chiều dày khoan	Góc dốc	d	V^{ch}	W^{pt}	S
Đồng bộ (%)	42,27	42,27	42,27	42,27	32,93	32,93	32,93	31,73	29,33	27,07
Thứ tự	Số lớp kẹp	Góc dốc	Chiều dày khoan	A^K	Q^{ch}	Q^{kh}	V^{ch}	W^{pt}	d	S
Đánh giá (%)	56,535	52	51,865	46,67	42,27	42,27	38,13	37,53	37,33	30,27

Từ kết quả Bảng 1 cho phép có thể chọn thông số: Số lớp kẹp, Góc dốc, Chiều dày khoan làm cơ sở để phân loại. Nếu sử dụng kết quả phân tích thì chọn thêm chỉ tiêu độ tro (A^K), cần nữa thì thêm nhiệt lượng (Q^{ch}) và Q^{kh}. Tuy nhiên, nếu chọn tiếp thì các thông số không đủ để phân loại nên việc sử dụng các thông số cần chọn theo nhóm.

Bước 1 - Dựa trên bộ 3 thông số khoan: Số lớp kẹp, Góc dốc, Chiều dày khoan.

Bước 2 - Dựa trên 3 thông số khoan, kết hợp với thông số phân tích.

3.2. Phân loại theo phương pháp hồi quy logistic và phương pháp ANN

3.2.1. Phương pháp hồi quy logistic

Bộ dữ liệu không gian được chia thành 2 tập dữ liệu là tập dữ liệu huấn luyện và tập dữ liệu xác nhận theo tỷ lệ tương ứng là 70 % và 30 %, được sử dụng để huấn luyện mô hình. Trực quan hóa phương pháp luận xây dựng mô hình ANN đồng danh vỉa than như Hình 6. Phương pháp đi xây dựng phương trình hồi quy logistic bằng cách xác định các hệ số A(j) của phương trình, kết quả tính toán như sau (Bảng 2).

Bảng 2. Hệ số cho phương trình hồi quy logistic các vỉa than theo từng khu vực

Tên vỉa	Khu A1		Khu A2		Khu A3	
	Hệ số	Giá trị	Hệ số	Giá trị	Hệ số	Giá trị
Vỉa 14	A(1)	0,088022	A(1)	0,002707	A(1)	0,032732
	A(2)	0,272148	A(2)	1,12108	A(2)	0,217405
	A(3)	-0,09336	A(3)	-3,9892	A(3)	-0,14573
	A(0)	-3,85164	A(0)	-4,22798	A(0)	-1,61819
	Error	0,296827	Error	0,284721	Error	0,240848
	R	0,774902	R	0,518068	R	0,401638
Vỉa 13	A(1)	0,000244	A(1)	0,012333	A(1)	0,001388
	A(2)	-0,12559	A(2)	-0,52641	A(2)	-0,14068
	A(3)	0,001976	A(3)	0,005615	A(3)	0,334966
	A(0)	-0,02099	A(0)	0,446213	A(0)	-0,34768
	Error	0,364171	Error	0,357316	Error	0,423513
	R	0,409526	R	0,392098	R	0,175268
Vỉa 12	A(1)	-0,04838	A(1)	-0,03699	A(1)	0,010142
	A(2)	-0,02873	A(2)	-3,63904	A(2)	-0,49209
	A(3)	-1,23011	A(3)	2,530731	A(3)	1,088893
	A(0)	-1,91559	A(0)	3,523149	A(0)	-2,63852
	Error	0,139129	Error	0,145752	Error	0,151792
	R	0,144595	R	0,607569	R	0,251075
Vỉa 11	A(1)	-0,03501	A(1)	-0,02514	A(1)	-0,0065
	A(2)	0,031669	A(2)	-0,18835	A(2)	-0,0007
	A(3)	0,177201	A(3)	0,426931	A(3)	-0,04324
	A(0)	-0,29457	A(0)	0,099162	A(0)	-0,4608
	Error	0,415585	Error	0,450393	Error	0,40148
	R	0,23632	R	0,215475	R	0,057493
Vỉa 10	A(1)	0,013269	A(1)	0,016448	A(1)	0,001596
	A(2)	0,084949	A(2)	-0,04197	A(2)	0,078735
	A(3)	-0,67708	A(3)	0,028689	A(3)	-0,07391
	A(0)	-0,60885	A(0)	-0,66645	A(0)	-0,55605
	Error	0,413784	Error	0,477694	Error	0,392729

	R	0,278119	R	0,103531	R	0,189156
Vỉa 9	A(1)	-0,00343	A(1)	-0,00994	A(1)	-0,02757
	A(2)	-0,18373	A(2)	0,083062	A(2)	-0,57098
	A(3)	-0,14044	A(3)	-0,39948	A(3)	0,540446
	A(0)	-2,05877	A(0)	-1,03753	A(0)	-0,69387
	Error	0,162378	Error	0,40397	Error	0,133338
	R	0,157772	R	0,184709	R	0,286658
Vỉa 7	A(1)	-0,02621	A(1)	0,007157	A(1)	0,027608
	A(2)	0,085705	A(2)	0,202912	A(2)	0,487379
	A(3)	0,709586	A(3)	0,319085	A(3)	0,117666
	A(0)	-0,22664	A(0)	-2,57114	A(0)	-2,98334
	Error	0,3935	Error	0,406092	Error	0,301582
	R	0,519063	R	0,553502	R	0,756735
Vỉa 6	A(1)	0,016889	A(1)	-0,01601	A(1)	-0,04377
	A(2)	-0,44566	A(2)	-1,13996	A(2)	-0,41193
	A(3)	0,166863	A(3)	0,977674	A(3)	0,398476
	A(0)	0,441225	A(0)	3,317148	A(0)	1,08518
	Error	0,372311	Error	0,278603	Error	0,355721
	R	0,545029	R	0,795297	R	0,378055

3.2.2. Phương pháp ANN

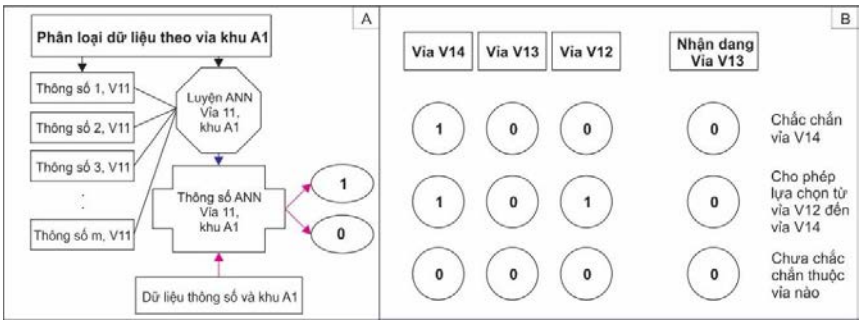
Kết quả huấn luyện theo phương pháp ANN cho các thông số nhận dạng vỉa như sau:

Bảng 3. Hệ số ANN các vỉa than theo các khu khác nhau của mỏ Núi Béo

Tên vỉa	**Node**	**Giá trị**	**Parameter**	**Node 1**	**Node 2**	**Node 3**
Vỉa 14 khu A1	Node 0	-6,026	A(0)	-14,013	0,997	4,693
	Node 1	39,072	Gocdoc	13,124	-0,404	-11,446
	Node 2	-4,106	Bedaykhoan	72,170	-3,218	-68,944
	Node 3	-60,617	Solopkep	37,456	-0,784	41,778
Vỉa 14 khu A2	Node 0	3,090	A(0)	12,649	-2,235	27,815
	Node 1	-61,696	Gocdoc	-16,510	9,563	-64,695
	Node 2	-12,038	Bedaykhoan	-19,357	-26,471	-28,311
	Node 3	57,050	Solopkep	17,867	19,227	-9,867
Vỉa 14 khu A3	Node 0	-0,184	A(0)	-16,251	13,630	-36,573
	Node 1	32,286	Gocdoc	10,786	-21,771	-0,1395
	Node 2	-28,079	Bedaykhoan	16,797	-108,206	47,783
	Node 3	-27,145	Solopkep	5,119	-8,227	26,245
Vỉa 13 khu A1	Node 0	57,668	A(0)	-32,916	26,389	-16,778
	Node 1	-60,105	Gocdoc	38,485	-54,325	34,723
	Node 2	-58,410	Bedaykhoan	213,145	-114,016	-17,828

	Node 3	-64,556	Solopkep	20,325	-71,768	-35,794
Vỉa 13 khu A2	Node 0	0,756	A(0)	4,673	-35,135	19,149
	Node 1	71,082	Gocdoc	-0,138	29,141	-13,230
	Node 2	-17,665	Bedaykhoan	-33,303	50,246	-86,592
	Node 3	-69,055	Solopkep	16,575	16,951	36,563
Vỉa 13 khu A3	Node 0	22,781	A(0)	-3,704	10,496	2,748
	Node 1	-71,486	Gocdoc	-19,853	28,598	-7,834
	Node 2	-23,844	Bedaykhoan	16,222	-38,473	-244,395
	Node 3	56,246	Solopkep	9,887	-57,716	82,105
Vỉa 12 khu A1	Node 0	34,076	A(0)	-93,498	76,595	-10,009
	Node 1	-74,522	Gocdoc	223,120	-207,531	52,589
	Node 2	-70,253	Bedaykhoan	355,277	-280,301	-38,492
	Node 3	-33,051	Solopkep	22,231	13,670	3,00842
Vỉa 12 khu A2	Node 0	13,586	A(0)	-14,231	-5,156	-3,358
	Node 1	23,149	Gocdoc	21,721	17,867	0,246
	Node 2	-19,639	Bedaykhoan	2,167	7,924	30,150
	Node 3	-25,953	Solopkep	-2,716	-10,784	-13,425
Vỉa 12 khu A3	Node 0	52,209	A(0)	19,731	36,279	-6,923
	Node 1	-13,033	Gocdoc	-16,444	-112,782	23,192
	Node 2	-38,634	Bedaykhoan	7,852	8,029	38,885
	Node 3	-44,807	Solopkep	-30,314	11,587	-3,240
Vỉa 11 khu A1	Node 0	-110,308	A(0)	17,613	-40,398	-16,654
	Node 1	110,323	Gocdoc	-62,328	-0,821	66,048
	Node 2	107,283	Bedaykhoan	-26,532	61,280	14,646
	Node 3	109,064	Solopkep	20,547	17,902	-25,894
Vỉa 11 khu A2	Node 0	-7,691	A(0)	45,852	2,531	45,075
	Node 1	227,750	Gocdoc	-13,222	-257,766	-9,539
	Node 2	53,920	Bedaykhoan	-43,355	-59,130	-23,305
	Node 3	-221,553	Solopkep	-45,444	49,392	-79,685
Vỉa 11 khu A3	Node 0	-0,7190	A(0)	0,403	16,825	-4,430
	Node 1	-42,125	Gocdoc	0,110	-143,780	-31,192
	Node 2	107,956	Bedaykhoan	-300,414	159,748	54,596
	Node 3	-111,513	Solopkep	48,307	-297,982	-43,014
Vỉa 10 khu A1	Node 0	-0,487	A(0)	68,157	-56,792	97,966
	Node 1	-2,854	Gocdoc	-95,959	20,066	-134,341
	Node 2	-22,115	Bedaykhoan	-309,702	53,216	-61,133

	Node 3	1,676	Solopkep	110,936	58,292	110,652
Vỉa 10 khu A2	Node 0	-1,422	A(0)	130,041	-52,288	322,058
	Node 1	-89,504	Gocdoc	-59,265	135,365	-189,735
	Node 2	95,256	Bedaykhoan	-456,543	-145,823	-510,676
	Node 3	2,577	Solopkep	65,775	-172,659	-159,772
Vỉa 10 khu A3	Node 0	-5,216	A(0)	9,247	107,141	36,342
	Node 1	6,033	Gocdoc	-8,674	-93,171	-37,827
	Node 2	-5,136	Bedaykhoan	12,679	-556,479	-297,256
	Node 3	4,108	Solopkep	-29,278	0,265	280,465
Vỉa 9 khu A1	Node 0	14,555	A(0)	2,004	56,890	-44,887
	Node 1	25,703	Gocdoc	-23,369	-97,444	69,961
	Node 2	-54,818	Bedaykhoan	32,056	-106,075	87,130
	Node 3	-46,798	Solopkep	-4,416	0,6139	-3,738
Vỉa 9 khu A2	Node 0	83,564	A(0)	49,723	-11,153	-12,008
	Node 1	-82,564	Gocdoc	-30,487	-61,237	34,351
	Node 2	-84,336	Bedaykhoan	-108,704	46,020	-4,891
	Node 3	-83,799	Solopkep	-23,535	66,113	-5,690
Vỉa 9 khu A3	Node 0	-2,239	A(0)	28,182	-0,505	21,858
	Node 1	46,389	Gocdoc	-80,800	-11,001	-62,225
	Node 2	-46,359	Bedaykhoan	-95,629	102,163	-193,109
	Node 3	-81,237	Solopkep	-92,688	-68,057	-17,563
Vỉa 7 khu A1	Node 0	2,552	A(0)	-5,953	55,010	-28,101
	Node 1	63,229	Gocdoc	9,840	-21,039	87,205
	Node 2	-3,562	Bedaykhoan	-10,088	-56,791	-184,945
	Node 3	-60,237	Solopkep	1,601	-68,135	-15,636
Vỉa 7 khu A2	Node 0	27,359	A(0)	75,451	0,203	-31,903
	Node 1	-29,188	Gocdoc	-60,232	-297,329	69,328
	Node 2	60,550	Bedaykhoan	-100,446	-14,675	-38,922
	Node 3	-36,343	Solopkep	-7,262	4,213	-39,419
Vỉa 7 khu A3	Node 0	31,307	A(0)	-3,151	-17,527	23,123
	Node 1	-3,323	Gocdoc	46,929	26,250	133,670
	Node 2	4,479	Bedaykhoan	-92,055	50,958	1,310
	Node 3	-32,636	Solopkep	-182,860	-33,650	-134,781
Vỉa 6 khu A1	Node 0	0,674	A(0)	-9,067	-14,424	-13,812
	Node 1	38,024	Gocdoc	-21,374	-21,285	-8,849
	Node 2	-30,719	Bedaykhoan	19,598	204,418	20,498
	Node 3	-20,987	Solopkep	28,172	-69,085	19,407
Vỉa 6 khu A2	Node 0	40,964	A(0)	29,206	-36,029	-11,684
	Node 1	-11,048	Gocdoc	-124,377	111,579	-5,866
	Node 2	-40,214	Bedaykhoan	40,952	275,315	11,006
	Node 3	-37,402	Solopkep	-10,440	-178,306	30,046
Vỉa 6 khu A3	Node 0	-0,295	A(0)	-22,282	6,133	0,0101
	Node 1	-21,257	Gocdoc	24,132	-59,315	-14,106
	Node 2	34,235	Bedaykhoan	64,167	-40,888	-5,586
	Node 3	-58,540	Solopkep	-33,882	66,8301	12,650



Hình 6. A - Mô hình xử lý dữ liệu theo phương pháp ANN vỉa than V11 cho khu A1, B - Các trường hợp nhận dạng vỉa than V13

Trên cơ sở các thông số chạy theo vỉa và các khu khác nhau (Bảng 3), ta đưa vào chương trình tính toán. Đầu vào là các thông số, đầu ra là giá trị 1 và giá trị 0.

Giả sử thuật toán chạy cho vỉa 11 ở khu A1; giá trị 1 xác định chắc chắn là vỉa 11, giá trị 0 chưa chắc là vỉa 11, như vậy ta có các giá trị 1 tương ứng với vỉa 11. Tính toán cho toàn bộ các lỗ khoan cho kết quả các vỉa được nhận dạng. Tuy nhiên, kết quả các vỉa đã được nhận dạng có thể đúng, có thể bị nhận dạng sai, các vỉa chưa chắc chắn (0) chưa thuộc vỉa nào sẽ tương ứng với vỉa chuẩn (Hình 6). Kết quả đào tạo cho thấy mô hình đã thực hiện rất tốt với tập dữ liệu huấn luyện, mức độ chính xác của mô hình được huấn luyện bởi tập dữ liệu huấn luyện rất cao là 95,10 %. Mức độ phù hợp của mô hình và bộ dữ liệu đào tạo là tốt ở mức 0,91 (Kappa) với sai số trung phương thấp bằng 0,193 %.

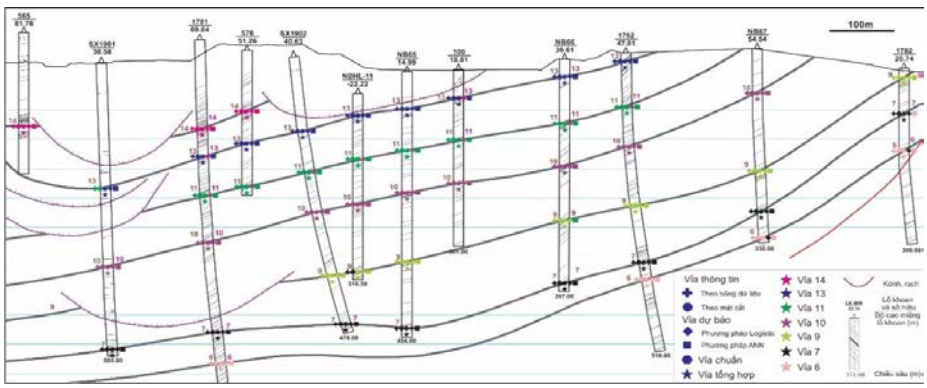
Kết quả nhận dạng theo thuật toán cho thấy có trường hợp cần phải xem xét, xử lý. Các dữ liệu theo thông số và theo khu được đưa vào chương trình để nhận dạng vỉa (ví dụ vỉa 11), nếu kết quả cho giá trị 1 (nhận dạng được vỉa), giá trị 0 (chưa nhận dạng được vỉa). Như vậy, các vỉa trong khu được chạy ngẫu nhiên theo đầu ra là vỉa than. Nếu chương trình chỉ có một trường hợp nhận dạng ra vỉa, ta xác định đây là vỉa chắc chắn; trường hợp chương trình nhận dạng ra nhiều vỉa khác nhau (vỉa nào cũng nhận vỉa đó thuộc về mình) thì kết quả có thể nhận dạng vỉa trong khoảng 2 vỉa đó. Ngoài ra, các trường hợp chương trình không nhận ra vỉa thì cũng có thể xếp vào vỉa chuẩn (Hình 6).

Chính vì vậy, sau khi nhận dạng vỉa than bằng phương pháp ANN ta có bước xử lý tiếp theo là hiệu chỉnh các kết quả nhận dạng do thuật toán đưa ra.

Bảng 4. Đánh giá kết quả dự báo vỉa than theo phương pháp hồi quy logistic và ANN

Vỉa	Lọc	Số mẫu	Nhận dạng đúng		Nhận dạng sai		Tỷ lệ đạt (%)	
			Hồi quy	ANN	Hồi quy	ANN	Hồi quy	ANN
14	Khu A1	55	36	51	19	4	65,45	92,73
14	Khu A2	19	14	17	5	2	73,68	89,47
14	Khu A3	21	15	10	6	11	71,43	**47,62**
13	Khu A1	91	65	73	26	18	71,43	80,22
13	Khu A2	53	41	48	12	5	77,36	90,57
13	Khu A3	59	33	48	26	13	55,93	78,69
12	Khu A1	123	121	121	2	2	98,37	98,37
12	Khu A2	86	86	86	0	0	**100**	**100**
12	Khu A3	113	79	112	34	1	69,91	99,11
11	Khu A1	94	59	73	35	21	62,77	77,66
11	Khu A2	107	73	85	34	22	68,22	79,44

Vỉa	Lọc	Số	Nhận dạng đúng		Nhận dạng sai		Tỷ lệ đạt (%)	
11	Khu A3	123	74	84	49	39	60,16	68,29
10	Khu A1	73	43	56	30	17	58,90	76,71
10	Khu A2	93	42	76	51	17	45,16	81,72
10	Khu A3	109	53	77	56	32	48,62	70,64
9	Khu A1	89	86	88	3	1	96,63	98,88
9	Khu A2	116	73	96	43	20	62,93	82,76
9	Khu A3	149	147	149	2	0	98,66	**100**
7	Khu A1	35	21	30	14	5	60,00	85,71
7	Khu A2	60	24	53	36	7	**40,00**	88,33
7	Khu A3	82	47	71	35	11	57,32	86,59
6	Khu A1	29	22	25	7	4	75,86	86,21
6	Khu A2	33	23	31	10	2	69,70	93,94
6	Khu A3	77	61	67	16	10	79,22	87,01
Trung bình							**70,87**	**84,94**



Hình 7. Đồng danh vỉa than theo kết quả tính toán logistic và ANN trên mặt cắt T.VI

Kết quả trên cho thấy việc nhận dạng theo phương pháp hồi quy logistic đạt tỷ lệ 70,87 %, phương pháp ANN có tỷ lệ 84,94 %; cao hơn so với hồi quy logistic (Bảng 4). Kết quả nhận dạng vỉa theo phương pháp hồi quy logistic và ANN đều được đưa lên mặt cắt các tuyến thăm dò để phục vụ đồng danh vỉa than, tập vỉa than (Hình 7).

Đối chiếu với kết quả nối vỉa của Phạm Tuấn Anh và đồng nghiệp [1], kết quả đồng danh các vỉa than khu mỏ Núi Béo bằng thuật toán cho thấy trên tổng 751 vị trí vỉa than thì có 545 vị trí trùng khớp, tương ứng tỷ lệ 72,57 %. Tuy nhiên, xét về mặt cấu trúc, các vỉa được nối theo thuật toán đơn giản hơn, thoáng hơn và phù hợp hơn với môi trường trầm tích. Một số vị trí mất vỉa than (lỗ khoan SX1901), dự đoán nguyên nhân là do đứt gãy nhưng thực tế đi lò khai thác lại hoàn toàn không gặp, điều này khá trùng hợp với lý giải môi trường kênh rạch ở đây.

4. KẾT LUẬN

Qua công tác nghiên cứu đồng danh, nối vỉa than ở khu vực mỏ Núi Béo bằng phương pháp hồi quy logistic và mạng trí tuệ nhân tạo (ANN), cho phép rút ra một số kết luận sau:

1. Sơ đồ xác định nối vỉa mới bằng thuật toán so với nối vỉa hiện có theo tài liệu thăm dò đảm bảo trùng khớp 72,57 %. Điều này chứng tỏ rằng cấu trúc khu mỏ theo tài liệu cũ đảm bảo mức độ cơ bản, định hướng cho phương pháp nối vỉa bằng thuật toán.

2. Phương pháp toán dựa trên đặc trưng của vỉa cho nên không đảm bảo 100 % nhận dạng đúng, phương pháp hồi quy logistic đạt 70,87 %, phương pháp ANN đạt 84,94 %. Nhận dạng vỉa than bằng phương pháp ANN cao hơn phương pháp hồi quy logistic, tuy nhiên vẫn còn 15,06 % sai số; đây cũng là kết quả khả quan nhất có thể chấp nhận dùng thuật toán trong công tác nối vỉa.

3. So sánh với phương pháp nối vỉa truyền thống, đồng danh các vỉa than khu mỏ Núi Béo bằng thuật toán cho thấy các vỉa được nối đơn giản hơn, thoáng hơn và phù hợp với môi trường trầm tích hơn. Đây cũng là nguyên tắc tối thiểu phải nghiên cứu môi trường thành tạo than khi thực hiện quá trình nối vỉa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Tuấn Anh (Chủ biên), (2009). Báo cáo chuyển đổi cấp trữ lượng và cấp tài nguyên than khu mỏ Hà Lầm, Lưu trữ tại Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam.
2. Duan H, Xie W, Zhao J, Jia T, (2021). Sequence stratigraphy and coal accumulation model of the Taiyuan Formation in the Tashan Mine, Datong Basin, China. *Open Geosciences, 13 (1)*; p. 1259–1272.
3. Einsele G, (2020). Sedimentary Basins, Evolution, Facies, and Sediment Budget. Springer-Verlag Berlin Heidelberg;. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-662-04029-4.
4. Freedman DA, (2009). Statistical models: theory and practice. Cambridge University Press. 12 p.
5. Hou H, Shao L, Tang Y, Li Y, Liang G, Xin Y, et al. (2009). Coal seam correlation in terrestrial basins by sequence stratigraphy and its implications for palaeoclimate and palaeoenvironment evolution. *J Earth Sci.*; p. 1–24.
6. Khương Thế Hùng, Nguyễn Danh Tuyên, (2022). Nhận dạng các vỉa than và môi trường trầm tích khu mỏ Núi Béo, Quảng Ninh bằng thuật toán K-means và phương pháp hồi quy. *Tạp chí Khoa học và Phát triển công nghệ, chuyên san Khoa học trái đất và Môi trường* (đã chấp nhận đăng).
7. Khuong The Hung, Nguyen Phuong, Nguyen Thi Cuc, Pham Nhu Sang, Nguyen Danh Tuyen, (2021). Identifying Correlation of Coal Seams in the Tien Hai Area, Northern Vietnam by Using Multivariate Statistic Methods. *Inżynieria Mineralna – Journal of the Polish Mineral Engineering Society*, 2(46), 2021; p. 129–148. Available from: http://doi.org/10.29227/IM-2021-02-11.
8. Lê Hùng (Chủ biên), (1996). Bản đồ địa chất và khoáng sản nhóm tờ Hòn Gai - Cẩm Phả, tỷ lệ 1:50.000. Lưu trữ Địa chất - Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.
9. Meng X, Ge M, Tucker ME, (1997). Sequence stratigraphy, sea-level changes and depositional systems in the Cambro-Ordovician of the North China carbonate platform. *Sedimentary Geology*, 114 (1-4); p. 189–222. Available from: https://doi.org/10.1016/S0037-0738(97)00073-0.
10. Nalendra S, Kuncoro B, Burhanudin A, (2017). Thickness Variation of Coal Seams in Loa Janan Anticline: Implications for Exploration and Mining Activities. *Proceedings joint convention Malang 2017*, HAGI-IAGI-IAFMI-IATMI (JCM 2017) Ijen Suites Hotel, Malang, September 25-28.
11. Schmidhuber J, (1992). Learning complex, extended sequences using the principle of history compression. *Neural Computation*, 4(2), 234-242.

IDENTIFYING THE CORRELATION OF COAL SEAMS IN NUI BEO MINE, QUANG NINH PROVINCE USING LOGISTIC REGRESSION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS

Khuong The Hung[21*], Ta Thi Toan[1], Nguyen Danh Tuyen[2]

[1]*Hanoi University of Mining and Geology 18 Vien street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Ha Noi*
[2]*Viet Bac Geology Joint Stock Company, 65 An Trach, Dong Da, Ha Noi*

ABSTRACT

Nui Beo mine is located in the southern part of the Quang Ninh province. It belongs to the Hon Gai-Cam Pha coal zone with high coal resources exploitation potential. In this study, the data of the coal seam parameters and coal quality were synthesized and processed using artificial intelligence and logistic regression methods. The results allow identifying the correlation of the coal seams in Nui Beo mine. Correlation identifying result using logistic regression methods is 70.87 % while correlation identifying result using artificial intelligence is higher, reaching 84.94 % with 15.06 % errors. This error range is accepted in using mathematical methods for identifying correlation of the coal seams. In comparison with traditional methods, the identifying correlation of coal seams using artificial intelligence and logistic regression algorithm is more simple and suitable with Nui Beo mine structure. The results confirm that applying mathematical methods in geological science are effective, especially in identifying coal seams correlation and in sedimentary environments.

Keywords: correlation of coal seams, logistic regression, artificial neural network, Nui Beo mine, Quang Ninh.

* Corresponding author, email address: khuongthehung@humg.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0185

THIẾT LẬP MÔ HÌNH TÍNH TOÁN VÀ ĐÁNH GIÁ LAN TRUYỀN BỤI VÀ KHÍ THẢI TỪ KHU LIÊN HỢP XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN TRÀNG CÁT, HẢI PHÒNG

Phạm Thị Thu Hà*, Phạm Thị Việt Anh

Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

TÓM TẮT

Khu liên hợp xử lý chất thải rắn (CTR) Tràng Cát, Hải Phòng bao gồm các bãi chôn lấp (BCL) hợp vệ sinh với công suất xử lý rác thải 600 tấn/ngày. Dựa vào lý thuyết bán thực nghiệm trên cơ sở cải tiến mô hình Gifford-Hanna, nghiên cứu đã xây dựng được các hàm đa thức bậc 3 cho NH_3, H_2S và TSP từ các số liệu quan trắc thực tế, xác định các tham số đặc trưng và thiết lập mô hình tính toán để đánh giá lan truyền bụi và khí NH_3, H_2S từ khu liên hợp xử lý chất thải rắn Tràng Cát, Hải Phòng. Kết quả cho thấy khu vực phía Tây Bắc so với BCL có thể bị ô nhiễm NH_3 và H_2S khi có gió Đông Nam thổi và không bị ô nhiễm TSP. Nồng độ H_2S vượt giá trị giới hạn từ 1,7-4,7 lần theo QCVN 06/2009:BTNMT, cao nhất tại vị trí cách biên giới BCL 50 m. Nồng độ NH_3 vượt giá trị giới hạn từ 1,5 đến gần 2 lần, phạm vi lan truyền đến hơn 1500 m. Cách BCL rác thải Tràng Cát khoảng 1400-1500 m về phía Tây Bắc, có khu dân cư sinh sống, nồng độ H_2S và NH_3 vượt gần 2 lần giá trị giới hạn theo QCVN. Kết quả tính toán từ mô hình góp thêm cơ sở khoa học cho việc xây dựng các chiến lược kiểm soát khí phát thải và quy hoạch các bãi chôn lấp rác thải cho mục tiêu phát triển bền vững ở thành phố Hải Phòng.

Từ khoá: Bãi chôn lấp, lan truyền, ô nhiễm không khí, mô hình, Tràng Cát.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một trong những nguồn gây ô nhiễm không khí quan trọng là khí phát thải từ các bãi rác sinh hoạt - còn gọi là khí bãi rác. Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) đã khuyến cáo rằng, các thông số ô nhiễm cần kiểm soát cho các bãi rác chôn lấp gồm bụi, mùi hôi và các khí CH_4, NH_3, H_2S, CO_2, Methyl Mercaptan (CH_3SH)… bởi chúng sẽ gây ô nhiễm đáng kể tới môi trường không khí xung quanh và sức khỏe dân cư xung quanh bãi rác nếu không được quản lý đúng cách [1]. Vì vậy, hướng nghiên cứu ứng dụng mô hình hóa môi trường để mô phỏng quá trình lan truyền chất ô nhiễm phát tán từ bãi rác (nguồn mặt) ra môi trường không khí xung quanh là rất cần thiết. Việc sử dụng các mô hình lan truyền ô nhiễm không khí, áp dụng cho nguồn mặt trong đó có bãi rác còn hạn chế trên thế giới cũng như ở nước ta, đặc biệt trong điều kiện nhiệt đới gió mùa ở Việt Nam. Tuy nhiên, hướng này nghiên cứu này đã được phát triển và áp dụng nghiên cứu thí điểm ở một số thành phố lớn (Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh) song chưa được triển khai áp dụng nhiều cho các địa phương khác ở nước ta [2, 3]. Trong các mô hình đánh giá chất lượng không khí phát thải từ bãi rác phải kể đến mô hình lan truyền nguồn mặt của Gifford - Hanna. Một số nghiên cứu điển hình liên quan đến sử dụng mô hình này đã được chỉ ra trong các tài liệu [2, 3]. Tuy nhiên, mô hình còn một số hạn chế nên khó áp dụng vào thực tế như công thức tính toán quá phức tạp, phương

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: phamthithuha.hus@gmail.com

pháp hiệu chỉnh mô hình để đạt hiệu quả cao chưa được đề cập đến [3, 4]. Những hạn chế này đã được Phạm Ngọc Hồ khắc phục bằng cách cải tiến mô hình dựa vào lý thuyết bán thực nghiệm [4] dưới dạng mô hình hồi quy hàm đa thức dạng tổng quát bậc 6 và hàm đa thức bậc 3 đối với đối với các bãi rác có quy mô nhỏ [3]. Phương pháp cải tiến mô hình này đã được ứng dụng trong nghiên cứu phân vùng ô nhiễm và dự báo mức độ ô nhiễm không khí tại một số bãi rác ở Hà Nội, Hòa Bình, Hải Phòng [3, 5, 6] trong 5 năm trở lại đây.

Hải Phòng là một trong những thành phố trên cả nước đã có những những giải pháp đồng bộ, khoa học để quản lý chất thải sinh hoạt tại địa bàn thành phố. Khu liên hợp xử lý chất thải rắn (CTR) Tràng Cát, Hải Phòng bao gồm các bãi chôn lấp (BCL) hợp vệ sinh với công suất xử lý rác thải 600 tấn/ngày - một trong 3 bãi chôn lấp cấp thành phố - là nguồn phát thải bụi và các hơi khí độc hại do hoạt động thu gom, chôn lấp và xử lý rác thải. Các khí bãi rác này có khả năng ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động tại khu xử lý và cộng đồng dân cư địa phương xung quanh bãi rác Tràng Cát. Vì vậy, nghiên cứu, đánh giá và dự báo sự lan truyền bụi và khí thải từ BCL chất thải rắn Tràng Cát đến khu vực xung quanh có ý nghĩa thiết thực trong cảnh báo và giám sát ô nhiễm không khí ở địa phương. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thiết lập mô hình tính toán lan truyền bụi và khí thải dựa theo phương pháp cải tiến mô hình Gifford - Hanna và áp dụng trong đánh giá lan truyền ô nhiễm cho BCL chất thải rắn Tràng Cát, Hải Phòng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Chất lượng không khí khu vực xung quanh Khu liên hợp xử lý chất thải rắn Tràng Cát, Hải phòng với các thông số nghiên cứu đánh giá bao gồm TSP, NH_3, H_2S.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp lấy mẫu và phân tích

Nghiên cứu đã tiến hành lấy mẫu, quan trắc 3 thông số NH_3, H_2S và TSP ở 7 vị trí khác nhau (KK1-KK7) xung quanh khu liên hợp xử lý CTR Tràng Cát theo hướng dẫn kỹ thuật quan trắc tại Thông tư số 24/2017/TT-BTNMT [7] và số 10/2021/TT-BTNMT [8]. Từ biên giới BCL, các vị trí đo được xác định lần lượt là 50 m, 300 m, 600 m, 750 m, 850 m, 1000 m và 1500 m xuôi theo hướng Đông Nam. Nghiên cứu quan trắc vào 3 thời điểm trong ngày theo 3 ốp khí tượng (07h00, 13h00 và 19h00), trong 5 ngày liên tục của tháng 5/2021 và tháng 11/2021 ở khu liên hợp xử lý CTR Tràng Cát. Số liệu quan trắc trung bình 1 giờ đối với mỗi thông số ứng với các thời điểm quan trắc khác nhau trong ngày được lấy giá trị nồng độ cao nhất để đánh giá.

Hàm lượng TSP được xác định bằng phương pháp đo nhanh bằng thiết bị đo bụi Haz-Dust EPAM 5000. H_2S được xác định bằng phương pháp đo nhanh bằng thiết bị Gray Wolf TOX - TG 501. NH_3 được lấy mẫu, bảo quản và xác định bằng phương pháp MASA 401. Mẫu khí NH_3 được phân tích ở Trung tâm Nghiên cứu Quan trắc và Mô hình hóa Môi trường (CEMM), Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN. Sơ đồ và tọa độ vị trí các điểm quan trắc được chỉ ra trong Hình 1 và Bảng 1.



Hình 1. Sơ đồ các điểm quan trắc xung quanh Khu liên hợp xử lý CTR Tràng Cát, Hải Phòng

Bảng 1. Tọa độ của các vị trí lấy mẫu xung quanh Khu liên hợp xử lý CTR Tràng Cát

Kí hiệu mẫu	Vị trí và toạ độ điểm lấy mẫu						
	KK1	KK2	KK3	KK4	KK5	KK6	KK7
Vị trí	Cách biên BCL 50 m	Cách biên BCL 300 m	Cách biên BCL 600 m	Cách biên BCL 750 m	Cách biên BCL 850 m	Cách biên BCL 1000 m	Cách biên BCL 1500 m
Toạ độ	20°48'53,82"N, 106°45'4,20"E	20°49'0,82"N, 106°45'2,27"E	20°49'7,76"N,1 06°44'58,72"E	20°49'12,03"N, 106°44'55,90"E	20°49'18,62"N, 106°44'50,53"E	20°49'19,94"N, 106°44'43,35"E	20°49'22,59"N, 106°44'28,73"E

2.2.2. Phương pháp thiết lập mô hình dựa trên lý thuyết bán thực nghiệm

Mô hình Gifford-Hanna cải tiến: Mô hình có dạng hàm đa thức bậc 3 do Phạm Ngọc Hồ đưa ra, dựa trên lý thuyết bán thực nghiệm [4] được áp dụng trong nghiên cứu như sau:

$$\overline{C}(x^*) = \frac{\overline{M}}{u \times C^*_{TC}}\left(ax^{*3} + bx^{*2} + cx^* + d\right) \quad (1);$$

trong đó: $x^* = \frac{x}{x_0}$: đại lượng vô thứ nguyên, ứng với x = 50, 100, ...x_0 (m); x_0 là khoảng cách lớn nhất tính từ biên giới bãi rác lấy làm kích thước chuẩn hóa; u - tốc độ gió tức thời đo tại các thời điểm quan trắc theo các hướng gió, có liên quan đến trạng thái của khí quyển; C^*_{TC} - quy chuẩn cho phép nồng độ chất ô nhiễm theo QCVN 05:2013/BTNMT - quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh và QCVN 06:2009/BTNMT - quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về một số chất độc hại trong không khí xung quanh; giá trị này khi nhân vào ở mẫu số của hàm hồi quy để trong ngoặc trở thành đại lượng vô thứ nguyên [3]; a, b, c, d là các hệ số được xác định từ hàm hồi quy đa thức bậc 3, dựa vào các số liệu đo đạc thực tế tại khu vực BCL Tràng Cát; $\overline{M}$ là tải lượng ô nhiễm (µg/m^2.s) được tính theo công thức cải tiến từ mô hình Gifford - Hanna của Phạm Ngọc Hồ, trên cơ sở lý thuyết đồng dạng và thứ nguyên [4]:

$$\overline{M} = (\overline{C}_{đo} - C_{nền}) \times \overline{u} \quad (2);$$

trong đó: $\overline{u}$ (m/s) là tốc độ gió ứng với khoảng cách đo theo tất cả các hướng gió.

Sai số tương đối của mô hình (công thức 1) được đánh giá theo công thức thống kê cơ bản sau:

$$\varepsilon\left(x^*\right)=\frac{\left|\overline{C}_{tt}\left(1h\right)-\overline{C}_{db}\left(1h\right)\right|}{\overline{C}_{tt}\left(1h\right)} \quad (3);$$

và hiệu suất mô hình μ theo công thức:

$$\mu\left(x^*\right)=1-\varepsilon\left(x^*\right),\% \quad (4);$$

trong đó: $\overline{C}_{tt}\left(1^h\right)$ là nồng độ chất ô nhiễm thực tế đo được; $\overline{C}_{db}\left(1^h\right)$ là nồng độ dự báo theo công thức (1).

Mô hình không cần hiệu chỉnh nếu sai số $\varepsilon\left(x^*\right)$ tại các khoảng cách x^* nhỏ, khoảng từ 0,01-0,2 tương ứng với hiệu suất mô hình đạt được từ 80-99%. Trong trường hợp có sai số lớn thì mô hình cần hiệu chỉnh theo tài liệu [3]:

$$C^*_{hc}\left(x^*\right)=\overline{C}_{db}\left(x^*\right)+\alpha\left(x^*\right) \quad (5);$$

trong đó: C^*_{hc} - nồng độ chất ô nhiễm được hiệu chỉnh; $\overline{C}_{db}\left(x^*\right)$ - nồng độ dự báo theo công thức (1); $\alpha\left(x^*\right)$ - hệ số hiệu chỉnh trung bình được tính từ các khoảng cách chuẩn hóa.

Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp mô hình Gifford - Hanna cải tiến của Phạm Ngọc Hồ để xây dựng mô hình tính toán lan truyền ô nhiễm cho khu vực BCL chất thải rắn Tràng Cát, Hải Phòng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thiết lập mô hình tính toán có dạng hàm đa thức bậc 3 cho các thông số TSP, NH_3, H_2S

Cơ sở dữ liệu để xây dựng đường hồi quy và thiết lập mô hình được trình bày trong Bảng 2 và 3. Khoảng cách được lấy làm kích thước chuẩn hóa x_o là 1500 m.

Bảng 2. Giá trị quan trắc trung bình 1h nồng độ TSP, NH_3 và H_2S

Điểm đo (m)	x*	TSP C(x*)(μg/m^3)	NH_3 C(x*)(μg/m^3)	H_2S C(x*)(μg/m^3)
50 (KK1)	0,033	251,3	341,25	239
300 (KK2)	0,2	194,4	295	133,15
600 (KK3)	0,4	185,4	290,7	111,5
750 (KK4)	0,5	161,6	248,15	69
850 (KK5)	0,57	177,7	309,2	79,4
1000 (KK6)	0,67	166,3	350	66,85
1500 (KK7)	1,0	145,6	389,85	60,5

Từ số liệu quan trắc thực tế (Bảng 2), hàm hồi quy đa thức bậc 3 được xây dựng cho các thông số TSP, NH_3, H_2S thể hiện ở Hình 2 (a), 2 (b), (c).

Từ Hình 2 có thể thấy rằng, hệ số tương quan hồi quy R^2 đều có giá trị cao, xấp xỉ từ 0,8 (đối với NH_3) đến hơn 0,95 (đối với H_2S và TSP). Do vậy, sử dụng các hệ số thu được từ các hàm này, kết hợp với cách tính M (công thức 2 và Bảng 3) để xác định công thức tính lan truyền ô nhiễm cho từng chất (công thức 6, 7, 8).

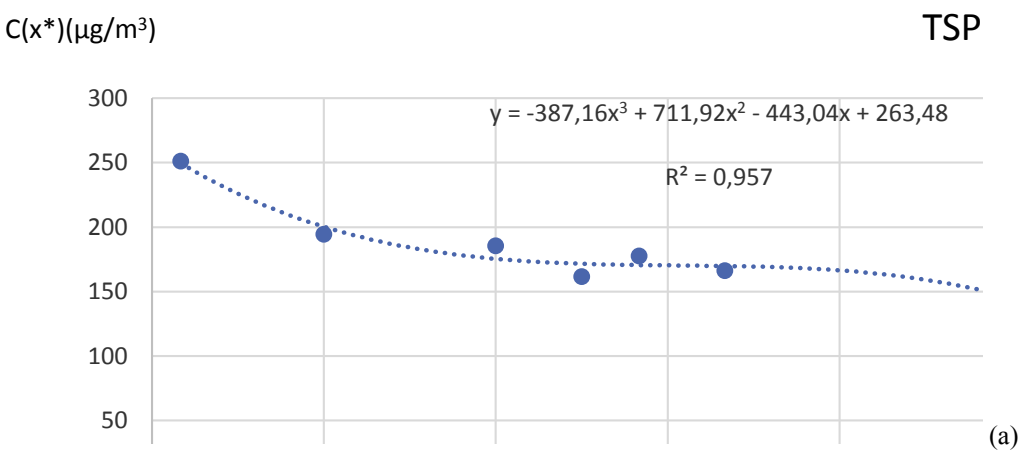
Bảng 3. Các thông số đầu vào để thiết lập mô hình

	TSP ($\mu g/m^3$)	NH_3 ($\mu g/m^3$)	H_2S ($\mu g/m^3$)
Cnền	62,4	58,2	36
Ctb	183	317,75	108,5
Tốc độ gió trung bình (m/s)	1,18		
M	142,3	306,27	85,5
QCVN 05/2013:BTNMT	0,3		
QCVN 06/2009:BTNMT		200	42

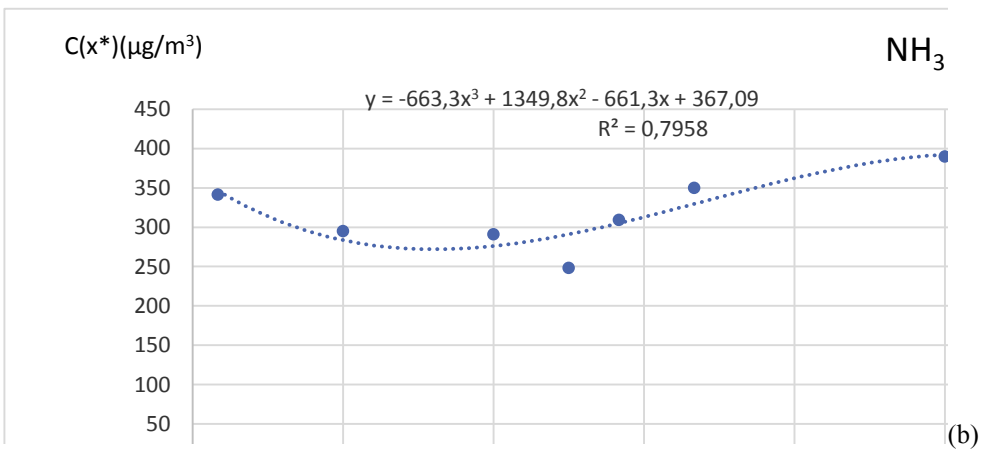
+ TSP: $$\bar{C}(x^*) = \frac{142,3}{u \times 300}(-387,16x^{*3} + 711,92x^{*2} - 443,04x^* + 263,48) \quad (6)$$

+ NH_3: $$\bar{C}(x^*) = \frac{306,27}{u \times 200}(-663,3x^{*3} + 1349,8x^{*2} - 661,3x^* + 367,09) \quad (7)$$

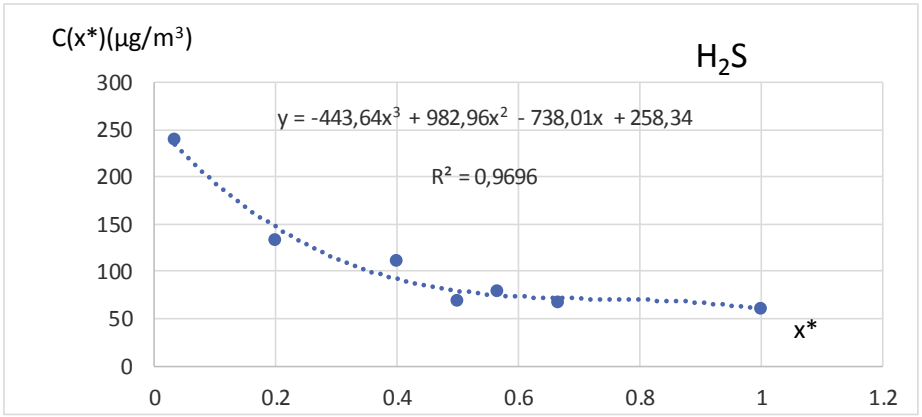
+ H_2S: $$\bar{C}(x^*) = \frac{85,55}{u \times 42}(-443,64x^{*3} + 982,96x^{*2} - 738,01x^* + 258,34) \quad (8)$$



(a)



(b)



(c)

Hình 2. Hàm hồi quy đa thức bậc 3 mô phỏng phân bố nồng độ: (a) TSP, (b) NH_3, (c) H_2S từ số liệu quan trắc thực tế tại khu vực xung quanh BCL chất thải rắn Tràng Cát

Hiệu chỉnh mô hình: Kết quả tính phân bố nồng độ TSP, NH_3. H_2S từ BCL theo công thức (6), (7), (8) cho thấy, hiệu suất mô hình không cao có sai số tương đối từ 0,4 - 0,5, hiệu suất mô hình dự báo TSP chỉ đạt 20 %. Vì vậy, kết quả tính cần được hiệu chỉnh theo công thức (5). Mô hình sau hiệu chỉnh có hiệu suất khá cao, từ 77,3-99,1%, hệ số hiệu chỉnh (HSHC) là 152,15 đối với TSP; 71-98 % (có 6/7 vị trí đạt trên 90 %, vị trí cách biên giới BCL 750 m đạt 71 %), HSHC là 144 đối với NH_3 và hiệu suất từ 73,3-97,8 % với HSHC là 29,5 đối với H_2S. Như vậy, các công thức (6), (7), (8) có thể được sử dụng để tính toán lan truyền nồng độ TSP, NH_3, H_2S theo khoảng cách xung quanh BCL chất thải rắn Tràng Cát.

3.2. Đánh giá lan truyền ô nhiễm bụi TSP và khí thải từ khu liên hợp xử lý CTR Tràng Cát, Hải Phòng

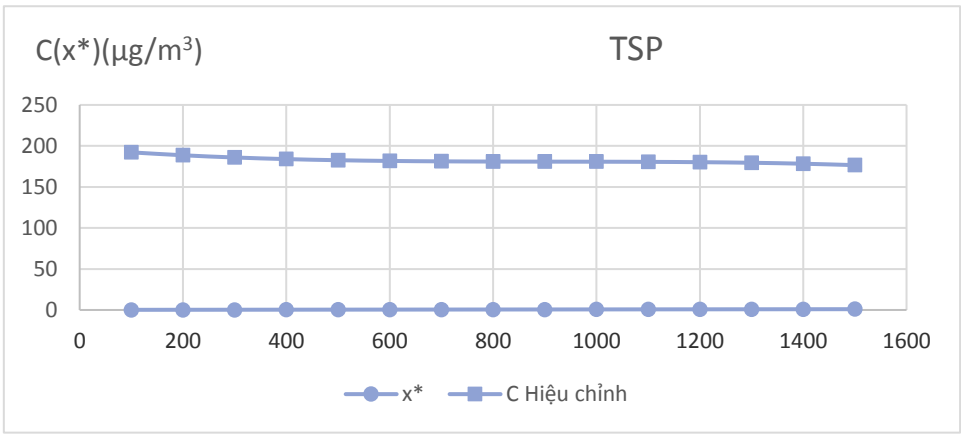
Kết quả tính lan truyền ô nhiễm TSP, NH_3, H_2S từ mô hình đã hiệu chỉnh theo các công thức (6), (7), (8) cho BCL chất thải rắn Tràng Cát được trình bày ở Hình 3. Khoảng cách giữa các điểm tính toán là 100 m, bắt đầu từ x = 50 m xuôi theo hướng gió Đông Nam - là hướng gió thịnh hành khu vực nghiên cứu.

Kết quả nghiên cứu cho thấy hướng gió chính ở khu vực BCL chất thải rắn Tràng Cát, Hải Phòng là Đông Nam. Khảo sát thực tế chỉ ra phía Tây Bắc của BCL có khu dân cư sinh sống có thể chịu ảnh hưởng bởi khí thải từ BCL khi có gió Đông Nam thổi. Theo QCVN 05/2013:BTNMT quy định về giới hạn cho phép trung bình 1 h của TSP trong môi trường xung quanh là 300m µg/$m^{3.}$ và QCVN 06/2009:BTNMT quy định về giới hạn các chất độc hại trong môi trường (đối với NH_3 là 200 µg/m^3 và H_2S là 42 µg/m^3) có thể thấy rằng: khu vực phía Tây Bắc của BCL có thể bị ô nhiễm NH_3 và H_2S và không bị ô nhiễm TSP khi có gió Đông Nam thổi.

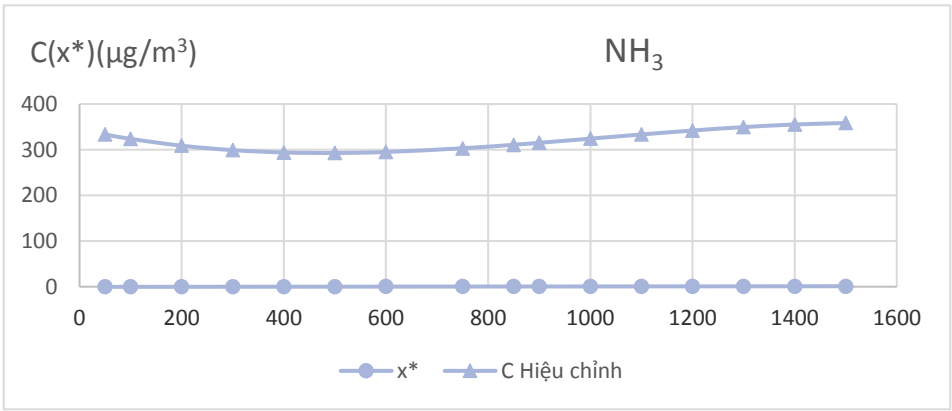
+ Môi trường không khí xung quanh BCL bị ô nhiễm H_2S và NH_3 với phạm vi ảnh hưởng có thể lên tới 1500 m cách biên giới BCL. Tại vị trí khoảng 1400-1500 m theo khảo sát là nơi có khu dân cư sinh sống.

- Giá trị nồng độ H_2S vượt quá giá trị giới hạn từ 1,7 đến hơn 4,7 lần theo QCCP, cao nhất tại vị trí gần BCL, cách biên giới BCL 50 m (vượt 4,76 lần). Phân bố nồng độ H_2S giảm dần theo khoảng cách từ biên giới BCL, có xu hướng giảm rõ rệt khi ra xa nguồn đến khoảng cách khoảng 900 m. Từ khoảng cách 900 m trở đi, phân bố nồng độ có xu hướng giảm không đáng kể, giá trị

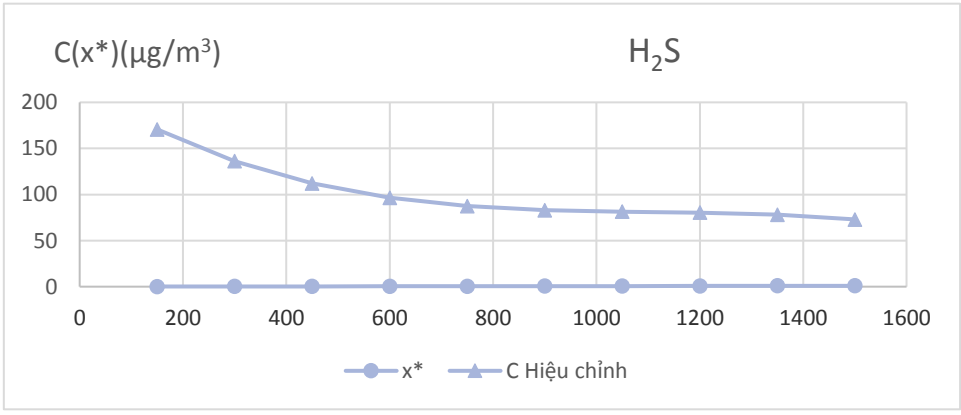
nồng độ ước tính dao động từ 72-81 µg/m^3. Tại vị trí xa BCL 1500 m, nồng độ H_2S vẫn cao hơn giá trị giới hạn theo QCCP gần 2 lần.



(a)



(b)



(c)

Hình 3. Phân bố nồng độ: (a) TSP, (b) NH_3, (c) H_2S theo hướng gió Đông Nam khu vực BCL chất thải rắn Tràng Cát tính từ mô hình

- Nồng độ NH_3 khu vực BCL Tràng Cát có xu hướng giảm dần theo khoảng cách đến khoảng 500m. Trong phạm vi từ 500-1500 m do ảnh hưởng của các yếu tố khí tượng, nồng độ có xu hướng tăng nhẹ không đáng kể. So với QCVN 06/2009:BTNMT, giá trị cho phép của NH_3 là 200 ($\mu g/m^3$) thì khu vực xuôi BCL theo hướng gió Đông Nam có nồng độ NH_3 đều vượt giá trị giới hạn khoảng từ 1,5 đến gần 2 lần, phạm vi lan truyền đến hơn 1500 m. Tại vị trí 1500 m, nồng độ NH_3 vẫn có xu hướng tăng, vượt gần 2 lần giá trị giới hạn theo QCVN.

+ Nồng độ TSP có xu hướng không biến động nhiều trong phạm vi tính toán từ biên giới BCL đến khoảng cách 1500 m xuôi theo hướng gió Đông Nam, dao động từ 176-194 $\mu g/m^3$, giá trị cao nhất chỉ đạt 194 $\mu g/m^3$ (tại vị trí 50 m gần nguồn phát thải) nhỏ hơn rất nhiều giá trị giới hạn theo QCVN.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã thiết lập được mô hình tính toán lan truyền ô nhiễm TSP, NH_3, H_2S phát thải từ khu liên hợp xử lý CTR Tràng Cát, Hải Phòng trên cơ sở ứng dụng mô hình Gifford - Hanna cải tiến. Kết quả tính lan truyền cho thấy, khu vực phía Tây Bắc của BCL - nơi có khu dân cư sinh sống - có thể bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm NH_3 và H_2S khi có gió Đông Nam thổi và không bị ô nhiễm TSP; nồng độ TSP thấp hơn nhiều giá trị giới hạn trung bình 1h đối với TSP theo QCVN:05/2013. Phạm vi lan truyền ô nhiễm NH_3 và H_2S có thể lên đến 1500 m, với giá trị vượt từ 1,5 đến xấp xỉ 2 lần QCVN 06/2009:BTNMT. Môi trường không khí bị ô nhiễm H_2S cao nhất tại vị trí 50 m tính từ biên giới BCL.

Với công nghệ dự báo thời tiết như hiện nay, mô hình đã được thiết lập có thể được sử dụng để dự báo và cảnh báo ô nhiễm cho khu liên hợp xử lý CTR Tràng Cát, Hải Phòng, là cơ sở khoa học để phân vùng và tính toán đền bù ô nhiễm nếu cần thiết. Kết quả nghiên cứu cung cấp thêm thông tin cho cơ quan quản lý môi trường trong xây dựng các giải pháp giám sát và quản lý chất lượng không khí ở địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Marianna Conte, A Case Study of Municipal Solid Waste Landfills Impact on Air Pollution in South Areas of Italy, The Open Atmospheric Science Journal, pp.1-13, 2018.

[2] Mai Thị Thu Thảo, Đinh Xuân Thắng, Bùi Tá Long, Nghiên cứu, xây dựng hệ số phát thải các chất ô nhiễm từ bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt (CH_4, NH_3, Methyl Mercaptan) tại Thành phố Hồ Chí Minh và các khu đô thị, Tạp chí Phát triển Công nghệ, số M2, trang 115-125, 2015.

[3] Phạm Ngọc Hồ, Báo cáo tổng hợp nhiệm vụ: "Đánh giá mức độ ô nhiễm không khí tại một số khu xử lý chất thải tại Hà Nội để điều chỉnh chính sách hỗ trợ đối với vùng ảnh hưởng môi trường", Sở Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, 2017.

[4] Pham Thi Thu Ha, Pham Thi Viet Anh, Duong Ngoc Bach, Phan Thu Trang, and Pham Ngoc Ho, Application of Daily Air Pollutant Index Forecasting Model Based on Semi-Empirical Statistical Theory: Case Study in Hanoi, Vietnam, EnvironmentAsia 12, no. 2, 2020.

[5] Phạm Thị Việt Anh, Phạm Thị Thu Hà (2021). Ứng dụng lý thuyết bán thực nghiệm để tính toán lan truyền chất ô nhiễm không khí phát thải từ bãi rác chôn lấp huyện Đà Bắc, tỉnh Hòa Bình. Tạp chí Môi trường, Số đặc biệt (SI) 2021.

[6] Phạm Thị Thu Hà và cộng sự (2020). Báo cáo tổng hợp nhiệm vụ "Xây dựng mô hình tính toán sự lan truyền chất ô nhiễm từ các bãi rác thải sinh hoạt chôn lấp''. Nhiệm vụ BVMT QMT.20.02, ĐHQG Hà Nội.

[7] Bộ Tài Nguyên và Môi trường (01/9/2017). Thông tư Quy định kỹ thuật quan trắc môi trường và quản lý thông tin, dữ liệu quan trắc chất lượng môi trường, Thông tư số 24/2017/TT-BTNMT.

[8] Bộ Tài Nguyên và Môi trường (30/6/2021). Thông tư Quy định kỹ thuật quan trắc môi trường và quản lý thông tin, dữ liệu quan trắc chất lượng môi trường, Thông tư số 10/2021/TT-BTNMT.

ESTABLISHING CALCULATION MODEL AND ASSESSING DUST AND GASES TRANSPORTATION FROM TRANG CAT SOLID WASTE TREATMENT COMPLEX, HAI PHONG

Pham Thi Thu Ha*, Pham Thi Viet Anh

Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Ha Noi

ABSTRACT

Trang Cat Solid Waste Treatment Complex, Hai Phong city includes sanitary landfills with a waste treatment capacity of 600 tons/day. Based on the semi-empirical theory on the basis of improved Gifford-Hanna model, the study has built polynomial functions of degree 3 for NH_3, H_2S and TSP from actual monitoring data, determining characterized parameters and setting up a computational model to evaluate the transportation of dust and NH_3, H_2S from Trang Cat solid waste treatment complex, Hai Phong. The results showed that the northwest area compared to landfill may be polluted with NH_3 and H_2S when the southeast wind blows and was not polluted with TSP. The concentration of H_2S exceeds the limit value from 1.7 to 4.7 times according to Vietnamese technical regulation (QCVN 06/2009:BTNMT), the highest at the location 50 m from the landfill border. NH_3 concentration exceeds the limit value from 1.5 to nearly 2 times, the transportation range was more than 1500 m. About 1400-1500 m northwest of Trang Cat landfill, there were residential areas, concentrations of H_2S and NH_3 exceed approximately 2 times the limit value. The results from the construction model can contribute more scientific basis for the development of emission control strategies, and planning of landfills for sustainable development in Hai Phong city.

Keywords: Landfill, transportation, air pollution, model, Trang Cat.

* Corresponding author, email address: phamthithuha.hus@gmail.com

Doi: 10.15625/vap.2022.0186

ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP HIỂN VI ĐIỆN TỬ QUÉT (SEM) VÀ PHÂN TÍCH HIỂN VI ĐẦU DÒ ĐIỆN TỬ (EPMA) ĐỂ XÁC ĐỊNH CÁC GIAI ĐOẠN NHIỆT DỊCH VÀ SỰ DI CHUYỂN CỦA NGUYÊN TỐ ĐẤT HIẾM GHI NHẬN TRONG KHOÁNG VẬT ALLANITE MỎ SIN QUYỀN, LÀO CAI

Ngô Xuân Đắc[11*], Quách Đức Tín[2], Khương Thế Hùng[1], Phạm Đắc Sinh[2]

[1]Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

[2]Viện Khoa học Địa chất Khoáng sản, 67 Chiến Thắng, Văn Quán, Hà Đông, Hà Nội

TÓM TẮT

Một số khoáng vật phụ thường chứa hàm lượng nguyên tố đất hiếm tương đối cao (La, Ce, Na, Ta, Nb,…), các công trình nghiên cứu chỉ ra rằng những khoáng vật này rất dễ bị biến đổi trong quá trình nhiệt dịch chồng đồng thời hình thành nên một tổ hợp khoáng vật mới chứa nguyên tố hiếm. Do vậy, các khoáng vật chứa nguyên tố hiếm là đối tượng thích hợp trong việc nghiên cứu các quá trình biến đổi nhiệt dịch qua đó ta có thể phân chia ra các giai đoạn tạo khoáng. Allanite là khoáng vật phụ chứa nguyên tố hiếm tương đối phổ biến trong mỏ Sin Quyền, đồng thời dưới tác dụng của dung dịch nhiệt dịch giai đoạn sau khoáng vật này cũng rất dễ bị biến đổi. Trong bài báo này chúng tôi sử dụng tổ hợp phương pháp nghiên cứu thạch học lát mỏng kết hợp với phương pháp phân tích hiển vị điện tử quét (SEM) và phân tích X-ray theo đường, theo diện, nguyên tố chính, nguyên tố vết bằng phương pháp phân tích hiển vi đầu dò điện tử (EMPA) áp dụng cho khoáng vật allanite. Kết quả nghiên cứu đã chứng ming rằng nguyên tố đất hiếm có thể bị biến đổi thông qua cơ chế hòa tan và di chuyển trong hai giai đoạn của quá trình nhiệt dịch.

Từ khóa: SEM, EPMA, Allanite, Sin Quyền.

1. MỞ ĐẦU

Kính hiển vi điện tử quét (SEM) là một trong những công cụ hữu ích nhất hiện nay để nghiên cứu và phân tích đặc điểm cấu trúc vi mô của khoáng vật với kích thước nhỏ đến nanomet [2]. Trong nghiên cứu chuyên sâu về địa chất khoáng sản, đặc biệt là địa hóa khoáng vật sử dụng phương pháp SEM là một trong những phương pháp không thể thiếu. Một số phương pháp xác định khoáng vật truyền thống như phương pháp nghiên cứu thạch học lát mỏng sử dụng ánh sáng xuyên qua rất khó để quan sát cấu trúc khoáng vật và phân biệt được rõ tính phân đới của chúng. Trong nghiên cứu nguồn gốc, điều kiện thành tạo của mỏ khoáng thì nghiên cứu tính phân đới của khoáng vật và các quá trình biến đổi nhiệt dịch có ý nghĩa rất quan trọng trong việc phân chia các giai đoạn tạo quặng [5]. Trong quá trình biến đổi nhiệt dịch các nguyên tố thường có sự thay đổi về hàm lượng, nghiên cứu sự biến thiên của các nguyên tố trong mỗi đới của khoáng vật có thể tìm ra quy luật thay thế biến đổi giữa chúng, từ đó suy ra được cơ chế thành tạo, môi trường thành tạo của quá trình nhiệt dịch, giúp cho việc luận giải nguồn gốc mỏ khoáng. Ngoài ra, sử dụng phân tích SEM còn có thể xác định định tính hàm lượng các nguyên tố qua đó hỗ trợ cho việc xác định công thức khoáng vật và nhận biết khoáng vật. Phương pháp phân tích SEM cùng với phân tích thạch học là hai phương pháp nghiên cứu bổ sung cho nhau rất hữu hiệu, bởi mỗi phương pháp có những ưu và nhược điểm khác nhau. Trong nghiên cứu thạch học lát mỏng đôi khi gặp những khoáng vật

quá nhỏ hoặc mang những đặc điểm rất khó để xác định chính xác tên khoáng vật, trong trường hợp như vậy thì phân tích SEM là phương pháp rất hữu ích, bởi vì thông qua xác định định tính hàm lượng các nguyên tố có thể kiểm tra và xác định được khoáng vật đó. Ngoài ra, phương pháp phân tích SEM còn hỗ trợ trong việc sử dụng các phương pháp phân tích khác như định tuổi khoáng vật bằng phương pháp LA-ICPMS (Laser ablation inductively coupled plasma mass). Dựa vào cấu trúc khoáng vật quan sát được bằng hình ảnh của phân tích SEM có thể chọn được các vị trí bắn điểm thích hợp đảm bảo không bị nứt nẻ, không có bao thể và không có các tạp chất ngoại lai gây ảnh hưởng đến kết quả phân tích tuổi.

Ưu điểm chính của phương pháp SEM là xác định cấu trúc khoáng vật, tính phân đới của khoáng vật để phân chia các giai đoạn biến đổi nhiệt dịch. Trong khi đó, phương pháp phân tích hiển vi đầu dò điện tử (Electron probe X-ray microanalysis: EPMA) có thể hỗ trợ cho phương pháp SEM trong việc xác định chính xác định lượng hàm lượng các nguyên tố. Ngoài ra, sử dụng phương pháp EPMA có thể xác định được sự biến đổi về hàm lượng của các nguyên tố theo từng đường và từng vùng trên bề mặt khoáng vật. Đây là phương pháp phân tích rất hữu hiệu trong nghiên cứu địa hóa khoáng vật nhằm luận giải các quá trình biến đổi nhiệt dịch liên quan đến quặng hóa. Sự biến thiên về hàm lượng các nguyên tố là yếu tố quan trọng cho việc luận giải môi trường thành tạo và bản chất của nguồn dung dịch nhiệt dịch tạo quặng. Mỗi giai đoạn tạo quặng được đặc trưng bởi một tổ hợp các nguyên tố trong mỗi khoáng vật, do vậy việc xác định chính xác sự biến thiên về hàm lượng các nguyên tố trong mỗi đới của khoáng vật giúp cho việc phân chia các giai đoạn tạo quặng. Trong mỏ Sin Quyền allanite là khoáng vật chứa nguyên tố đất hiếm nhóm nhẹ rất phổ biến và phát triển rộng khắp trong các giai đoạn tạo quặng. Ngoài ra, khoáng vật allanite trong khu mỏ thường có kích thước hạt rất lớn, dưới kính hiển vi phân tích thạch học và SEM thể hiện rất rõ cấu trúc phân đới trong khoáng vật này. Do vậy, allanite là khoáng vật lý tưởng để áp dụng phương pháp SEM và EPMA để nghiên cứu các giai đoạn tạo quặng nhiệt dịch cũng như quá trình biến đổi hàm lượng các nguyên tố được thể hiện trong các đới khác nhau của khoáng vật allanite.

1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đất hiếm là một loại khoáng sản đặc biệt, có vai trò quan trọng và là vật liệu chiến lược đối với sự phát triển của các ngành kỹ thuật mũi nhọn, công nghệ cao ở mỗi quốc gia như: Điện, điện tử, quang học, laser, vật liệu siêu dẫn, chất phát quang. Chính vì vậy hiện nay nhiều nước coi đất hiếm là nguyên tố của tương lai. Trong nghiên cứu địa chất các mỏ khoáng việc nghiên cứu các giai đoạn tạo quặng đất hiếm có ý nghĩa đặc biệt quan trọng phục vụ cho công tác tìm kiếm thăm dò quặng đạt hiệu quả cao. Mỏ Sin Quyền thuộc tỉnh Lào Cai, Việt nam được biết đến là một trong những mỏ không chỉ có trữ lượng quặng Fe-Cu-Au tương đối lớn mà còn rất phong phú về tài nguyên đất hiếm nhóm nhẹ La, Ce, Nd (LREE), tuy nhiên ở thời điểm hiện tại vẫn chưa thể khai thác tận thu nguồn tài nguyên này [3, 4, 5]. Mỏ Sin Quyền là mỏ tương đối đặc biệt và có đặc trưng riêng so với những mỏ đất hiếm nhóm nhẹ khác bởi vì hàm lượng nguyên tố đất hiếm chủ yếu tập trung trong khoáng vật allanite. Đối tượng nghiên cứu là khoáng vật chứa nguyên tố đất hiếm, cụ thể trong bài báo tác giả áp dụng phương pháp phân tích SEM và EPMA cho khoáng vật allanite để phân chia các giai đoạn nhiệt dịch liên quan đến quặng hóa. Để đảm bảo tính chất xác của phương pháp nghiên cứu và kết quả phân tích, mẫu chứa khoáng vật quặng đất hiếm allanite sử dụng phân tích SEM và EPMA được lấy từ lỗ khoan thăm dò ở độ sâu 374.5m với kích thước mẫu được thể hiện ở hình 1, do vậy mẫu đảm bảo vẫn còn tươi chưa bị biến đổi phong hóa.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phân tích thạch học

Mẫu được nghiên cứu bằng phương pháp thạch học lát mỏng dưới kính hiển vi thấu quang để xác định đặc điểm khoáng vật, mối quan hệ giữa các khoáng vật, sự phân bố và hình dạng, kích thước của chúng. Chi tiết cách nhận biết và mối quan hệ của khoáng vật allanite được mô tả theo tài liệu [4]. Ngoài ra, phân tích thạch học còn xác định các quá trình biến đổi nhiệt dịch trước tạo quặng, đồng tạo quặng và sau tạo quặng từ đó phân chia các giai đoạn tạo quặng. Phân tích thạch học còn là tiền đề định hướng cho một loạt hệ các phương pháp nghiên cứu về sau như SEM, EPMA, phương pháp định tuổi, địa hóa đồng vị và bao thể.

2.2.2. Phân tích SEM

Phân tích SEM nhằm mục đích xác định rõ cấu trúc của khoáng vật với độ phóng đại lớn và quan sát rõ được tính phân đới của khoáng vật. Ngoài ra, phân tích SEM còn cho ta xác định định tính hàm lượng các khoáng vật qua đó có thể hỗ trợ phương pháp phân tích thạch học trong việc xác định một số khoáng vật khó phân biệt bằng mắt thường dưới kính hiển vi thấu quang. Mẫu phân tích SEM được mài bóng thành mẫu lát mỏng nhưng dày hơn mẫu lát mỏng thạch học. Trước khi phân tích SEM mẫu được phủ bởi một lớp cacbon lên trên bề mặt. Các ảnh phân tích điện tử tán xạ ngược (BSE) của khoáng vật thu được bởi kính hiển vi điện tử quét FEI Quanta200 có trang bị hệ thống đo phổ phân tán năng lượng hoạt động ở 20 kV, 20 nA. Các hình ảnh BSE được sử dụng để nghiên cứu cấu trúc, tính phân đới, hình dạng và quá trình biến đổi của khoáng vật allanite, các mẫu được phân tích tại phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia của Trường Đại học Địa chất Trung Quốc, Vũ Hán.

2.2.3. Phân tích EPMA

Các nguyên tố chính của allanite được phân tích bằng phương pháp EPMA, sử dụng máy đầu dò JAX 8230 tại trung tâm nghiên cứu và phân tích vật liệu, Trường Đại học Công nghệ Vũ Hán. Máy hoạt động với điện áp 25 kV, sử dụng đầu dò 50 nA, đường kính bắn chùm tia là 5 μm và thời gian đếm đối với tất cả các nguyên tố là 20 s. Phân tích đầu dò hiển vi điện tử nghiên cứu các nguyên tố đất hiếm (REE) được thực hiện bằng cách sử dụng các chùm tia X với độ nhiễu không đáng kể được mô tả theo Scherrer và nnk, (2000) [5]. Các phổ vạch, thời gian của đỉnh, thời gian nền và các khoáng vật chuẩn được sử dụng cho phân tích đo phổ phân tán bước sóng (Wavelength Dispersive Spectrometer: WDS) như sau: Si (Kα, 30 s, 15 s, albite), Ti (Kα, 30 s, 15 s, rutile), Al (Kα, 30 s, 15 s, albite), Fe (Kα, 30 s, 15 s, olivin), Mn (Kα, 30 s, 15 s, rhodonite), Mg (Kα, 30 s, 15 s, olivin), Ca (Kα, 30 s, 15 s, rhodonite), P (Kα, 30 s, 15 s, $LaPO_4$), La (Lα, 60 s, 30 s, $LaPO_4$), Ce (Lα, 60 s, 30 s, $CePO_4$), Pr (Lβ, 60 s, 30 s, $PrPO_4$), Nd (Lβ, 60 s, 30 s, $NdPO_4$), và Th (Mα, 60 s, 30 s, monazite).

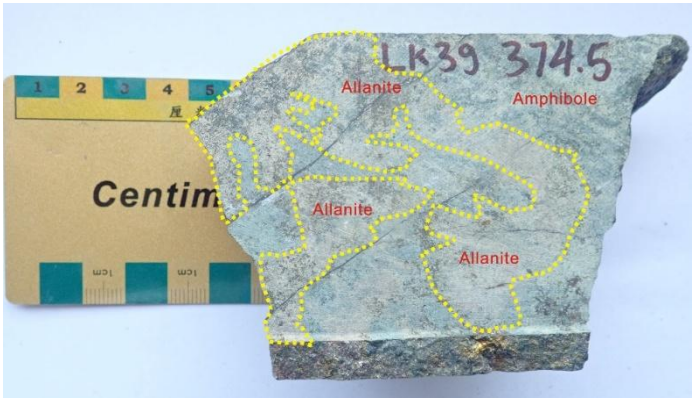
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu

3.1.1. Phân tích thạch học

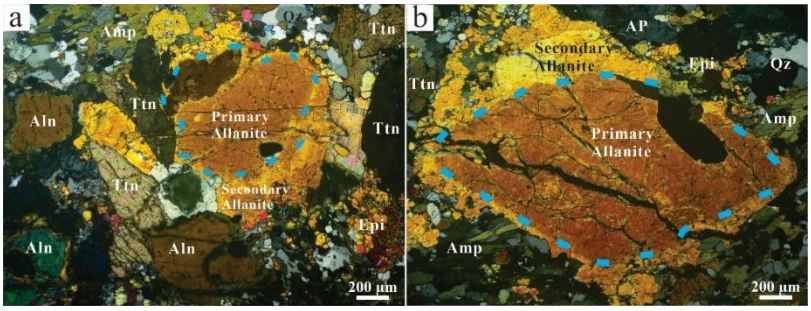
Kết quả phân tích thạch học cho thấy mẫu phân tích bao gồm chủ yếu các khoáng vật sau: amphibole (30 %), allanite (25 %), titanite (20 %), epidote (7 %), fluorapatite (5 %), biotite (5 %), plagioclase (3 %). Các khoáng vật chứa nguyên tố đất hiếm trong mỏ Sin Quyền chủ yếu bao gồm: allanite, titanit, monazite, fluorapatite. Tuy nhiên, khoáng vật allanite chiếm hàm lượng cao hơn cả,

có những mẫu quặng allanite chiếm đến 30 % tổng hàm lượng các khoáng vật trong mẫu (Hình 1). Allanite phân bố rộng và có mặt trong hầu hết các thân quặng với hàm lượng và kích thước khác nhau. Qua phân tích thạch học lát mỏng thấy rằng allanite thường tồn tại ở dạng các hạt tha hình, nửa tự hình và tự hình với kích thước tương đối lớn từ 0,5-2 mm. Chúng thường cùng với amphibol, titanit tạo thành tổ hợp cộng sinh khoáng vật trong giai đoạn đầu của quá trình thành tạo quặng đất hiếm ở mỏ Sin Quyền. Dưới kính hiển vị quan sát thấy các hạt allanite với kích thước lớn bị dập vỡ và bị biến đổi mạnh bởi quá trình nhiệt dịch trong giai đoạn sau tạo nên tính phân đới trên bề mặt khoáng vật (Hình 2). Epidot thường hình thành ở ven rìa hoặc trong các khe nứt của hạt allanite cho thấy chúng được hình thành trong giai đoạn sau của quá trình nhiệt dịch.



Hình 1. Mẫu phân tích SEM và EMPA

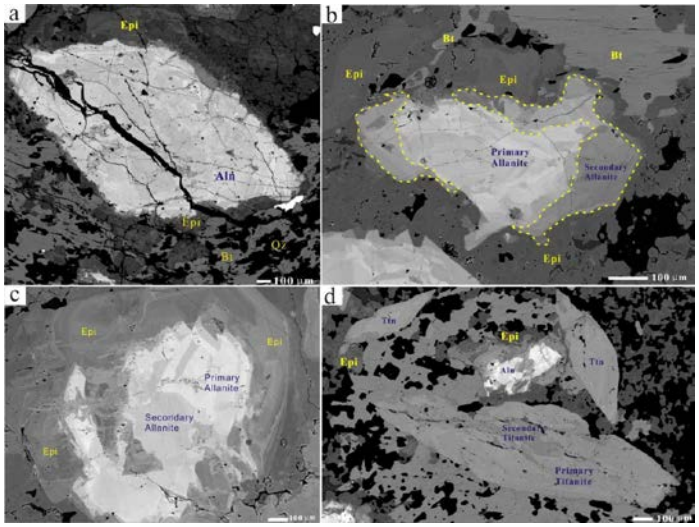
3.1.2. Phân tích SEM



Hình 2. (a) Tổ hợp khoáng vật chính trong tập mẫu bao gồm: allanite, amphibole và titanit. Allanite và titanit cùng với amphibol tạo thành tổ hợp cộng sinh khoáng vật hình thành trong giai đoạn đầu tạo quặng đất hiếm. (b) Hạt allanite kích thước lớn khá tự hình bị biến đổi mạnh bởi quá trình nhiệt dịch giai đoạn sau hình thành allanite thứ sinh thay thế cho allanite nguyên sinh. Đới biến đổi thường phát triển ven rìa khoáng vật hoặc theo các vi khe nứt của hạt allanite nguyên sinh. Ký hiệu khoáng vật: Aln-allanite, Ttn-titanit, Amp-amphibol, Epi-epidot, Bt-biotit, Qz-quartz.

Kết quả phân tích SEM thu được các ảnh điện tử phân tán ngược (BSE) của khoáng vật allanite qua đó quan sát rõ được cấu trúc bên trong tương đối phức tạp chủ yếu do bị ảnh hưởng bởi quá trình biến đổi nhiệt dịch trong giai đoạn sau tác động lên khoáng vật allanite (Hình 3). Ảnh BSE của khoáng vật allanite cho thấy chúng thường được chia thành 2 vùng chính đặc trưng bởi mức độ sáng tối khác nhau (Hình 3b, c). Vùng sáng thường có tính đồng nhất và chủ yếu phân bố ở phần trung tâm của hạt allanite. Một số vùng sáng thể hiện tính phân đới nhẹ không rõ ràng và ranh rới tương đối phẳng đặc trưng này cho thấy allanite được hình thành kết tinh trong quá trình nhiệt

dịch, không phải trong quá trình magma. Trong khi đó ở vùng tối thường phát triển ở ven rìa của hạt allanite với kích thước hình dạng khác nhau đồng thời quan sát rõ ranh rới với vùng sáng ở phần trung tâm của hạt allanite. Ngoài ra, quan sát thấy một vài hạt allanite bị biến đổi mạnh mẽ trên bề mặt khoáng vật không chỉ xuất hiện các vùng tối mà còn xuất hiện các vi mạch màu tối sẫm với hình dạng bất quy tắc và kích thước khác nhau chồng lên thay thế gần như hoàn toàn cho vùng sáng trong nhân khoáng vật allanite. Các vùng tối của khoáng vật allanite thường phân bố ở ven rìa với ranh rới không đều, mức độ sáng tối không theo quy luật nhất định chúng thường có dạng loang lổ cho thấy chúng được hình thành trong giai đoạn sau của quá trình nhiệt dịch (Hình 3c).



Hình 3. (a) Ảnh phân tích SEM thể hiện rõ hạt allanite nguyên sinh bị dập vỡ nứt nẻ mạnh đồng thời dọc theo hệ thống vi khe nứt trên bề mặt khoáng vật bị biến đổi mạnh mẽ cho thấy hạt allanite bị các quá trình địa chất giai đoạn sau tác động. Phần phía ngoài thể hiện kiến trúc tái kết tinh của epidot ở trạng thái cân bằng cùng với thạch anh hạt mịn và biotit. (b) Ảnh phân tích SEM hạt khoáng vật allanite lộ rõ cấu trúc phân đới điển hình, phần trung tâm hạt có màu trắng xám đặc trưng bởi quá trình kết tinh của khoáng vật allanite trong giai đoạn đầu của quá trình nhiệt dịch, phần rìa hạt có màu xám đặc trưng bởi sự phát triển của allanite thứ sinh. (c) Hạt allanite thể hiện rõ cấu trúc phân đới bất quy tắc, các đới phát triển xen kẽ nhau tương đối phức tạp, với sự hình thành allanite thứ sinh và epidot phát triển ở phần ven rìa và thay thế dần cho allanite nguyên sinh. (d) Allanite hình thành cộng sinh với titanit và thường tạo thành tập hợp hạt lớn trong giai đoạn tạo quặng đất hiếm. Ký hiệu: Aln-allanite, Ttn-titanit, Epi-epidot, Bt-biotit, Qz-quartz.

3.1.3. Kết quả phân tích nguyên tố chính của allanite

Kết quả phân tích bằng phương pháp EPMA trên cùng một hạt allanite được thể hiện ở Bảng 1, 2. Trong đó, 18 điểm phân tích hàm lượng các oxit chính ở Bảng 1 được phân tích trong vùng phân đới nguyên sinh và mười bốn điểm phân tích ở Bảng 2 được phân tích trong vùng phân đới biến đổi thứ sinh của khoáng vật allanite. Kết quả cho thấy thành phần của các oxit của allanite nguyên sinh dao động trong phạm vi tương đối lớn: SiO_2: 33,42-37,93 wt.%; FeO: 10,35-15,94 wt.%; CaO: 16,15-23,59 wt.%; Al_2O_3: 16,29-22,89 wt.%; La_2O_3: 0,33-5,73 wt.%; Ce_2O_3: 0,39-7,87 wt.%. So sánh kết quả phân tích hàm lượng các oxit của allanite nguyên sinh và allanite thứ sinh cho thấy sự khác biệt lớn về thành phần hóa học: hàm lượng các oxit chính của allanite nguyên sinh lần lượt như sau: La_2O_3, Ce_2O_3, FeO (4,63-5,73 wt.%, 6,43-7,87 wt.%, 12,68-15,94 wt.%) cao hơn hàm lượng của allanite thứ sinh La_2O_3, Ce_2O_3, FeO (0,33-3,43 wt.%, 0,39-5,24 wt.%, 10,35-14,74 wt.%. Ngược lại hàm lượng của allanite nguyên sinh SiO_2, Al_2O_3 và CaO (33,42-34,66 wt.%,

16,29-17,9 wt.%, 16,15-17,36 wt.%) thấp hơn so với allaniet thứ sinh với hàm lượng (34,89-37,93 wt.%, 18,34-22,89 wt.%, 18,56-23,59 wt.%). Hàm lượng của MgO, MnO, TiO_2 và P_2O_5 thường thấp hơn 1,0 wt.% (Bảng 1, 2). Tỷ lệ giữa La/Ce trong khoáng vật allanite lớn hơn 1 (1,3-1,6), do vậy allanite thuộc nhóm allanite-(Ce).

Bảng 1. Hàm lượng % oxit các nguyên tố chính allanite nguyên sinh

TT	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	La_2O_3	Ce_2O_3	Pr_2O_3	Nd_2O_3	ThO_2	P_2O_5
1	34,10	0,30	16,73	15,17	0,06	0,09	16,59	5,07	7,25	0,42	1,51	0,08	0,00
2	33,42	0,38	17,08	15,06	0,02	0,06	16,78	4,87	7,25	0,61	1,22	0,05	0,00
3	33,67	0,37	16,32	15,94	0,05	0,10	16,20	5,63	7,87	0,43	1,60	0,00	0,05
4	33,78	0,35	16,77	15,63	0,02	0,12	16,54	5,11	7,06	0,33	1,10	0,01	0,00
5	33,73	0,39	16,38	15,60	0,06	0,10	16,15	5,73	7,50	0,50	1,52	0,00	0,05
6	34,08	0,33	16,63	15,70	0,06	0,09	16,38	4,85	7,38	0,48	1,48	0,00	0,02
7	33,44	0,31	17,09	14,97	0,09	0,07	17,02	4,74	6,43	0,52	1,12	0,06	0,04
8	34,31	0,25	17,28	14,32	0,08	0,09	16,65	5,00	6,81	0,53	1,33	0,00	0,00
9	34,08	0,20	16,92	15,27	0,10	0,17	16,24	5,30	7,46	0,57	1,66	0,02	0,05
10	34,33	0,28	16,69	15,21	0,05	0,10	16,54	4,86	6,92	0,55	1,47	0,00	0,00
11	34,41	0,33	16,43	15,45	0,08	0,15	16,16	5,26	7,47	0,43	1,63	0,02	0,00
12	33,89	0,31	16,67	15,58	0,04	0,13	16,22	5,45	6,98	0,53	1,55	0,07	0,00
13	33,99	0,38	16,29	15,06	0,05	0,14	16,23	5,39	7,66	0,48	1,47	0,00	0,01
14	33,95	0,36	16,68	15,73	0,09	0,13	16,50	5,28	7,40	0,53	1,53	0,04	0,00
15	34,43	0,44	16,87	15,30	0,11	0,10	17,09	4,65	6,67	0,46	1,40	0,03	0,03
16	34,23	0,23	17,90	15,02	0,04	0,12	17,36	4,64	6,66	0,56	1,53	0,05	0,00
17	34,54	0,28	16,89	14,70	0,06	0,14	17,14	4,63	6,66	0,62	1,37	0,02	0,01
18	34,66	0,38	16,59	13,49	0,08	0,12	16,98	4,80	7,19	0,44	1,37	0,00	0,01

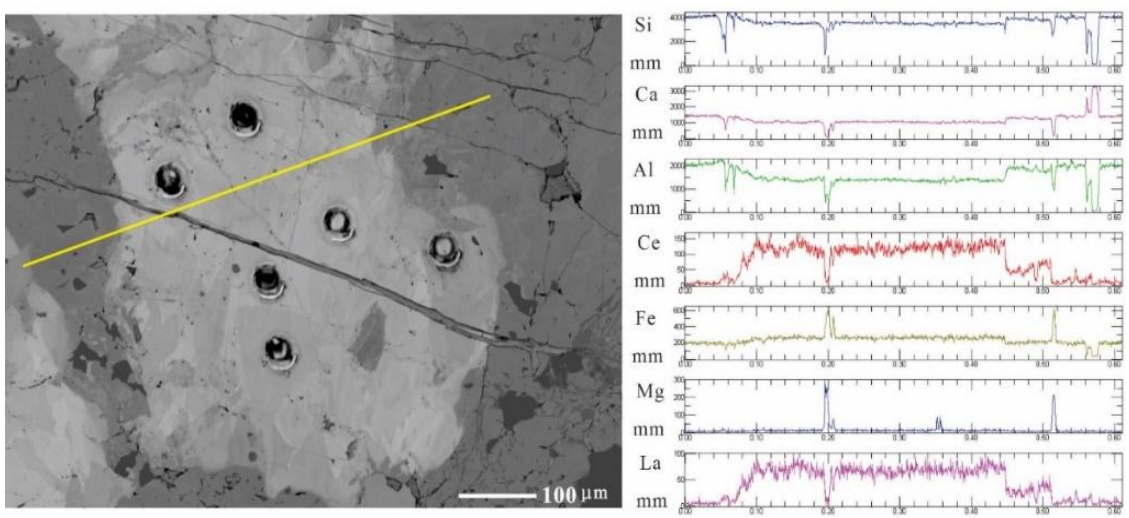
Bảng 2. Hàm lượng % oxit các nguyên tố chính allanite thứ sinh

TT	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	La_2O_3	Ce_2O_3	Pr_2O_3	Nd_2O_3	ThO_2	P_2O_5
1	35,36	0,14	18,96	13,35	0,00	0,06	18,91	3,43	4,86	0,34	1,07	0,00	0,02
2	34,89	0,25	18,34	14,20	0,04	0,04	18,56	3,31	5,24	0,28	0,97	0,00	0,02
3	36,05	0,20	19,43	12,95	0,01	0,06	20,07	2,77	4,06	0,04	0,84	0,02	0,04
4	35,62	0,14	19,70	12,68	0,05	0,07	19,67	2,99	4,24	0,34	0,81	0,05	0,00
5	35,36	0,15	19,17	13,48	0,03	0,07	19,58	2,96	4,22	0,33	0,89	0,00	0,00
6	35,41	0,25	19,27	13,72	0,06	0,07	19,57	2,78	4,33	0,39	0,88	0,00	0,00
7	37,61	0,07	21,94	11,84	0,09	0,03	23,13	0,42	0,69	0,03	0,04	0,08	0,00
8	37,06	0,10	21,32	12,37	0,08	0,03	22,29	1,45	1,92	0,18	0,34	0,00	0,05
9	37,10	0,11	21,94	11,60	0,01	0,06	22,29	1,37	1,84	0,23	0,43	0,00	0,04
10	37,53	0,05	22,36	11,20	0,02	0,02	23,12	0,96	1,19	0,13	0,20	0,00	0,00
11	37,69	0,06	22,73	10,35	0,03	0,00	23,14	0,74	1,18	0,10	0,27	0,01	0,00
12	37,93	0,14	22,89	11,10	0,13	0,02	23,59	0,34	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00
13	37,82	0,06	22,27	11,78	0,13	0,02	23,37	0,33	0,39	0,00	0,10	0,03	0,03
14	36,07	0,11	18,71	14,74	0,09	0,04	20,47	2,36	3,29	0,20	0,72	0,06	0,00

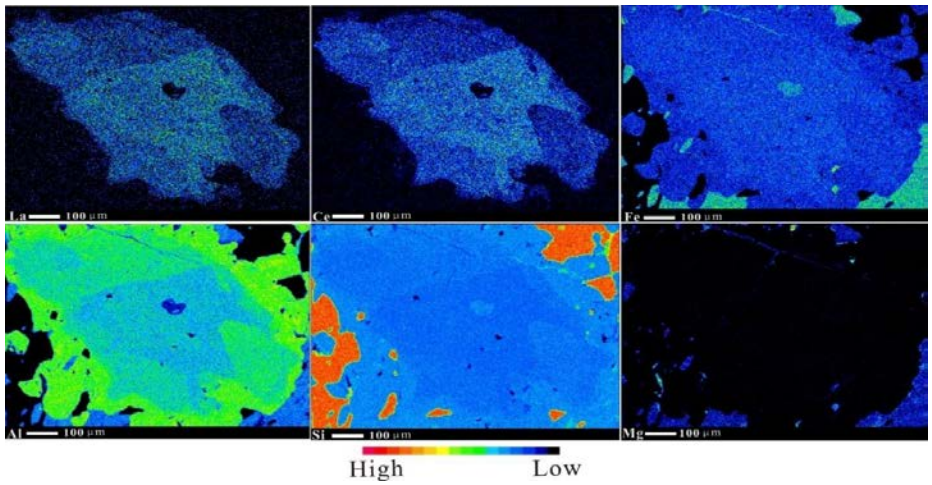
3.2. Thảo luận

Mỏ Sin Quyền thuộc tỉnh Lào Cai, Việt Nam được biết đến là một trong những mỏ không chỉ có trữ lượng quặng Fe-Cu-Au tương đối lớn mà còn rất phong phú về tài nguyên đất hiếm nhóm nhẹ La, Ce, Nd (LREE), tuy nhiên ở thời điểm hiện tại vẫn chưa thể khai thác tận thu nguồn tài

nguyên này (Mc Clean, 2000; Li, 2018; Ngô Xuân Đắc, 2020) [2, 3, 4]. Mỏ Sin Quyền là mỏ tương đối đặc biệt và có đặc trưng riêng so với những mỏ đất hiếm nhóm nhẹ khác bởi vì hàm lượng nguyên tố đất hiếm chủ yếu tập trung trong khoáng vật allanite. Nhiều kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng khoáng vật allanite trong quá trình biến đổi nhiệt dịch thường hay bị tác động làm cho hàm lượng các nguyên tố đất hiếm bị hòa tan, di chuyển và tái lắng đọng trong môi trường mới. Do vậy, nghiên cứu cấu trúc và địa hóa khoáng vật có thể chứng minh được bản chất của các quá trình biến đổi nhiệt dịch và phân chia các giai đoạn tạo quặng trong mỏ khoáng. Để kiểm tra sự tồn tại, phân bố và nghiên cứu hành vi địa hóa của các nguyên tố đất hiếm trong khoáng vật allanite chúng tôi sử dụng tổ hợp phương pháp phân tích SEM và EPMA. Bước đầu dùng phương pháp SEM để xác định tính phân đới nguyên sinh và thứ sinh của khoáng vật allanite, sau đó dùng phương pháp EPMA xác định chính xác hàm lượng các nguyên tố chính trong các vùng đó để kiểm tra và so sánh sự khác biệt giữa các đới, qua đó tìm ra quy luật biến đổi và đưa ra những luận giải cho quá trình biến đổi đó, Phương pháp xác định cấu trúc và các đới nguyên sinh, thứ sinh trong khoáng vật allanite bằng phương pháp phân tích SEM và phân tích hàm lượng các nguyên tố chính bằng phương pháp EPMA đã được mô tả cụ thể ở phần trên. Dựa theo kết quả phân tích EPMA theo đường và theo diện trên bề mặt khoáng vật allanite thấy rằng allanite nguyên sinh giàu hàm lượng nguyên tố đất hiếm nhóm nhẹ và giàu Fe, Mg nhưng lại nghèo hàm lượng nguyên tố Si, Ca và Al, kết quả này hoàn toàn ngược lại với hàm lượng của allanite thứ sinh. Sự biến thiên về hàm lượng giữa các nguyên tố, cho thấy sự thay đổi hàm lượng các nguyên tố có liên quan đến sự trao đổi hóa học giữa allanite nguyên sinh và dung dịch nhiệt dịch giai đoạn sau theo cơ chế biến đổi sau: $LREE^{3+}+Fe^{2+}\rightarrow Ca^{2+}+Al^{3+}$ (Chen 2014) [1]. Kết quả phân tích SEM và EPMA chỉ ra rằng đất hiếm được hình thành trong giai đoạn đầu của quá trình nhiệt dịch hình thành nên allanite nguyên sinh sau đó bị tác động bởi dung dịch nhiệt dịch giai đoạn sau làm cho hàm lượng các nguyên tố đất hiếm bị hòa tan và di chuyển ra ngoài hình thành allanite thứ sinh. Dựa theo cấu trúc, tính phân đới của khoáng vật allanite và biến thiên hàm lượng nguyên tố LREE có thể thấy rằng quá trình rửa trôi nguyên tố LREE xảy ra chủ yếu ở phần rìa hạt khoáng vật, nơi mà phần tiếp xúc với dung dịch nhiệt dịch gần nhất và dễ xảy ra các phản ứng hóa học đồng thời gây nên quá trình trao đổi thành phần các nguyên tố.



Hình 4. Kết quả phân tích địa hóa nguyên tố quét theo đường qua vùng trung tập đến vùng ngoài bị biến đổi của hạt khoáng vật allanite bằng phương pháp EPMA cho thấy sự tăng hàm lượng nguyên tố Al và Si và giảm hàm lượng nguyên tố đất hiếm La, Ce theo chiều hướng từ trong ra ngoài hạt allanite



Hình 5. Kết quả phân tích quét theo diện trên hạt allanite bằng phương pháp EPMA áp dụng đối với một số nguyên tố được chọn để nghiên cứu, qua đó thể hiện rõ sự thay đổi biến thiên có quy luật của các nguyên tố. Allanite nguyên sinh giàu Fe, nguyên tố đất hiếm (La, Ce) và nghèo Si, Al, sự biến thiên này tương phản với allanite thứ sinh phát triển ở phần rìa allanite nguyên sinh

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy tầm quan trọng của việc sử dụng các phương pháp phân tích SEM và EPMA trong việc xác định các giai đoạn biến đổi nhiệt dịch cũng như phân chia các giai đoạn tạo khoáng trong nghiên cứu địa chất các mỏ khoáng, đặc biệt đối với những mỏ thành tạo đa kỳ. Nghiên cứu cấu trúc khoáng vật allanite nguyên sinh bằng phương pháp SEM và EPMA chứng minh rằng mỏ Sin Quyền nguyên tố đất hiếm trong allanite nguyên sinh thành tạo trong giai đoạn đầu của quá trình nhiệt dịch đã bị tác động biến đổi bởi quá trình nhiệt dịch trong giai đoạn sau hình thành nên allanite thứ sinh. Sự biến thiên về hàm lượng các nguyên tố đất hiếm trong allanite nguyên sinh và thứ sinh cho thấy dung dịch nhiệt dịch trong giai đoạn sau đi lên tiếp xúc với tổ hợp khoáng vật có trước cụ thể là khoáng vật allanite nguyên sinh và tại phần ven rìa của khoáng vật này nơi mà xảy ra phản ứng hóa học mạnh mẽ nhất, quá trình trao đổi các nguyên tố diễn ra và kết quả là nguyên tố đất hiếm bị hòa tan và rửa trôi ra ngoài khỏi khoáng vật allanite nguyên sinh hình thành allanite thứ sinh ở phần ven rìa với hàm lượng nghèo nguyên tố đất hiếm. Kết quả nghiên cứu góp phần làm rõ cơ chế thành tạo quặng và quá trình biến đổi quặng hóa trong các giai đoạn tạo khoáng khác nhau, Có thể thấy rằng phương pháp nghiên cứu SEM và EPMA là một trong các phương pháp không thể thiếu trong nghiên cứu địa chất khoáng sản và địa hóa khoáng vật để xác định và phân chia các giai đoạn tạo khoáng cũng như xác định bản chất của quá trình tạo quặng. Ngoài ra hai phương pháp này còn kết hợp, hỗ trợ cho các phương pháp nghiên cứu phân tích thạch học, khoáng tướng và là tiền đề để tiến hành các phương pháp phân tích tuổi quặng hóa, phân tích đồng vị và bao thể.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được hỗ trợ từ kinh phí đề tài cấp bộ mã số: B2022-MDA-15. Tập thể tác tác giả trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ và tạo mọi điều kiện thuận lợi của Ban tổ chức Hội nghị EME2022.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chen, W.T., Zhou, M.F., 2014. Ages and compositions of primary and secondary allanite from the Lala Fe–Cu deposit, SW China: implications for multiple episodes of hydrothermal events. *Contrib, Miner, Petrol*, 168 (2).
2. Li, X.C., Zhou, M.F., 2018. The Nature and Origin of Hydrothermal REE Mineralization in the Sin Quyen Deposit, Northwestern Vietnam. *Econ, Geol*, 113 (3), 645-673.
3. McLean, R.N., Porter, T., 2001. The Sin Quyen iron oxide-copper-gold-rare earth oxide mineralization of North Vietnam. *Hydrothermal iron oxide copper-gold & related deposits: A global perspective*, 2, 293-301.
4. Ngo Xuan Dac, Xin-Fu Zhao, Thanh Hai Tran, Xiao-Dong Deng, Jian-Wei Li., 2020. Two episodes of REEs mineralization at the Sin Quyen IOCG deposit, NW Vietnam. *Ore Geology Reviews*, 125, 103676,
5. Scherrer, N.C., Engi, M., Gnos, E., Jakob, V., Liechti, A., 2000. Monazite analysis, from sample preparation to microprobe age dating and REE quantification. *Schweiz, Mineral, Petrogr. Mitt*, 80 (1), 93-105.

APPLICATION OF SCANNING ELECTRON MICROSCOPE IMAGE (SEM) AND ELECTRON PROBE MICROANALYSIS (EPMA) METHODS TO DETERMINE MULTIPLE STAGES OF HYDROTHERMAL RARE EARTH ELEMENTS REMOBILIZATION RECORDED IN ALLANITE AT SIN QUYEN DEPOSIT, LAO CAI PROVINCE

Ngo Xuan Dac[1*] , Quach Duc Tin[2], Khuong The Hung[1], Pham Dac Sinh[2]

[1]*Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi*

[2]*Institute of Geosciences and Mineral Resources, 67 Chien Thang, Van Quan, Ha Dong, Hanoi*

ABSTRACT

Accessory minerals are significant carriers of rare earth elements (REE) (La, Ce, Nd, Ta, Nd,…). It has been widely documented that these minerals may experience hydrothermal alteration, during which new mineral assemblages can be formed and also carriers of REE. Therefore, the altered REE-bearing minerals can be employed to examine the REE behaviors in the hydrothermal system and the division of mineralization stages. The allanite is a common accessory mineral in the Sin Quyen deposits and can accommodate large amounts of REE, and may have undergone multiple late stages of alteration. In this study, we present petrographic observations made using transmitted light, back-scattered electron imaging (BSE), X-ray line mapping, major and trace elements of REE-bearing minerals obtained by electron microprobe analyses (EMPA) for allanite. This study demonstrates that REE can be altered through a coupled dissolution–remobilization mechanism during two episodes of hydrothermal activity.

Keywords: SEM, EMPA, Allanite, Sin Quyen.

[*] Corresponding author, email address: dacbmks@gmail.com

Doi: 10.15625/vap.2022.0187

NGHIÊN CỨU, DỰ BÁO VÙNG ẢNH HƯỞNG DO BÃO NHIỆT ĐỚI PHỤC VỤ VẬN HÀNH CÁC CÔNG TRÌNH DẦU KHÍ TRÊN BIỂN ĐÔNG

Nguyễn Hải An *

Tổng công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí, 117 Trần Duy Hưng, Cầu Giấy, Hà Nội

TÓM TẮT

Biển Đông thuộc phần rìa tây bắc Thái Bình Dương, là vùng biển có vị trí địa lý đặc biệt, nơi có tuyến vận tải biển cùng các ngư trường hải sản quan trọng của Việt Nam. Hiện nay, Tập đoàn Dầu khí Việt Nam đang triển khai nhiều hoạt động dầu khí trên thềm lục địa. Các công trình dầu khí đã được thiết kế, chế tạo với các quy định nghiêm ngặt về độ bền dựa trên dữ liệu thống kê về cường độ các cơn bão trong hàng thập kỷ, nhưng công tác bảo đảm an toàn cho hàng trăm kỹ sư, chuyên gia vận hành tại mỗi công trình dầu khí luôn cần lưu ý tới cấp độ bão để tạm dừng hệ thống khai thác trước khi triển khai sơ tán. Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu tính toán nhanh các vùng cấp độ gió khác nhau gây ra bởi cơn bão trên cơ sở số liệu và thông tin về thông số cơ bản và hướng đi của các cơn bão trên các website dự báo khí tượng của Việt Nam và tham khảo dự báo của khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương. Kết quả nghiên cứu được sử dụng trong dự báo vùng ảnh hưởng tới các công trình dầu khí ngoài khơi Việt Nam, trợ giúp trong việc ra quyết định tạm dừng các hoạt động và/hoặc sơ tán nhân sự khỏi công trình dầu khí.

Từ khóa: Biển Đông, dầu khí, bão nhiệt đới, tốc độ gió, công trình biển.

1. MỞ ĐẦU

Biển Đông trải dài từ Bắc đến Nam (từ vịnh Bắc Bộ đến vùng biển phía Nam của Việt Nam và vùng biển trong vịnh Thái Lan), với vị trí địa lý đặc biệt, là tuyến hàng hải nhộn nhịp, cùng các ngư trường đánh bắt hải sản, đặc biệt Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam có tổng cộng trên 160 lô hợp đồng Dầu khí trên toàn thềm lục địa Việt Nam.

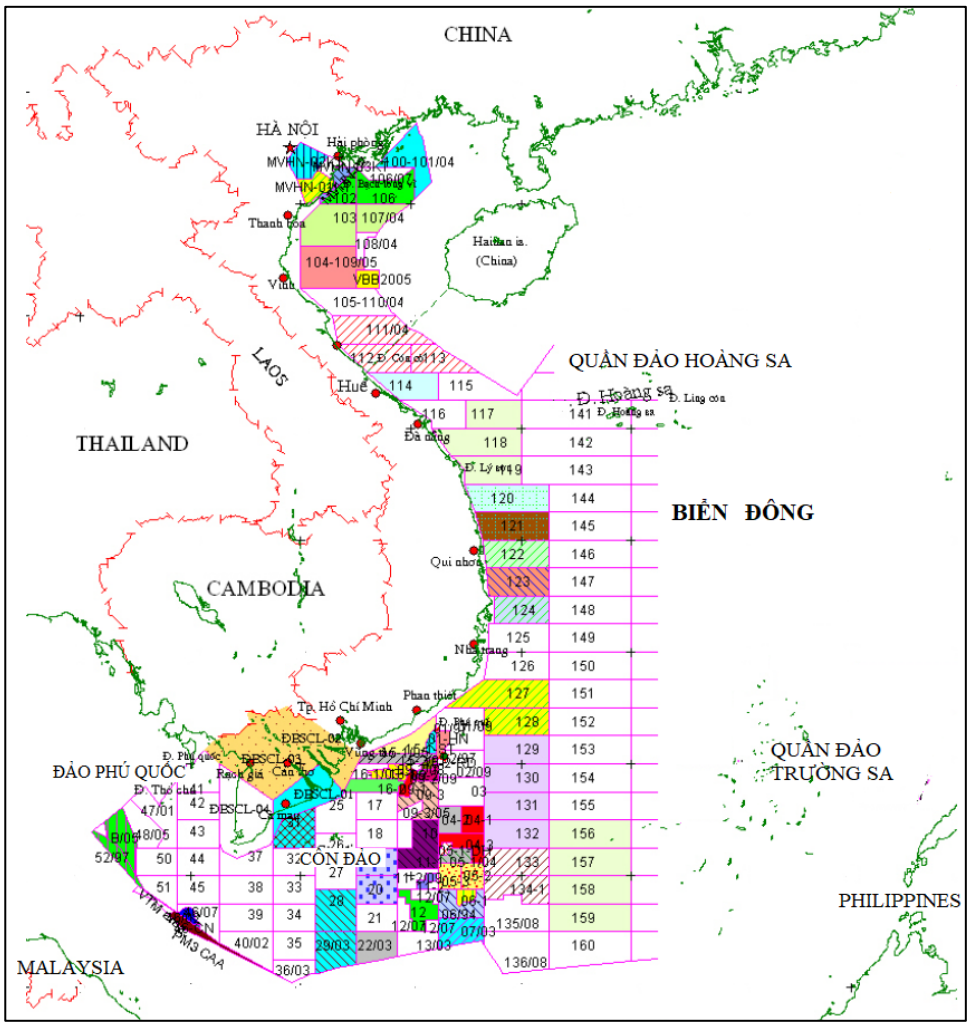
Bão và áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) thường được gọi chung là xoáy thuận nhiệt đới [10] là một vùng gió xoáy hình thành trên vùng biển nhiệt đới và thường có đường kính tới hàng trăm kilômét. Biển Đông thuộc vùng nhiệt đới có nền nhiệt cao và chịu tác động của nhiều hệ thống gió mùa phức tạp, hàng năm phải đón nhận trung bình khoảng 10 - 12 cơn bão, bằng một phần ba tổng số cơn bão xuất hiện trên khu vực Tây Bắc Thái Bình dương [3, 11, 12].

Bão trên Biển Đông không chỉ đe dọa trực tiếp đến hoạt động của tàu, thuyền và ngư trường đánh bắt cá mà còn ảnh hưởng vô cùng lớn đến đời sống, xã hội đặc biệt là các khu vực duyên hải ven biển. Bão, ATNĐ trên Biển Đông theo quy định của Việt Nam (tại Quyết định số 03/2020/QĐ-TTg), hoạt động trên vùng biển giới hạn giữa vĩ tuyến 5 và 23 ^{o}N và giữa kinh tuyến 105 và 120 ^{o}E (Hình 1).

Nghiên cứu về bão đã được con người thực hiện từ xa xưa nhưng do hiểu biết thời đó còn hạn

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: annh1@pvep.com.vn

chế cũng như không có các phương tiện hỗ trợ nên việc nghiên cứu chỉ dừng lại ở các mô tả cơ bản về bão mà chưa chỉ ra được các mối liên kết giữa các điều kiện khí quyển với sự hình thành của bão. Ngày nay, với sự phát triển của khoa học, công tác dự báo báo đã thuận lợi hơn với sự hỗ trợ của các siêu máy tính, máy bay, vệ tinh, radar thời tiết…[13, 20]



Hình 1. Hệ thống lô hợp đồng dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam

Hiện nay, các nghiên cứu về bão trên thế giới tập trung chủ yếu vào việc cải thiện các mô hình dự báo thời tiết [1 – 8] bên cạnh các nghiên cứu về xu hướng hoạt động của các cơn bão trên phạm vi toàn cầu cũng như ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến cường độ của các cơn bão. Các nghiên cứu thường được thực hiện cho các vùng bão lớn trên toàn cầu như Tây Bắc Thái Bình Dương, Đông Thái Bình Dương, Nam Thái Bình Dương, Ấn Độ Dương và Đại Tây Dương. Tại Việt Nam, trong vài thập kỷ qua, các nhà nghiên cứu đã có đánh giá về bão trên Biển Đông, nhưng chủ yếu quan tâm đến dự báo khả năng hình thành cơn bão [1], số lượng bão trung bình trong năm [2, 3], phân bố bão theo mùa trong năm, năng lượng bão,… tuy nhiên chưa thấy có nghiên cứu phục vụ tính toán, dự báo cấp độ gió đối với công trình biển ngoài khơi, bao gồm cả đảo đá, các công trình dầu khí cũng như các nhà giàn. Mặc dù các công trình dầu khí đã được thiết kế, chế tạo với các quy

định nghiêm ngặt về độ bền dựa trên dữ liệu thống kê về các cơn bão có cường độ mạnh nhất trong hàng thập kỷ, nhưng công tác bảo đảm an toàn cho hàng trăm kỹ sư, chuyên gia vận hành tại mỗi công trình dầu khí luôn cần lưu ý tới cấp độ bão để tạm dừng hệ thống khai thác trước khi sơ tán người. Số lần sơ tán người không nhiều, nhưng mức độ thiệt hại kinh tế rất lớn do phải tuân thủ quy trình bơm hóa chất bảo quản dầu không bị đông đặc làm tắc nghẽn hệ thống, công tác sơ tán hàng trăm con người trong thời gian ngắn cũng như tái khởi động từng thiết bị đạt yêu cầu áp suất và nhiệt độ làm việc theo thiết kế. Hơn nữa, số lượng các trạm quan trắc thời tiết của Việt Nam còn rất hạn chế đặc biệt là trên biển nên việc thu thập dữ liệu theo thời gian thực của các cơn bão trên Biển Đông để kịp thời đưa ra các dự báo, cảnh báo là rất hạn chế. Bởi vậy ngành dầu khí ngoài khơi yêu cầu có được một công cụ để chủ động trong công tác đánh giá nhanh và tương đối chính xác cấp độ bão có khả năng ảnh hưởng đến một công trình dầu khí cụ thể để hạn chế tối đa các thiệt hại mà các cơn bão nhiệt đới có thể gây ra cho công trình dầu khí.

Sự hình thành và phát triển của một cơn bão cũng như quỹ đạo của nó phụ thuộc vào các điều kiện của khí quyển (nhiệt độ, áp suất, độ ẩm,…) cũng như các tương tác vật lý xảy ra giữa cơn bão và môi trường mà nó đi qua. Sự ảnh hưởng, tác động của mỗi yếu tố này đến sự hình thành của các cơn bão khó có thể định lượng được, tuy nhiên, chúng ta có thể tìm ra quy luật chung về sự ảnh hưởng của các yếu tố này thông qua mô hình thống kê từ các dữ liệu quan trắc được của các cơn bão trong quá khứ. Dữ liệu của các cơn bão mới sẽ tiếp tục được sử dụng để cập nhật lại mô hình nhằm tăng tính chính xác của mô hình trong tương lai.

Mặc dù Biển Đông nằm trong vùng bão lớn Tây Bắc Thái Bình Dương đã được các nước như Trung Quốc, Nhật Bản, Hoa Kỳ nghiên cứu kỹ nhưng do đặc thù của hệ thống gió mùa phức tạp cùng với vị trí địa lý đặc biệt có Philippines che chắn ở phía Đông nên hoạt động của các cơn bão khi vào Biển Đông có những khác biệt và do đó cần phải có những nghiên cứu riêng về bão trong Biển Đông.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Hằng năm, mùa mưa bão trên Biển Đông thường bắt đầu từ tháng 5 kéo dài đến tháng 12 [5-7], với những cơn bão có thể được hình thành ngay trên Biển Đông hoặc đi vào Biển Đông từ Thái Bình Dương. Hầu hết các cơn bão đều ảnh hưởng đến các hoạt động dầu khí ngoài khơi Việt Nam và các tỉnh ven biển.

Trong không gian ba chiều, bão có dạng một cột xoáy khổng lồ, trong đó, không khí nóng ẩm ở tầng thấp (khoảng 0 - 3.000 m) chuyển động theo hình xoắn ốc ngược chiều kim đồng hồ đối với các cơn bão ở Bán cầu Bắc (ngược chiều kim đồng hồ đối với cơn bão tại Bán cầu Nam) hội tụ vào tâm tiếp tục chuyển động thẳng đứng lên trên tại rìa mắt bão rồi đi ra ở trên đỉnh theo chiều ngược lại. Tại chính tâm của cơn bão, không khí di chuyển xuống dưới, tạo thành mắt bão và gần như không có mây tại vùng này. Mắt bão thường có đường kính 32-64 km. Tâm bão là nơi có khí áp thấp nhất và giá trị của khí áp tăng dần khi đi từ tâm bão ra phía rìa bão. Ngược lại, tốc độ gió bão càng tăng khi đi từ rìa bão vào tâm bão và đạt cực đại tại thành mắt bão sau đó đột ngột giảm dần khi tiếp tục đi vào tâm bão và gần như bằng không tại tâm bão. Tại khu vực có mắt bão đi qua sẽ có sự thay đổi đột ngột từ trạng thái gió mạnh sang thái lặng gió rồi lại mạnh lên nhưng có hướng ngược lại là đặc điểm nguy hiểm nhất gây nên bởi cấu trúc của bão.

Theo ghi nhận nhiều năm, mùa bão thường bắt đầu từ tháng 6 đến tháng 12 hàng năm. Trong giai đoạn đầu mùa từ tháng 6 đến tháng 8, bão thường có xu hướng đi vào vịnh Bắc Bộ. Trong giai

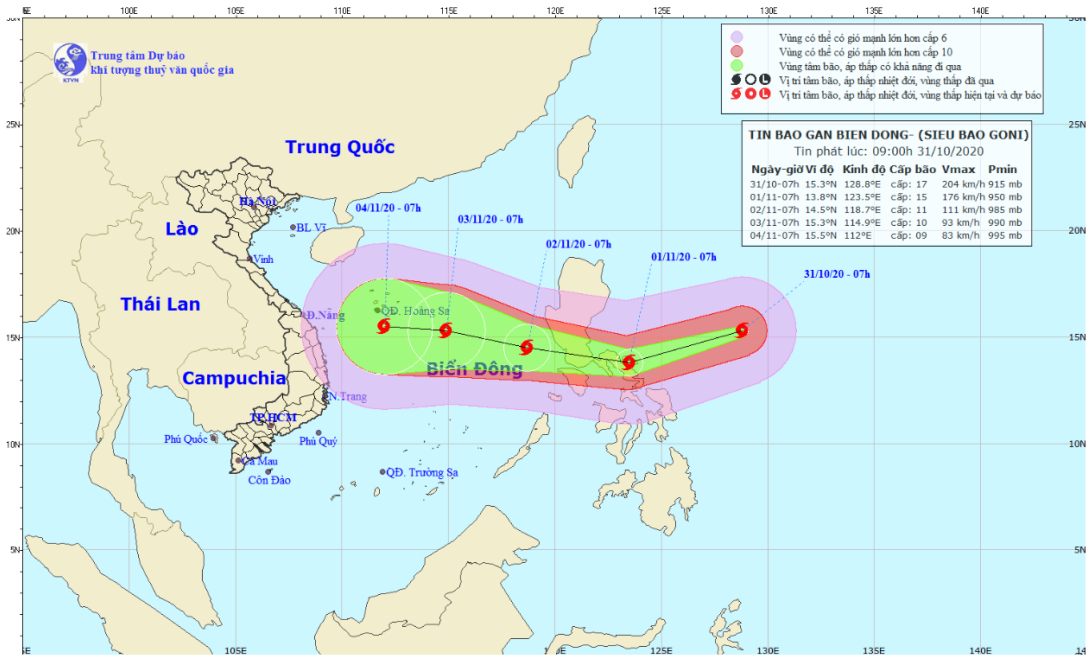
đoạn giữa từ tháng 8 đến tháng 10, bão thường đi về khu vực miền Trung của Việt Nam và vào cuối mùa từ tháng 10 đến tháng 12, các cơn bão thường đi về khu vực Nam Biển Đông (nơi tập trung các lô dầu khí đang có nhiều hoạt động thăm dò/khai thác của Tập đoàn Dầu khí Việt Nam).

Thời gian nửa đầu mùa bão, quỹ đạo của bão thường đơn giản, nhưng trong nửa cuối mùa bão, quỹ đạo của nó thường phức tạp và khó dự báo [1, 8]. Trong khi đó, khu vực Biển Đông trải dài từ vĩ tuyến 3°N đến vĩ tuyến 26°N nên chịu sự chi phối của nhiều hệ thống thời tiết khác nhau và càng làm cho việc dự báo khó khăn, phức tạp hơn. Trong 6 năm gần đây, tính từ năm 2016-2021, như thống kê tại Bảng 1, tổng cộng số cơn bão hoạt động trên Biển Đông là 67 cơn trong đó có 3 siêu bão.

Bảng 1. Số lượng bão trên biển Đông giai đoạn 2016-2021

Thời tiết nguy hiểm trên Biển Đông	Năm 2016	Năm 2017	Năm 2018	Năm 2019	Năm 2020	Năm 2021	Tổng
Bão nhiệt đới	09	16	09	08	14	08	**64**
Siêu bão	02	0	0	0	0	01	**03**
Tổng cộng							**67**

Khi xuất hiện một cơn bão/ATNĐ trên biển Đông hoặc gần Biển Đông, trên website của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia (https://www.nchmf.gov.vn/kttvsite/) hoặc trên website Dự báo của Hải quân Mỹ (https://www.nrlmry.navy.mil/tc_pages/tc_home.html) sẽ có thông tin về thông số cơ bản và hướng đi của các cơn bão đó. Tuy nhiên, hình ảnh mô tả dự báo của các cơn bão trên các trang web này không định lượng về cấp độ gió, đặc biệt là không được tích hợp bản đồ số các lô dầu khí của Việt Nam. Ngoài ra, các thông tin của cơn bão/ATNĐ được dự báo từ 24-72 giờ tiếp theo trên các trang web không có các thông tin như bán kính ảnh hưởng của các cấp bão.



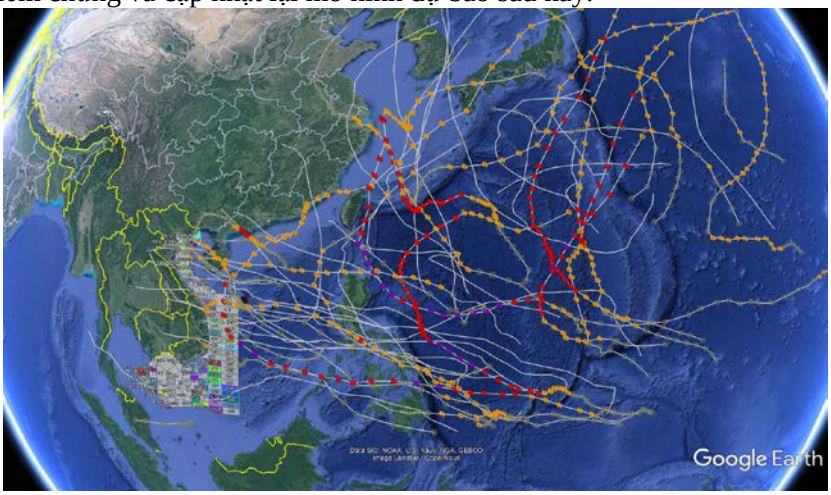
Hình 2. Bản đồ mô phỏng dự báo của cơn bão Goni trên website của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia đăng ngày 31/10/2020

Thực tế hoạt động phòng chống bão, mọi thông tin dự báo nội bộ ngành Dầu khí thường sử dụng các bản tin truyền tải lại các nội dung bản tin của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia trong ngắn hạn. Trong các bản tin dự báo đó chưa xác định được cấp độ, vùng ảnh hưởng của cơn bão có khả năng ảnh hưởng hay tác động đến lô hoặc công trình dầu khí cụ thể nào. Để xác định sự ảnh hưởng hay tác động của một cơn bão đến địa điểm cụ thể, ngành Dầu khí thường bị động hoặc mất rất nhiều thời gian mà vẫn không theo kịp tốc độ di chuyển thực tế của một cơn bão. Như vậy, cơ quan quản lý Tập đoàn Dầu khí rất hạn chế trong việc chủ động điều hành, chỉ đạo các công ty điều hành khai thác khi phối hợp công tác phòng và chống bão.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

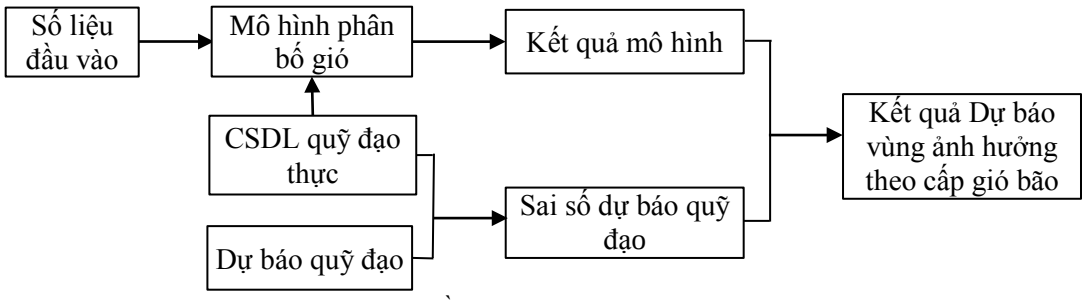
Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng cơ sở dữ liệu (CSDL) quỹ đạo thực của các cơn bão trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương của Trung tâm Cảnh báo bão chung JTWC (USA) (Hình 3) để xây dựng mô hình thống kê dự báo phân bố tốc độ gió của Bão nhiệt đới.

Thông tin của các cơn bão đi vào Biển Đông được công bố trong các bản tin cảnh báo bão của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia được tác giả thu thập làm số liệu đầu vào chạy mô hình cũng như để kiểm chứng và cập nhật lại mô hình dự báo sau này.



Hình 3. Quỹ đạo và cường độ của các cơn bão trên khu vực TB-TBD năm 2020&2021

Phương pháp thống kê được tác giả sử dụng trong nghiên cứu này để xác định sai số trong dự báo quỹ đạo và sai số này sẽ được dùng để hiệu chỉnh kết quả tính toán phân bố gió từ mô hình để dự báo vùng ảnh hưởng của gió bão theo các cấp khác nhau. Sơ đồ phương pháp nghiên cứu được thể hiện như tại hình bên dưới:



Hình 4. Sơ đồ phương pháp nghiên cứu

Hiện nay, cấp độ gió thường tính trung bình trong khoảng thời gian 1 giờ hoặc 10 phút ở độ cao 10 mét và quy đổi sang cấp gió bôpho (Beaufort scale) để làm cơ sở phân loại bão cũng như cấp độ nguy hại (theo Thông tư số 18/2020/TT-BTNMT về Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về dự báo, cảnh báo bão, áp thấp nhiệt đới). Đối với dòng không khí vận động đều và bỏ qua ảnh hưởng của ma sát, chuyển động ngang của khí được giả thiết cân bằng dước tác động của gradient khí áp, gia tốc Coriolis và gia tốc ly tâm [12, 15, 19]. Trong hệ tọa độ cực, phương trình cân bằng gradient bão được biểu diễn như sau:

$$\frac{V_g^2(\propto,r)}{r^2} + fV_g(\propto,r) = \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial r} \quad (1)$$

Trong đó: Tham số Coriolis (rad/s) $f = 2w.\sin\psi$ với w là vận tốc quay của Trái đất và ψ vĩ độ tâm bão; Mật độ không khí trung bình, ρ = 1,15 kg/m^3; gradient áp suất $\partial p/\partial r$ là phân bố trường áp suất trong cơn bão đã được Holland (1980) giới thiệu trong [6] với phương trình:

$$p(r) = p_0 + \Delta p\, e^{-\left(\frac{RMW}{r}\right)^B} \quad (2)$$

Trong đó: p_o là áp suất tại tâm bão; Δp là chênh áp giữa áp suất ngoại vi bão và áp suất tại tâm bão; *RMW* là bán kính tại vùng có tốc độ gió lớn nhất; và *B* là tham số đặc trưng của mô hình trường gió (còn gọi là hằng số Holland) với khoảng giá trị từ 0,5 tới 2,5.

Vận tốc ổn định V_G đối với một thời điểm cơn bão sẽ được tính theo phương trình:

$$V_G = \left\{\left(\frac{RMW}{r}\right)^B \frac{B\Delta p e^{-\left(\frac{RMW}{r}\right)^B}}{\rho} + \frac{r^2 f^2}{4}\right\}^{1/2} - \frac{fr}{2} \quad (3)$$

Trong đó: *B*: Tham số Holland (khi tính toán tốc độ gió tại bề mặt biển sử dụng *Bs*); ρ: khối lượng riêng của không khí, 1,15 kg/m^3; *r*: khoảng cách từ tâm bão đến điểm cần tính vận tốc gió; *f*: tham số Coriolis tính bởi $f = 2wsin\psi$; *w*: Tốc độ quay của trái đất $w = 7{,}29 \times 10^{-5}$ (s^{-1}); ψ: vĩ độ của tâm bão; nên $f = 1{,}458 \times 10^{-4} sin\psi$.

Tốc độ gió lớn nhất tại bán kính *RMW* được tính toán theo phương trình.

$$V_{Gmax} = \approx \sqrt{\frac{B\Delta p}{e\rho}} \quad (4)$$

Từ các phương trình 2, 3 và 4 cho thấy tham số *RMW* và *B* có ảnh hưởng quan trọng tới đánh giá trường áp suất và tốc độ gió [9], nhưng chúng lại không được cung cấp tại các bản tin dự báo bão.

RMW sẽ được tính toán từ bán kính của tốc độ gió 10,8 m/s (tốc độ gió thấp nhất theo thang bô pho cho bão cấp 6) theo công thức: $RMW = R_6(V_6/VMX)^k$ với R_6 là bán kính tại gió cấp 6 (V_6 - tương đương 10,8 m/s); *VMX* là tốc độ gió lớn nhất duy trì trong 10 phút tại vị trí gần tâm bão; hệ số mũ *k* thay đổi từ 1,4 tới 2,0.

Để mô hình có tính ứng dụng cao hơn và phù hợp với đặc thù của hoạt động dầu khí trên biển, nhóm tác giả đã tính toán để dự báo phân bố tốc độ gió (wind profile) của bão để xác định vùng ảnh hưởng tương ứng với các cấp độ gió giúp cảnh báo kịp thời cho các công trình dầu khí triển khai hoạt động ứng phó theo quy trình.

Trường gió của bão đã được sử dụng rộng rãi để đánh giá rủi ro thiên tai và dự báo nước biển dâng do bão. Trường gió bão trên mặt phẳng 2D có thể được mô phỏng trên cơ sở một số tham số

chính như Tham số Holland *B*, áp suất nhỏ nhất tại trung tâm bão *Pc*, bán kính vùng gió mạnh nhất tính từ tâm bão [2].

Tác giả Holland đưa ra tham số hình dạng của phân bố tốc độ gió (*B*) từ năm 1980 và đây là tham số quan trọng mô tả đặc tính phân bố trường gió của bão. Các mô hình thống kê [6, 7] của tham số *B* được đề xuất từ nhiều nhà nghiên cứu đều cho thấy *B* là hàm số của cường độ bão và vị trí của bão. Sun et al., (2021) đã dựa trên cơ sở dữ liệu theo dõi bão trên vùng biển Tây Bắc Thái Bình Dương từ năm 1949-2016 [10] và đề xuất mô hình thống kê cho tham số *B* tại bề mặt (B_s):

$$B_s = 1{,}2858 + 8{,}6396 \times 10^{-3}\Delta P - 8{,}7745 \times 10^{-3}\psi \quad (5)$$

Bán kính vùng gió mạnh nhất *RMX* phụ thuộc vào cường độ bão và vị trí của nó. Fang et al., (2020) đã đưa ra mô hình thống kê giữa *RMX* và *ΔP* (chênh lệch giữa áp suất tại tâm bão *Pc* và áp suất môi trường *P*, đối với vùng biển Tây Bắc Thái Bình Dương *P*=1010 hPa) và ψ (vĩ độ của tâm bão) như sau:

$$ln\,(RMX) = 4{,}0441 - 1{,}2090 \times 10^{-2}\Delta P + 7{,}2694 \times 10^{-3}\psi \quad (6)$$

hay:
$$RMX = e^{4{,}0441 - 1{,}2090 \times 10^{-2}\Delta P + 7{,}2694 \times 10^{-3}\psi} \quad (7)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

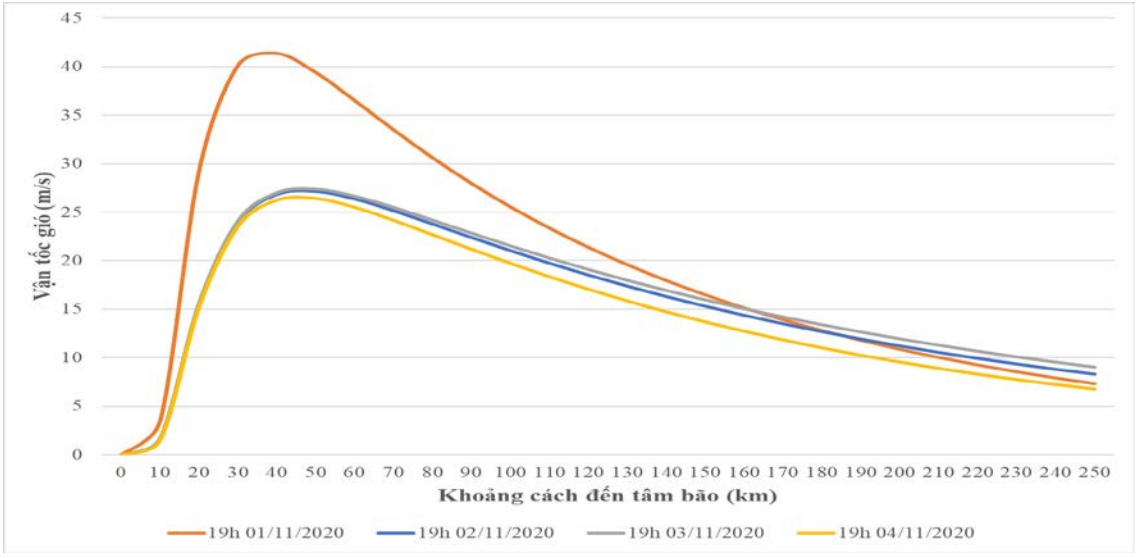
Ứng dụng mô hình dự báo nhanh các cơn bão đã được triển khai từ năm 2016 cho các công trình Dầu khí trên biển với thời gian thực hiện và kết quả chấp nhận được trong nội bộ. Đặc biệt, trong năm 2020, cơn bão Goni đã vào Biển Đông và ảnh hưởng trực tiếp đến xưởng đóng tàu Dung Quất, nơi giàn khai thác Đại Hùng - 1 sửa chữa lớn trong thời gian cơn bão đổ bộ. Mô hình dự báo nhanh đã phát huy hiệu quả rõ rệt khi được sử dụng để kéo giàn ĐH-1 ra ranh giới cấp độ bão nguy hiểm. Trong khuôn khổ bài báo, tác giả sử dụng ví dụ này như Bảng 2 để thảo luận.

3.1. Kết quả tính toán phân bố tốc độ gió của bão Goni

Bảng 2. Kết quả tính toán phân bố tốc độ gió của bão Goni lúc 19h00 ngày 01/11/2020 và tại các mốc dự báo 24h, 48h và 72h.

Khoảng cách đến tâm bão (km)	**Vận tốc gió (m/s)**			
	19h00 01/11/2020	**19h00 02/11/2020**	**19h00 03/11/2020**	**19h00 04/11/2020**
0	**0**	0	0	0
10	3,5	1,7	1,7	1,5
20	29,3	15,5	15,6	15,3
30	40,2	24,0	24,1	23,6
40	41,4	26,8	27,0	26,3
50	39,4	27,1	27,4	26,4
60	36,5	26,3	26,7	25,5
70	33,5	25,1	25,5	24,2
80	30,6	23,8	24,2	22,7
90	28,0	22,4	22,9	21,2
100	25,6	21,0	21,6	19,7
110	23,4	19,7	20,3	18,4
120	21,4	18,5	19,1	17,1

130	19,6	17,4	18,0	15,9
140	18,0	16,3	17,0	14,8
150	16,5	15,3	16,0	13,7
160	15,2	14,4	15,1	12,8
170	13,9	13,5	14,2	11,9
180	12,8	12,7	13,4	11,0
190	11,8	11,9	12,7	10,3
200	10,9	11,2	12,0	9,6
210	10,1	10,6	11,3	8,9
220	9,3	9,9	10,7	8,3
230	8,6	9,4	10,1	7,8
240	7,9	8,8	9,6	7,3
250	7,4	8,3	9,1	6,8



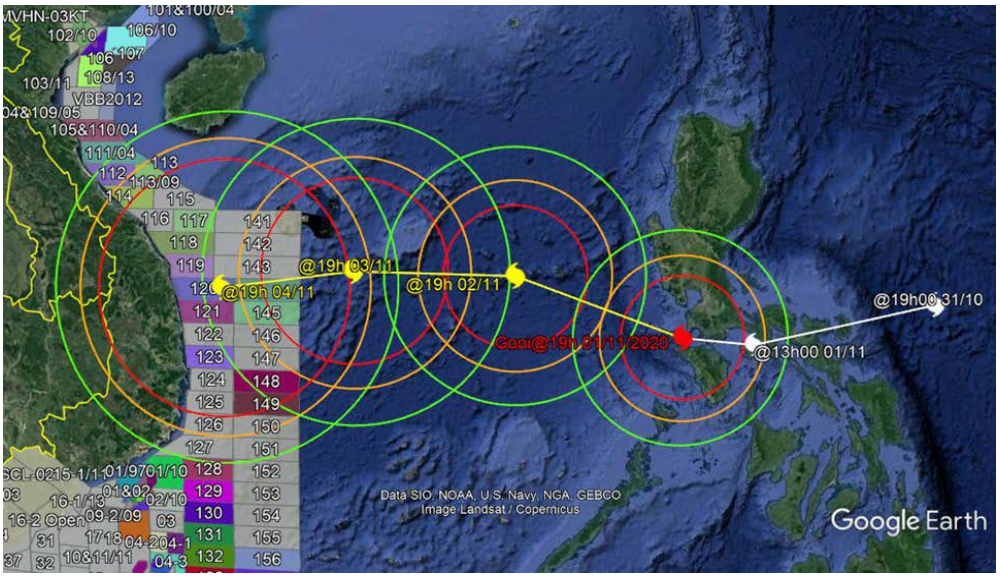
Hình 5. Biểu đồ tính toán vận tốc gió tính từ tâm bão Goni

3.2. Kết quả mô phỏng dự báo bão

Bộ tham số đã được sử dụng để mô phỏng bao gồm: Loại hình thái thời tiết nguy hiểm: Bão; Tọa độ tâm bão thời điểm hiện tại và dự báo: Bán kính vùng ảnh hưởng theo các cấp gió (từ cấp 6 trở lên); Tốc độ và Hướng di chuyển dự báo.

Bằng các công cụ có sẵn của Google Earth, các tham số của bão được số hóa tạo thành một lớp thông tin (layer) trong đó thể hiện đầy đủ vị trí bão đã đi qua, vị trí hiện tại, vị trí dự báo, hướng đi và vùng ảnh hưởng hiện tại/dự báo. Hình ảnh mô phỏng lại vị trí, đường đi, vùng ảnh hưởng đã qua, hiện tại và dự báo được mã hóa bằng các màu khác nhau để dễ nhận biết (Hình 8).

Khi xếp chồng các lớp thông tin (bản đồ nền, bản đồ Lô dầu khí, bản đồ công trình dầu khí và hình ảnh của bão) với nhau chúng ta sẽ thu được hình ảnh trực quan về cơn bão và xác định/dự báo được các Lô/CTDK nằm trong vùng ảnh hưởng với các cấp độ của bão.



Hình 8. Dự báo vùng ảnh hưởng theo các cấp gió (Cấp 6 – màu xanh, Cấp 8 – màu cam, Cấp 10 – màu đỏ) Bão Goni thời điểm 19h00 ngày 01/11/2020

Khi xếp chồng các lớp thông tin (bản đồ nền, bản đồ lô dầu khí, bản đồ công trình dầu khí và hình ảnh của bão) với nhau chúng ta sẽ thu được hình ảnh trực quan về cơn bão và xác định/dự báo được các Lô/CTDK nằm trong vùng ảnh hưởng với các cấp độ của bão.

Bảng 3. Kết quả dự báo vùng ảnh hưởng và dự báo của Trung tâm KTTVQG

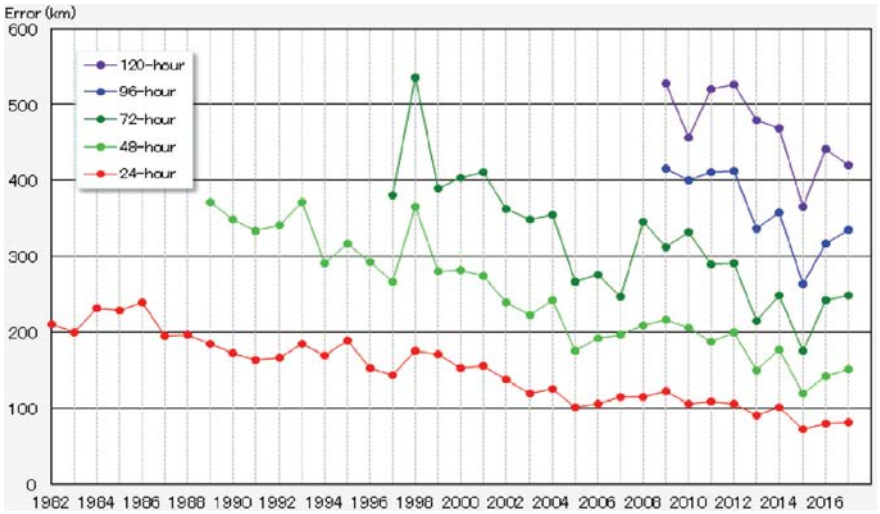
Cấp gió	Bán kính vùng ảnh hưởng theo cấp gió tính từ tâm bão (km)							
	19h00 01/11/2020		19h00 02/11/2020		19h00 03/11/2020		19h00 04/11/2020	
	Dự báo của mô hình	Dự báo của Trung tâm KTTVQG	Dự báo của mô hình	Dự báo của Trung tâm KTTVQG	Dự báo của mô hình	Dự báo của Trung tâm KTTVQG	Dự báo của mô hình	Dự báo của Trung tâm KTTVQG
Cấp 10	150	150	170	150	220	220	310	310
Cấp 8	190	-	230	-	280	-	360	-
Cấp 6	250	280	300	275	360	330	430	410

3.3. Sai số trong dự báo quỹ đạo của bão

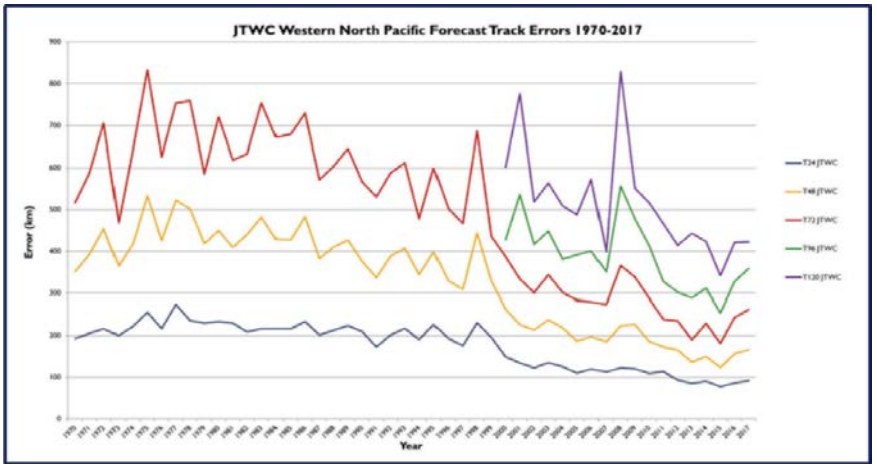
Ngày nay, công tác dự báo thời tiết nói chung và công tác dự báo bão đã đạt được những tiến bộ to lớn về mặt công nghệ. Các thông số của các lớp khí quyển (từ thấp lên cao) được quan trắc liên tục và chính xác thông qua các trạm quan trắc đặt trên mặt đất, trên không (máy bay, bóng khí tượng,…) và các hệ thống viễn thám như vệ tinh, radar khí tượng.

Công tác dự báo thời tiết cũng được hỗ trợ hiệu quả bởi các mô hình dự báo thời tiết số trị (Numerical Weather Prediction - NWP), trong đó, dữ liệu thu thập được từ các trạm quan trắc được sử dụng làm thông số đầu vào. Các mô hình NWP sử dụng các phương trình toán học để mô phỏng các quá trình theo định luật vật lý để từ đó đưa ra các dự báo diễn biến trạng thái khí quyển [10-12, 15, 16].

Công tác dự báo bão đã có những tiến bộ đáng kể trong những thập niên gần đây nhờ việc ứng dụng các mô hình dự báo NWP cũng như kết hợp với các kỹ thuật dự báo khác. Các mô hình NWP hiện nay vẫn đang tiếp tục được phát triển với số lượng thông số đầu vào ngày càng tăng nhằm gia tăng độ chính xác của các dự báo.



Hình 6. Sai số trung bình hàng năm trong dự báo quỹ đạo của bão theo các hạn 24h, 48h, 72h, 96h và 120h của Cơ quan Khí tượng Nhật Bản



Hình 7. Sai số trong dự báo quỹ đạo của bão trên vùng biển Tây Bắc Thái Bình Dương của Trung tâm Cảnh báo Bão chung JTWC (USA)

Theo số liệu thống kê của Tổ chức Khí tượng thế giới, sai số trung bình của dự báo bão hạn 24h là ±120 km (tâm bão thực tế cách điểm dự báo dưới 120 km), đối với các cơn bão di chuyển ổn định, sai số thường nhỏ hơn ở khoảng 80-90 km. Sai số dự báo hạn 48h là ±250 km và hạn 72h là khoảng 400-450 km.

Đối với vùng biển Tây Bắc Thái Bình Dương, số liệu thống kê sai số trong dự báo quỹ đạo bão của Cơ quan Khí tượng Nhật Bản và Trung tâm Cảnh báo Bão chung của Hoa Kỳ, cho thấy, sai số trung bình cho hạn 24h là 100 km, hạn 48h là 150 km và hạn 72h là 250 km [11, 14].

Như vậy, đối với các hạn dự báo 24h, 48h và 72h, bán kính vùng ảnh hưởng có thể có gió bão từ cấp 6, 8, 10, 12,… sẽ là bán kính gió tính toán được theo các cấp gió này cộng với sai số quỹ đạo trung bình tương ứng với các hạn dự báo trên.

4. KẾT LUẬN

Mô hình thực nghiệm đơn giản để dự báo vùng ảnh hưởng theo cấp độ bão nhiệt đới trong khu vực Biển Đông đã được xây dựng trên cơ sở phân tích và ứng dụng các phương trình và tham số *B*. Số liệu đo đạc các cơn bão trong khu vực Tây Bắc Thái Bình dương trong khoảng thời gian từ năm 2001 đến năm 2018 đã được sử dụng trong việc đánh giá các tham số quan trọng là tốc độ gió lớn nhất của trường bão và tham số *B*, cho thấy mô hình đảm bảo tin cậy cho công tác tính nhanh và đưa ra trường gió trong cơn bão.

Mô hình cung cấp khả năng tính toán nhanh cấp độ bão theo khoảng cách bán kính tính từ tâm bão trên cơ sở số liệu, thông tin thông báo/cảnh báo về hướng di chuyển và vị trí tâm bão của một cơn bão trên các website của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia; Dự báo của Hải quân Mỹ luôn kịp thời, đầy đủ, miễn phí và đáng tin cậy.

Các lớp thông tin và kết quả tính toán được tích hợp trong phần mềm Google Earth cho phép hiển thị chính xác các công trình dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam sẽ chịu ảnh hưởng với các cấp độ gió nhất định, để từ đó các cấp quản lý sẽ đưa ra quyết định kịp thời, đảm bảo an toàn cho cán bộ kỹ sư và công nhân dầu khí đang làm việc trên các công trình biển.

Bên cạnh khả năng cho phép dự báo nhanh vùng ảnh hưởng của bão, nghiên cứu này hiện vẫn còn hạn chế do mô hình sử dụng được xây dựng cho cả khu vực rộng lớn - Tây Bắc Thái Bình Dương, trong đó có Biển Đông của Việt Nam. Trong tương lai, mô hình dự báo phân bố gió bão trong nghiên cứu có thể được cập nhật lại cho riêng vùng Biển Đông của Việt Nam khi cơ sở dữ liệu của các cơn bão đi vào Biển Đông đủ lớn.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện và áp dụng dưới sự hỗ trợ của Tổng công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí - PVEP. Tác giả xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Tân Tiến, Công Thanh, Nguyễn Đức Dũng, Nguyễn Thị Nga, (2020). "Dự báo sự xuất hiện của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông bằng phương pháp phân lớp", *Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu*, số 14-tháng 6/2020, 76-83,
2. Nguyễn Văn Hiệp, Lã Thị Tuyết (2016). "Đặc điểm hoạt động của bão ở TBTBD và Biển Đông qua số liệu IBTrACS", *Tuyển tập hội thảo quốc gia về Khí tượng, Thủy văn, Môi trường và Biến đổi khí hậu lần thứ 18*, Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
3. Đinh Bá Duy, Ngô Đức Thành, Nguyễn Thị Tuyết, Phạm Thanh Hà, Phan Văn Tân (2016), "Đặc điểm hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương, Biển Đông và vùng trực tiếp chịu ảnh hưởng trên lãnh thổ Việt Nam giai đoạn 1978-2015", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 32, số 2, 1-11.
4. Mai Văn Khiêm, Hà Trường Minh, Phạm Quang Nam, Nguyễn Quang Trung (2019), "Lựa chọn thành phần dự báo tổ hợp cho hệ thống dự báo hạn mùa", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số phục vụ hội thảo chuyên đề*, tr. 193-200.

5. Trần Tân Tiến, Hồ Thị Hà, Nguyễn Thị Kim Anh (2018). "Thử nghiệm mô hình WRF kết hợp đồng hóa 3DVAR và LETKF trong dự báo sự hình thành của xoáy thuận nhiệt đới trên Biển Đông". *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 34, Số 1S 2018, 77-89.

6. Trần Tân Tiến, Hồ Thị Hà, Nguyễn Thị Kim Anh (2018). "Dự báo sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông bằng mô hình WRF-NMM". *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 34, Số 1S 2018, 71-76.

7. Tran Tan Tien, Cong Thanh, Nguyen Thi Nga, Pham Thu Thuy (2019). "Attempting to forecast the formation of tropical depression in the Bien Dong using the WRF model", *International conference science and technology for water security disaster reduction and climate change adaptation*, November 2019, Hanoi, Vietnam. pp. 84-85.

8. Van Q. Doan, Nguyen Van Dinh, Hiroyuki Kusaka, Thanh Cong, Ansar Khan, Toan Van Du, Nguyen Dinh Duc (2019). "Usability and challenges of offshore wind energy in Vietnam revealed by the regional climate model simulation". *Scientific online letters on the atmosphere: SOLA*. DOI:10.2151/sola.2019-021.

9. Greg J. Holland, (1979). "An analytic model of the wind and pressure profiles in hurricanes", Monthly wea.

10. Ziyao Sun, Biao Zhang, Jie Tang, (2021). "Estimating the Key Parameter of a Tropical Cyclone Wind Field Model over the Northwest Pacific Ocean: A Comparison between Neural Networks and Statistical Models". Remote Sens. 2021, 13, 2653. DOI: 10.3390/rs13142653.

11. Peter J. Vickery, Dhiraj Wadhera, (2008). "Statistical Models of Holland Pressure Profile Parameter and Radius to Maximum Winds of Hurricanes from Flight-Level Pressure and H*Wind Data". *Journal of applied meteorology and climatology*, Volume 47, Oct 2006, 2497-2517. DOI: 10.1175/2008JAMC1837.1.

12. Pingzhi Fang, Gengjiao Ye, Hui, (2020). "A Parametric wind model and its application in simulating historical typhoons in the western North Pacific Ocean". *Journal of wind Engineering & Industrial Aerodynamics*, 199, DOI: 10.1016/j.jweia.2020.104131.

13. Fengbo Wu, Guoqing Huang, (2019). "Refined Empirical Model of Typhoon Wind Field and Its Application in China". *Journal of Structural Engineering*, © ASCE, ISSN 0733-9445. DOI: 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0002422.

14. Sun, Z., Zhang, B., Zhang, J.A., Perrie, W. "Examination of Surface Wind Asymmetry in Tropical Cyclones over the Northwest Pacific Ocean Using SMAP Observations". *Remote Sens*. 2019, 11, 2604.

15. Jin-hai Zheng, Sang Sang, Jin-cheng Wang, Chun-yan Zhou, Hong-jun Zhao, (2017). "Numerical simulation of typhoon-induced storm surge along Jiangsu coast, Part I: Analysis of tropical cyclone". *Water Science and Engineering*, Volume 10, Issue 1, January 2017, pages 2-7. DOI: 10.1016/j.wse.2017.03.004.

16. Jin-hai Zheng, Sang Sang, Jin-cheng Wang, Chun-yan Zhou, Hong-jun Zhao, (2017). "Numerical simulation of typhoon-induced storm surge along Jiangsu coast, Part II: Calculation of storm surge". Water Science and Engineering, Volume 10, Issue 1, January 2017, pages 8-16. DOI: 10.1016/j.wse.2017.03.011.

17. Olfateh, M., Callaghan, D.P., Nielsen, P., Baldock, T.E, (2017). "Tropical cyclone wind field asymmetry-Development and evaluation of a new parametric model". J. Geophys. Res. Ocean. 2017, 122, 458 - 469.

18. Yuxing Wang, Ting Gao, Zhenyu Han, Qinzheng Liu, (2017). "Impacts of wind-field correction on the numerical simulation of storm-surge inundation during typhoon "Rammasun"", Estuarine, Coastal and Shelf Science, Volume 196, 5 September 2017, pages 198-206. DOI: 10.1016/j.ecss.2017.07.006.

19. Ryota Nakamura, Oyama Kakahiro, Tomoya Shibayama, Esteban Miguel, Hiroshi Takagi, (2015). "Evaluation of Storm Surge Caused by Typhoon Yolanda (2013) and Using Weather - Storm Surge - Wave - Tide Model", *8th International Conference on Asian and Pacific Coasts (APAC 2015)*, Procedia Engineering 116 (2015), pp. 373-380. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.08. 306.

20. Kang, N.-Y., Elsner, J.B, (2012). "Consensus on Climate Trends in Western North Pacific Tropical Cyclones". *J. Clim.* 2012, 25, 7564-7573.

IDENTIFYING THE AFFECTED AREAS OF TROPICAL STORM FOR OIL AND GAS ACTIVITIES IN THE EAST SEA

Nguyen Hai An [*]

Petrovietnam Exploration and Production Corperation, 117 Tran Duy Hung, Cau Giay, Hanoi

ABSTRACT

The East Sea encompasses an area from the Gulf of Tonkin to the Southern Sea of Vietnam and the Gulf of Thailand. It has a unique geographical position with the most bustling sea traffic routes and productive fishing grounds. Currently, The Vietnam National Oil and Gas Group has been conducting oil exploitation activities at over 160 Petroleum blocks on the continental shelf of Vietnam. The oil and gas offshore facilities were designed and manufactured with strict regulations on durability based on the statistics of storms with the strongest winds in decades. To ensure the safety of hundreds of engineers and operators at each oil and gas project, it is always necessary to closely monitor the storm level to shut down the production system timely before evacuating people. This paper presents the research results on identification of the affected regions caused by tropical storms using essential parameters and the storm paths collected from Vietnam weather forecasting websites and the weather forecast of the Pacific Northwest region. The study results are used in forecasting the affected areas for oil and gas projects on the continental shelf of the East Sea, assisting decision-making to suspend operations and evacuate personnel from offshore facilities.

Keywords: East Sea, oil and gas, tropical storm, wind speed, offshore platform.

[*] Corresponding author, email address: annh1@pvep.com.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0188

ỨNG DỤNG VIỄN THÁM NGHIÊN CỨU HẠN HÁN TẠI THÀNH PHỐ TUY HÒA, TỈNH PHÚ YÊN

Nguyễn Huy Anh [*], Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Thị Thảo Nguyên

Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh

236B Lê Văn Sỹ, Phường 1, Quận Tân Bình, TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Hạn hán và sa mạc hóa tại Việt Nam đang diễn ra ngày càng gay gắt và trên diện rộng, gây thiệt hại lớn cho nền kinh tế cùng như các vấn đề môi trường, sinh thái và xã hội. Thành phố Tuy Hòa, tỉnh Phú Yên nằm ở vùng Nam Trung Bộ là vùng có nguy cơ hạn hán và sa mạc hóa mạnh nhất ở Việt Nam. Vào mùa khô, tình trạng nắng nóng kéo dài, lượng mưa thấp dẫn đến thiếu nước phục vụ cho sản xuất và sinh hoạt gây thiệt hại lớn đến đời sống và kinh tế của người dân. Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá tình trạng hạn hán tại thành phố Tuy Hòa, tỉnh Phú Yên dựa trên chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật (TVDI) từ dữ liệu vệ tinh qua các năm 2015, 2019 và 2020. Kết quả nghiên cứu đã thành lập được các bản đồ phân vùng hạn hán thành phố Tuy Hòa dựa trên chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật (TVDI), theo đó vào mùa khô các năm 2015, 2019 và 2020, diện tích hạn tại thành phố Tuy Hòa khá lớn, chiếm 47 % diện tích tự nhiên.

Từ khóa: Hạn hán, chỉ số khô hạn TVDI, chỉ số thực vật NDVI, nhiệt độ bề mặt LST.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

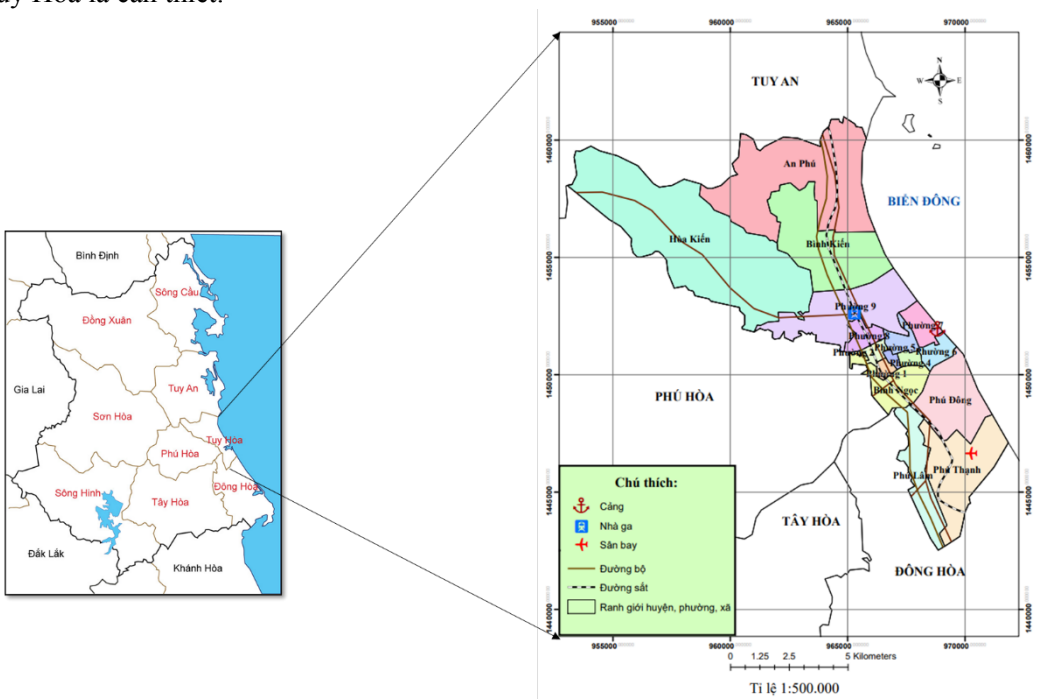
Hạn hán được nhìn nhận là một trong những hiện tượng môi trường nghiêm trọng gây ảnh hưởng đến môi trường sống và hoạt động của người dân, có xu hướng ngày càng tăng và kéo dài trên diện rộng rất khó kiểm soát do tác động của biến đổi khí hậu. Tại Việt Nam, hạn hán xảy ra hầu như khắp cả nước và đặc biệt nghiêm trọng ở khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, hoạt động này kéo dài có tác động to lớn đến môi trường, kinh tế - xã hội làm sụt giảm sản lượng nông nghiệp và làm tăng nguy cơ cháy rừng phá hủy hệ sinh thái môi trường đặc biệt là đối với nước có thế mạnh về sản xuất nông nghiệp như Việt Nam. Ngoài ra, hạn hán còn gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng đời sống người dân, gây ra các mâu thuẫn do xung đột nguồn nước. Tình trạng khô hạn thường xảy ra trên diện rộng và khó có thể xác định thời gian xảy ra, nên việc nghiên cứu đánh giá khô hạn gặp rất nhiều khó khăn và trên thực tế không thể đặt các trạm quan trắc với mật độ lớn để cung cấp thông tin về hạn hán do chi phí quá lớn [1].

Với sự phát triển vượt bậc của công nghệ thông tin, dữ liệu hình ảnh vệ tinh cho phép chúng ta nghiên cứu, giám sát tình trạng này trên khu vực rộng lớn và trong thời gian dài, giúp cho quá trình theo dõi dễ dàng hơn. Để xác định hạn hán, một số nghiên cứu trên thế giới sử dụng tư liệu viễn thám hồng ngoại nhiệt trong xác định nhiệt và độ ẩm nhằm đánh giá mức độ khô hạn bề mặt. Ở Việt Nam một số nghiên cứu đã sử dụng ảnh nhiệt MODIS, NOAA/AVHRR trong xác định khô hạn dựa trên số quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và loại hình lớp phủ thực vật [2]. Có nhiều chỉ số và hệ số khác nhau được phát triển và sử dụng ở các nước trên thế giới trong xác định hạn hán như chỉ số mưa hóa SPI, chỉ số ẩm Ivanop, chỉ số khô Penman, hệ số khô, hệ số thủy nhiệt,…

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: anhnh@hcmunre.edu.vn

Nguồn ảnh vệ tinh LANDSAT được khai thác toàn toàn miễn phí từ trang web Cục Khảo sát Địa chất Mỹ (USGS) với 2 bộ cảm được thiết kế, cải thiện hiệu suất và độ tin cậy cao lên đến 95 % có thể thu nhận 500 cảnh/ ngày sẽ cung cấp thông tin chi tiết bề mặt Trái đất giúp người dung nhận những thông tin quan trọng trong nhiều lĩnh vực như quản lý năng lượng và nước, theo dõi rừng, giám sát tài nguyên môi trường, quy hoạch đô thị, khắc phục thảm họa và lĩnh vực nông nghiệp [2], [3]. Với độ phân giải không gian 30 m hoặc 60 m (LANDSAT 8 có kênh toàn sắc với độ phân giải lên tới 15 m), ảnh LANDSAT thể hiện những thông tin rõ ràng hơn về sự thay đổi độ ẩm bề mặt so với ảnh MODIS vì độ phân giải không gian của ảnh này khá thấp và không thích hợp cho các nghiên cứu chi tiết. Ngoài ra, nguồn ảnh LANDSAT còn được ứng dụng rất nhiều trong quá trình học, nghiên cứu đề tài cấp sinh viên là nguồn ảnh dễ sử dụng và ứng dụng rộng rãi [4].

Hiện nay khu vực TP. Tuy Hòa, tỉnh Phú Yên (Hình 1) đang chịu nhiều ảnh hưởng từ quá trình khô hạn. Về mùa khô, tình trạng thiếu nước phục vụ sản xuất, sinh hoạt của người dân TP. Tuy Hòa xảy ra trên diện rộng, về mùa khô nhiều nhà máy thiếu nước ngừng hoạt động, cắt giảm nhiều diện tích đất trồng trọt do thiếu nước tưới gây ra thiệt hại lớn về kinh tế và đời sống người dân. Ngoài ra vấn đề khô hạn kéo dài dẫn đến quá trình xâm nhập mặn gia tăng, do thiếu nước làm đời sống và kinh tế khu vực khó khăn, chính vì vậy việc nghiên cứu đánh giá và dự báo hạn hán tại TP. Tuy Hòa là cần thiết.



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu

Việc sử dụng các số liệu từ các vệ tinh quan trắc Trái đất rất có ích và đáng được quan tâm, các dữ liệu vệ tinh viễn thám luôn có sẵn và có thể được sử dụng để phát hiện sự khởi đầu của khô hạn, cả về thời gian và mức độ khô hạn. Viễn thám có thể được xem là phương án hỗ trợ công tác giám sát mức độ khô hạn cùng với phương pháp đo đạc từ các điểm quan trắc khí tượng hiện nay. Trước những lợi ích từ nguồn dữ liệu vệ tinh và tính cấp thiết của hạn hán đang xảy ra gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến TP. Tuy Hòa. Nghiên cứu này giới thiệu kết quả tính toán phân vùng hạn hán thông qua chỉ số TVDI tại TP. Tuy Hòa bằng tư liệu ảnh vệ tinh LANDSAT.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Dữ liệu

Ở Việt Nam, một số nghiên cứu đã sử dụng ảnh nhiệt MODIS, NOAA/AVHRR trong xác định độ ẩm đất dựa trên mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và các loại hình lớp phủ. Tuy nhiên, độ phân giải không gian của ảnh MODIS, NOAA/AVHRR là thấp và không thích hợp cho các nghiên cứu chi tiết. Nghiên cứu này trình bày kết quả sử dụng tư liệu ảnh Landsat 8 với kênh hồng ngoại nhiệt có độ phân giải không gian trung bình từ 60 – 120 m (xem Bảng 1) cung cấp thông tin rõ ràng hơn về sự thay đổi độ ẩm bề mặt so với ảnh MODIS, NOAA/AVHRR, do vậy có thể được sử dụng hiệu quả trong nghiên cứu và giám sát hiện tượng hạn hán [2].

Bảng 1. Thông số ảnh vệ tinh Landsat 8 [4], [3].

Vệ tinh	Kênh/Band	Bước sóng (micrometers)	Độ phân giải (meters)
LDCM Landsat8 bộ cảm OLI và TRIs	Kênh 1 – Costal aerosol (Xanh tím) - quan sát vùng nước ven bờ và các hạt mịn.	0,433 – 0,453	30
	Kênh 2 – Blue (Xanh lơ)	0,450 – 0,515	30
	Kênh 3 – Green (Xanh lục)	0,525 – 0,600	30
	Kênh 4 – Red (Đỏ)	0,630 – 0,680	30
	Kênh 5 – Near Infrered (NIR) – (Cận hồng ngoại)	0,845 – 0,885	30
	Kênh 6 – SWIR1 (Hồng ngoại sóng ngắn 1)	1,560 – 1,660	30
	Kênh 7 – SWIR2 (Hồng ngoại sóng ngắn 2)	2,100 – 2,300	30
	Kênh 8 – Panochromatic (Toàn sắc)	0,500 – 0,600	15
	Kênh 9 – Cirrus (Phát hiện mật độ, độ dày mây ti)	1,360 – 1,390	30
	Kênh 10 – Thermal Infrered (NIR) 1 (Hồng ngoại nhiệt 1)	10,3 – 11,3	30
	Kênh 11 – Thermal Infrered (NIR) 2 (Hồng ngoại nhiệt 2)	11,5 – 12,5	30

Nghiên cứu này sử dụng 3 ảnh vào tháng 5 các năm 2015, 2019, 2020, đặc điểm của các ảnh được thu thập như ở Bảng 2.

Bảng 2. Dữ liệu ảnh nghiên cứu

Mã ảnh	Ngày chụp	Tỷ lệ bóng mây (%)
LC08_L1TP_123051_20150416_20170409_01_T1	21/05/2015	5,64
LC08_L1TP_123051_20190513_20190521_01_T1	20/05/2019	4,59
LC08_L1TP_123051_20200515_20200527_01_T1	28/05/2020	6,35

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- *Tính chỉ số thực vật NDVI*

Chỉ số khác biệt thực vật chuẩn hóa NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) là hệ số lớp phủ thực vật chênh lệch chuẩn hóa giữa hệ số phản xạ mặt ở kênh đỏ và kênh hồng ngoại. NDVI là một tham số quan trọng trong nông nghiệp, giám sát lượng mưa, đánh giá tác động của thời tiết tính toán sinh khối, năng suất mùa vụ và sản lượng đồng cỏ, những điều kiện hạn hán và xác định mức sống của thực vật. NDVI là tỉ số giữa hiệu số giá trị phản xạ phổ bề mặt ở kênh hồng ngoại (NIR) và kênh đỏ (RED) trên tổng của chúng.

$$NDVI = \frac{P_{NIR} - P_{RED}}{P_{NIR} + P_{RED}} \quad (1)$$

- *Nhiệt độ mặt đất LST (Land Surface Temperature)*

Theo Trần Thị Vân và cs (2009) để tính nhiệt độ bề mặt, giá trị số nguyên của ảnh Landsat được chuyển về giá trị thực của bức xạ điện từ (Wm-2 μm-1) [5].

Đối với ảnh Landsat, giá trị bức xạ được xác định như sau: $L_\lambda = M_L.Q_{cal} + A_L$ (2)

Trong đó: M_L, A_L là hệ số chuyển đổi (lấy trong tệp metadata của ảnh Landsat 8), Q_{cal} là giá trị số của ảnh (DN).

Giá trị bức xạ phổ được tính ở bước trên được dùng để tính nhiệt độ sáng (brightness temperature) theo công thức:

$$T_B = \frac{K_2}{ln(1 + \frac{K_1}{L_\lambda})} \quad (3)$$

Trong đó: Các hệ số K1, K2 được cung cấp trong file metadata ảnh Landsat 8

Nhiệt độ sáng sẽ được hiệu chỉnh trên cơ sở độ phát xạ bề mặt để xác định nhiệt độ bề mặt theo công thức:

$$LST = \frac{T_B}{1 + \left(\frac{\lambda.T_B}{\upsilon}\right).ln} \quad (4)$$

trong đó:

- λ: giá trị bước sóng trung tâm kênh hồng ngoại nhiệt
- $\upsilon = \frac{hc}{\varpi}$, σ: hằng số Stefan – Boltzmann(1,38.10^{-23}J/K)
- h – hằng số Plank (6,626.10^{-34}J.sec)
- c – vận tốc ánh sáng (2,998 * 10^8 m/s)
- ε – độ phát xạ bề mặt (surface emissivity)

- *Chỉ số khô hạn TVDI:* Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy, nhiệt độ bề mặt và lớp phủ thực vật là những yếu tố quan trọng cung cấp thông tin về độ ẩm tại bề mặt đất. Nhiệt độ có thể tăng lên rất nhanh trong trường hợp bề mặt khô hạn hoặc cây trồng bị thiếu nước. Để đánh giá mức độ khô hạn bề mặt, trong nghiên cứu này sử dụng chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật (Temperature Vegetation Dryness Index – TVDI), được Saldholt I. đưa ra năm 2002 trên cơ sở lượng hóa mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và lớp phủ (Hình 2, Hình 3).

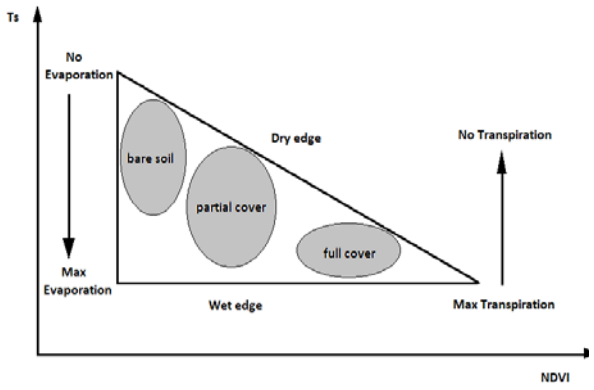
Chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật TVDI được xác định theo công thức sau:

$$TVDI = \frac{T_S - T_{Smin}}{T_{Smax} - T_{Smin}} \quad (5)$$

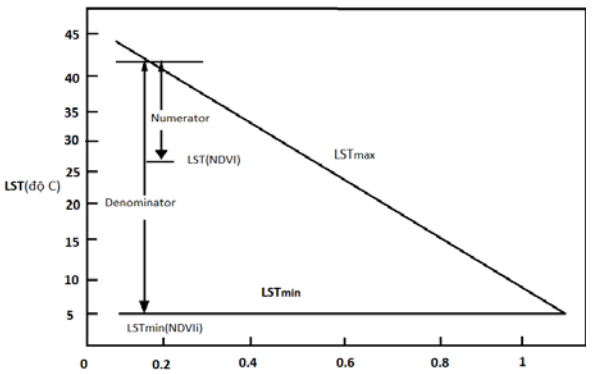
Trong đó:

- Ts : nhiệt độ bề mặt
- T_{Smax}, T_{Smin} tương ứng là nhiệt độ bề mặt cực đại và cực tiểu trong tam giác không gian nhiệt độ/NDVI. T_{Smax}, T_{Smin} được xác định bằng phương pháp hồi quy tuyến tính các giá trị nhiệt

độ cực đại tại các khoảng giá trị NDVI. Giá trị chỉ số TVDI càng cao tương ứng với nguy cơ khô hạn càng tăng. Tại cạnh khô, chỉ số TVDI có giá trị bằng 1, trong khi đó tại cạnh ướt giá trị của TVDI là 0. Để tính "cạnh khô" T_{Smax}, trong không gian 'nhiệt độ/ NDVI', ta chia chỉ số thực vật NDVI thành các khoảng và xác định nhiệt độ cực đại tại các khoảng này. "Cạnh ướt" T_{Smin} được lấy bằng giá trị nhiệt độ bề mặt (LST) thấp nhất xác định ở trên. Từ kết quả hồi quy tuyến tính các giá trị nhiệt độ bề mặt cực đại tại các khoảng giá trị NDVI, ta xác định được "cạnh khô" T_{Smax} (xem Bảng 3) [6].



Hình 2. Không gian nhiệt độ / NDVI [8]



Hình 3. Mối quan hệ giữa các chỉ số của TVDI [8]

Mức độ khô hạn được phân cấp theo chỉ số TVDI như sau:

Bảng 3. Phân cấp mức độ khô hạn đối với chỉ số TVDI

STT	Gía trị TVDI	Mức khô hạn
1	0 - 0,2	Không khô hạn
2	0,2 - 0,4	Khô hạn nhẹ
3	0,4 - 0,6	Khô hạn trung bình
4	0,6 - 0,8	Khô hạn nặng
5	0,8 - 1,0	Khô hạn rất nặng

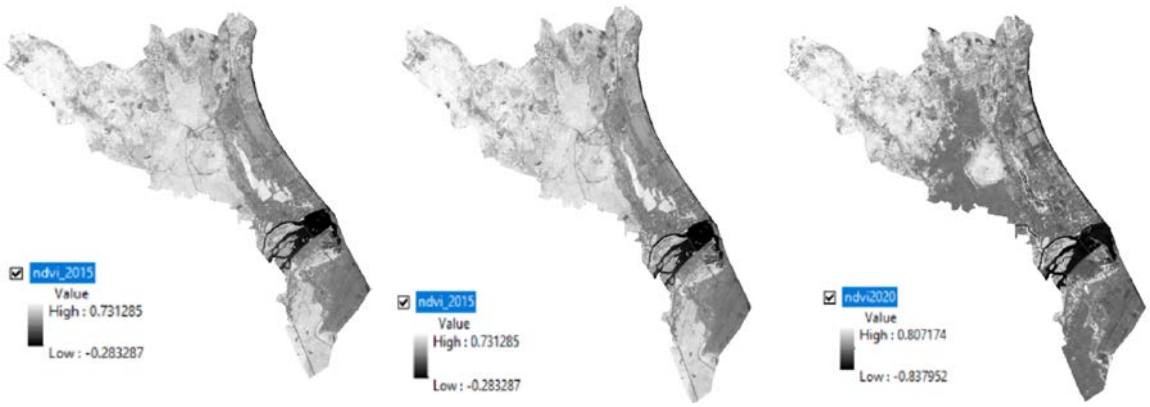
Chỉ số TVDI nhận giá trị trong khoảng từ 0 đến 1. Phân cấp mức độ khô hạn bề mặt đối với chỉ số khô hạn nhiệt độ – thực vật TVDI được trình bày trong Bảng 3. Trong đó, giá trị TVDI nhỏ hơn 0,2 tương ứng với các vùng không có nguy cơ hạn hán (bề mặt nước, thực vật tươi tốt, đất nông nghiệp ngập nước). Nếu chỉ số TVDI trong khoảng từ 0,2 đến 0,4 tương ứng với các khu vực ít có nguy cơ khô hạn (khu vực đất rừng); chỉ số TVDI trong khoảng 0,4 – 0,6 tương ứng với các khu vực khô hạn trung bình; trong khoảng 0,6 – 0,8 tương ứng với khô hạn nặng. Nếu giá trị chỉ số TVDI lớn hơn 0,8 khu vực có mức độ khô hạn rất nặng [7].

- *Phương pháp nội suy Kriging:* Phương pháp nội suy Kriging khảo sát mối quan hệ giữa sự biến động của dữ liệu theo vị trí của chúng trong không gian, từ đó rút ra mô hình toán phản ánh mối quan hệ này. Nhờ vào mô hình toán, các nhà nghiên cứu có thể dự báo trước được giá trị của dữ liệu nội suy ở những vị trí chưa có số liệu khảo sát tực tế. Để có thể sử dụng phương pháp nội suy Kriging, các dữ liệu khảo sát cần phải có tọa độ địa lý tương ứng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định chỉ số NDVI

Nhìn vào hình trên ta thấy chỉ số NDVI của khu vực dao động trong khoảng - 0,283287 đến - 0,731285 trong năm 2015, từ - 0,700537 đến - 0,828561 trong năm 2019 và từ - 0,837952 đến - 0,8077174 trong năm 2020. Các đối tượng được thể hiện qua cấp độ xám: nước, mây được thể hiện rõ bởi màu trắng, đất trống, cát được thể hiện bởi màu xám, màu càng sáng chứng tỏ nơi đó thực vật càng nhiều. Dựa vào ba ảnh chỉ số thực vật trên ta có thể thấy vùng đất trống của năm 2020 rất nhiều, tiếp đến là năm 2019 và 2015 (Hình 4).



Hình 4. Kết quả tính giá trị NDVI

3.2. Nhiệt độ bề mặt đất LST

Áp dụng công thức (4) để tính toán nhiệt độ bề mặt đất như sau:

$$\mathbf{LST}= \frac{T_B}{1+\left(\frac{\lambda . T_B}{\upsilon}\right).ln} = \frac{T_B\_b10}{1+\left(\frac{10.8x10^{-6}\, x\, T_{Bb10}}{0.144}\right) x\, ln 0.96}$$

Trong đó:

ρ: giá trị bước sóng trung tâm kênh hồng ngoại nhiệt.

- Landsat 8: kênh 11 có bước sóng từ 10,3 – 11,3 µm.

vậy ρ= 10,8 µm = 10,8 $x10^{-6}$m.

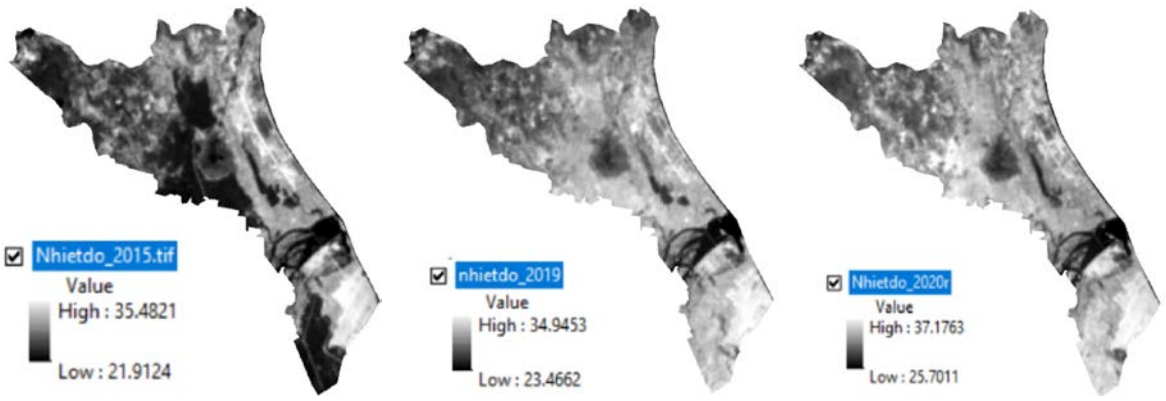
- ρ= $h./\sigma$, σ: hằng số Stefan – Boltzmann (1,38 $x10^{-23}$ J/K).
- h – hằng số Plank (6,626 $x10^{-34}$ J.sec).
- c – vận tốc ánh sáng (3x10^8 m/s).

$$\upsilon = \frac{6{,}626x10^{-34}\ x\ 3x10^{8}}{1{,}38x10^{-23}} = 0{,}144$$

- ε – độ phát xạ bề mặt (surface emissivity).

Độ phát xạ bề mặt của mỗi loại thảm phủ như sau:

- Không thực vật (đất, nhựa đường, cát, pixel hỗn hợp) : ε = 0,96.
- Thực vật: ε = 0,97
- Nước: ε = 0,98 ở đây sử dụng hệ số độ phát xạ là ε = 0,96.



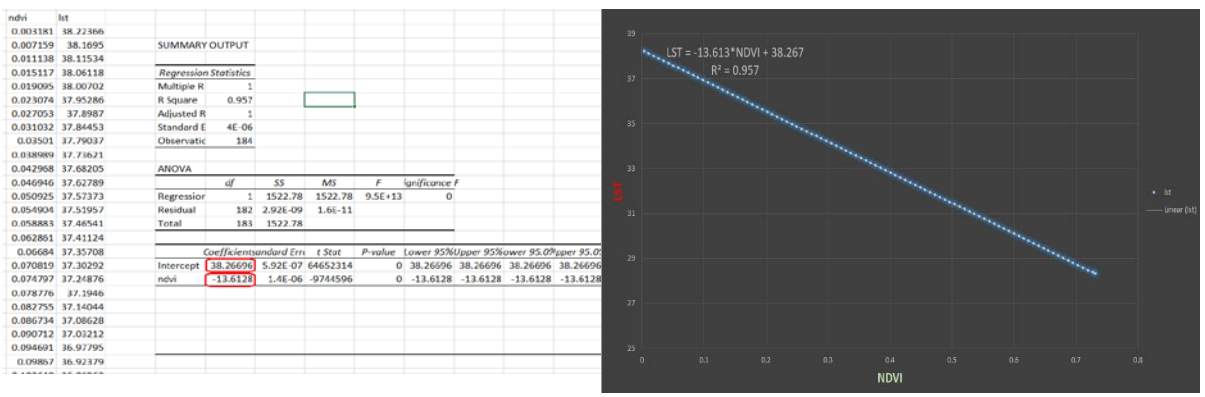
Hình 5. Giá trị nhiệt độ mặt đất (LST) qua các năm

Nhiệt độ sau khi hiệu chỉnh có đơn vị là Kenvin ^{0}K. Để dễ quan sát và đánh giá, chuyển đổi từ ảnh nhiệt ^{o}K sang ảnh nhiệt ^{o}C theo công thức: ^{o}C = ^{o}K - 273,15.

Sau khi chuyển đổi ta được ảnh nhiệt (^{o}C) với nhiệt độ dao động từ khoảng 22 - 35,5 ^{o}C đối với năm 2015, 23,4 - 35 ^{o}C đối với năm 2019 và 25,7 - 37,2 ^{o}C đối với giữa năm 2020. Nhiệt độ của TP. Tuy Hòa khá cao so với nhiệt độ trung bình của cả nước. Phân tích kết quả nhận được cho thấy, những vùng có nhiệt độ bề mặt cao phân bố chủ yếu ở những khu vực không có hoặc ít thực vật che phủ (Hình 5).

3.3. Chỉ số khô hạn TVDI

Từ kết quả tính toán hồi quy giữa nhiệt độ và NDVI có thể thấy nhiệt độ và TVDI có sự tương quan với nhau, có nghĩa chỉ số khô hạn NDVI ảnh hưởng đến hạn hán. Vì bản chất của hạn hán ở khu vực này là do thiếu hụt thực vật lớn. Nếu ở những khu vực độ che phủ thực vật cao thì nhiệt độ càng thấp và ngược lại độ che phủ thấp thì nhiệt độ cao dẫn đến tỷ lệ khô hạn cực cao (Hình 6, Hình 7).



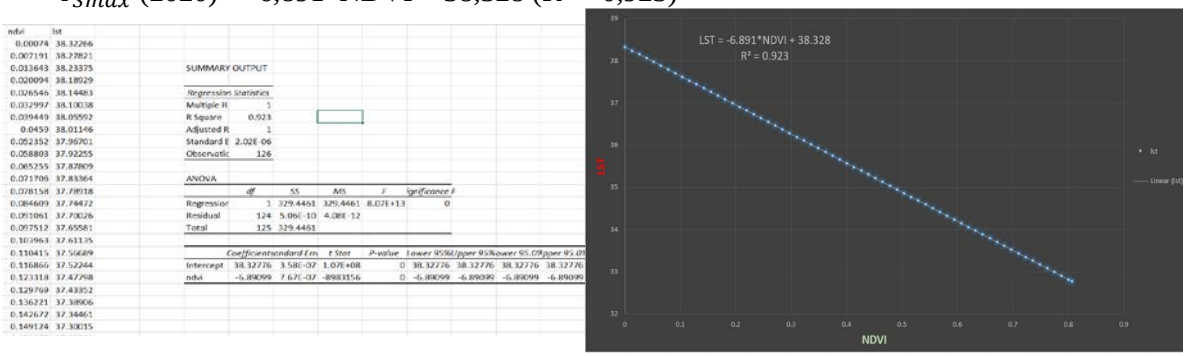
Hình 6. Kết quả tính toán hồi quy và biểu đồ tương quan giữa nhiệt độ và NDVI năm 2015

Từ kết quả hồi quy tuyến tính các giá trị nhiệt độ bề mặt cực đại tại các khoảng giá trị NDVI, "cạnh khô" T_{Smax} trong không gian Ts/NDVI cho các ảnh năm 2015, 2019, 2020 được xác định như sau (Hình 6, Hình 7):

T_{Smax} (2015) = -13,613*NDVI + 38,267 (R^2 = 0,957)

T_{Smax} (2019) = -7,641*NDVI + 31,354 (R^2 = 0,985)

T_{Smax} (2020) = -6,891*NDVI + 38,328 (R^2 = 0,923)



Hình 7. Kết quả tính toán hồi quy và biểu đồ tương quan giữa nhiệt độ và NDVI năm 2020

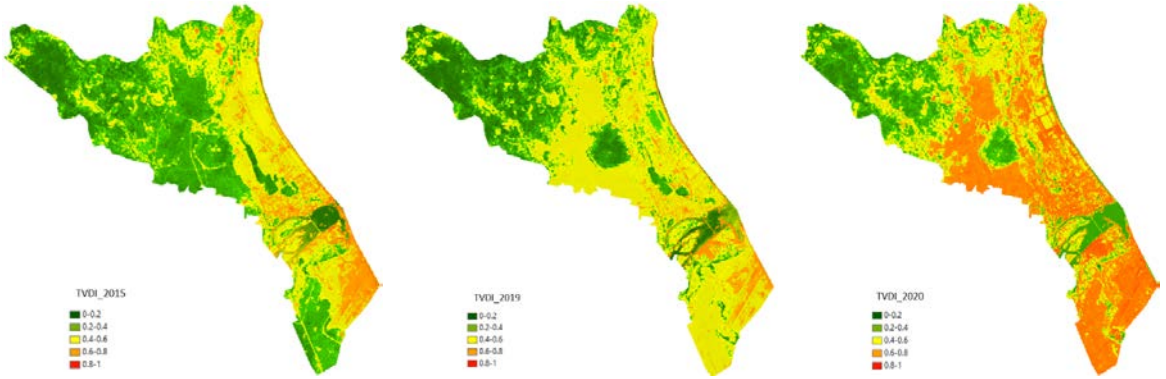
Áp dụng công thức (5) xác định được mức độ khô hạn tương ứng là nhiệt độ bề mặt cực đại và cực tiểu trong tam giác không gian nhiệt độ/NDVI.

Đối với ảnh năm 2015: **TVDI** = $\frac{Nhietdo\_2015-21,912}{T_{Smax}-21,912}$

Đối với ảnh năm 2019: **TVDI** = $\frac{Nhietdo\_2017-23,466}{T_{Smax}-23,466}$

Đối với ảnh năm 2020: **TVDI** = $\frac{Nhietdo_{2020}-25,701}{T_{Smax}-25,701}$

Các giá trị 21,912; 23,466; 25,701 là nhiệt đô thấp nhất với các đối tượng không phải là mây. Bản đồ phân vùng mức độ khô hạn tương đối khu vực TP. Tuy Hòa trên cơ sở chỉ số khô hạn nhiệt độ - thực vật TVDI được thể hiện trên hình dưới.



Hình 8. Mức độ khô hạn ở Tuy Hòa qua các năm (2015, 2019, 2020)

Từ Hình 8 có thể thấy sự thay đổi của các vùng khô hạn như sau: phần lớn diện tích của khu vực qua các năm đều nằm trong vùng khô hạn trung bình đến nặng, khô hạn xảy ra nghiêm trọng nhất vào năm 2020. Để biết được diện tích khô hạn và diễn biến qua các năm ta có bảng thống kê diện tích của các loại hạn như sau:

Năm 2020 là năm có mức độ hạn nặng nhất, qua Bảng 4 cho nhận thấy diện tích vùng khô hạn trung bình và nặng đều cao hơn so với các năm còn lại ở tất cả các địa phương. Trong khi đó, nhìn chung diễn biến khô hạn ở năm 2015 ít khốc liệt hơn. Nguyên nhân là vì đợt hạn hán năm 2020 là do tổng lượng bốc hơi 1.279,4 mm và lượng mưa bình quân năm 2020 trong toàn thành phố chỉ đạt 1.100 mm, thấp hơn lượng mưa trung bình nhiều năm (1.900 mm), hạn hán xảy ra năm 2020 do lượng mưa bình quân chỉ bằng 61 % so với lượng mưa trung bình nhiều năm. Hệ quả là lượng nước chứa trong các ao hồ giảm thấp đáng kể, dòng chảy cơ bản suy giảm, lượng nước khai thác bị thiếu hụt (Hình 8).

Qua kết quả phân vùng dựa trên chỉ số khô hạn TVDI, cho thấy hạn hán đều xảy ra nghiêm trọng vào mùa khô các năm 2019, 2020. Chỉ số ngưỡng hạn hán nằm trong mức cảnh báo từ trung bình đến nặng chiếm hơn 50 % diện tích và có xu hướng ngày càng mở rộng về quy mô và mức độ do hiện tượng hoang mạc hóa. Mùa khô năm 2020, diện tích hạn nặng chiếm 47 % diện tích, nhiều sông hồ trên địa bàn bị khô kiệt. Các tương tác giữa đại dương và khí quyển cũng ảnh hưởng rất lớn đến mức độ hạn hán tại khu vực, cụ thể năm 2019 hạn hán xảy ra nghiêm trọng kết hợp với hiện tượng EL Nino đã làm phần lớn diện tích nằm trong ngưỡng hạn nặng gây thiệt hại rất lớn đối với kinh tế.

Bảng 4. Diện tích vùng khô hạn của từng xã, phường qua các năm (đơn vị: ha)

Năm	Diện tích (ha)				
	Không khô hạn	**Khô hạn nhẹ**	**Khô hạn trung trình**	**Khô hạn nặng**	**Khô hạn rất nặng**
2015	3.006	3.013	2.201	2.215	81
2019	2.606	2.162	3.922	1.851	27
2020	2.290	2.396	1.981	3.851	131

4. KẾT LUẬN

Tư liệu ảnh vệ tinh quang học Landsat được tích hợp các kênh hồng ngoại nhiệt và đặc biệt được cung cấp hoàn toàn miễn phí với chu kì cập nhật 16 ngày là nguồn tư liệu phong phú và quý giá trong nghiên cứu và giám sát hiện tượng hạn hán. Kết quả nhận được trong nghiên cứu có thể sử dụng trong thành lập bản đồ nguy cơ hạn hán tỷ lệ góp phần ứng phó và giảm thiểu ảnh hưởng của hạn hán đến môi trường sống và hoạt động sản xuất của người dân.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy vai trò quan trọng của lớp phủ thực vật trong giảm nguy cơ hạn hán. Những khu vực có nhiệt độ cao, ít thực vật, đất trống thì độ khô hạn cao. Ngoài ra có những khu vực khác có nhiều thực vật nhưng độ khô hạn vẫn khá cao, điều này đã phản ánh thực tế như những nghiên cứu trước đó về chỉ số TVDI đó là tuy điều kiện thực vật có tồn tại nhưng lượng nước bên dưới thấp cũng thể hiện tình trạng khô hạn cao và được thể hiện qua chỉ số TVDI cao. Như vậy, những khu vực có thực vật nhưng độ khô hạn bên dưới cao là biểu hiện quan trọng cho thấy khả năng xảy ra cháy rừng là cực kỳ cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đào Xuân Học và ctv (2022). Hạn hán và những giải pháp giảm thiệt hại. NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 188tr.

2. Trần Hùng (2003). "*Sử dụng tư liệu MODIS theo dõi độ ẩm đất/thực vật bề mặt thử nghiệm với chỉ số mức khô hạn nhiệt độ - thực vật(TVDI)*".

3. Nguyễn Huy Anh, Nguyễn Thùy Đoan Trang, Nguyễn Thị Thảo Nguyên, Trần Văn Trọng, Trần Văn Sơn (2021), "Ứng dụng ảnh viễn thám khảo sát nhiệt độ bề mặt TP. Hồ Chí Minh giai đoạn 2016-2020", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* số 729, tr. 29-39, doi:10.36335/VNJHM.2021(729).29-39.

4. Hội Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ, web: http://earthexplorer.usgs.gov.

5. Trần Thị Vân, Hoàng Thái Lan, Lê Văn Trung (2009), "Nghiên cứu xác định nhiệt độ bề mặt đô thị bằng phương pháp viễn thám nhiệt", *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, chuyên san Kỹ thuật – Công nghệ*, Đại học Quốc gia TPHCM, tập12, số 4, pp. 107-120, 2009.

6. Lê Sâm, Nguyễn Đình Vượng (2008). "Thực trạng hạn hán, hoang mạc ở Ninh Thuận nguyên nhân và giải pháp khắc phục", *Tuyển tập kết quả khoa học và công nghệ, 2008*.

7. Trịnh Lê Hùng, Đào Khánh Hoài (2015), "Ứng dụng viễn thám đánh giá nguy cơ hạn hán khu vực huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận", Tạp chí Khoa học ĐHSP TPHCM, số 5(70).

8. Sandholt I., Rasmussen K., Anderson J. (2002), "A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of the surface moisture status", *Remote Sensing of Environment*, 79, pp. 213 -224.

APPLICATION OF REMOTE SENSING IN DROUGHT ASSESSMENT IN TUY HOA CITY, PHU YEN PROVINCE, VIETNAM

Nguyen Huy Anh [*], Nguyen Quang Huy, Nguyen Thi Thao Nguyen

Ho Chi Minh University of Natural Resource and Environment

236B Le Van Sy, Ward 1, Tan Binh, HCMC

ABSTRACT

Drought and desertification in Vietnam are becoming more and more severe and widespread, causing great damage to the economy, environment and society. Tuy Hoa city in Phu Yen province is in the South Central region, which is the area at greatest risk of drought and desertification in Vietnam. In the dry season, prolonged high temperature weather and low precipitation lead to a lack of water for production and daily life, causing great damage to local economy and society. This study's goal was to determine the extent of the drought in Tuy Hoa city, Phu Yen province, using satellite-derived vegetation temperature drought index (TVDI) data for the years 2015, 2019, and 2020. Based on the vegetation temperature drought index (TVDI), Results had created a drought zoning map for Tuy Hoa city. According to this map, in the dry seasons of 2015, 2019 and 2020, the drought region in Tuy Hoa city was rather sizable, taking up 47 % of the area.

Keywords: Drought, temperature drought index (TVDI), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Land Surface Temperature (LST).

[*] Corresponding author, email address: anhnh@hcmunre.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0189

ỨNG DỤNG DRASTIC KẾT HỢP VỚI GIS PHÂN VÙNG DỄ BỊ TỔN THƯƠNG TẠI HUYỆN ĐẢO PHÚ QUÝ, TỈNH BÌNH THUẬN

Nguyễn Hải Âu[1*], Tất Hồng Minh Vy[1], Nguyễn Anh Quốc[2]

[1] Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 142 Tô Hiến Thành, Phường 14, Quận 10, Thành phố Hồ Chí Minh

[2] Phòng Tài nguyên nước và Khoáng sản, Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bình Thuận, 15 Nguyễn Tất Thành, Phan Thiết, Bình Thuận

TÓM TẮT

Các tác động của con người trong khai thác sử dụng nguồn nước dưới đất, xả thải, thay đổi lớp phủ, lượng nước bổ cập làm cho các tầng chứa nước ở huyện đảo có nguy cơ dễ bị tổn thương cao. Trong nghiên cứu này, mô hình DRASTIC với trọng số được tối ưu hóa thông qua phương pháp Entropy trong môi trường Hệ thống thông tin địa lý được ứng dụng để phân vùng dễ bị tổn thương tầng chứa nước bazan huyện đảo Phú Quý. Bộ trọng số Entropy của các thông số thành phần DRASTIC được tính toán từ số liệu thu thập từ các lỗ khoan quan trắc để phản ánh tính khách quan của tính dễ bị tổn thương trong khu vực. Kết quả thu được nằm trong được phân thành ba cấp độ: vùng có tính bị tổn thương thấp là 1 %, dễ bị tổn thương trung bình là 70 % và vùng dễ bị tổn thương cao là 29 % diện tích khu vực nghiên cứu. Chúng tôi kết luận rằng tính dễ bị tổn thương nước dưới đất có nguy cơ cao đối với các khu vực tầng chứa nước lộ trên bề mặt, tỷ lệ che phủ thấp và hoạt động khai thác nhiều. Nghiên cứu này cho thấy chỉ số DRASTIC kết hợp với GIS là một công cụ hỗ trợ hữu ích cho các nhà ra quyết định nhằm sử dụng hợp lý tài nguyên nước dưới đất tại đảo.

Từ khóa: Trọng số Entropy, DRASTIC, đảo Phú Quý.

1. MỞ ĐẦU

Nước dưới đất dễ bị tổn thương bởi các hoạt động khai thác và thay đổi mục đích sử dụng đất bề mặt [1]. Quản lý, đánh giá mức độ phù hợp của nguồn nước, các kỹ thuật đánh giá chất lượng nước được tính toán dựa vào các thông số đặc trưng để tiến hành phân vùng, giám sát và quản lí nguồn nước được sử dụng rộng rãi. Bên cạnh các phương pháp đại số, các khu vực có nguồn nước dưới đất chịu áp lực từ hoạt động khai thác, công nghiệp và nông nghiệp được đánh giá tính dễ bị tổn thương thông qua phương pháp DRASTIC [1]. Phương pháp này được sáng lập lần đầu tiên và áp dụng rộng rãi từ những năm 1980 bởi Aller và cộng sự [2] với mục đích nghiên cứu sâu vào các yếu tố khách quan, làm rõ các yếu tố tự nhiên, địa chất gây ảnh hưởng đến chất lượng của nước dưới đất, ước tính mức độ dễ bị tổn thương tiềm tàng của tầng chứa nước [3]. Hiện nay, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu kết hợp mô hình DRASTIC trên nền tảng hệ thống Thông tin Địa lý (GIS) để phân vùng mức độ dễ bị tổn thương của tầng chứa nước.Điển hình tại Palestine [4], Jordan [5], Ấn Độ [6], Pakistan [7], Iran [8], Kerman [9] và Bangladesh [10] đã áp dụng DRASTIC với trọng số cố định theo phương pháp gốc, thực hiện trên nền tảng GIS để thành lập bản đồ phân vùng tính dễ bị tổn thương của các tầng chứa nước.

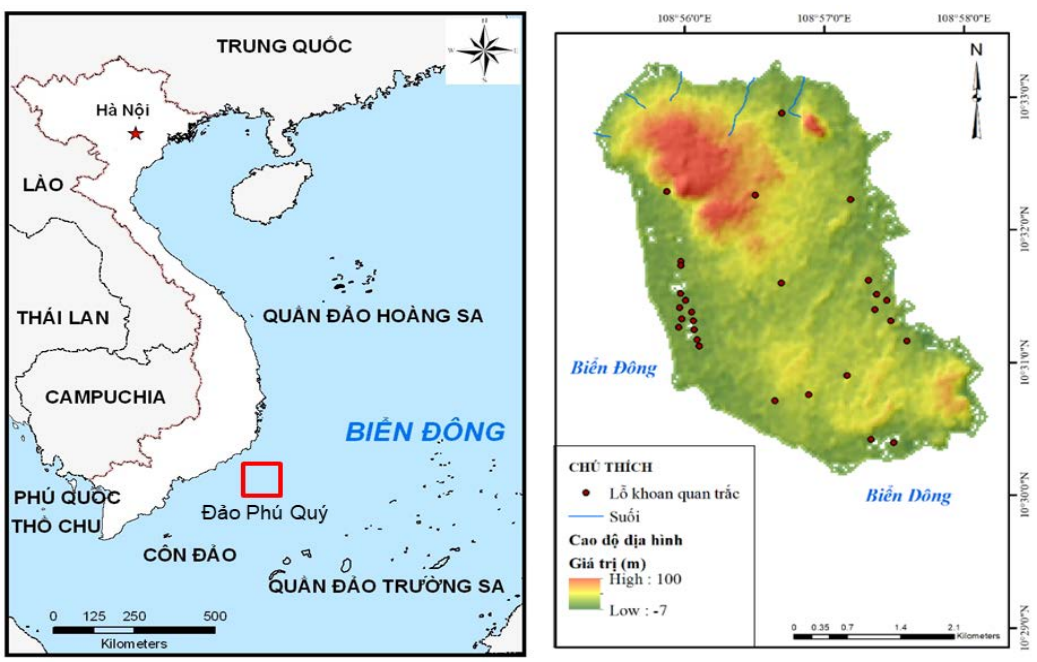
[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: haiauvtn@gmail.com

Mức độ dễ bị tổn thương thông qua chỉ số DRASTIC với trọng số cố định được sử dụng rộng rãi trong nhiều nghiên cứu nhưng không hoàn toàn phù hợp với điều kiện địa chất, tự nhiên thực tế của các khu vực khác nhau. Nhiều công trình nghiên cứu trên thế giới đã ứng dụng các phương pháp tính trọng số khác nhau phù hợp với điều kiện khu vực nghiên cứu. Một trong những phương pháp tính trọng số được ứng dụng trong những năm gần đây là phương pháp Entropy, đo lường được mức độ hiệu quả của thông tin và mức độ phân tán của dữ liệu [11], mang tính khách quan khi được tính toán dựa trên mức độ biến thiên của mỗi giá trị và phụ thuộc vào nguồn dữ liệu [12]. Phương pháp DRASTIC ứng dụng trọng số thay đổi theo phương pháp Entropy đang là xu hướng trên toàn thế giới, tiêu biểu như Trung Quốc [3, 13], Ấn Độ [14] và Iran [15] cho thấy cách tiếp cận mới vẫn được tính toán dựa trên 7 thông số cố định nhưng kết quả của phương pháp DRASTIC cổ điển lại được cải thiện đáng kể và chặt chẽ hơn. Kết quả nghiên cứu phản ánh ảnh hưởng của điều kiện địa chất thủy văn, cấu trúc đất và yếu tố địa hình liên quan trực tiếp đến nguy cơ tiềm ẩn gây suy giảm chất lượng nước dưới đất.

Việc nghiên cứu sử dụng chỉ số DRASTIC đánh giá mức độ dễ tổn thương của tầng chứa nước được nhiều nhà nghiên cứu tại Việt Nam quan tâm để đánh giá độ nhạy cảm của nước dưới đất [16, 17], mức độ dễ tổn thương, liên quan đến sự di chuyển và phân tán của chất bẩn vào nước dưới đất [18]. Tuy nhiên, các đánh giá chỉ tập trung vào việc tính toán đại số theo phương pháp DRASTIC cổ điển, với trọng số của từng thông số được cố định theo công thức gốc của Aller và cộng sự (1987), chưa thể hiện rõ cái nhìn trực quan về mức độ dễ bị tổn thương với nước dưới đất trong khu vực.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Khu vực được chọn cho nghiên cứu này là huyện đảo Phú Quý thuộc tỉnh Bình Thuận, nằm ở Biển Đông, cách thành phố Phan Thiết 120 km về phía Đông Nam, có diện tích khoảng 16 km^2,

nằm trong vùng khí hậu Nam Biển Đông. Địa hình đảo không bị phân cắt, có dạng đồi núi ở khu vực phía Bắc và khu vực đất đồng bằng ở khu vực phía Nam, được hình thành chủ yếu từ các trầm tích tuổi Đệ tứ phân bố ở độ sâu từ 0 đến 100 m. Tầng chứa nước Bazan Pleistocen trung – thượng (βQ_1^{2-3}) trong khu vực nghiên cứu là tầng chứa nước quan trọng, là nguồn cung cấp chính phục vụ khai thác nước, sử dụng cho ăn uống, sinh hoạt và các hoạt động khác với phân bố rộng khắp vùng đảo Phú Quý có độ sâu dao động đến 60 m, bề tầng chứa nước thay đổi từ 18 đến 60 m, với nhu cầu cấp nước đến năm 2020 là 19.246,50 m^3/ngày. Đây là tầng chứa nước với nhiều diện lộ tại khu vực trung tâm đảo, độ sâu tới mái tầng chứa nước thay đổi trung bình 13 m, được bổ cập bởi lượng mưa thấm trực tiếp từ vùng lộ và các tầng chứa nước nằm trên. Thành phần thạch học chủ yếu của tầng chứa nước Bazan Pleistocen trung – thượng (βQ_1^{2-3}) gồm bazan olivin, bazan pyroxen, tuf.

Trong nghiên cứu này, số liệu tính toán được thu thập từ 28 lỗ khoan quan trắc khu vực nghiên cứu, vị trí các giếng quan trắc được trình bày trong sơ đồ vị trí ở Hình 1. Ngoài ra, bản đồ trong nghiên cứu được thực hiện bằng phần mềm ArcGIS 10.4.1, phương pháp nội suy khoảng cách trọng số nghịch đảo (IDW) được áp dụng trong nghiên cứu đánh giá và vùng nghiên cứu được xây dựng bản đồ ở vùng UTM 48N.

2.2. Phương pháp trọng số Entropy

Các bước tính trọng số Entropy được tính theo Wang Wei và cộng sự [19]. Giả sử có *m* giá trị cần đánh giá (i = 1,2, … m). Mỗi mẫu có *n* thông số ước tính (j = 1,2, … n). Theo dữ liệu quan sát, ma trận ban đầu X là giá trị riêng của chỉ số đánh giá dựa trên dữ liệu gốc có thể được xây dựng:

$$X = [x_{11}\, x_{12}\, .x_{1n}\;\; x_{21}\, .x_{m1}\;\; x_{22}\, .x_{m2}\;\; .x_{2n}\;\; .\;\;\; .\;\;\; .x_{mn} \qquad] \tag{1}$$

Tiền xử lý dữ liệu được áp dụng để loại bỏ tác động của các đơn vị khác nhau, các chỉ số đặc trưng và các loại chất lượng khác nhau. Theo đặc điểm của các chỉ số đánh giá khác nhau (Giá trị càng lớn thì điểm xếp hạng càng thấp, bao gồm 02 thông số D và T; giá trị càng nhỏ thì điểm càng thấp, bao gồm các thông số R, A, S, I và C). Sau khi phân loại từng thông số đánh giá, ma trận giá trị của thông số đánh giá thu được như sau:

$$X' = (x'_{ij})_{m\times n} \tag{2}$$

Tính toán Entropy

Tính điều kiện chỉ số đánh giá thứ *i*, tỷ lệ của giá trị đặc trưng của mẫu đánh giá thứ *j* trong tất cả các chỉ số thứ *i* được tính như sau:

$$p_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} x'_{ij}} \tag{3}$$

Đối với *m* giá trị và *n* đối tượng để đánh giá, Entropy của chỉ số đánh giá thứ *i* được xác định như sau:

$$e_j = -\frac{1}{mn}\sum_{i=1}^{n} p_{ij}.ln(p_{ij}) \tag{4}$$

Nếu p_{ij} có cùng giá trị, khi đó giá trị Entropy của từng tiêu chí là giá trị lớn nhất (e_j = 1). Nếu p_{ij} = 0 thì $p_{ij}.ln(p_{ij})$ cũng nhận giá trị 0 [20].

Tính trọng số Entropy

Trọng số Entropy của thông số đánh giá *i* được tính theo công thức sau:

$$\omega_i = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^{m} (1 - e_j)} \quad (5)$$

2.3. DRASTIC theo trọng số Entropy

Bước đầu tiên để tính DRASTIC theo trọng số Entropy là xác định thang đánh giá cho từng thông số. DRASTIC với trọng số Entropy được tính theo công thức dưới đây:

$$D_i = D_{e\omega}.D_r + R_{e\omega}.R_r + A_{e\omega}.A_r + S_{e\omega}.S_r + T_{e\omega}.T_r + I_{e\omega}.I_r + C_{e\omega}.C_r \quad (6)$$

Trong đó, D, R, A, S, T, I, C tương ứng với độ sâu mái tầng chứa nước, lượng bổ cập, thành phần tầng chứa nước, thành phần đất, địa hình, tác động của đới thông khí và hệ số thấm, r và $e\omega$ đại diện cho thứ bậc và trọng số được gán cho từng thông số tương ứng theo phương pháp Entropy.

Bảng 1. Xếp hạng của các thông số DRASTIC [2]

Thông số		Các bậc	Điểm của bậc
D - Độ sâu tới mái tầng chứa nước (m)	Thông số D là khoảng cách theo giá trị tuyệt đối từ mặt đất đến mực dưới đất [2]. Độ sâu của mái tầng chứa nước càng nông (độ sâu từ 5 đến 80 m dưới bề mặt [21]) thì tầng chứa nước càng dễ bị tổn thương.	0 - 1,5	10
		1,5 - 3	9
		4,5 - 9	7
		9 - 15	5
R - Lượng bổ cập (mm)	Giá trị bổ cập của tầng chứa nước liên quan đến lượng mưa, nước chảy tràn bề mặt và độ sâu mái tầng chứa nước.	0-51	1
		> 254	9
A- Thành phần của tầng chứa nước	Thành phần tầng chứa nước kiểm soát tốc độ tiếp xúc chất gây ô nhiễm từ bề mặt với nước trong tầng. Số lượng và cấp độ hạt của vật liệu tầng chứa nước ảnh hưởng đến quá trình vận chuyển chất bẩn. Kích thước hạt càng lớn, càng có nhiều vết nứt hoặc khe hở, thì tính thấm càng cao và khả năng hạn chế các chất gây ô nhiễm càng thấp, tỷ lệ thuận với tính dễ bị tổn thương của nước dưới đất [21].	Đá bazan	9
S - Thành phần của lớp phủ	Loại đất kiểm soát khả năng di chuyển của các chất gây ô nhiễm vào tầng chứa nước. Độ dày, kết cấu và cấu trúc của đất ảnh hưởng đến tốc độ nước thấm qua bề mặt và thời gian chất gây ô nhiễm ngấm vào đất.	Sét pha	5
		Cát	9
T - Độ dốc địa hình (%)	Độ dốc của bề mặt đất kiểm soát khả năng chất gây ô nhiễm được vận chuyển theo dòng chảy hay lưu lại trên bề mặt đủ lâu để ngấm vào tầng chứa nước [2]. Các khu vực bằng phẳng, độ dốc thấp có xu hướng làm chậm dòng chảy, giữ nước trong thời gian dài, cho phép lượng nước thấm và bổ cập nhiều hơn vào nước dưới đất. Do đó, độ dốc thấp được xác định giá trị xếp hạng cao và ngược lại.	0 - 2	10
		2 - 6	9
		6 - 12	5
		12 - 18	3
		> 18	1
I - Tác động của đới thông khí	Đới thông khí ảnh hưởng đến khả năng tầng chứa nước bị chất gây ô nhiễm tác động tương tự như thành phần tầng chứa nước, tùy thuộc	Cát và sạn	8

Thông số		Các bậc	Điểm của bậc
	vào độ thấm của đới và các đặc tính suy giảm của môi trường [1]. Đới thông khí có thể có tác động lớn đến chuyển động của nước nếu thành phần của đới được cấu tạo bởi vật liệu dễ thấm, tính thấm cao thì dẫn đến mức độ xếp hạng dễ bị tổn thương cao.	sỏi sạch	
		Bazan	9
(C) Hệ số thấm (m/ngày đêm)	Hệ số thấm được mô tả dưới dạng vật liệu tầng chứa nước [1]. Tốc độ dòng chảy của nước dưới đất trong tầng chứa nước kiểm soát tốc độ di chuyển của chất bẩn, độ dẫn thủy lực cao thì khả năng tầng chứa nước có tính dễ bị tổn thương cao. Khi hệ số thấm tăng, tốc độ vận chuyển các chất gây ô nhiễm tăng, làm tăng tính dễ bị tổn thương của tầng chứa nước, do đó giá trị xếp hạng tính dễ gây tổn thương cao [21].	0 - 4	1
		4 - 12	2

Mức độ phân vùng dễ bị tổn thương nước dưới đất theo chỉ số DRASTIC với trọng số Entropy được phân thành năm mức độ, từ vùng dễ tổn thương rất thấp, đến vùng dễ tổn thương rất cao theo Bảng 2.

Bảng 2. Tiêu chuẩn phân vùng dễ bị tổn thương theo DRASTIC với trọng số Entropy [19]

DRASTIC với trọng số Entropy	Loại phân vùng
1 – 2	Vùng dễ tổn thương rất thấp
2,001 – 4	Vùng dễ tổn thương thấp
4,001 – 6	Vùng dễ tổn thương trung bình
6,001 – 8	Vùng dễ tổn thương cao
8,001 – 10	Vùng dễ tổn thương rất cao

2.4. Hệ thống thông tin địa lý (GIS)

Kỹ thuật GIS được sử dụng thành lập các bản đồ phân bố không gian của từng thông số thành phần DRASTIC bằng cách nội suy không gian theo thuật toán nghịch đảo có trọng số khoảng cách (IDW) từ phần mềm ArcGIS 10.4.1, bản đồ phân vùng tính dễ bị tổn thương nước dưới đất được chồng theo công thức sau [22]:

$$M_D = \sum MD_i \quad (7)$$

trong đó MD_i: Tổng các lớp thông số thành phần.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Trọng số Entropy

Kết quả tính toán dựa vào bộ số liệu của 28 lỗ khoan quan trắc tại đảo Phú Quý đã thu được bộ trọng số Entropy của các thông số thành phần DRASTIC, thể hiện rất rõ mức độ quan trọng của các thông số thành phần của khu vực nghiên cứu (Bảng 3). Từ bộ trọng số Entropy của các thông số trong mô hình DRASTIC cho thấy các xếp hạng tương đối dựa trên mức độ quan trọng, chiếm ưu thế của các thông số phụ thuộc vào dữ liệu địa chất, đơn vị thạch học, đơn vị tầng chứa nước thay vì các xếp hạng được chỉ định [3].

Bảng 3. Trọng số Entropy của các thông số trong mô hình DRASTIC

Thông số	Trọng số Entropy
D - Độ sâu mái tầng chứa nước	0,1287
R- Lượng bổ cập	0,2157
A - Thành phần tầng chứa nước	0,1254
S - Thành phần đất	0,1334
T - Địa hình	0,1355
I - Tác động của đới thông khí	0,1257
S - Hệ số thấm	0,1355

3.2. Các lớp thông số thành phần

Việc đánh giá tính dễ bị tổn thương của tầng chứa nước với các chất gây ô nhiễm rất quan trọng để có giải pháp đảm bảo an toàn nguồn nước dưới đất [7]. Chỉ số DRASTIC được áp dụng để phân vùng dễ bị tổn thương tầng chứa nước tại đảo Phú Quý được xác định dựa trên 07 thông số thành phần: Độ sâu đến mái tầng chứa nước (D), Lượng bổ cập (R), Thành phần tầng chứa nước (A), Thành phần lớp phủ (S), Địa hình (T), Tác động của đới thông khí (I) và Hệ số thấm (C). Các lớp thông số thành phần DRASTIC được chuyển sang môi trường kỹ thuật số trong phần mềm ArcGIS. Từng bản đồ thông số được tạo bằng phương pháp nội suy trọng số khoảng cách nghịch đảo (IDW) dựa trên việc gán giá trị điểm cho dữ liệu không gian. Các lớp thông số thành phần được tổng hợp trên nền tảng GIS thành một lớp, đại diện cho khu vực nghiên cứu được mô tả từ Hình 2a - 2g.

Độ sâu đến mái tầng chứa nước (D) là một trong những thông số quan trọng xác định tính dễ bị tổn thương của nước dưới đất, đại diện cho khoảng cách mà chất bẩn di chuyển qua trước khi đến mực nước dưới đất [2]. Khu vực nghiên cứu có độ sâu đến mái tầng chứa nước phân bố không đều, thay đổi từ 0 đến hơn 13 m (Hình 2a), lộ trên bề mặt tại các điểm trung tâm đảo.

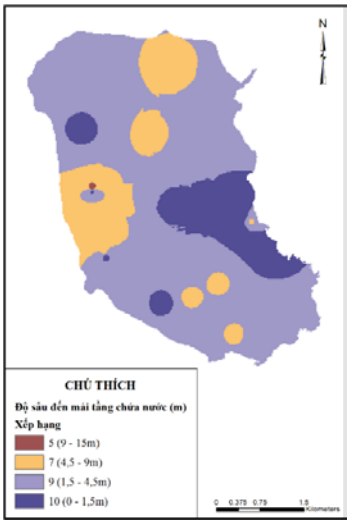
Lượng nước hàng năm xuyên qua tầng chứa nước sau khi thấm vào bề mặt đất được gọi là Lượng bổ cập (R) [7]. Độ dốc mặt đất, lượng mưa và độ thấm của đất là những yếu tố ảnh hưởng đến quá trình bổ cập tầng chứa nước [23]. Lượng bổ cập cho tầng chứa nước trong khu vực được phân thành 02 cấp theo Bảng 1. Các khu vực có lượng bổ cập > 254 mm chiếm khoảng 31 % diện tích khu vực nghiên cứu, chủ yếu tại những vùng có diện lộ của tầng chứa nước, các khu vực còn lại có lượng bổ cập < 51 mm chiếm 69 % khu vực (Hình 2b).

Sự thay đổi của thành phần thạch học liên quan đến mức độ nhạy cảm của tầng chứa nước, được đánh giá và ấn định các giá trị xếp hạng theo Bảng 1. Bazan là thành phần chiếm ưu thế của môi trường chứa nước trong khu vực nghiên cứu và được xếp hạng 9 tương ứng cấp độ hạt thô theo Bảng 1 (Hình 2c).

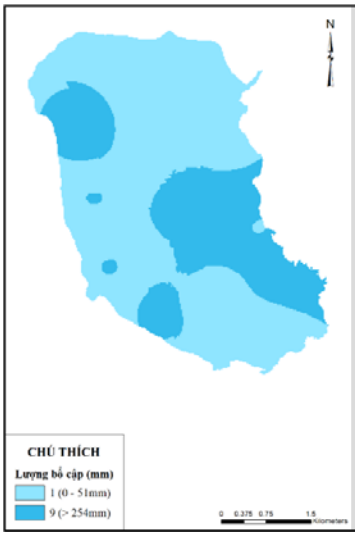
Lớp đất phủ là phần phong hóa của đới thông khí. Thành phần đất phủ (S) có ảnh hưởng đến khả năng các chất gây ô nhiễm di chuyển vào đới thông khí của tầng chứa nước [7]. Đất trong khu vực nghiên cứu có thành phần chủ yếu là sét pha và cát với giá trị xếp hạng của lớp đất phủ thay đổi từ 8 đến 9 theo Bảng 1. Xếp hạng cao được phân bổ cho cát, có tính thấm cao theo tỷ lệ 21 % diện tích, bao quanh đảo. Xếp hạng thấp cho đất ít thấm hơn, đồng nghĩa là khả năng các chất ô nhiễm xâm nhập vào lớp bề mặt thấp hơn, cụ thể là đất thịt, chiếm khoảng 79 % diện tích khu vực nghiên cứu và như được mô tả trong Hình 2d.

Các giá trị thấm của tầng chứa nước tại khu vực nghiên cứu có giá trị nằm trong khoảng 0 – 10,60 m/ngày được chia thành 02 phân cấp khác nhau theo Bảng 1. Phạm vi hệ số thấm từ 0 đến 4 m/ngày là giá trị phổ biến nhất, bao gồm gần toàn bộ khu vực nghiên cứu, chiếm 82 % diện tích và

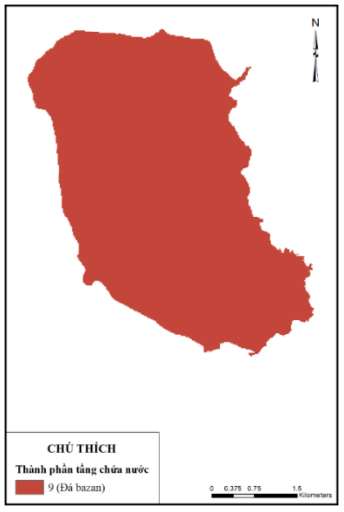
chỉ 18 % khu vực có hệ số thấm dao động từ 4 đến 12 m/ngày (Hình 2g). Trong nghiên cứu này, bản đồ phần trăm độ dốc (T) của khu vực nghiên cứu được tạo ra thông qua dữ liệu Mô hình số độ cao (DEM). Khu vực nghiên cứu có độ dốc được phân thành 5 cấp khác nhau, xếp hạng thay đổi từ 10 đến 1 tương ứng theo Bảng 1. Ở các khu vực có độ dốc lớn ít bị tác động hơn do lượng nước chảy tràn lớn, lượng thấm nhỏ. Ngược lại, các khu vực có độ dốc thấp, lượng nước sẽ được dự trữ trên bề mặt với thời gian dài, do đó có xu hướng ô nhiễm lớn hơn [7]. Khu vực có độ dốc < 6 %, gần như bằng phẳng đại diện cho khoảng 60 % diện tích khu vực nghiên cứu, độ dốc trên 6% chiếm 40 % diện tích, tại các khu vực Núi Cấm, Cao Cát lần lượt được xếp hạng theo Bảng 1 (Hình 2e).



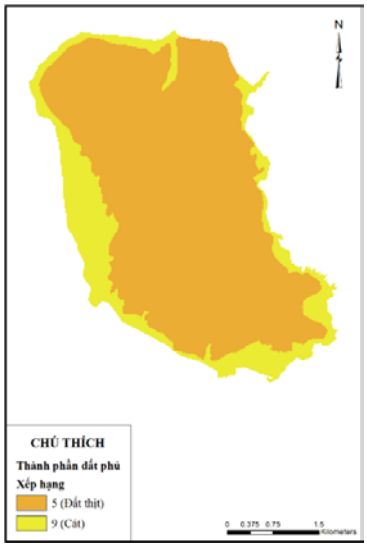
(a)



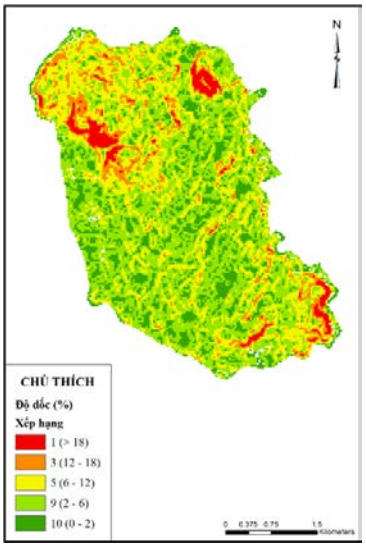
(b)



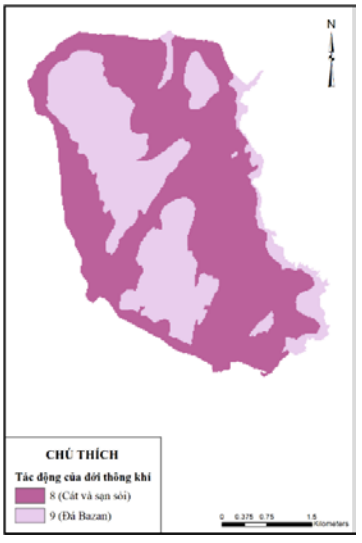
(c)



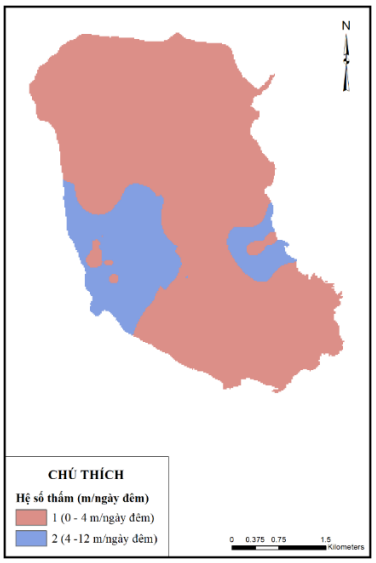
(d)



(e)



(f)



(g)

Ghi chú:

(a) *Độ sâu đến mái tầng chứa nước;*

(b) *Lượng bổ cập;*

(c) *Thành phần tầng chứa nước;*

(d) *Thành phần lớp phủ;*

(e) *Địa hình;*

(f) *Tác động của đới thông khí;*

(g) *Hệ số thấm*

Hình 2. Bản đồ phân bố không gian của bảy thông số của chỉ số DRASTIC

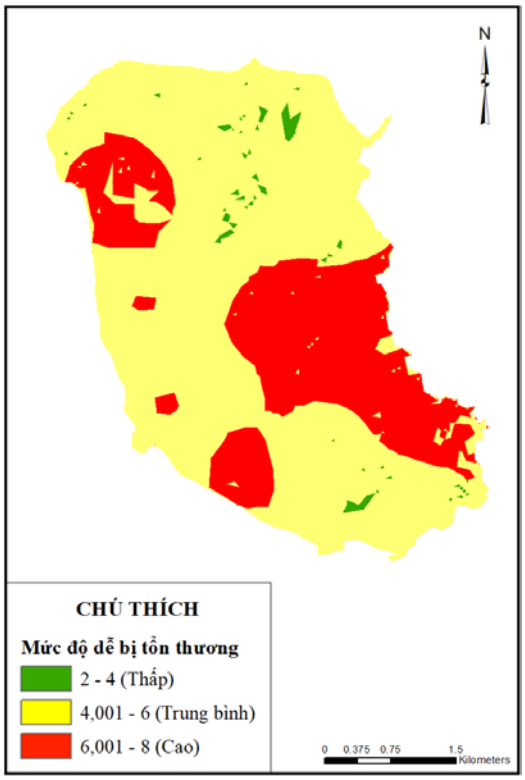
Đới thông khí (I) là vùng nằm giữa lớp đất phủ và mực nước dưới đất, không bão hòa hoặc bão hòa không liên tục [21]. Đới không bão hòa của vùng thấm được thành lập bản đồ như trong Hình 2f với các đơn vị địa chất khu vực bao gồm cát và bazan được xếp hạng theo Bảng 1. Môi trường vùng không bão hòa chiếm 2/3 diện tích, khoảng 63 %, khu vực nghiên cứu có thành tạo bởi lớp cát, còn lại là bazan với khoảng 37 %.

3.3. DRASTIC với trọng số Entropy

Tính dễ bị tổn thương của nước dưới đất được thực hiện bằng chỉ số DRASTIC với trọng số Entropy trong cơ sở dữ liệu không gian địa lý ArcGIS có giá tối đa là 10 và giá trị nhỏ nhất là 1 [34]. Giá trị phân vùng dễ bị tổn thương của tầng chứa nước bazan Pleistocen trung – thượng tại khu vực nghiên cứu nằm trong khoảng từ 3,66 đến 7,38 và được chia thành 03 mức độ nhạy cảm là thấp, trung bình và cao, được thể hiện trong bản đồ tính dễ bị tổn thương DRASTIC (Hình 3). Các khu vực Núi Cấm và trung tâm đảo cho thấy mức độ dễ bị tổn thương cao (6,001-8), khu vực phía Bắc xã Long Hải và một phần phía Nam đảo cho thấy mức độ dễ bị tổn thương thấp (2-4), các khu vực còn lại dễ bị tổn thương trung bình (4,001-6).

Dựa theo bản đồ phân vùng, khoảng 17,24 ha trong tổng diện tích nghiên cứu có mức độ dễ bị tổn thương của tầng chứa nước thấp, với chỉ số DRASTIC < 4. Khoảng 1.241 ha diện tích khu vực thuộc trong nhóm dễ bị tổn thương trung bình với giá trị DRASTIC nằm trong khoảng 4,001 đến 6. Và 510,60 ha trong tổng số diện tích khu vực nghiên cứu được xếp vào vùng dễ bị tổn thương cao, với giá trị DRASTIC > 6. Nguyên nhân khiến nguồn nước dưới đất khu vực này dễ bị tổn thương có thể là do tác động tổng hợp của thạch học bề mặt chủ yếu là đất thịt, cát, lượng bổ cập lớn và độ dốc thoải. Trong khi đó, chỉ 1 % diện tích khu vực nghiên cứu được xếp vào mức độ dễ bị tổn thương thấp. Điều này có thể được giải thích bằng các thông số làm giảm khả năng tầng chứa nước bị tác động, bao gồm lượng bổ cập thấp và độ dốc lớn nên nước dưới đất tầng nông khó bị tác động. Tầng chứa nước có mức độ dễ bị tổn thương trung bình phân bố rộng nhất, gần như toàn huyện đảo Phú Quý, chiếm 70 % khu vực. Nói chung, chỉ số DRASTIC đã được mở rộng trọng số

của mỗi thông số thành phần trong chỉ số DRASTIC thông qua phương pháp Entropy, dựa trên bộ dữ liệu phù hợp với điều kiện khu vực.



Hình 3. Bản đồ chỉ số DRASTIC theo trọng số Entropy

4. KẾT LUẬN

Nước dưới đất tầng bazan Pleistocen trung - thượng huyện đảo Phú Quý được đánh giá bằng phương pháp DRASTIC trong môi trường GIS là một công cụ hiệu quả đánh giá, phân vùng trực quan về mức độ dễ bị tổn thương của nước dưới đất. Hơn nữa, bộ dữ liệu xếp hạng các đặc điểm địa chất, địa chất thủy văn khu vực được sử dụng để xây dựng bộ trọng số nâng cao theo phương pháp Entropy, làm tăng tính khách quan dựa trên mức độ biến thiên của mỗi giá trị. Phản ánh ảnh hưởng của độ lượng bổ cập, thành phần lớp phủ và độ dốc bề mặt đến đặc tính chống nhiễm bẩn của nước dưới đất khu vực. Dựa trên kết quả của chỉ số DRASTIC theo trọng số Entropy, khu vực nghiên cứu đã được phân biệt thành ba (03) mức độ dễ bị tổn thương thấp, trung bình và cao với chất gây ô nhiễm tầng chứa nước, lần lượt chiếm 1 %, 70 % và 29 % khu vực nghiên cứu.

Các kết quả này giúp nhà quản lý hiểu rõ hơn về chất lượng nước tầng bazan Pleistocen trung – thượng trên địa bàn đảo Phú Quý. Từ đó đưa ra các vị trí phải có mức độ ưu tiên cao về bảo vệ và ngăn ngừa ô nhiễm, các chiến lược quản lý và bảo vệ tầng chứa nước trong khu vực.

Lời cảm ơn

Tác giả xin cảm ơn sự hỗ trợ dữ liệu từ phòng Tài nguyên nước và Khoáng sản - Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bình Thuận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sener Erhan, Sener Sehnaz and Davraz Aysen, (2009). "Assessment of aquifer vulnerability based on GIS and DRASTIC methods: a case study of the Senirkent-Uluborlu Basin (Isparta, Turkey)", *Hydrogeology Journal*, ISSN: 1431-2174; 1435-0157, 17(8), 2023-2035.
2. Aller Linda, Bennett Truman, Lehr Jay H. and Petty Rebecca J., (1985). "DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings".
3. Yu Cheng, Zhang Baoxiang, Yao Yingying, Meng Fanhai and Zheng Chunmiao, (2012). "A field demonstration of the entropy-weighted fuzzy DRASTIC method for groundwater vulnerability assessment", *Hydrological Sciences Journal*, ISSN: 0262-6667; 2150-3435, 57(7), 1420-1432.
4. Al Hallaq Akram Hassan and Elaish Basheer Sofyan Abu, (2011). "Assessment of aquifer vulnerability to contamination in Khanyounis Governorate, Gaza Strip-Palestine, using the DRASTIC model within GIS environment", *Arabian Journal of Geosciences*, ISSN: 1866-7511; 1866-7538, 5(4), 833-847.
5. Al-Rawabdeh Abdulla M., Al-Ansari Nadhir A., Al-Taani Ahmed A. and Knutsson Sven, (2013). "A GIS-Based Drastic Model for Assessing Aquifer Vulnerability in Amman-Zerqa Groundwater Basin, Jordan", *Engineering*, ISSN: 1947-3931; 1947-394X, 05(05), 490-504.
6. Venkatesan G., Pitchaikani S. and Saravanan Subbarayan, (2019). "Assessment of Groundwater Vulnerability Using GIS and DRASTIC for Upper Palar River Basin, Tamil Nadu", *Journal of the Geological Society of India*, ISSN: 0016-7622; 0974-6889, 94(4), 387-394.
7. Maqsoom Ahsen, Aslam Bilal, Khalil Umer, Ghorbanzadeh Omid, Ashraf Hassan, Faisal Tufail Rana, Farooq Danish and Blaschke Thomas, (2020). "A GIS-based DRASTIC Model and an Adjusted DRASTIC Model (DRASTICA) for Groundwater Susceptibility Assessment along the China–Pakistan Economic Corridor (CPEC) Route", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, ISSN: 2220-9964, 9(5).
8. Jafari Seyedeh Mahboobeh and Nikoo Mohammad Reza, (2016). "Groundwater risk assessment based on optimization framework using DRASTIC method", *Arabian Journal of Geosciences*, ISSN: 1866-7511; 1866-7538, 9(20), 742-755.
9. Neshat Aminreza and Pradhan Biswajeet, (2017). "Evaluation of groundwater vulnerability to pollution using DRASTIC framework and GIS", *Arabian Journal of Geosciences*, ISSN: 1866-7511; 1866-7538, 10(22), 501-508.
10. Nahin Khadiza Tul Kobra, Basak Rony and Alam Rafiul, (2019). "Groundwater Vulnerability Assessment with DRASTIC Index Method in the Salinity-Affected Southwest Coastal Region of Bangladesh: A Case Study in Bagerhat Sadar, Fakirhat and Rampal", *Earth Systems and Environment*, ISSN: 2509-9426; 2509-9434, 4(1), 183-195.
11. Shannon C. E., (1948). "A mathematical theory of communication ", *Bell system technical journal* 17(3), 379-423.
12. Yan Han and Zou Zhihong, (2014). "Water Quality Evaluation Based on Entropy Coefficient and Blind Number Theory Measure Model", *Journal of Networks*, ISSN: 1796-2056, 9(7).

13. Wei Wang, Wenxu Wang, Lin Zhu, Rui Cheng, Lishan Meng, Sheming Chen and Futian Liu, (2021). "Application of DRASTIC Entropy Weight Model Method in Groundwater Vulnerability Evaluation in Ordos Area", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* ISSN: 1755-1307; 1755-1315, 702(1), 012058-012065.

14. Mondal N. C., Adike S. and Ahmed S., (2018). "Development of entropy-based model for pollution risk assessment of hydrogeological system", *Arabian Journal of Geosciences,* ISSN: 1866-7511; 1866-7538, 11(14).

15. Torkashvand M., Neshat A., Javadi S. and Yousefi H., (2021). "DRASTIC framework improvement using Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) and combination of Genetic Algorithm and Entropy", *Environ Sci Pollut Res Int,* ISSN: 1614-7499 (Electronic); 0944-1344 (Linking), 28(34), 46704-46724.

16. Nguyễn Đình Tiến, Hoàng Ngô Tự Do (2006). "Đánh giá độ nhạy cảm nhiễm bẩn nước dưới đất ở thành phố Huế và vùng phụ cận".

17. Trần Thị Phi Oanh, Nguyễn Việt Kỳ, Trần Quốc Dũng, Hồ Chí Thông, (2016). "Hiện trạng và rủi ro nguồn nước sử dụng cho sinh hoạt tại huyện Củ Chi, Thành Phố Hồ Chí Minh", *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, 19, 122-130.

18. Nguyễn Công Tài, (2018). "Đánh giá mức độ dễ bị tổn thương với nhiễm bẩn của các tầng chứa nước trên địa bàn tỉnh Đồng Nai", *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất*, 59(3), 64-70.

19. Wei Wang, Wenxu Wang, Lin Zhu, Rui Cheng, Lishan Meng, Sheming Chen and Futian Liu, (2021). "Application of DRASTIC Entropy Weight Model Method in Groundwater Vulnerability Evaluation in Ordos Area", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* ISSN: 1755-1307; 1755-1315, 702(1).

20. Wang Bin, Teng Yanguo, Wang Huiqun, Zuo Rui, Zhai Yuanzheng, Yue Weifeng and Yang Jie, (2020). "Entropy weight method coupled with an improved DRASTIC model to evaluate the special vulnerability of groundwater in Songnen Plain, Northeastern China", *Hydrology Research,* ISSN: 0029-1277; 2224-7955, 51(5), 1184-1200.

21. Victorine Neh Akenji, Ako Ako Andrew, Richard Ayuk Akoachere and Hosono Takahiro, (2015). "DRASTIC-GIS model for assessing vulnerability to pollution of the phreatic aquiferous formations in Douala–Cameroon", *Journal of African Earth Sciences,* ISSN: 1464343X, 102, 180-190.

22. B A. Elubid, Huag T., E H. Ahmed, Zhao J., K M. Elhag, Abbass W. and M M. Babiker, (2019). "Geospatial Distributions of Groundwater Quality in Gedaref State Using Geographic Information System (GIS) and Drinking Water Quality Index (DWQI)", *Int J Environ Res Public Health,* ISSN: 1660-4601 (Electronic); 1660-4601 (Linking), 16(5).

23. Ouedraogo I., Defourny P. and Vanclooster M., (2016). "Mapping the groundwater vulnerability for pollution at the pan African scale", *Sci Total Environ,* ISSN: 1879-1026 (Electronic); 0048-9697 (Linking), 544, 939-53.

APPLICATION OF GIS AND DRASTIC METHOD FOR VULNERABILITY ZONING IN PHU QUY ISLAND, BINH THUAN PROVINCE

Nguyen Hai Au [1*], Tat Hong Minh Vy[1], Nguyen Anh Quoc[2]

[1]*The Institute for Environment and Resources, Vietnam National University Ho Chi Minh, 142 To Hien Thanh, District 10, Ho Chi Minh City*

[2]*Division of Water Resource and Mineral, Binh Thuan Department of Natural Resources and Environment, 15 Nguyen Tat Thanh, Phan Thiet, Binh Thuan*

ABSTRACT

Groundwater aquifers in islands are at high risk of vulnerability due to human activities including the exploitation and use of groundwater sources, the discharge of wastes into the soil environment, the changes in land cover, and the process of groundwater recharge. In this study, the DRASTIC index model with optimized Entropy weights technique in combination with GIS were applied for the assessment of groundwater vulnerability in the basalt aquifer of Phu Quy Island. The Entropy weights were calculated from the collected data of monitoring boreholes in the study area to demonstrate the objectivity of the study area vulnerability. The research results could be divided into three categories: the low, medium and high vulnerability zones, accounting for 1 %, 70 % and 29 % of the total study area, respectively. In addition, the results also showed that areas with exposed aquifers or shallow aquifer roofs with poor coverage rates, and extensive mining activities constitute a high-risk index for groundwater vulnerability. This study suggests that the DRASTIC index model in association with GIS is a useful tool to support policy making toward the sustainable use of groundwater resources in islands.

Keywords: Entropy weight, DRASTIC, Phu Quy Island.

*Corresponding author, email address: haiauvtn@gmail.com

Doi: 10.15625/vap.2022.0190

XÁC ĐỊNH RANH GIỚI XÂM NHẬP MẶN THEO KẾT QUẢ ĐO ĐỊA VẬT LÝ: NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH TẠI KHU VỰC HUYỆN ĐẤT ĐỎ, TỈNH BÀ RỊA - VŨNG TÀU

Phạm Thị Tuyết Nhi[1], Nguyễn Hải Âu[1*], Nguyễn Hoàng Thành[1], Hoàng Thị Thanh Thủy[2]

[1] Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia Hồ Chí Minh
142, Tô Hiến Thành, Phường 14, Quận 10, Thành phố Hồ Chí Minh

[2] Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Phương pháp đo sâu điện đối xứng liên tục đều (hay còn gọi là đo ảnh điện) là phương pháp địa vật lý có hiệu quả trong nghiên cứu xâm nhập mặn nước dưới đất. Bài báo trình bày kết quả xác định ranh mặn - nhạt của khu vực huyện Đất Đỏ dựa trên trên cơ sở giải đoán ranh giới các lớp điện trở suất của 3 tuyến đo. Kết quả đã xác nhận có sự thay đổi ranh mặn - nhạt so với ranh mặn được Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh xác định năm 2009. Sự dịch chuyển ranh mặn - nhạt về phía nước nhạt lần lượt là 800, 600 và 550 m đối với các tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Holocen (qh); Pleistocen giữa – trên (qp_{2-3}), Pliocen (n_2^2) và Mesozoi (ms). Đặc biệt, khu vực cánh đồng Bưng được xem là nơi thường xuyên bị tác động bởi ranh nhiễm mặn đã ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động kinh tế - xã hội.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, nước dưới đất, Pleistocene, xâm nhập mặn, ảnh điện.

1. MỞ ĐẦU

Theo kịch bản BĐKH và mực nước biển dâng cho Việt Nam do Bộ Tài Nguyên và Môi trường xây dựng và công bố mới nhất (năm 2016) đã dự báo nguy cơ ngập nếu mực nước biển dâng 100 cm là 5 % diện tích đối với tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu nói chung và 1 % tại huyện Đất Đỏ nói riêng. Kết quả thực hiện nhiệm vụ "Thực hiện đánh giá khí hậu tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu" do Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu chủ trì thực hiện năm 2020 [1] đã đánh giá tại huyện Đất Đỏ vào mùa mưa nhiệt tăng cao ở mức 0,893 - 0,901 ºC và nhiệt độ trung bình cả năm tăng 0,872 - 0,9 ºC, thống kê ngập theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 cho thấy huyện Đất Đỏ có tỉ lệ ngập khoảng 0,3 %. Một phần đường ống cấp nước tại huyện Đất Đỏ bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn một phần đáng chú ý là đoạn cửa Lộc An.

Mực nước biển dâng sẽ dẫn đến hệ quả nước mặn có xu hướng ăn sâu vào các cửa sông, các tầng chứa nước dưới đất bị mặn hóa gây nguy cơ khan hiếm các nguồn nước nhạt phục vụ cho ăn uống sinh hoạt, sản xuất công nghiệp, tưới tiêu, nuôi trồng các loại thủy sản nước nhạt. Huyện Đất Đỏ là một trong các địa phương có ranh nhiễm mặn biến động thường xuyên của tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. Do đó, công tác điều tra, đánh giá nhiễm mặn các tầng chứa nước do tác động của BĐKH ở khu vực huyện Đất Đỏ là một trong những nhiệm vụ quan trọng nhằm đánh giá hiện trạng nhiễm mặn các tầng chứa nước, xác định các yếu tố gây nhiễm mặn, dự báo khả năng nhiễm mặn trong tương lai từ đó đề xuất các giải pháp quản lý, giảm thiểu tình trạng nhiễm mặn, bảo vệ tầng chứa nước.

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: haiauvtn@gmail.com

Trong nghiên cứu xâm nhập mặn nước dưới đất, phương pháp đo sâu điện và hiện nay đã nâng cấp thành phương pháp đo sâu đối xứng liên tục đều (hay còn gọi là đo ảnh điện) đã được sử dụng phổ biến. Trong 15 năm qua, phương pháp này đã được áp dụng phổ biến và đã chứng tỏ tính hiệu quả trong công tác nghiên cứu xâm nhập mặn. Khảo sát điện trở cho hình ảnh phân bố điện trở suất dưới bề mặt và có thể chuyển đổi thành hình ảnh địa chất [2-3] (Kazakis et al., 2016, Meyer et al. 2019). Điện trở suất của nước ngầm thay đổi từ 10 đến 100 ohm-m, tùy thuộc vào nồng độ muối hòa tan. Lưu ý điện trở suất thấp (khoảng 0,2 ohm-m) của nước biển do hàm lượng muối tương đối cao. Điều này làm cho phương pháp điện trở suất trở thành một kỹ thuật lý tưởng để lập bản đồ giao diện nước mặn và nước ngọt (ranh mặn) ở các khu vực ven biển. Phương pháp này có nhiều ưu thế so với nghiên cứu nhiễm mặn truyền thống như khoan lấy mẫu và phân tích hóa thường đòi hỏi phí cao, kỹ thuật phức tạp và thời gian [4-5] (Lee et al., 2002; Gao et al., 2018). Phương pháp điện trở suất 1D and 2D là phương pháp địa vật lý trong đó điện trở suất dưới bề mặt được xác định bằng cách sử dụng một cặp điện cực dòng điện và một cặp điện cực thế khác để đưa dòng điện vào đất một cách nhân tạo [6] (Hubbard and Rubin, 2002). Các phương pháp điện trở suất đo điện trở suất hình thành trong các đơn vị địa chất/địa chất thủy văn bằng thang đo Ωm [7-9] (Hasan et al., 2019, Kummar et al., 2021, Zarif et al., 2021). Ở Việt Nam, phương pháp thăm dò điện cũng đã được áp dụng và cho phép xác định được các cấu trúc địa chất, ranh giới tầng chứa nước, đới chứa nước, ranh giới nước mặn/nhạt trên cơ sở sự khác biệt về điện trở suất của các đối tượng này [10-12]. Hiện nay, trong Quy phạm hướng dẫn kỹ thuật thuật hiện cho các cơ quan chuyên môn thuộc Bộ TN&MT ranh giới mặn nhạt được xác định là 15 Ωm.

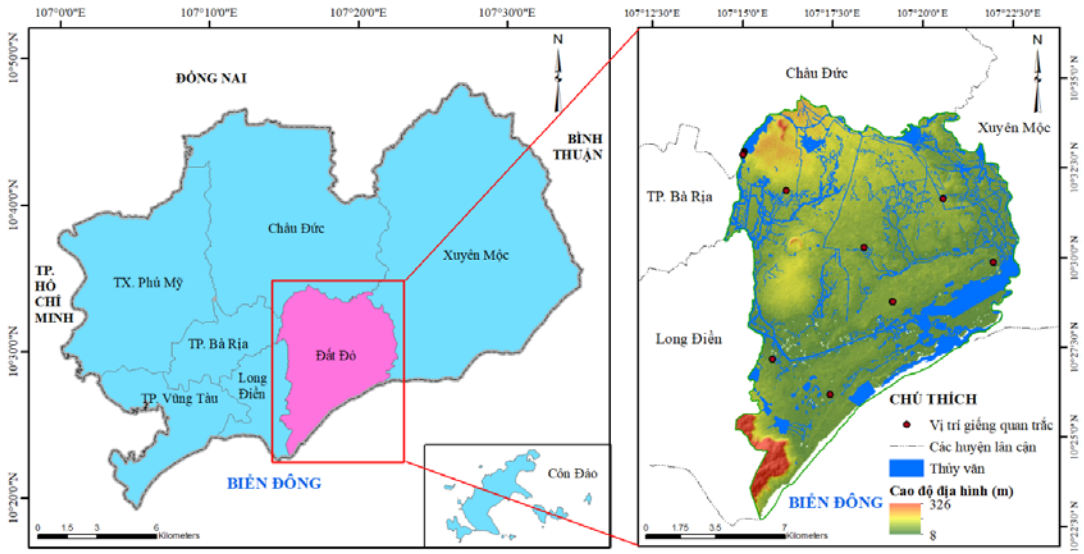
Kết quả quan trắc về chất lượng nước dưới đất của tại huyện Đất Đỏ giai đoạn từ 2012 đến 2019 đã cho thấy độ tổng khoáng hóa (TDS) trong phạm vi cho phép của quy chuẩn (QCVN 09-MT/2015/BTNMT). Nồng độ các thông số Sulfate (SO_4^{2-}), Clorua (Cl^-) và Florua (F^-) tuy vẫn nằm trong quy chuẩn cho phép, tuy nhiên hàm lượng các thông số trên khá cao, rất gần với ngưỡng cho phép và có xu hướng tăng. Điều này cho thấy chất lượng các tầng chứa nước dưới đất ngoài chịu sự tác động của hoạt động phát triển kinh tế - xã hội, còn bị tác động bởi quá trình lấn sâu biên mặn vào đất liền. Số liệu quan trắc về dao động mực nước mực nước trung bình theo mùa của tất cả các tầng chứa nước dưới đất trên địa bàn huyện Đất Đỏ có xu hướng giảm do hoạt động khai thác tăng theo phát triển KT-XH và lượng mưa thay đổi [13-17].

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Đất Đỏ là một huyện ven biển thuộc tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, gồm 06 xã, 02 thị trấn: thị trấn Đất Đỏ, thị trấn Phước Hải, xã Phước Long Thọ, xã Long Tân, xã Láng Dài, xã Lộc An, xã Phước Hội, xã Long Mỹ. Huyện Đất Đỏ có diện tích 18.974 ha, dân số 78.452 người [18], phía Đông giáp huyện Xuyên Mộc và Biển Đông, phía Tây giáp huyện Long Điền và thành phố Bà Rịa, phía Nam giáp biển Đông, phía Bắc giáp huyện Châu Đức. Đất Đỏ có địa hình bán trung du, là vùng đồi núi thấp, bậc thềm phù sa cổ và đồng bằng ven biển, có vùng đồng bằng phì nhiêu, xen giữa những ngọn đồi và núi. Sông Ray là con sông lớn trên địa bàn huyện Đất Đỏ. Sông Ray bắt nguồn từ nhiều con suối nhỏ thuộc vùng Tân Phong (Long Khánh) và núi Chứa Chan, chảy xuống phía Nam huyện Xuân Lộc, qua địa phận các huyện: Châu Đức, Xuyên Mộc, chảy qua miền đồng bằng trù phú của huyện Đất Đỏ với lưu vực 1.500 km^2 rồi đổ ra cửa biển Lộc An. Quan điểm phát triển của huyện là vùng chuyên canh lúa nước tập trung, năng suất cao tại các xã Láng Dài, Phước Hội và một phần tại các xã Long Tân, Phước Long Thọ; hình thành vùng chuyên canh cây hàng năm (rau xanh, đậu các loại, thuốc lá,...) tập trung ở các xã Phước Long Thọ, Láng Dài và 1 phần ở xã Phước

Hội, Lộc An, Long Tân và thị trấn Đất Đỏ, phát triển trồng cây ăn quả đặc sản tại các xã Phước Long Thọ, Long Mỹ và Láng Dài.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

2.2. Phương pháp đo sâu điện

Dự án sử dụng phương pháp đo sâu liên tục đều (ĐSĐ 2D) áp dụng lý thuyết trường điện một chiều, phương trình cơ bản của bài toán thăm dò điện dòng không đổi có dạng (1):

$$div(\sigma\sigma.gradU) = -I\delta_q\delta_q \quad (1)$$

Với các điều kiện biên về tính liên tục của hàm thế tại ranh giới phẳng về độ dẫn và sự suy giảm của hàm thế theo khoảng cách r từ nguồn điểm tới điểm quan sát sẽ có:

$$\frac{\partial U}{\partial z}\frac{\partial U}{\partial z} = 0 \text{ khi } z = 0 \text{ (trên mặt đất - không khí)}$$
$$\frac{\partial U}{\partial z}\frac{\partial U}{\partial z} + U\frac{\cos\theta\cos\theta}{r \quad r} = 0 \text{ (tại điểm bất kỳ)} \quad (2)$$

Trong đó, σ: độ dẫn điện môi trường; I: dòng điện; U: điện thế; δ_q: xung Dirac; θ: Góc giữa pháp tuyến n và r (khoảng cách từ nguồn đến biên ngoài)

Trong bài toán thuận của lý thuyết ĐSĐ 2D, sử dụng phương pháp sai phân/phần tử hữu hạn bằng cách phân chia lát cắt môi trường 2D thành các ô lưới hình chữ nhật. Diễn giải trực tiếp các phép tính vi phân trong phương trình (1) cho từng ô lưới (phần tử môi trường) có diện tích S_{ij} và điện trở suất ρ_{ij} với điện thế U_{ij} do nguồn điểm dòng I phân bố trên môi trường gây ra. Phương trình cơ bản theo phương pháp phần tử hữu hạn áp dụng cho mô hình 2D như sau:

$$C_{i-1,j}\,\tilde{u}_{i-1,j} + C_{i+1,j}\,\tilde{u}_{i+1,j} + C_{i,j-1}\,\tilde{u}_{i,j-1} + C_{i,j+1}\,\tilde{u}_{i,j+1} - C_{i,j}\,\tilde{u}_{i,j} \quad (3)$$

Dưới dạng phương trình ma trận, phương trình (3) có dạng:

$$C\tilde{u}_{i,j} = b \quad (4)$$

Trong đó, ũ: hàm phổ của hàm thế u; C: ma trận hệ số, phụ thuộc kích thước và tính chất dẫn điện của $S_{ij;}$ b: véc tơ số hạng $I\varepsilon_{ij}$.

Giá trị hàm thế U (x,z) được tính thông qua hàm phổ thế $\tilde{U}_{ij}$ giải từ phương trình (1) nhờ phép biến đổi Fourier ngược:

$$u(x,z) = -\frac{2}{\pi}\int_0 \sin(k_y)\frac{\partial \tilde{U}(x,k_y,z)}{\partial k_y}dk_y - \frac{2}{\pi}\int_0 \sin(k_y)\frac{\partial \tilde{U}(x,k_y,z)}{\partial k_y}dk_y \quad (5)$$

Trong đó, K_y: hàm Macdonal bậc 0 và bậc 1 theo công thức chuỗi.

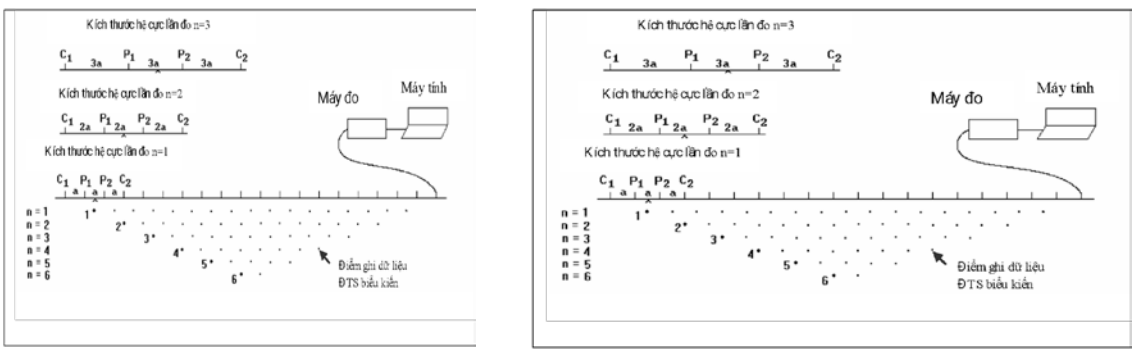
Từ các giá trị hàm thế U_{ij} xác định trên các nút lưới rời rạc do nguồn I gây ra, tính được giá trị ρ_k theo quan hệ:

$$\rho_k(x,z) = k\frac{\Delta u}{I} \quad (6)$$

Trong đó, ρ_k: giá trị điện trở suất biểu kiến, đơn vị Ohm-m; K: hệ số phụ thuộc cách bố trí điện cực, đơn vị m; ΔU: giá trị hiệu điện thế giữa các nút, đơn vị mV; I: cường độ dòng điện phát, đơn vị mA.

Công tác hiện trường

Trong khu vực nghiên cứu, áp dụng phương pháp đo sâu liên tục đều (ĐSĐ 2D) sử dụng hệ đa cực Wenner (Hình 2). Các điện cực được bố trí đều nhau trên một đường thẳng với khoảng cách giữa 2 cực liên tiếp a (spacing) đều nhau $C_1P_1 = P_1P_2 = P_2C_2 = na$, a thường từ 1÷20 m, tùy thuộc vào quy mô và đặc điểm phân bố của đối tượng nghiên cứu, n là số lần mở rộng hệ cực. Trong dự án sử dụng a = 15 m, n = 9.



Hình 2. Sơ đồ đo điện trở suất (ĐTS) biểu kiến, phương pháp ĐSĐ 2D hệ đa cực Wenner

C_1 và C_2 là cặp điện cực phát dòng; P_1 và P_2: cặp điện cực thu hiệu thế ΔU; a: bước đo (khoảng cách giữa 2 điện cực liên tiếp - spacing); n: bội số nguyên, số lần mở rộng hệ cực; $C_1C_{2\,max}$: Chiều dài cực đại cặp điện cực phát dòng; $P_1P_{2\,max}$: Chiều dài cực đại cặp điện cực thu thế

Trên sơ đồ có 3 kích thước của hệ cực Wenner với 3 lần đo n = 1, n = 2 và n = 3, đó là: $C_1aP_1aP_2aC_2$; $C_12aP_12aP_22aC_2$ và $C_13aP_13aP_23aC_2$. Với 4 điện cực tương ứng với một lần đo ghi có dạng đối xứng $C_1naP_1naP_2naC_2$ bằng cách mở rộng dần kích thước hệ cực đo sang phía phải, thu được tập hợp các điểm ghi dữ liệu như Hình 2b. Trình tự các phép đo thực địa để xây dựng mặt cắt 2D với hệ đa cực Wenner gồm 50 điện cực được bố trí theo một đường thẳng trên một đoạn cable đa lõi (đa cực) dài 735 m. Cáp (Cable) đa cực này có cấu hình hệ cực Wenner, do đó khoảng cách giữa các điện cực liền kề không đổi và bằng 1 khoảng cho mỗi phép đo là 1a, 2a, 3a, 4a, 5a,…9a

(spacing). Khi thực hiện các phép đo theo một trình tự, dữ liệu thu thập được cho một tuyến là 319 số liệu. Các thông số của phương pháp đo với cấu hình hệ đa cực Wenner như sau:

- Chiều dài tuyến đo 735 m (735 m/1 lần đo, nếu tuyến chính dài hơn sẽ đo tiếp tục nhiều lần theo kỹ thuật roll along).

Chiều sâu nghiên cứu tối thiểu là 72 m.

- Giãn cách cực bằng bước đo (spacing) trên tuyến, a = 15 m.
- Bội số nguyên lần mở rộng hệ cực: n = 1 ÷ 9 (9 lần mở rộng hệ cực: 1a = 15 m, 9a = 135 m).
- Chiều dài cực đại giữa 2 cực phát dòng: C_1C_2 max = 405 m.
- Chiều dài cực đại giữa 2 cực thu thế: P_1P_2 max = 135 m.

Các tuyến đo được thiết kế vuông góc với bờ biển và đi qua các giếng quan trắc hiện có của tỉnh. Nước nhạt có độ khoáng hoá tăng dần và chuyển hoá thành nước mặn ở ranh giới phân chia miền điện trở suất lớn hơn và nhỏ hơn 15 ohm.m. Các tuyến đều được biểu diễn dưới dạng mặt cắt 2D. Trên mỗi tuyến ĐSĐ 2D, tiến hành rải dây cáp và bố trí các điện cực (cọc), khoảng cách giữa 2 cọc đo liên tiếp cách nhau 15 m. Cứ mỗi 4 cọc đo xác định tọa độ hệ VN2000 (tọa độ tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu) bằng thiết bị định vị toàn cầu GPS cầm tay. Bố trí mỗi tuyến đo trên một đường thẳng, cọc đo tiếp địa tốt, điện trở tiếp địa nhỏ. Công tác thi công địa vật lý đo sâu liên tục đều được thực hiện nghiêm túc theo Quy phạm kỹ thuật thăm dò điện và Quy chuẩn Quốc gia TCVN 9433: 2012 – Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản - Phương pháp ảnh điện.

Phân tích dữ liệu

Số liệu đo ảnh điện được xử lý, phân tích bằng phần mềm chuyên dụng RES2DINVm EathImager2D của Malaysia và Mỹ, các giá trị điện trở được quy về giá trị điện trở suất biểu kiến. Để mô hình hóa môi trường khảo sát theo các tuyến đo, sử dụng chương trình RES2DINV theo báo cáo "*Res2Dinv Ver. 3.54 for Windows*" của Loke M.H.; đây là chương trình phân tích có số liệu đo sâu liên tục đều 2D, 3D sử dụng cho các cấu hình thiết bị khác nhau [19].

Tiến trình giải bài toán ngược được sử dụng trong chương trình RES2DINV dựa vào phương pháp bình phương tối thiểu. Phương pháp bình phương tối thiểu được làm trơn theo phương trình sau:

$$(J^TJ + \lambda F)\, d = J^Tg \qquad (7)$$

Trong đó: F = fxfxT + fzfzT; fx = bộ lọc phẳng ngang; fz = bộ lọc phẳng đứng; J = ma trận Jacobi các đạo hàm riêng; λ = hệ số thấm; d = véc tơ điều chỉnh tham số mô hình; g = véc tơ sai phân: sai số loga giữa giá trị điện trở suất tính toán và đo đạc.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả đo địa vật lý

Trên địa bàn huyện Đất Đỏ, các tầng chứa nước Holocen, các tầng chứa nước Pleistocen (trên, giữa – trên), tầng Pliocen và tầng chứa nước trầm tích Mesozoi (qh, qp_3, qp_{2-3}, n_2^2 và ms) bị nhiễm mặn và có diện tích tổng cộng là 17,24 km^2, phân bố thành dải hẹp ven biển thuộc phạm vi các xã phía Nam (Phước Hải và Lộc An) [11].

Mặt cắt ảnh điện của ba tuyến đo đã được xây dựng (Hình 3) và ranh mặn được xác định như sau:

- Tuyến T11: Ranh mặn nằm trên tuyến T11_1 của tầng qh, qp_3 là vị trí cọc C14T11_1. Ranh mặn của tầng qp_{2-3}, n_2^2 và ms ở khu vực vị trí cọc C4T11_1

Tọa độ ranh mặn: C14T11_1: X=1154380; Y=450218

C4T11_1: X=1154260; Y=450321

- Tuyến T12: Ranh mặn của các tầng chứa nước qh, qp_3, qp_{2-3} ở khoảng vị trí cọc C76T12. Ranh mặn n_2^2 và ms khoảng vị trí cọc C24T12

Tọa độ ranh mặn: C76T12: X=1157823; Y=453037

C24T12: X=1157107; Y=453302

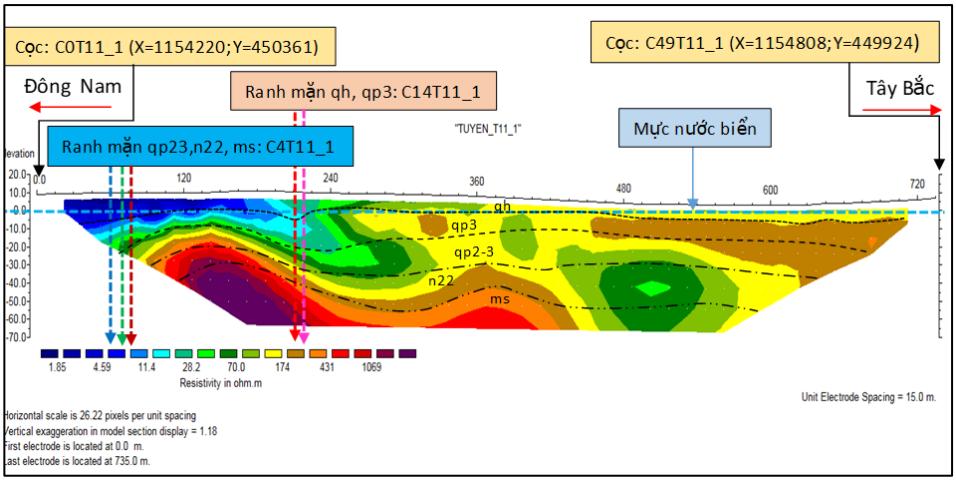
- Tuyến T13: Ranh mặn của tầng chứa nước qh là C68T13B, ranh qp_3 là C36T13B. Trên tuyến T13A ranh mặn qp_{2-3} và n_2^2 khoảng vị trí cọc C236T13A, ranh ms C248T13A.

Tọa độ ranh mặn: C68T13B: X=1162777; Y=457337

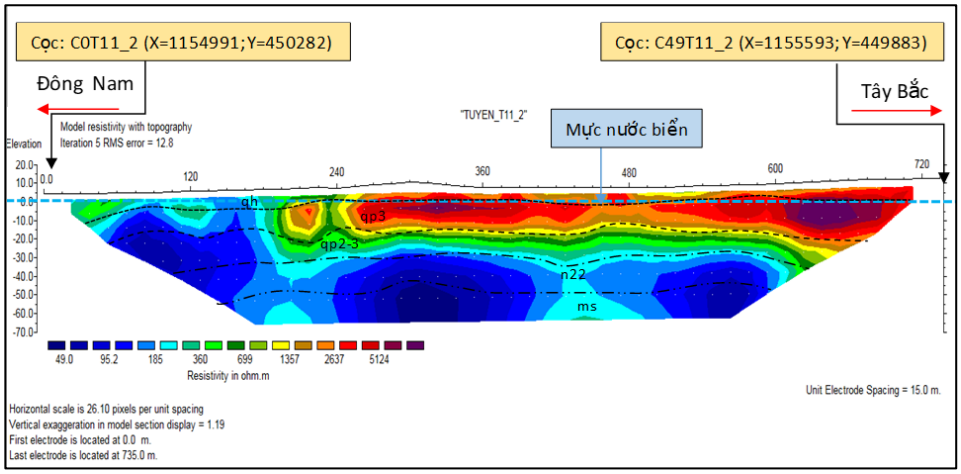
C36T13B: X=1162308; Y=457317

C236T13A: X=1161341; Y=459823

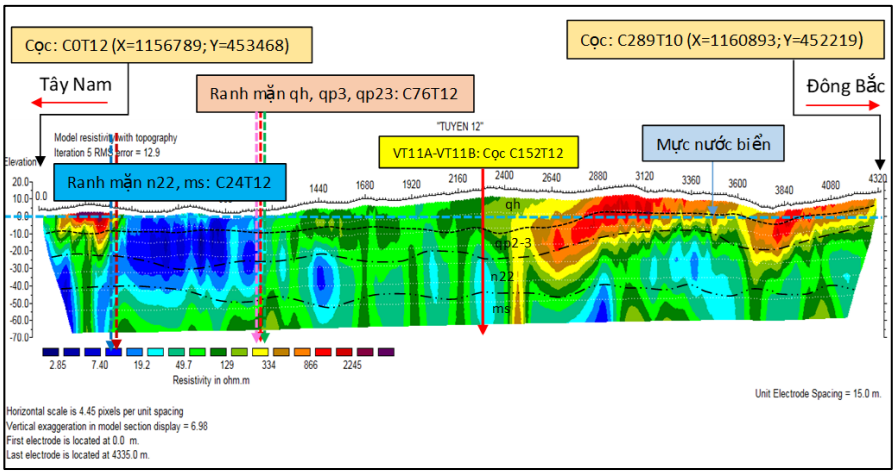
C248T13A: X=1161341; Y=459823



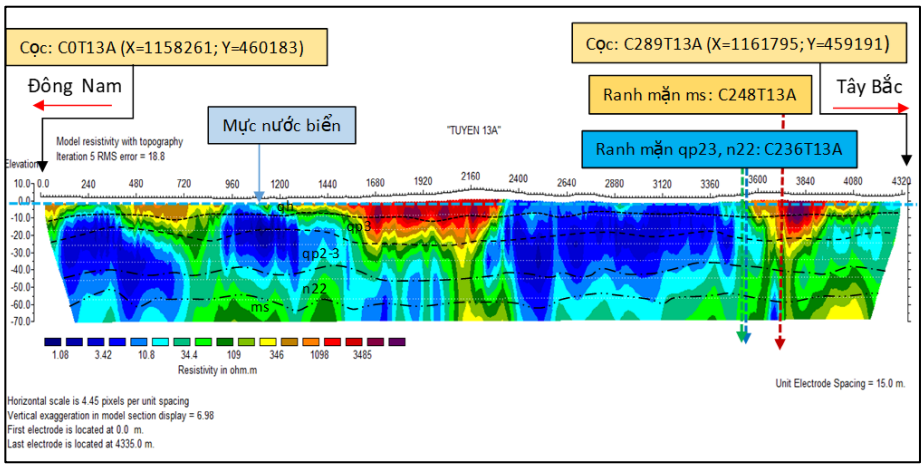
Mặt cắt địa tuyến T11_1



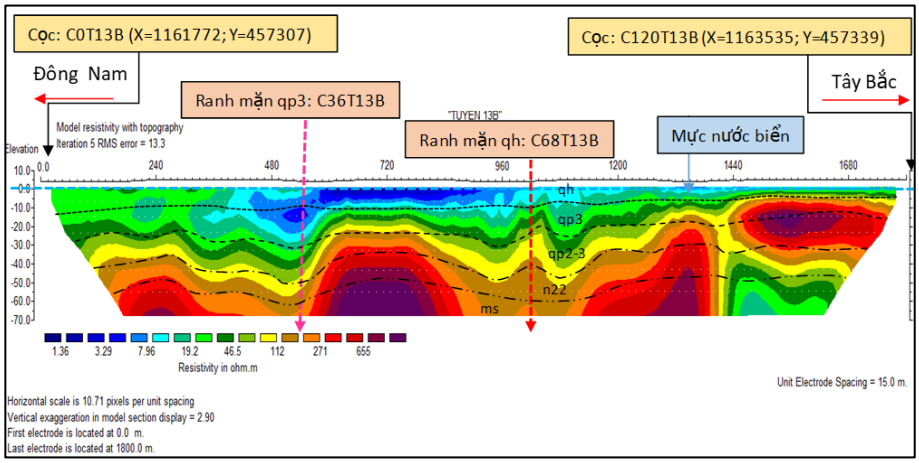
Mặt cắt địa tuyến T11_2



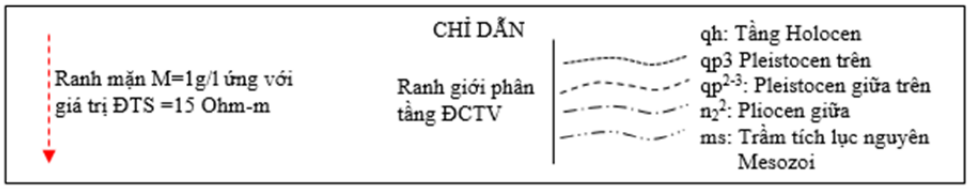
Mặt cắt địa tuyến T12



Mặt cắt địa tuyến T13_A



Mặt cắt địa tuyến T13_B



Hình 3. Mặt cắt ảnh điện tuyến 11, 12 và 13

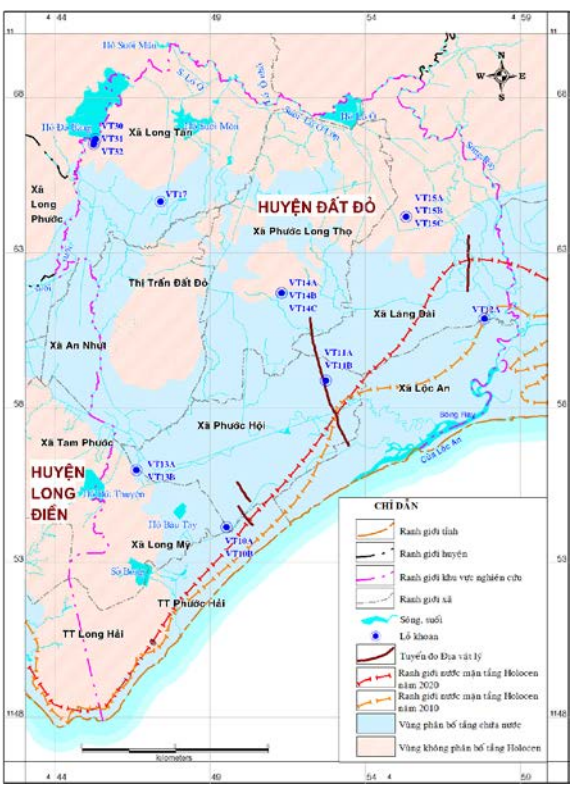
3.2. Thảo luận

Từ việc xác định ranh chứa nước của các tầng qua phân tích đo sâu điện 1-D cùng với đo sâu điện 2-D hệ cực Wenner, khi so sánh với kết quả ranh mặn do Sở TNMT tỉnh BR – VT đã thực hiện năm 2010, kết quả nghiên cứu cho thấy biên nhiễm mặn các tầng chứa nước nói chung đã phát triển sâu vào đất liền (Hình 4). Cụ thể như sau:

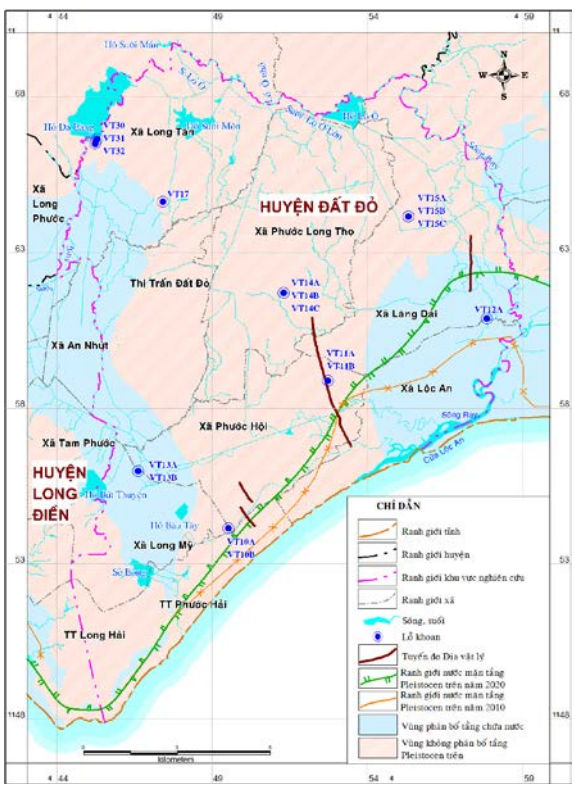
- Tầng chứa nước Holocen (qh): đã giảm 4,66 km^2 tại xã Láng Dài và Lộc An và tăng 0,51 km^2 ở xã Lộc An, xã Phước Hội và xã Phước Hải.

- Tầng chứa nước Pleistocen trên (qp_3) và Pleistocen giữa – trên (qp_{2-3}): Diện tích phân bố nước nhạt giảm lần lượt 3,73 km^2 và 1,49 km^2 ở xã Láng Dài, ngược lại tăng 2,58 km^2 và 3,92 km^2 tại hai xã Lộc An và xã Phước Hải.

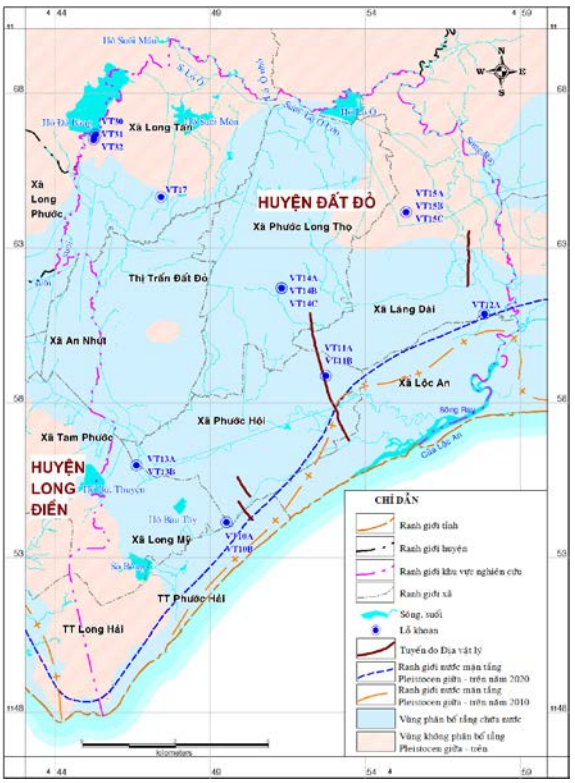
- Tầng chứa nước Pliocen (n_2^2) và Mesozoi (ms): Kết quả dịch chuyển ranh mặn lần lượt giảm 0,60 km^2 và 0,81 km^2 tại xã Lộc An và tăng lần lượt 2,28 km^2 và 4,88 km^2 tại xã Phước Hải.

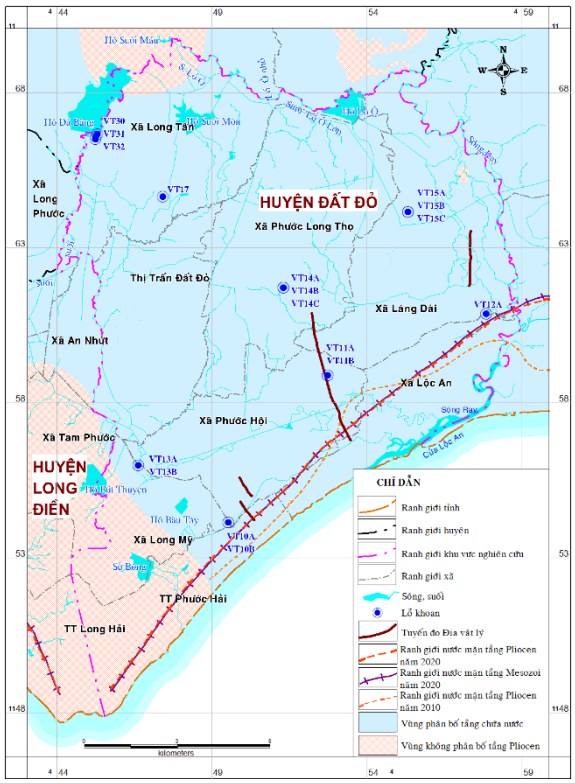


Tầng chứa nước Holocen (qh)



Tầng chứa nước Pleistocen trên (qp_3)

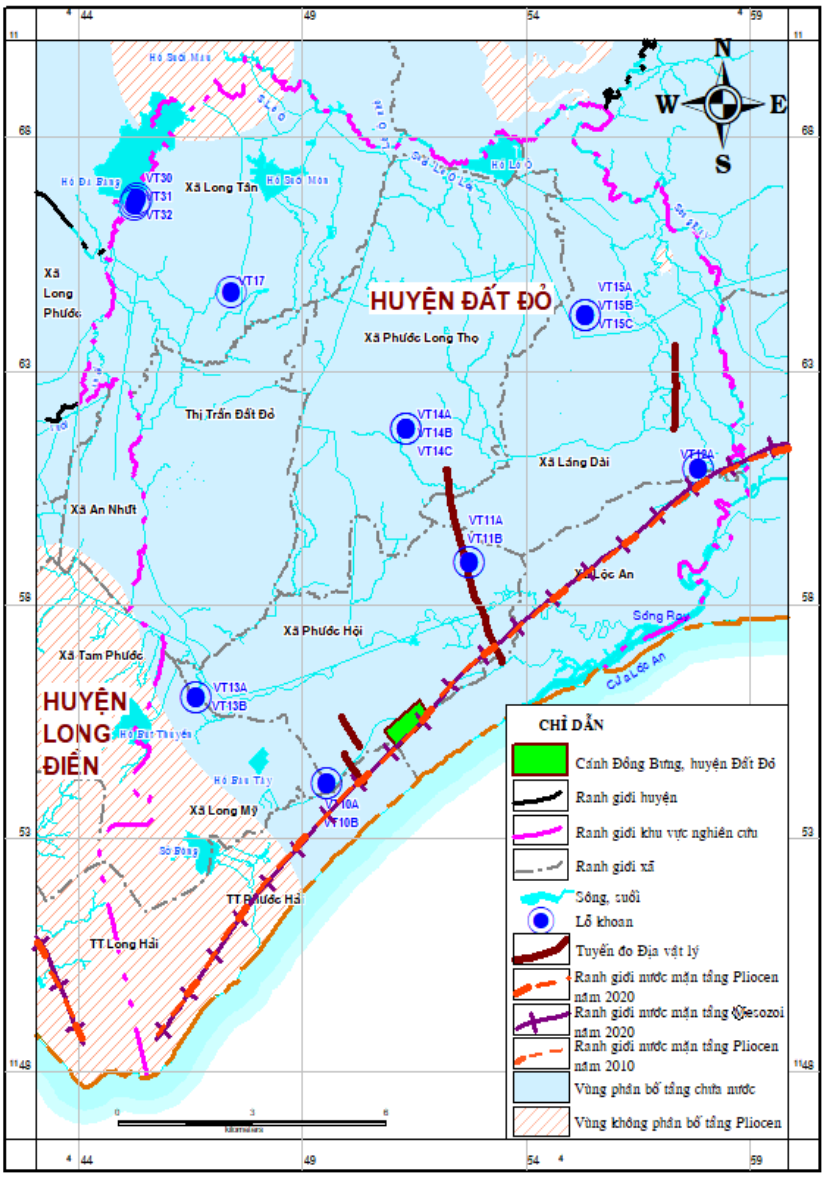




Tầng Pleistocen giữa - trên (qp_{2-3}) Tầng Pliocen (n_2^2) và Mesozoi (ms)

Hình 4. Bản đồ phân bố nước nhạt/mặn huyện Đất Đỏ

Sự dịch chuyển ranh mặn tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Holocen (qh) về phía nước nhạt với khoảng cách lớn nhất đo được tại ranh giới cánh đồng Bưng khoảng 800 m so với ranh mặn từ năm 2010 và khoảng 1,3 km so với đường ven biển. Tầng chứa nước các lỗ hổng trầm tích Pleistocen trên (qp_3) ranh mặn lấn sâu vào đất liền khoảng 770 m. Ranh mặn tầng chứa nước Pleistocen giữa – trên (qp_{2-3}) dịch chuyển lấn về phía nước nhạt khoảng 600 m khi so sánh với ranh mặn tầng qp_{2-3} được xác định trong quá khứ. Các tầng còn lại, gồm tầng chứa nước lỗ hổng tuổi Pliocen (n_2^2) và tầng chứa nước khe nứt trong đá Mesozoi (ms), ranh nhiễm mặn phát triển vào đất liền với khoảng cách đo được là 550 m (Hình 5). Đặc biệt nghiêm trọng khi tầng chứa nước bị ranh mặn lấn sâu đã ảnh hưởng rất lớn đến sản xuất nông nghiệp và dân sinh. Khu vực cánh đồng Bưng hiện không thể canh tác (trồng lúa) được trong thời gian qua hoặc trồng được nhưng năng suất rất thấp, tỷ lệ hạt lép nhiều do đó toàn bộ diện tích này đang bỏ hoang, một phần nhỏ diện tích người dân chuyển sang trồng bông súng và cây năng, tuy nhiên năng suất thấp. UBND xã Phước Hội đã nhiều lần phối hợp với các cơ quan chuyên môn của huyện và Trường Đại học Nông lâm lấy các mẫu nước tại chân ruộng cho thấy hiện tượng nhiễm mặn do độ mặn cao, từ 5 – 10 ‰ trở lên. Kết quả nghiên cứu gần nhất (ngày 12/11/2020 tại 5 vị trí cho thấy nồng độ mặn vẫn còn ở mức cao tại các vị trí KS1 (5,9 ‰); KS2 (4 ‰) và tại các điểm KS3 (1,5 ‰). Tuy nhiên, ở hai vị trí KS4 và KS5 độ mặn giảm dần (KS4: 0,4 ‰) và (KS5: 0,3 ‰). Nguyên nhân là do tại khu vực KS5 có mương dẫn nước từ hồ Sở Bông về đã làm giảm độ mặn tại vị trí này. Tuy nhiên, kết quả khảo sát cho thấy tại điểm KS1 và KS2 độ mặn vẫn rất cao, điều này cho thấy nguyên nhân nhiễm mặn khu vực cánh đồng Bưng vẫn chưa xác định được cơ chế nhiễm mặn tại khu vực này.



Hình 5. Sơ đồ vị trí khu vực cánh đồng Bưng và hiện trạng nhiễm mặn

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy ảnh điện là phương pháp địa vật lý có hiệu quả trong khoanh định ranh giới xâm nhập mặn các tầng chứa nước dưới đất. Trên cơ sở giải đoán ranh giới các lớp điện trở suất của 3 tuyến đo ảnh điện đã xác định ranh mặn của khu vực huyện Đất Đỏ đã thay đổi so với nghiên cứu trước đây. Đặc biệt nghiêm trọng là khu vực cánh đồng Bưng là nơi thường xuyên bị tác động bởi hiện tượng nhiễm mặn cụ thể là 800, 600 và 550 m đối với các tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Holocen (qh); Pleistocen giữa – trên (qp_{2-3}), Pliocen (n_2^2) và Mesozoi (ms).

Hiện tượng nhiễm mặn đã ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động kinh tế - xã hội của huyện Đất Đỏ nên rất cần xác định được các nguyên nhân, cơ chế gây nhiễm mặn để giúp nhà quản lý đưa ra các chính sách hợp lý; giải pháp giám sát và cách hạn chế, khắc phục kịp thời hiệu quả. Đặc biệt cần xây dựng trạm quan trắc và cảnh báo nhiễm mặn (tự động) truyền dữ liệu về cơ quan quản lý bằng ứng dụng công nghệ thông tin nhằm khắc phục được các nhược điểm của hệ thống quan trắc hiện tại; đảm bảo nhanh chóng, chính xác, an toàn; đồng thời cho phép dự báo chất lượng nước trong tương lai gần.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ đề tài mã số C2022-24-01.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, (2020). "*Điều tra, đánh giá nhiễm mặn các tầng chứa nước do tác động của biến đổi khí hậu, mực nước biển dâng tại các khu vực ven biển tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu*".
2. Kazakis, N., Pavlou, A., Vargemezis, G., Voudouris, K.S., Soulios, G., Pliakas, F.,Tsokas, G., (2016). *Seawater intrusion mapping using electrical resistivity tomography and hydrochemical data*. An application in the coastal area of eastern Thermaikos Gulf, Greece. Sci. Total Environ. 543, 373-387.
3. Meyer, R., Engesgaard, P., Sonnenborg, T.O., 2019. *Origin and dynamics of saltwater intrusion in a regional aquifer: combining 3-D saltwater modeling with geophysical and geochemical data*. Water Resour. Res. 55 (3), 1792-1813.
4. Gao, Q., Shang, Y., Hasan, M., Jin, W., Yang, P., (2018). *Evaluation of a Weathered Rock Aquifer using ERT method in South Guangdong, China*. Water. 10, 293.
5. Lee, S., Kim, K., Ko, I., Lee, S., Hwang, H., (2002). *Geochemical and geophysical monitoring ofsaline water intrusion in Korean paddy fields.* Environ. Geochem. Health 24, 277-291.
6. Hubbard, S.H., Rubin, Y., (2002). *Hydrogeological parameter estimation using geophysical data: a review of selected techniques*. J. Contam. Hydrol. 45, 3-34.
7. Hasan, M., Shang, Y., Akhter, G., Jin, W., (2019), *Application of VES and ERT for delineation of fresh-saline interface in alluvial aquifers of Lower Bari Doab, Pakistan*, Journal of Applied Geophysics, 164, 200-213.
8. Kumar, P., Tiwari, P., Singh, A., Biswas, A., Acharya, T., (2021), *Electrical Resistivity and Induced Polarization signatures to delineate the near-surface aquifers contaminated with seawater invasion in Digha, West-Bengal, India*, CATENA, 207, 105596.
9. Zarif, F., Isawi, H., Elshenawy, A., Eissa, M., (2021), *Coupled geophysical and geochemical approach to detect the factors affecting the groundwater salinity in coastal aquifer at the area between Ras Sudr and Ras Matarma area, South Sinai, Egypt*, Groundwater for Sustainable Development, 15, 100662.
10. Ngô Đức Chân, 2010. Báo cáo kết quả thực hiện dự án *Nghiên cứu điều tra bổ sung và quy hoạch tài nguyên NDĐ tỉnh BR-VT đến năm 2020*; lưu Sở TN&MT tỉnh BR - VT và Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam.

11. Ngô Đức Chân, Bùi Tiến Binh, 2010. Báo cáo kết quả địa vật lý (thuộc dự án *Nghiên cứu điều tra bổ sung và quy hoạch tài nguyên NDĐ tỉnh BR-VT đến năm 2020)*; lưu Sở TN&MT tỉnh BR - VT và Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam.

12. Trần Anh Tuấn và nnk. (1999). *Lập bản đồ địa chất thủy văn - bản đồ địa chất công trình tỉ lệ 1/50.000 vùng Long Thành - Vũng Tàu*, Cục ĐC&KS Việt Nam, Hà Nội.

13. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, (2012). "*Vận hành mạng quan trắc nước đất tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu năm 2012"*.

14. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, (2015). "*Vận hành mạng quan trắc nước đất tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu năm 2014"*.

15. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, (2017 - 2018). "*Vận hành mạng lưới quan trắc nước dưới đất tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu (trừ huyện Côn Đảo)"*.

16. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, (2018 - 2019). "*Vận hành mạng lưới quan trắc nước dưới đất tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu (trừ huyện Côn Đảo)"*.

17. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, (2020). "*Báo cáo tổng kết nhiệm vụ "Thực hiện đánh giá khí hậu tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu"*.

18. Cục Thống kê tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, (2021). *"Niên giám Thống kê tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu"*.

19. Loke M.H., 2004. *Res2Dinv Ver. 3.54 for Windows*, Geotomo Software, Website: www.geoelectrical.com.

INVESTIGATION THE SALINIZATION BOUNDARY BY GEOGRAPHYSICAL RESULTS: A CASE STUDY IN DAT DO DISTRICT, BA RIA - VUNG TAU PROVINCE

Pham Thi Tuyet Nhi[1], Nguyen Hai Au [1*], Nguyen Hoang Thanh[1], Hoang Thi Thanh Thuy[2]

[1] The Institute for Environment and Resources, Vietnam National University, Ho Chi Minh, 142 To Hien Thanh Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

[2] Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment

ABSTRACT

Depth electrical resistivity tomography (electrical resistivity imaging) is an effective technique to investigate saltwater intrusion of the groundwater aquifer. The article presents the results of mapping salt- and freshwater interface of the Dat Do district based on the interpretation of the electrical resistivity imaging. The study results have showed that the saltwater interface is not the same as that obtained from that previous study carried out by the Department of Natural Resources and Environment in 2009. The saline boundary shifts by 800, 600, and 550 m in the direction of fresh water for Holocene aquifer (qh), Mesozoic aquifer (ms), Upper-Middle Pleistocene aquifer (qp_{2-3}), Pliocene aquifer (n_2^2), respectively. In particular, the Bung field area is considered a place frequently affected by saline intrusion, which has seriously affected socio-economic activities.

Keywords: Climate change, groundwater, Pleistocene, salinization, electro-imaging.

[*] Corresponding author, email address: haiauvtn@gmail.com

Doi: 10.15625/vap.2022.0191

ỨNG DỤNG MÔ PHỎNG SỐ TRONG THIẾT KẾ KẾT CẤU CHỐNG GIỮ ĐƯỜNG LÒ CHỊU ẢNH HƯỞNG ÁP LỰC DO HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC LÒ CHỢ

Phạm Thị Nhàn, Nguyễn Viết Nghĩa*

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

TÓM TẮT

Ứng dụng tiến bộ khoa học công nghệ mới đang là xu hướng trong nghiên cứu và thiết kế hiện đại. Trong đó phương pháp mô phỏng số tỏ ra là công cụ đắc lực. Loại hình phòng thí nghiệm ảo này cho phép xây dựng được các mô hình có thể chú ý được nhiều yếu tố ảnh hưởng từ các điều kiện địa chất, các tính chất cơ học của các loại đá và khối đá cũng như các điều kiện công nghệ, yếu tố tự nhiên, để xác định quy luật dịch chuyển và biến dạng khối đá xung quanh đường lò, từ đó tính toán thiết kế kết cấu chống giữ đường lò nhanh, chính xác. Đồng thời có thể dự báo được khả năng mất ổn định của các hạng mục công trình mỏ. Bài báo sử dụng phần mềm FLAC^{3D} với các số liệu điều kiện địa chất tại khu vực lò chợ CGH 10.2 khu III vỉa 10 của mỏ than Hà Lầm để xây dựng mô hình mô phỏng ảnh hưởng của quá trình khai thác than đến ổn định của đường lò chuẩn bị không chống. Lò chợ dài 120 m, khai thác 1 phân tầng độc lập. Từ kết quả mô phỏng của trường hợp trên gồm chuyển vị, trường ứng suất và phạm vi vùng biến dạng dẻo tiến hành phân tích và đề xuất kết cấu chống giữ cho đường lò chuẩn bị là tổ hợp neo + neo cáp, sau đó dùng phần mềm để kiểm tra hiệu quả chống giữ. Kết quả cho thấy với phương thức chống giữ trên giá trị chuyển vị biên lò vẫn lớn hơn giá trị cho phép. Vì vậy, đề xuất phương thức chống giữ bổ sung vì thép tăng cường CBπ-27.

Kết quả mô phỏng lần 3 cho thấy khi sử dụng tổ hợp chống giữ Neo+Neo cáp+vì chống CBπ-27 thì chuyển vị, ứng suất và vùng biến dạng dẻo của đường lò khi chịu ảnh hưởng hoạt động khai thác lò chợ đảm bảo ổn định.

Từ khóa: Lò chợ, chuyển vị, ứng suất, phá huỷ dẻo, neo, chống giữ, đường lò.

1. MỞ ĐẦU

Các đường lò chuẩn bị thường chịu ảnh hưởng của áp lực động trong quá trình khai thác than, nếu bố trí đường lò vào vùng áp lực tựa, vùng tập trung ứng suất và sử dụng loại hình kết cấu chống không phù hợp đã làm cho đường lò bị nén bẹp, thu nhỏ diện tích sử dụng dẫn đến phải chống xén lại đường lò, thậm chí có những đường lò phải tiến hành chống xén lại nhiều lần làm gián đoạn quá trình khai thác và tăng giá thành đầu tư khai thác [2, 7, 8]. Một số nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy với sự phát triển của khoa học kỹ thuật và công nghệ máy tính, để nghiên cứu, tính toán ổn định đường lò chuẩn bị chịu ảnh hưởng biến động trong quá trình khai thác hầm lò, người ta có thể sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết [5, 6, 10], phương pháp mô hình mô phỏng vật lý hoặc phương pháp mô hình số [1, 3, 9]. Trong đó với phương pháp mô phỏng số

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: nguyenvietnghia@humg.edu.vn

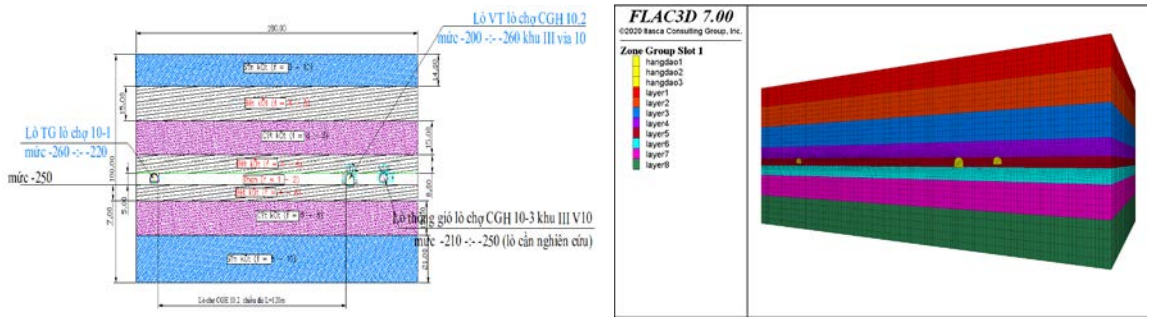
thường cho kết quả nhanh, các thông số nghiên cứu đã được lập trình với kết quả tương đồng với thực tế. Trong mô phỏng đường lò chuẩn bị chịu ảnh hưởng của hoạt động khai thác lò chợ cũng như lựa chọn phương án chống giữ hợp lý, việc sử dụng công cụ mô phỏng số tỏ ra là một công cụ đắc lực với những ưu điểm như: thuận tiện, đơn giản, cho kết quả nhanh, có thể xét đến nhiều yếu tố ảnh hưởng, do đó góp phần nâng cao mức độ chính xác của kết quả nghiên cứu. Vì vậy, việc ứng dụng phần mềm mô phỏng số tiến hành mô phỏng quá trình khấu than của chợ ảnh hưởng đến ổn định của đường lò từ đó phân tích đánh giá lựa chọn phương án chống giữ cho đường lò chuẩn bị chịu ảnh hưởng khai thác lò chợ chuẩn bị chịu ảnh hưởng lò chợ hoạt động-là rất cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn.

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

2.1. Xây dựng mô hình

Sử dụng phần mềm FLAC^{3D} tiến hành nghiên cứu, căn cứ số liệu thu thập trong Bảng 1 và điều kiện khai thác thực tế tại khu III vỉa 10 mỏ than Hà Lầm để xây dựng mô hình nghiên cứu. Kích thước mô hình: dài × Rộng × Cao= 180 m × 150 m × 100 m, mô hình được đặt trong hệ trục tọa độ không gian 3 chiều XYZ có gốc tọa độ được đặt tại góc trái bên dưới của mô hình, hệ thống lò chuẩn bị gồm hai 3 đường hầm chạy dọc theo phương trục Y, lò chợ hướng từ trái sang phải. Từ dưới lên trên là trục Z, trục Y theo phương ngang hướng từ trước ra sau, mô hình tính toán thể hiện ở Hình 1.

Nội dung nghiên cứu chủ yếu là xác định độ ổn định của đường lò dọc vỉa thông gió của lò chợ CGH 10.3 mức -200÷-260 khu III vỉa 10, chịu ảnh hưởng của quá trình khai thác và đề xuất phương án chống giữ phù hợp. Đường lò có hình dạng tiết diện ngang là hình vòm bán nguyệt tường thẳng, chiều cao 3,5 m, bề rộng 4,53 m, đào trong vỉa than có chiều dày 35 m.



Hình 1. Lò chợ CGH 10.2 khu III vỉa 10, mỏ than Hà Lầm

Để nâng cao tốc độ tính toán và kết quả chính xác, ta tiến hành xây dựng lưới của mô hình với phạm vi lân cận đường lò nghiên cứu lưới được chia dày, càng xa đường lò lưới chia thưa hơn, lưới mô hình bao gồm 411.400 ô và 428 961 nút.

Bảng 1. Tham số cơ học các lớp đá sử dụng trong mô hình,[7]

Số lớp	Tên đá	Chiều dày (m)	Cường độ kháng nén σ_c (Mpa)	Cường độ kháng kéo σ_t (Mpa)	E (GPa)	Hệ số poisson (υ)	Dung trọng γ (10^4N/m^3)	Cường độ kháng cắt	
								φ (°)	*C* (MPa)
1	Sạn kết (f =8-10)	20	138,13	11,9	22	0,24	2,59	34	47,2
2	Cát kết (f =6-8)	15	96,64	8,5	20	0,26	2,67	34	33,6
3	Bột kết (f=4-6)	7	47,79	5,2	18	0,28	2,73	32	14,6

4	Than (f =1-2)	3,5	15,0	2,5	5	0,35	1,50	20	2,2
5	Bột kết (f=4-6)	12	47,79	5,2	18	0,28	2,73	32	14,6
6	Cát kết (f =6-8)	8	96,64	8,5	20	0,26	2,67	34	33,6
7	Bột kết (f=4-6)	4	47,79	5,2	18	0,28	2,73	32	14,6
8	Sạn kết (f =8-10)	18	138,13	11,9	22	0,24	2,59	34	47,2

2.2. Điều kiện biên

Đối với mô hình số lập cho điều kiện địa chất mỏ Hà Lầm, điều kiện biên ở trái-phải-đáy mô hình áp dụng chuyển vị không để khống chế cụ thể như sau:

a. Điều kiện biên của biên trái, biên phải mô hình sử dụng điều kiện chuyển vị, lấy V_x=0, U_x=0 (thì véctơ vận tốc theo phương ngang và chuyển vị bình quân là 0), V_y=0 U_y=0. V_y , U_y phân biệt là véctơ vận tốc theo phương ngang và chuyển vị theo phương đứng, như vậy biên trái và phải mô hình là biên giới hạn chế đơn.

b. Đáy mô hình sẽ là cố định đều phương ngang và phương đứng, thì V_x=0, V_y=0, U_x=0, U_y=0, thì biên giới đáy mô hình là biên giới hạn chế toàn bộ.

c. Biên trên của mô hình áp tải trọng đất đá với giá trị ứng suất thẳng đứng σ_x = 5,12 MPa,

λ = 0,5, σ_x = 2,56 MPa.

Trong mô hình mô phỏng sử dụng tiêu chuẩn bền Mohr - Coulomb [4]:

$$f_s = \sigma_1 - \sigma_3 \frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi} + 2c\sqrt{\frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi}} \quad (1)$$

trong đó: σ_1 - Ứng suất chính lớn nhất; σ_3 - Ứng suất chính nhỏ nhất; c - Lực dính kết;

φ - góc ma sát trong. Khi $f_s < 0$ phần tử đất đá sẽ phát sinh biến dạng.

2.3. Trình tự thực hiện khai đào đường lò và khai thác trên mô hình

1 - Khai đào đường lò thông gió lò chợ CGH 10.2 mức -260 ÷ -220 m và lò Vận tải của lò chợ CGH 10.2 mức -200÷ -260 khu III vỉa 10, mỗi khẩu độ khai thác là 3 m ;

2 - Khai thác lò chợ CGH10.2 tiến hành khai thác, với mỗi đoạn khẩu độ khai thác 10 m, khi đến giới hạn khai thác, phía sau hình thành vùng khai thác trống. Dựa trên kết quả phân tích đặc trưng vùng biến dạng dẻo, ứng suất khối đá xung quanh đường lò vận tải lò chợ CGH 10.2 mức -200÷260 khu III vỉa 10 quyết định chiều dày trụ bảo vệ;

3 -Tiếp tục tiến hành khai đào đường lò thông gió của lò chợ CGH 10.3 mức -200÷-260 khu III vỉa 10 và lắp dựng kết cấu chống neo và neo cáp cho đường lò, dựa trên kết quả biến dạng, ứng suất và đặc trưng vùng biến dạng dẻo khối đá xung quanh đường lò để chọn sơ bộ tham số kết cấu chống.

3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

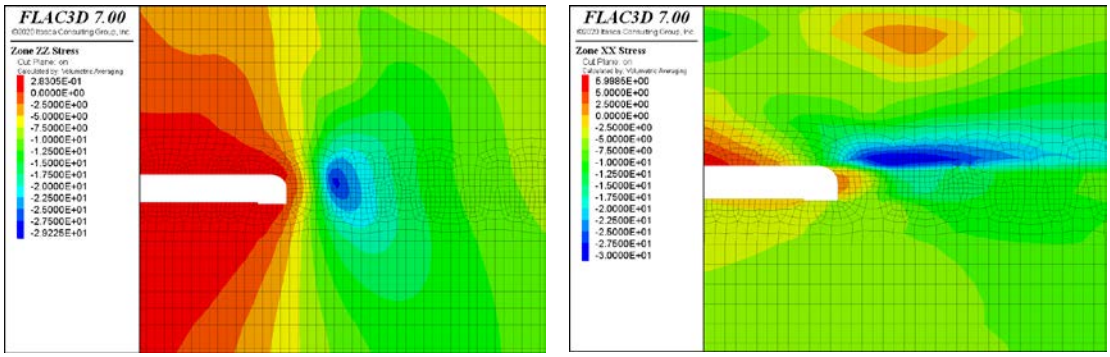
3.1. Ứng xử khối đá ở khu vực đặt đường lò chuẩn bị khi khai thác lò chợ CGH10.2

3.1.1. Đặc trưng trường ứng suất

Hình 2 thể hiện đặc trưng trường ứng suất trong khối đá phía bên phải đường lò vận tải lò chợ CGH 10.2 mức -200 ÷ -260 khu III vỉa 10 khi lò chợ CGH10.2 hoạt động. Từ hình vẽ thấy rằng ở

phía bên phải đường lò vận tải lò chợ CGH 10.2 chịu ảnh hưởng tải trọng động do khai thác rất mạnh mẽ, ứng suất thẳng đứng cực đại đạt đến 29,2 MPa, gấp 4 lần ứng suất nguyên sinh, vùng tập trung của ứng suất vượt trước cách biên hông phải đường lò khảo sát khoảng 9,5 m. Trong khi đó ứng suất ngang cực đại cách hông phải đường lò khoảng 15 m, đạt đến giá trị ~16 Mpa.

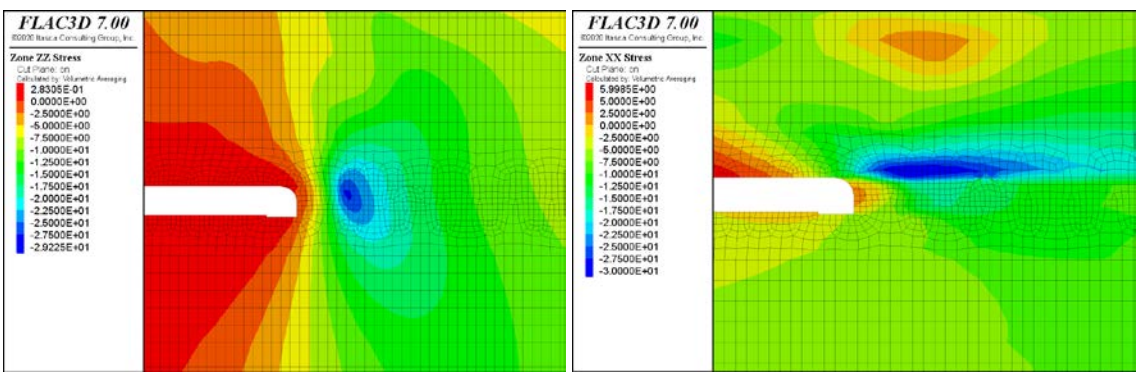
Từ kết quả trên cho thấy, vị trí ứng suất ngang và ứng suất thẳng đứng lớn nhất không trùng nhau. Thông thường nếu bố trí đường lò chuẩn bị gần khu vực ứng suất thẳng đứng cực đại sẽ làm tăng biến dạng nóc và hai bên hông lò. Trong khi đó, nếu bố trí đường lò chuẩn bị gần khu vực ứng suất ngang cực đại sẽ làm tăng biến dạng bùng nền, [7]. Do vậy, khi lựa chọn chiều dày trụ bảo vệ cần lưu ý tránh vùng ứng suất thẳng đứng cực đại và vùng ứng suất ngang cực đại.



Hình 2. Ứng suất khối đá khi gương lò chợ CGH10.2 khai thác
a) Ứng suất thẳng đứng; b) Ứng suất ngang

3.1.2. Đặc trưng vùng phá hủy dẻo trong khối đá

Khi lò chợ CGH 10-2 hoạt động, đặc trưng vùng phá hủy như hình 3 thể hiện. Từ hình vẽ có thể thấy phía hông phải đường lò vận tải lò chợ CGH 10.2 mức -200÷-260 khu III vỉa 10 trong phạm vi khoảng 9 m, khối đá phát sinh biến dạng dẻo. Mặc khác khi xem xét xác định vị trí đặt đường lò thông gió lò chợ CGH 10.3 mức -200÷-260 khu III vỉa 10 cần phải chú ý lựa chọn lớn hơn, bố trí ngoài phạm vi phá hủy dẻo này và cần phải đảm bảo khi lò vận tải lò chợ CGH 10.3 mức -200÷260 khu III vỉa 10 khai đào thì trong trụ bảo vệ tồn tại vùng lõi đàn hồi, điều này đặc biệt quan trọng khi khai thác lò chợ CGH 10.3 mức -200÷-260 khu III vỉa 10.



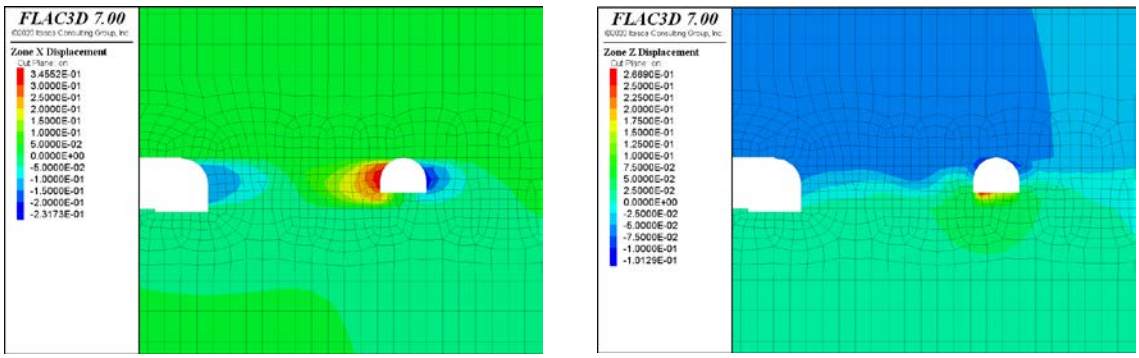
Hình 3. Đặc trưng vùng phá hủy trong khối đá khi lò chợ CGH 10-2 hoạt động

Từ kết quả trường ứng suất và phạm vi vùng biến dạng dẻo, ta thấy chiều rộng trụ than bảo vệ có chiều rộng khoảng 15÷20 m là phù hợp, và để đảm bảo tỷ lệ thu hồi than, chiều rộng trụ than cuối cùng được xác định là 17 m.

3.2. Phân tích ổn định đường lò thông gió lò chợ CGH 10-3 khi chưa chống giữ

3.2.1. Đặc trưng biến dạng khối đá xung quanh đường lò

Từ Hình 4 cho thấy đặc trưng biến dạng khối đá sau khi khai đào đường lò chuẩn bị khi chưa chống giữ.

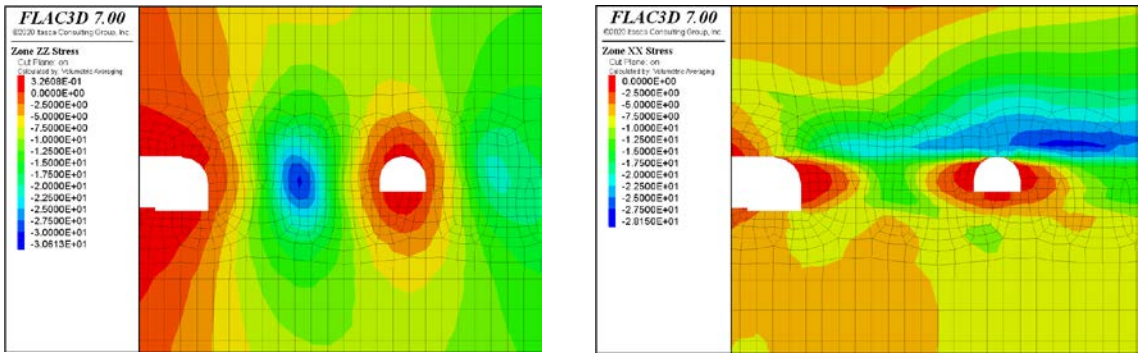


a) Biến dạng ngang *b) Biến dạng thẳng đứng*

Hình 4. Biến dạng xung quanh đường lò chuẩn bị

Từ hình vẽ cho thấy, ở hai bên hông lò chủ yếu phát sinh chuyển vị ngang. Vị trí ứng suất ngang lớn nhất hai bên hông lò gần như đối xứng, tuy nhiên giá trị có sự khác nhau. Phía bên trụ bảo vệ ứng suất ngang đạt tới 346 mm, phía bên hông phải khoảng 232 mm. Biến dạng đá nóc lò chủ yếu là biến dạng thẳng đứng hướng xuống, giá trị lớn nhất đạt 101 mm. Tại nền lò có biến dạng bùng nền, lượng biến dạng lớn nhất đạt 267 mm. Nhìn chung, khi không chống giữ biến dạng đường lò thông gió lò chợ CGH10-3 khá lớn, đặc biệt là bên hông lò phía trụ bảo vệ, độ ổn định kém.

3.2.2. Đặc trưng trường ứng suất khối đá lò chuẩn bị



a) Ứng suất thẳng đứng; *b) Ứng suất thẳng ngang*

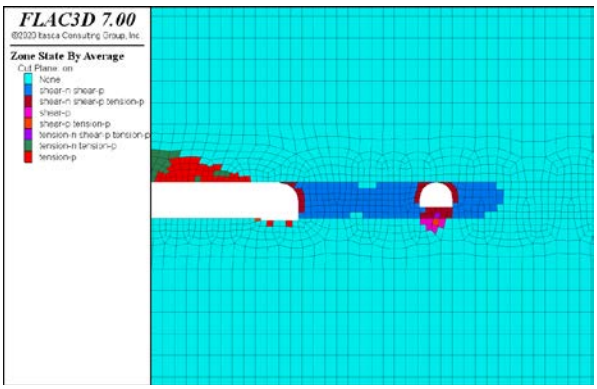
Hình 5. Đặc trưng trường ứng suất khối đá

Hình 5 cho thấy đặc trưng trường ứng suất trong khối đá khi đường lò chuẩn bị khai đào để lưu không chưa chống giữ: sau khi khai đào đường lò, ứng suất thẳng đứng trong khối đá phần nông tại nóc - nền lò được dỡ tải, chiều dày vùng giảm ứng suất này nằm trong khoảng 1~2 m. Ở

hai bên hông lò có hiện tượng tập trung ứng suất thẳng đứng, áp lực thẳng góc lớn nhất trong trụ bảo vệ vượt quá 30 MPa.

3.2.3. Đặc trưng vùng biến dạng dẻo

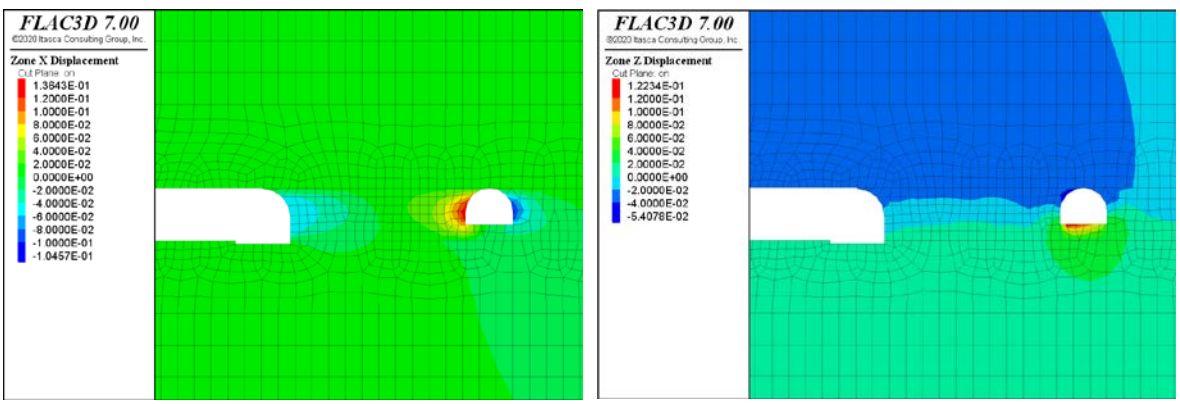
Hình 6 thể hiện đặc trưng vùng biến dạng dẻo trong khối đá xung quanh đường lò khi không chống giữ. Từ hình vẽ cho thấy, khi không chống giữ vùng biến dạng dẻo giữa lò vận tải lò chợ CGH 10-2 và lò thông gió lò chợ CGH10-3 về cơ bản là liên tục nối liền, trong đó chiều sâu vùng biến dạng dẻo bên phải đường lò đạt trên dưới 6 m.



Hình 6. Đặc trưng vùng phá huỷ dẻo trong khối đá xung quanh đường lò chuẩn bị

3.2.4. Thiết kế và kiểm toán ổn định đường lò thông gió lò chợ CGH 10-3

Đá nóc lò tương đối cứng vững, mặt khác từ kết quả Mục 3.1.2 với chiều dày vùng biến dạng dẻo bên hông phải lò trên dưới 6 m, do vậy sơ bộ chọn kết cấu chống neo kết hợp neo cáp. Cụ thể neo thép có chiều dài 2,4 m, đường kính 20 mm, khoảng cách neo 0,8 × 0,8 m, chiều dài neo cáp 6m, đường kính 17,8 mm, khoảng cách neo cáp là 1,2 × 1,6 m.



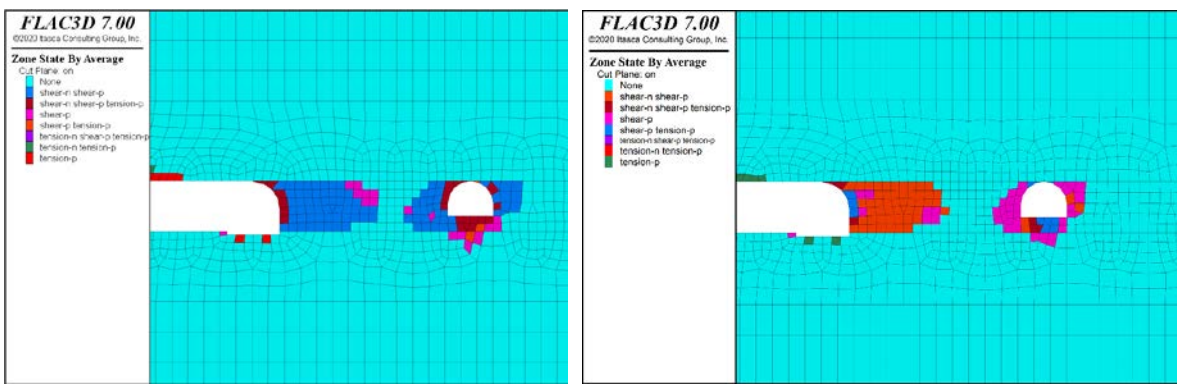
Hình 7. Biến dạng xung quanh đường lò chuẩn bị
a) Biến dạng ngang; b) Biến dạng thẳng đứng

Hình 7 thể hiện đặc trưng biến dạng trong khối đá xung quanh đường lò sau khi được chống giữ. So sánh với trường hợp khi chưa được chống giữ, lượng biến dạng trong khối đá rõ ràng được giảm nhiều, chuyển vị ngang hai bên hông lò chỉ còn 136 mm, phía bên hông phải đường lò chuyển vị lớn nhất chỉ còn 105 mm. Đối với khối đá phần nóc biến dạng thẳng đứng lớn nhất là 54 mm, vị trí này thuộc phần vai vòm. Tại nền lò biến dạng bùng nền lớn nhất đạt 122 mm. Nhìn chung, khi

đường lò thi công kết cấu chống dưới ảnh hưởng tải trọng khai thác lò chợ CGH 10-2 biến dạng được giảm đáng kể, góp phần tăng tính ổn định cho đường lò.

Hình 8 thể hiện đặc trưng phân bố vùng biến dạng dẻo trong khối đá xung quanh đường lò sau khi chống giữ.

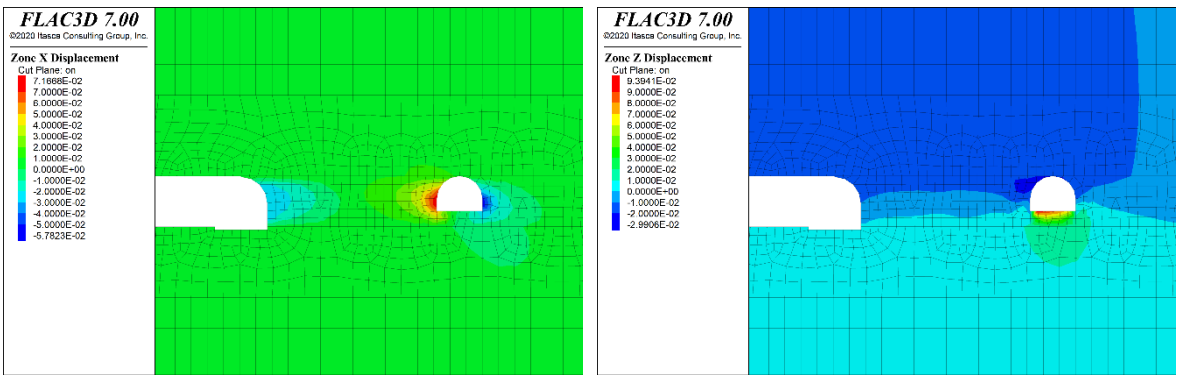
Có thể thấy so với trước khi không chống giữ, vùng biến dạng dẻo đang ở trạng thái phát triển liên tục trong phạm vi trụ bảo vệ, sau khi chống giữ, dưới tác động do khai đào đường lò vận tải, hoạt động khai thác lò chợ CGH lò chợ 10-2 và khai đào đường lò thông gió lò chợ CGH10-3 thì vùng biến dạng dẻo trong trụ bảo vệ không những giảm, chiều dày vùng biến dạng dẻo chỉ trong khoảng 3~4 m và còn tồn tại vùng lõi đàn hồi. Điều đó chứng tỏ độ ổn định của đường lò thông gió lò chợ CGH 10-3 và trụ bảo vệ đảm bảo tính ổn định tốt. Tuy nhiên, từ kết quả biến dạng, ứng suất và phạm vi vùng biến dạng dẻo cho thấy biến dạng ở hai bông hông lò và nền còn ở mức > 100 mm (chuyển vị thiết kế cho phép ≤ 100 mm) vùng lõi đàn hồi còn hạn chế do vậy để tăng mức độ ổn định và khả năng an toàn cho khai thác nhóm đề tài tiếp tục tiến hành bổ sung thêm phương án chống đội, tăng cường vì thép hình CBπ-27 với bước chống 0,7 m/vì chống. Còn nếu bổ sung thêm vì neo hoặc giảm bước chống thì hiệu quả chống giữ chưa chắc đã được nâng cao mà còn làm tăng giá thành mét lò hơn so bổ xung chống vì thép [9].



Hình 8. Vùng biến dạng dẻo trong khối đá xung quanh đường lò khi được chống giữ
a) Neo + neo cáp; b) Neo + neo cáp+ CBπ27

Kết quả biến dạng khi chống tăng cường vì chống thép CBπ-27 như Hình 9 thể hiện. Trong đó giá trị biến dạng khối đá xung quanh đường lò tiếp tục giảm. Chuyển vị ngang lớn nhất bên phía trụ bảo vệ là 71,7 mm, chuyển vị ngang lớn nhất của bên hông phải đường lò đạt 57,8 mm. Phần nóc đường chủ yếu bị biến dạng theo phương thẳng đứng hướng xuống dưới, tại vị trí vai vòm nằm trong than độ lún lớn nhất là 30 mm. Phần nền lò có biến dạng bùng nền lượng biến dạng tối đa đạt 93,9 mm. Nhìn chung, khi phương án chống giữ được bổ sung vì thép CBπ-27, sự biến dạng của đá xung quanh của đường được giảm, do đó độ ổn định đường lò chuẩn bị được cải thiện đáng kể (≤100 mm giá trị biến dạng chuyển vị cho phép).

Kết quả vùng biến dạng dẻo khi chống tăng cường CBπ-27 như Hình 8b thể hiện. Từ hình vẽ cho thấy so với trường hợp chống giữ theo phương án tổ hợp neo + neo cáp thì phạm vi chiều dày vùng biến dạng dẻo thu hẹp lại chỉ còn từ 2~3 m, chiều rộng vùng lõi đàn hồi được mở rộng, do vậy độ ổn định đường lò dọc vỉa thông gió lò chợ GHH 10-3 khu III vỉa 10 đã được nâng cao.



Hình 9. Biến dạng khối đá
a) Biến dạng ngang; b) Biến dạng thẳng đứng: a) Biến dạng ngang; b) Biến dạng dọc

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở phân tích mô phỏng ở trên cho thấy quy luật phân bố ứng suất xung quanh lò chợ hoạt động rất phức tạp, phụ thuộc vào các yếu tố địa cơ học và công nghệ kỹ thuật chống giữ. Do vậy bên cạnh phân tích tính toán lý thuyết, mô hình vật lý tương đương việc áp dụng mô phỏng số cho kết quả phân tích định lượng, trực quan nhanh chóng, thể hiện rõ quá trình biến đổi trường ứng suất, chuyển vị, phạm vi vùng phá huỷ dẻo khối đá xung quanh lò chuẩn bị khi chịu ảnh hưởng tải trọng động do khai thác. Dựa vào đặc điểm địa chất kỹ thuật của lò chợ CGH-10.2, nhóm tác giả dùng phần mềm Flac3D tiến hành mô phỏng quá trình khấu than lò chợ, quyết định chiều dày trụ bảo vệ 17 m, thiết lập phương án kiểm toán ổn định lò thông gió lò chợ CGH10.3 mức -210÷-250 m khu III vỉa 10 với các giá trị: biến dạng hai bên hông lò, nóc và nền lò đều đạt < 100 mm, phạm vi chiều dày vùng biến dạng dẻo thu hẹp lại chỉ còn từ 2~3 m, chiều rộng vùng lõi đàn hồi trong trụ bảo vệ được mở rộng, do vậy với phương án thiết kế đề xuất độ ổn định đường lò chuẩn bị lò dọc vỉa thông gió lò chợ GHH 10-3 khu III vỉa 10 đảm bảo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chen Kunfu (2006). *Research on failure evolution and control mechanism of surrounding rock of deep roadway and its application*, China University of Mining and Technology.
2. Đào Viết Đoàn (2016). Nghiên cứu xác định kích thước trụ bảo vệ tự nhiên cho đường lò chuẩn bị mức - 300 mỏ than Khe Chàm bằng phần mềm Flac^{3D}. *Tạp chí Công nghiệp mỏ*, số 4, Hà Nội, 53-58.
3. Đào Viết Đoàn (2016). Phân bố ứng suất xung quanh lò chợ và xác định kích thước trụ bảo vệ khi đào đường lò gần khu vực đã khai thác, *Tạp chí Công nghiệp mỏ*, số 3, Hà Nội, 76-80.
4. Đào Viết Đoàn, Đặng Trung Thành (2018). Nghiên cứu độ ổn định của khối đá xung quanh công trình ngầm tiết diện hình tròn, *Tạp chí Công nghiệp mỏ,* số 2, 20-26.
5. HE Man-chao (2005). Study on rock mechanics in deep mining emgineering. *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, Vol. 24, No.16, China, p 2803-2813.
6. Heping, Xie, Gao Feng, and Ju Yang(2015). Research and development of rock mechanics in deep ground engineering, *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, Vol. 34, p.2161-2178.

7. Nguyen Viet Nghia, Pham Thi Nhan, Piotr Osinski, Nguyen Thi Cuc, Trinh Le Hung (2022), Substantiation of pillar parameters in mining of inclined coal seamsin Quang Ninh Province, Vietnam, *Mining Science and Technology (Russia)*, Vol 7 (2), p.93-99.
8. Phạm Thị Nhàn, Nguyễn Viết Nghĩa (2021). *Nghiên cứu ảnh hưởng tải trọng động đến ổn định của đường lò chuẩn bị nằm trong khu vực lò chợ hoạt động*, Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, số 62 (1), p.85-90. doi: 10.46326/JMES.2021.62(1).10.
9. Vinacomin (2018). Nghiên cứu áp dụng vì chống neo trong các đường lò than khu vực khai thác lò chợ tại một số mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh, Báo cáo tổng kết, p 40-46.
10. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc (2005). Cơ học đá ứng dụng trong công trình ngầm và khai thác mỏ. Nhà xuất bản Khoa học& Kỹ thuật, Hà Nội.

APPLICATION OF DIGITAL MODELLING FOR DESIGN OF STRUCTURE SUPPORTING ROADWAY UNDER PRESSURE CAUSED BY LONGWALL MINING OPERATION

Pham Thi Nhan , Nguyen Viet Nghia*

Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Ha Noi.

ABSTRACT

The application of new scientific and technological advances is a trend in modern research and design. In which the numerical simulation method has been and is proving to be an effective tool. This type of virtual laboratory allows the construction of numerical models with the advantage of: paying attention to many influencing factors such as geological conditions, mechanical properties of rocks and rock masses as well as technological conditions. Base on simulation results, it is possible to analyze and determine the laws of rock mass movement and deformation around the furnace tunnel and predict the possibility of instability of the mine works.The article uses $FLAC^{3D}$ software to simulate the coal mining process of 10.2 mechanization mining face, Zone III, seam 10, Ha Lam coal mine, Quang Ninh. The mining face is 120m long, exploiting an independent block. The preparation tunnel is simulated in the case of unsupported digging. From the resulting data of the above case, including displacement, stress field, and plastic deformation area, it will be analyzed and proposed to use a support structure which is a combination of anchor and cable anchor. However, with the support plan of anchor and cable anchor the displacement value of tunnel was still over the allowable value of the coal mine tunnel. The second proposed option is the combination of anchor, cable anchor, and steel rip of CBπ-27. The simulation results include displacement, stress, and plastic deformation area, showing that the above option on the tunnel under the influence of mining operations stability is ensured.

Keyword: Mining face, displacement, stress, plastic failure, anchor, support, tunnel.

* Corresponding author, email address: nguyenvietnghia@humg.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0192

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH TÍNH VẬN TỐC CHUYỂN DỊCH THẲNG ĐỨNG XÁC ĐỊNH ĐƯỢC BẰNG CÔNG NGHỆ GNSS

Nguyễn Gia Trọng[1*], Nguyễn Viết Nghĩa[1], Lý Lâm Hà[2], Nguyễn Hà Thành[3], Vũ Trung Dũng[4], Nguyễn Viết Quân[5], Bùi Hữu Trong[6]

[1] Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội.
[2] Phòng Kinh tế hạ tầng - Cam Lâm, Khánh Hòa.
[3] Viện Vật lý địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
[4] Trường Đại học Nông Lâm Bắc Giang, Bích Động, Việt Yên, Bắc Giang
[5] Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, 2 Đặng Thùy Trâm, Cổ Nhuế 1, Bắc Từ Liêm, Hà Nội.
[6] Ban QLDA ĐTXD Công trình Giao thông và Nông nghiệp tỉnh An Giang, 16 Lê Hồng Phong, Mỹ Bình, Tp. Long Xuyên, An Giang.

TÓM TẮT

Kết quả của nghiên cứu chuyển dịch kiến tạo mảng là xác định được mô hình chuyển dịch của một khu vực địa lý cụ thể. Dựa trên kết quả xác định chuyển dịch đó, không những cho phép dự báo các tai biến địa chất có liên quan mà còn phục vụ cho việc xây dựng hoặc hiện đại hóa hệ quy chiếu. Do đó, đây là công việc được tiến hành thường xuyên và liên tục. Để dự báo tai biến địa chất dựa trên kết quả xử lý số liệu trắc địa, sau khi xác định được chuyển dịch thẳng đứng của các điểm cần phải tính vận tốc chuyển dịch thẳng đứng của các điểm cũng như thành lập bản đồ biến dạng theo phương thẳng đứng. Sử dụng phần mềm Gamit/Globk phân tích dữ liệu đo GNSS thu được bởi 4 trạm CORS tại vùng Đồng bằng sông Cửu Long để xác định chuyển dịch thẳng đứng. Nhóm nghiên cứu đã đề xuất mô hình toán học xác định vận tốc chuyển dịch thẳng đứng với dữ liệu đầu vào là tọa độ trắc địa và tọa độ vuông góc không gian địa tâm. Kết quả tính toán cho thấy, vận tốc chuyển dịch thẳng đứng xác định được theo hai phương pháp có giá trị giống nhau. Giá trị vận tốc chuyển dịch thẳng đứng tuyệt đối nhỏ nhất là 0,44 mm/năm và giá trị lớn nhất là 3,69 mm/năm.

Từ khóa: Chuyển dịch kiến tạo mảng, chuyển dịch thẳng đứng, địa động học, GNSS.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xét trên phạm vi toàn cầu, vỏ Trái đất được chia thành 7 mảng lớn và chin mảng kiến tạo nhỏ, các mảng liên tục chuyển động về các phía so với nhau. Tại Việt Nam, tồn tại nhiều đới đứt gãy trải dài từ miền Bắc đến Nam Trung Bộ và Tây Nguyên như đứt gãy Lai Châu - Điện Biên, đới đứt gãy Sông Hồng, đới đứt gãy Sông Mã,… Chuyển dịch của các mảng khi vượt quá giới hạn cho phép sẽ tạo ra các tai biến địa chất như động đất, núi lửa, sóng thần,… gây nên hậu quả hết sức nghiêm trọng. Chuyển dịch thẳng đứng của lớp vỏ Trái đất bao gồm cả do chuyển dịch kiến tạo mảng và sụt lún bề mặt nếu xảy ra ở vùng ven biển sẽ ảnh hưởng đến tình trạng ngập lụt ven biển; nếu xảy ra ở những vùng khác có thể gây nên ngập úng cục bộ hoặc biến dạng bề mặt đất ở khu vực. Bên cạnh đó, chuyển dịch kiến tạo mảng, sụt lún bề mặt làm thay đổi tọa độ của các điểm mốc khống chế dẫn đến ảnh hưởng tới hệ quy chiếu trắc địa trên cả phạm vi toàn cầu và địa phương. Khi xây

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: nguyengiatrong@humg.edu.vn

dựng các hệ quy chiếu hiện đại, các quốc gia đều tính đến sự tham gia của các hiện tượng nêu trên. Do đó, quan trắc và phân tích dữ liệu trong chuyển dịch kiến tạo mảng, sụt lún bề mặt là công việc được diễn ra thường xuyên và liên tục.

Để quan trắc chuyển dịch kiến tạo mảng, có thể sử dụng nhiều công nghệ khác nhau như giao thoa cạnh đáy lớn (VLBI), đo laser đến Mặt trăng (LLR), GNSS, các kỹ thuật viễn thám (InSAR, DInSAR,…). Việc quan trắc như trên có thể tiến hành theo chu kỳ rời rạc hoặc đo liên tục tùy thuộc vào công nghệ được sử dụng. Trước khi trạm thu tín hiệu vệ tinh liên tục (CORS) được xây dựng, ứng dụng công nghệ GNSS để xác định chuyển dịch của các mảng lục địa được tiến hành đo theo phương pháp đo tương đối tĩnh truyền thống. Khi đến thời gian đo được định trước, sẽ đặt máy thu tại các điểm để thu tín hiệu vệ tinh. Công nghệ CORS, với ưu điểm cung cấp dữ liệu liên tục theo thời gian cho phép xác định quy luật chuyển dịch của các mảng tốt hơn và với độ tin cậy cao hơn.

Tại Việt Nam, đa số các công trình nghiên cứu ứng dụng công nghệ GNSS trong chuyển dịch kiến tạo mảng mới chỉ quan tâm tới xác định chuyển dịch theo phương nằm ngang (mặt bằng) mà ít quan tâm tới vấn đề xác định chuyển dịch thẳng đứng. Trên cơ sở sử dụng phần mềm Bernese, số liệu đo GNSS tương đối truyền thống, Nguyễn Ánh Dương và cộng sự [2] đã xác định chuyển dịch của đứt gãy Lai Châu - Điện Biên về hướng Đông - Đông Nam với độ lớn 34,6 mm/năm, tốc độ dịch trái 2,3 mm/năm; Vy Quốc Hải [3] đã xác định chuyển dịch tuyệt đối khu vực Tam Đảo - Ba Vì với tốc độ chuyển dịch về phía Đông xấp xỉ 34,5 mm/năm và về hướng Bắc xấp xỉ -12 mm/năm; Tốc độ chuyển dịch tân kiến tạo Biển Đông được xác định bởi tác giả Phan Trọng Trịnh và cộng sự [14]. Tác giả Lê Huy Minh cùng cộng sự [7, 8] đã sử dụng phần mềm Gamit/Globk xác định chuyển dịch kiến tạo mảng tại Việt Nam theo chuỗi thời gian trên cơ sở sử dụng dữ liệu đo liên tục của các trạm thường trực IGS và các trạm thu tín hiệu vệ tinh liên tục được xây dựng bởi Viện Vật lý địa cầu. Nguyễn Gia Trọng và đồng tác giả [15] cũng sử dụng phần mềm Gamit/Globk để xác định chuyển dịch cho các trạm CORS phân bố trên phạm vi lãnh thổ Việt Nam. Các nghiên cứu của các tác giả nêu trên mới chỉ dừng lại ở việc sử dụng phần mềm Gamit/Globk để xác định đại lượng chuyển dịch theo chuỗi thời gian. Nguyễn Ngọc Lâu [4] xác định tọa độ của các điểm hàng ngày sử dụng phương pháp định vị tuyệt đối chính xác (PPP) rồi từ đó sử dụng mô hình toán học đơn giản để xác định lượng chuyển dịch theo năm. Tính đến thời điểm hiện tại, chỉ có tác giả Lại Văn Thủy [13] đề cập vấn đề xây dựng mô hình biến dạng không gian dựa trên các dữ liệu đo GNSS. Tuy nhiên, trong các công bố của mình tác giả chưa trình bày sâu về vấn đề xác định chuyển dịch thẳng đứng của lớp vỏ Trái đất.

Trên thế giới, xác định chuyển dịch kiến tạo mảng cũng như xây dựng mô hình biến dạng không gian được tiến hành rất đa dạng và được xây dựng thành các ứng dụng theo thời gian thực hoặc gần thực. Bằng việc sử dụng các phần mềm như Bernese, Gamit/Globk tác giả Bahadır Aktug [1] đã xác định độ lớn chuyển dịch cho khu vực Anatolia; Martin Lidberg và cộng sự [21] đã xác định chuyển dịch cho khu vực Bắc Âu trên cơ sở đó đã xác định được phần dư chuyển dịch mặt bằng trong khu vực. Gero W. Michel và cộng sự [5, 6] đã xác định chuyển dịch cho khu vực châu Á - Thái Bình Dương dựa trên dữ liệu đo của dự án GEODYSSEA. Xác định mô hình biến dạng không gian được nhiều tác giả như Jae Myoung [2], Tomohisa Okazaki [9], Mark Petersen [10], Wei Qu [11] và Federica Riguzzi [12] nghiên cứu và công bố.

Để xây dựng mô hình biến dạng theo chiều thẳng đứng, không thể sử dụng trực tiếp giá trị chuyển dịch thẳng đứng xác định được sau khi phân tích chuỗi dữ liệu đo GNSS mà phải sử dụng giá trị chuyển dịch trong mặt quy chiếu cục bộ. Trong nội dung bài báo này, nhóm nghiên cứu sẽ giới thiệu hai phương pháp xác định vận tốc chuyển dịch thẳng đứng trong mặt quy chiếu cục bộ từ kết quả phân tích dữ liệu đo GNSS.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu được sử dụng trong nghiêu cứu này là dữ liệu của 04 trạm CORS thuộc mạng lưới VNGEONET được xây dựng và vận hành bởi Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam (Hình 1). Thông tin chi tiết về dữ liệu thực nghiệm được cho trong Bảng 1.



Hình 1. Vị trí 04 điểm CORS trong mạng lưới VNGEONET

Bảng 1. Thông tin về dữ liệu thu nhận được của 04 trạm CORS thuộc mạng lưới VNGEONET

Tên các trạm	Loại ăng ten	Loại máy thu	Dạng dữ liệu	Tần suất (s)	Thời gian có dữ liệu
BTRI (Bến Tre)	LEIAR25.R4 LEIT	LEICA GR50;	RINEX; phiên bản 2.11	30	26/08/2019 - 18/03/2022
CLON (Trà Vinh)					
CTHO (Cần Thơ)					
HTIE (Kiên Giang)					

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phân tích chuỗi dữ liệu GNSS thu được bởi các trạm CORS

Chuyển dịch thẳng đứng của các điểm có thể chỉ ở mức dưới centimét, trong những trường hợp như vậy để xử lý/phân tích chuỗi dữ liệu GNSS chỉ có thể sử dụng các phần mềm chuyên dụng

cho kết quả xử lý với độ chính xác cỡ milimét như Bernese, Gamit/Globk, Gipsy-Oasis, … Nhóm nghiên cứu lựa chọn phần mềm Gamit/Globk để phân tích chuỗi dữ liệu đo GNSS theo thời gian để xác định các thành phần chuyển dịch.

Phần mềm Gamit/Globk được phát triển bởi Viện Công nghệ Massachusett (MIT) và đơn vị cộng tác. Đây là một phần mềm cho phép xử lý và phân tích dữ liệu GNSS trong các mục đích nghiên cứu chuyển dịch mảng kiến tạo, nghiên cứu khí quyển cũng như tính toán quỹ đạo chính xác cho các vệ tinh nhân tạo. Ngoài ra, phần mềm còn cho phép xử lý hỗn hợp các loại dữ liệu như GNSS, giao thoa cạnh đáy dài (VLBI) và đo laser đến vệ tinh (SLR).

Quá trình xử lý bắt đầu bằng việc chuẩn bị dữ liệu và khai báo các tham số cho phần mềm. Dữ liệu đo bao gồm dữ liệu đo của 4 trạm do tại Việt Nam và các trạm thường trực của IGS. Số liệu thu được từ các trạm đo tại Việt Nam cần phải được sao chép vào thư mục được chỉ định còn các dữ liệu thu được của các trạm thường trực sẽ được tự động tải về trong quá trình xử lý.

Trước tiên, dữ liệu đo sẽ được xử lý theo từng ngày độc lập với nhau, sau đó kết hợp kết quả xử lý hàng ngày để có được chuỗi giá trị chuyển dịch theo thời gian cũng như đại lượng chuyển dịch xác định theo chu kỳ (thông thường tính theo năm).

2.2.2. Mô hình tính chuyển đại lượng chuyển dịch thẳng đứng

Để có thể thành lập các mô hình biến dạng không gian, cần phải quy chuyển các đại lượng chuyển dịch tại các điểm về cùng mặt quy chiếu. Trong trường hợp này, có hai lựa chọn như sau:

a. Tính chuyển tọa độ của các điểm từ dạng tọa độ trắc địa trong Khung tham chiếu Trái đất quốc tế (ITRF) về tọa độ vuông góc phẳng trong hệ tọa độ địa phương (mà cụ thể ở đây là hệ tọa độ VN-2000) bao gồm các bước tính như sau: (i) Tính chuyển tọa độ của các điểm từ ITRF về hệ tọa độ VN-2000 sử dụng 7 tham số tính chuyển được công bố bởi Bộ Tài nguyên và Môi trường. Có thể sử dụng 7 tham số nêu trên vì Khung tham chiếu Trái đất quốc tế gần đây và hệ tọa độ WGS-84 có thể coi là trùng nhau; (ii) Tính đổi tọa độ trắc địa thành tọa độ vuông góc phẳng.

Sử dụng trực tiếp dạng tọa độ trắc địa trong hệ tọa độ trọng tâm. Trong nghiên cứu này, coi toàn lãnh thổ Việt Nam là một vùng tính để tính tọa độ trọng tâm.

Tọa độ mới của các điểm trong trường hợp này được tính như sau:

$$\begin{cases} \Delta\varphi_i = \varphi_i - \varphi_{mean} \\ \Delta\lambda_i = (\lambda_i - \lambda_{mean})\cos\varphi_{mean} \end{cases} \quad (1)$$

Trong công thức (1), φ_i, λ_i là các thành phần tọa độ nguyên bản ban đầu; $\varphi_{mean}, \lambda_{mean}$ là các thành phần tọa độ của điểm trọng tâm.

Vận tốc chuyển dịch thẳng đứng được xác định theo công thức:

$$v_{u(new)} = v_u - (A\lambda + B\varphi + C) \quad (2)$$

Các tham số A, B, C trong công thức (2) là các đại lượng với giá trị cụ thể đã được xác định.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Kết quả phân tích dữ liệu GNSS sử dụng phần mềm Gamit/Blobk thu được tọa độ và lượng chuyển dịch của các điểm như sau:

Bảng 2. Tọa độ và lượng chuyển dịch thẳng đứng (LCD) của các điểm xác định được bằng Gamit/Globk trong ITRF-14

TT	Tên điểm	B (độ)	L (độ)	LCD (mm/năm)
1	BTRI	10,04683	106,59719	-10,67
2	CLON	9,99284	106,20316	-20,55
3	CTHO	10,02682	105,76838	-14,26
4	HTIE	10,36954	104,45289	-5,17

Kết quả chuyển về tọa độ trắc địa trong hệ tọa độ VN-2000 như sau:

Bảng 3. Tọa độ và lượng chuyển dịch thẳng đứng (LCD) của các điểm trong VN-2000

TT	Tên điểm	B (độ)	L (độ)	LCD (mm/năm)
1	BTRI	10,04785	106,59540	-10,67
2	CLON	9,99396	106,20137	-20,55
3	CTHO	10,02783	105,76659	-14,26
4	HTIE	10,37055	104,45109	-5,17

Bảng 4. Tọa độ vuông góc phẳng và lượng chuyển dịch thẳng đứng (LCD) của các điểm trong VN-2000

TT	Tên điểm	X (m)	Y (m)	LCD (mm/năm)
1	BTRI	1111127,520	674844,436	-10,67
2	CLON	1104972,767	631676,312	-20,55
3	CTHO	1108587,722	584009,852	-14,26
4	HTIE	1146433,613	439910,893	-5,17

Sử dụng công thức (2), xác định được vận tốc chuyển dịch như sau:

Bảng 5. Vận tốc chuyển dịch thẳng đứng của các điểm xác định được sử dụng tọa độ trắc địa

TT	Tên điểm	B (độ)	L (độ)	LCD (mm/năm)
1	BTRI	10,04785	106,59540	1,24
2	CLON	9,99396	106,20137	-3,69
3	CTHO	10,02783	105,76659	2,89
4	HTIE	10,37055	104,45109	-0,44

Bảng 6. Vận tốc chuyển dịch thẳng đứng của các điểm xác định được sử dụng tọa độ vuông góc phẳng

TT	Tên điểm	X (m)	Y (m)	LCD (mm/năm)
1	BTRI	1111127,520	674844,436	1,25
2	CLON	1104972,767	631676,312	-3,70
3	CTHO	1108587,722	584009,852	2,89
4	HTIE	1146433,613	439910,893	-0,44

Từ số liệu ở các Bảng 5 và 6 có thể thấy, tuy với hai phương pháp tính khác nhau nhưng vận tốc chuyển dịch thẳng đứng xác định được chênh lệch nhau chỉ ở mức 0,01 mm do đó có thể coi kết quả xác định được là như nhau.

Tuy nhiên, nếu xác định vận tốc chuyển dịch bằng cách sử dụng tọa độ vuông góc phẳng sẽ phát sinh thêm nội dung tính đổi tọa độ do đó nhóm nghiên cứu khuyến nghị nên sử dụng phương pháp xác định vận tốc chuyển dịch thẳng đứng với giá trị tọa độ đầu vào ở dạng tọa độ trắc địa.

Khu vực thực nghiệm trong bài báo này tương đối nhỏ do đó việc xác định vận tốc chuyển dịch thẳng đứng có thể sử dụng công thức (2). Trong trường hợp khu vực thực nghiệm lớn hơn hoặc trải dài trên toàn lãnh thổ (như Việt Nam) cần phải nghiên cứu mô hình toán học xác định vận tốc chuyển dịch thẳng đứng cho phù hợp.

4. KẾT LUẬN

Chuyển dịch mảng kiến tạo (bao gồm chuyển dịch theo phương ngang và chuyển dịch theo phương thẳng đứng) là nguy cơ tiềm ẩn các mối đe dọa do các tai biến địa chất gây ra. Để có thể dự báo được xu thế chuyển dịch, nhất thiết phải thành lập các bản đồ trường biến dạng trong đó có trường biến dạng theo phương thẳng đứng. Muốn vậy, trước tiên cần phải xác định được vận tốc chuyển dịch của các điểm.

Trong nghiên cứu này, các tác giả đã đề xuất mô hình xác định vận tốc chuyển dịch thẳng đứng với hai phương pháp tính khác nhau ở dữ liệu đầu vào được sử dụng là tọa độ trắc địa và tọa độ vuông góc phẳng. Kết quả tính toán cho thấy, vận tốc chuyển dịch thẳng đứng xác định được theo cả hai phương pháp là như nhau. Giá trị vận tốc chuyển dịch thẳng đứng tuyệt đối lớn nhất đạt 3,69 mm/năm và nhỏ nhất là 0,44 mm/năm Tuy nhiên, khi sử dụng dữ liệu đầu vào là tọa độ trắc địa sẽ giảm thiểu được một số bước tính toán.

Mô hình mà nhóm tác giả đề xuất ở đây chỉ mới được thực nghiệm cho một khu vực nhỏ của Đồng bằng Sông Cửu Long. Trong trường hợp khu vực tính thực nghiệm rộng hơn hoặc trải dài trên phạm vi toàn lãnh thổ cần tiếp tục nghiên cứu đề xuất mô hình xác định vận tốc chuyển dịch thẳng đứng một cách hợp lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Ánh Dương, Fumiaki Kimata, Trần Đình Tô, Nguyễn Đình Xuyên, Phạm Đình Nguyên, Vy Quốc Hải, Dương Chí Công (2011). Đánh giá chuyển động hiện đại đới đứt gãy Lai Châu - Điện Biên sử dụng chuỗi số liệu đo GPS 2002 - 2010, *Tạp chí Các khoa học về Trái đất,* 33(3), 690-694.
2. Vy Quốc Hải, Trần Quốc Cường, Nguyễn Viết Thuận (2016), Về chuyển dịch vỏ Trái đất dọc đới đứt gãy Sông Hồng từ số liệu GNSS, *Tạp chí Các khoa học về Trái đất,* 38(1), 14-21.
3. Nguyen Ngoc Lau, Richard Coleman, Ha Minh Hoa (2020). Determination of tectonic velocities of some continuously operating reference stations (CORS) in Vietnam 2016-2018 by using precise point positioning, Vietnam Journal of Earth Sciences, 43(1), 1-12.
4. Michel, G. W., Becker, M., Angermann, D., Reigber, C., & Reinhart, E. (2000). Crustal motion in E-and SE-Asia from GPS measurements. *Earth, Planets and Space*, 52(10), 713-720.
5. Michel, G. W., Yu, Y. Q., Zhu, S. Y., Reigber, C., Becker, M., Reinhart, E., ... & Matheussen, S. (2001). Crustal motion and block behaviour in SE-Asia from GPS measurements. *Earth and Planetary Science Letters*, 187(3-4), 239-244.

6. Lê Huy Minh, Frédéric Masson, Alain Bourdillon, Rolland Fleury, Jar-Ching Hu, Vũ Tuấn Hùng, Lê Trường Thanh, Nguyễn Chiến Thắng, Nguyễn Hà Thành (2014). Chuyển động hiện đại vỏ Trái đất theo số liệu GPS liên tục tại Việt Nam và khu vực Đông Nam Á, *Tạp chí Các khoa học về Trái đất,* 36(1), 1-13.

7. Le Huy Minh, Vu Tuan Hung, Jyr-ching Hu, Nguyen Le Minh, Bor-shouh Huang, Horng-Yue Chen, Nguyen Chien Thang, Nguyen Ha Thanh, Le Truong Thanh, Nguyen Thi Mai, Pham Thi Thu Hong. Contemporary movement of the Earth's crust in the Northwestern Vietnam by continuous GPS data, *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 42(4), 334-350.

8. Okazaki, T., Fukahata, Y., & Nishimura, T. (2021). Consistent estimation of strain-rate fields from GNSS velocity data using basis function expansion with ABIC. *Earth, Planets and Space*, 73(1), 1-22.

9. Petersen, M., Harmsen, S., Mueller, C., Haller, K., Dewey, J., Luco, N., ... & Rukstales, K. (2007). Documentation for the Southeast Asia seismic hazard maps. *Administrative Report September*, 30, 2007.

10. Qu, W., Lu, Z., Zhang, Q., Wang, Q., Hao, M., Zhu, W., & Qu, F. (2018). Crustal deformation and strain fields of the Weihe Basin and surrounding area of central China based on GPS observations and kinematic models. *Journal of Geodynamics*, 120, 1-10.

11. Riguzzi, F., Crespi, M., Devoti, R., Doglioni, C., Pietrantonio, G., & Pisani, A. R. (2012). Geodetic strain rate and earthquake size: New clues for seismic hazard studies. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 206, 67-75.

12. Lại Văn Thủy (2019). Nghiên cứu ứng dụng lý thuyết xấp xỉ sóng nhỏ (biến đổi wavelet) để phân tích nội suy vận tốc chuyển dịch và biến dạng không gian từ kết quả xử lý dữ liệu đo GPS mạng lưới trắc địa địa động lực khu vực miền Bắc Việt Nam, *Luận án tiến sĩ kỹ thuật trắc địa - bản đồ*, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ.

13. Phan Trọng Trịnh, Ngô Văn Liêm, Nguyễn Văn Hướng, Trần Văn Phong, Bùi Văn Thơm, Nguyễn Viết Thuận, Nguyễn Đăng Túc, Hoàng Quang Vinh, Nguyễn Quang Xuyên, Nguyễn Huy Thịnh, Bùi Thị Thảo, Trần Quốc Hùng (2015). Kết quả đo GPS thời kỳ 2012-2013 và biến dạng kiến tạo hiện đại khu vực Tây Nguyên và lân cận, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập 31, số 4 (2015) 64-76.

14. Nguyễn Gia Trọng, Nguyễn Viết Nghĩa, Phạm Công Khải, Nguyễn Hà Thành, Lý Lâm Hà, Vũ Trung Dũng, Nguyễn Viết Quân, Phạm Ngọc Quang (2022). Xác định chuyển dịch trên phạm vi lãnh thổ Việt Nam dựa vào dữ liệu của các trạm CORS thuộc mạng lưới VNGEONET, *Tạp chí Khí tượng thủy văn,* 739, 59-66; doi:10.36335/VNJHM.2022(739).

15. Lidberg, M., Johansson, J. M., Scherneck, H. G., & Davis, J. L. (2007). An improved and extended GPS-derived 3D velocity field of the glacial isostatic adjustment (GIA) in Fennoscandia. *Journal of Geodesy*, 81(3), 213-230.

RESEARCH PROPOSAL ON THE MODEL FOR ESTIMATION VERTICAL VELOCITY BY GNSS TECHNOLOGY

Nguyen Gia Trong[1*], Nguyen Viet Nghia[1], Ly Lam Ha[2], Nguyen Ha Thanh[3], Vu Trung Dung[4], Nguyen Viet Quan[5], Bui Huu Trong[6]

[1] Hanoi University of Mining and Geology,18 Vien street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Ha Noi.
[2] Department of Economic Infrastructure, Cam Lam, Khanh Hoa
[3] Institute of Geophysics, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Ha Noi
[4] Bac Giang Agriculture and Forestry University, Bich Son, Viet Yen, Bac Giang
[5] Department of Survey and Mapping and Geographic information Vietnam, 2 Dang Thuy Tram, Bac Tu Liem, Ha Noi.
[6] Project Management Board of An Giang Province Agricultural and Traffic Construction Investment,16 Le Hong Phong, My Binh, Long Xuyên city, An Giang.

ABSTRACT

The result of the study of tectonic movement is determining the transformation model for a specific geographical area. Based on the results of displacement establishing, it not only allows forecasting of relevant geological hazards but also serves to modernize the reference system. Therefore, it's required to be monitored regularly and continuously. In order to forecast geological hazards based on the results of geodetic data processing, after determining the vertical displacement of stations, it is necessary to determine the vertical displacement velocity of stations. The GNSS measurement data of 4 CORS stations in the Mekong Delta were analyzed for determining vertical displacement by Gamit/Globk software. This study proposed a mathematical model to determine vertical displacement velocity by input data in the geodetic system and geocentric reference system. The analyzing results show that the vertical displacement velocity determined by the two methods has the same value. The minimum absolute velocity for vertical displacement is 0.44 mm/year and the maximum value is 3.69 mm/year.

Keyword: Tectonic movement, vertical displacement, geodynamics, GNSS.

* Corresponding author, email address: nguyengiatrong@humg.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0193

PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ XÁC SUẤT NGƯỠNG MƯA GÂY TRƯỢT LỞ TẠI CÁC KHU VỰC GIAO THÔNG MIỀN NÚI TỈNH QUẢNG NAM

Nguyễn Khắc Hoàng Giang [1*], Đỗ Minh Đức [2], Phí Trường Thành [1]

[1] *Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, 41A Phú Diễn, Bắc Từ Liêm, Hà Nội*

[2] *Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội*

TÓM TẮT

Khi có thể thu được các kết quả đầu ra khác nhau (sạt lở hoặc không sạt lở) cho cùng một đầu vào thì phương pháp tiếp cận xác suất sẽ được ưu tiên hơn. Trong bài viết này, chúng tôi đề xuất một phương pháp để đánh giá ngưỡng lượng mưa dựa trên xác suất Bayes. Phương pháp này đơn giản, chặt chẽ về mặt thống kê và trả về giá trị xác suất trượt đất (từ 0 đến 1) cho mỗi tổ hợp của các biến lượng mưa đã chọn. Sử dụng các dữ liệu thống kê về các sự kiện trượt lở trong khu vực kết hợp với số liệu mưa thực đo tại các trạm đo mưa, tận dụng kho lưu trữ lịch sử về các sự kiện trượt lở mà ngày xảy ra được biết với độ chính xác hàng ngày. Kết quả cho thấy sạt lở đất ở khu vực nghiên cứu liên quan nhiều đến các thông số sự kiện mưa (thời gian, cường độ, tổng lượng mưa. Sự phân bố của xác suất trượt đất theo cường độ thời gian mưa cho thấy sự gia tăng đột ngột tại các giá trị cường độ thời gian nhất định cho thấy sự thay đổi căn bản trạng thái của mái dốc và cho thấy sự tồn tại của một ngưỡng mưa thực.

Từ khóa: Ổn định mái dốc, xác suất Bayes, cường độ mưa, ngưỡng mưa, tỉnh Quảng Nam.

1. MỞ ĐẦU

Thông qua báo cáo hiện trạng trượt lở thu được từ các ghi chép trong quá khứ có thể được sử dụng để thực hiện một số bước cần thiết trong đánh giá rủi ro trượt lở, bao gồm: Ước tính xác suất xảy ra các sự kiện trượt lở theo thời gian; Ước tính quy mô xác suất trượt lở; Ước tính xác suất không gian xảy ra trượt lở; Xác định tính dễ bị ảnh hưởng của các yếu tố có nguy cơ xảy ra trượt lở.

Trong bài viết này sẽ trình bày xác suất thời gian xảy ra trượt lở. Kết quả nghiên cứu tổng hợp từ các ngưỡng lượng mưa, được sử dụng để ước tính xác suất xảy ra của các sự kiện trượt lở đất, đá theo thời gian. Mối quan hệ giữa trượt lở và lượng mưa sau đó sẽ giúp xác định nguy cơ trượt lở đất và phát triển hệ thống cảnh báo sớm về trượt lở trong khu vực.

Trượt lở trong khu vực nghiên cứu xảy ra chủ yếu là do lượng mưa gây ra do đó có thể thu được một dấu hiệu xác suất tạm thời của trượt lở bằng cách đánh giá xác suất tạm thời của các sự kiện mưa kết hợp với phân tích các ngưỡng mưa, cường độ hoặc thời gian mưa tối thiểu cần thiết để kích hoạt một vụ lở đất [6, 7]. Một phân tích như vậy đòi hỏi thông tin về ngày xảy ra trượt lở thực tế và dữ liệu lượng mưa tương ứng, trong trường hợp này được lấy từ giả định là tỷ lệ các sự kiện kích hoạt trượt lở và xảy ra trượt lở sẽ giữ nguyên sau này trong các điều kiện môi trường địa lý nhất định, có thể gây nghi ngờ khi tính đến các tác động kết hợp của những thay đổi toàn cầu, liên quan đến khí hậu và cấu trúc mái dốc. Xác suất trượt lở không thường xuyên cũng có thể được

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: nkhgiang@hunre.edu.vn

ước tính bằng cách sử dụng tỷ lệ trung bình của các vụ trượt lở đất [10]. Kết quả của các nghiên cứu như vậy thường chỉ áp dụng cho khu vực được mô hình hóa. Các mô hình ngưỡng dựa trên vật lý sử dụng các đặc điểm địa hình địa phương (ví dụ: độ dốc dốc, độ sâu của đất) trong một mô hình thủy văn động trong đó lượng mưa là biến số quan trọng nhất (Wilson và Wieczorek, 1995; Crosta, 1998; Terlien, 1998; Montgomery et al., 1998). Những mô hình này ít phù hợp với các khu vực lớn hơn vì chúng yêu cầu chi tiết thông tin về các thông số (ví dụ, tính chất đất, thay đổi mực nước ngầm, điều kiện xả), rất khó ngoại suy bên ngoài thiết bị đo (với áp kế, máy đo độ căng…) phương pháp thử nghiệm dựa trên ước tính ngưỡng lượng mưa thu được bằng cách ước tính xử lý các điều kiện lượng mưa dẫn đến trượt lở. Chúng thường được chứa trong các đường cong bao dựa trên các biến số như lượng mưa tích lũy, lượng mưa trước đó, cường độ mưa và thời lượng mưa (Caine, 1980; Wieczorek, 1987; Glade, 1998; Crozier, 1999; Chleborad, 2000; Crosta và Frattini, 2003; Aleotti, 2004; Giannecchini, 2005; Chen et al., 2006; Jakob et al., 2006). Mô hình thực nghiệm được sử dụng phổ biến nhất dựa trên cơn mưa. Mô hình ngưỡng này đòi hỏi dữ liệu với chất lượng cao và độ phân giải thời gian (ít nhất là dữ liệu lượng mưa hàng giờ), thường không có sẵn. Các mô hình khác dựa trên lượng mưa trước đó hoạt động với dữ liệu lượng mưa hàng ngày, tương đối đơn giản và không tốn kém để đo. Trên diện tích lớn, phù hợp với khu vực nghiên cứu trong toàn tỉnh. Trong các phần tiếp theo của bài viết, nhóm tác giả đề xuất một phương pháp xác định xác suất tạm thời cho các sự kiện trượt lở bằng cách sử dụng xác suất vượt quá ngưỡng mưa có nguồn gốc thực nghiệm và xác suất xảy ra trượt lở liên quan đến ngưỡng mưa.

Quảng Nam là một tỉnh ven biển miền Trung Việt Nam, có 16 huyện và 2 thành phố, trong đó có 9 huyện miền núi là: Tây Giang, Đông Giang, Nam Giang, Phước Sơn, Bắc Trà My, Nam Trà My, Hiệp Đức, Tiên Phước và Nông Sơn. Mạng lưới giao thông trong tỉnh thuận lợi với hai tuyến quốc lộ chính chạy từ Bắc xuống Nam: Quốc lộ 1A ở phía Đông và đường Hồ Chí Minh ở phía Tây, hai quốc lộ này cùng với các quốc lộ khác: QL14B, QL14D, QL14E, QL14G, QL40B, QL24C cùng hệ thống các đường tỉnh lộ (Hình 1). Trong những năm gần đây, mưa bão lớn kéo dài đã gây thiệt hại nghiêm trọng cho cơ sở hạ tầng giao thông trong toàn tỉnh nhất là năm 2017 và 2020. Từ thực tế đó, bài báo tiến hành bước đầu nghiên cứu xác suất mưa lớn gây trượt lở dọc các tuyến giao thông ở Quảng Nam giai đoạn 2003-2017 nhằm góp phần chủ động ứng phó, giảm thiểu thiệt hại do tai biến.

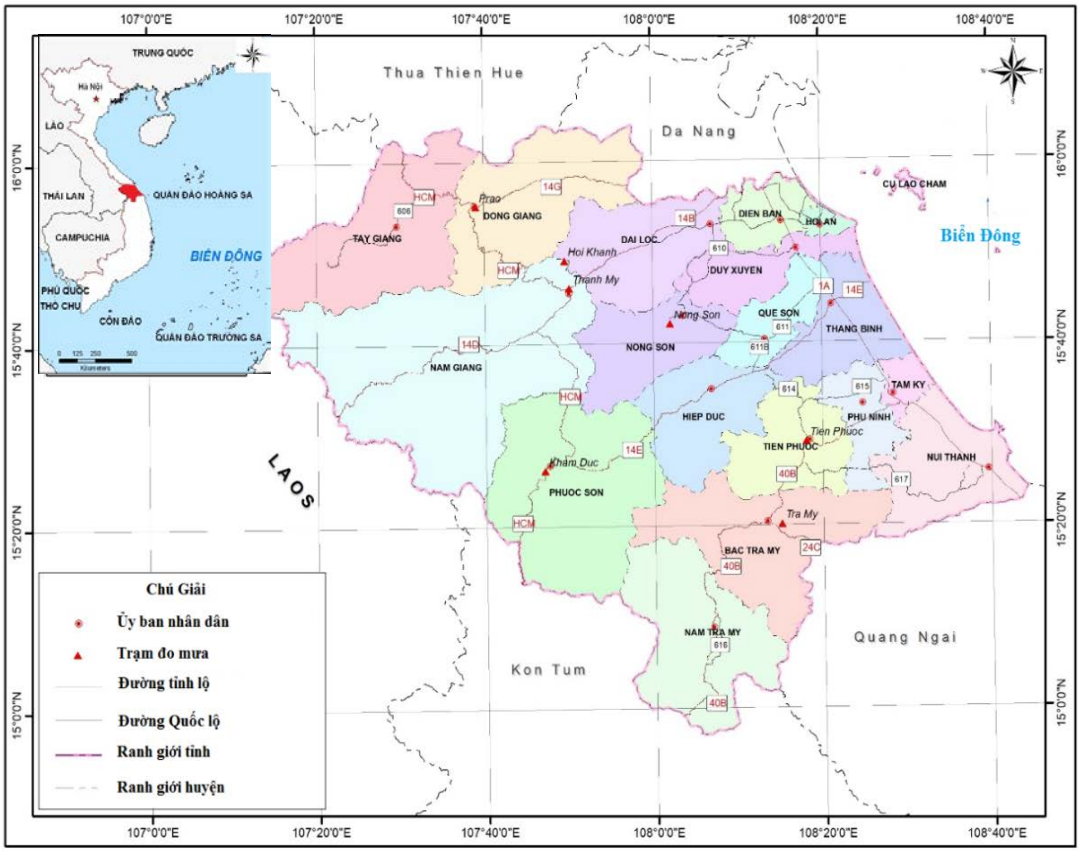
2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

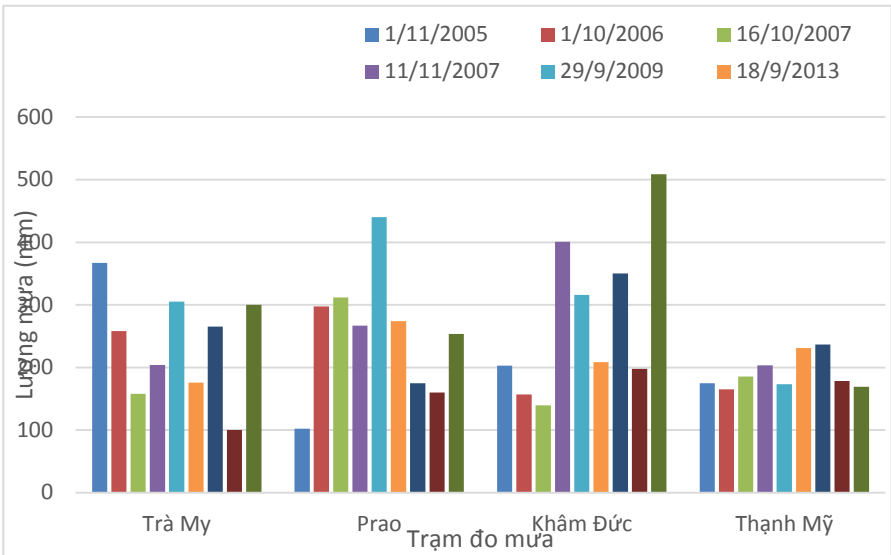
Đối tượng nghiên cứu trong bài báo là lượng mưa có ảnh hưởng trực tiếp đến trượt lở. Dữ liệu lượng mưa để phân tích được lấy tại 4 trạm quan trắc trong tổng số 7 trạm quan trắc trong toàn khu vực nghiên cứu. Phân bố các trạm đo mưa được thể hiện trong Hình 1.

Dữ liệu lượng mưa hàng ngày từ các máy đo mưa trong tỉnh được tổng hợp từ năm 2004 đến nay. Mặc dù không có nhiều thay đổi về tổng lượng mưa hàng năm từ các trạm, nhưng có sự khác biệt lớn về lượng mưa trong các sự kiện kích hoạt trượt lở.

Biểu đồ Hình 2 cho thấy sự thay đổi lượng mưa đối với các sự kiện trượt lở đại diện được đo tại các trạm Prao, Khâm Đức, Thạnh Mỹ và Trà My. Các sự kiện được xem xét cho phân tích này đã dẫn đến rất nhiều vụ trượt lở đất, đá lớn ở các phần khác nhau dọc các tuyến đường giao thông trọng điểm trong khu vực nghiên. Lượng mưa hàng ngày trên một sự kiện thay đổi đáng kể và biểu đồ Hình 2 cho thấy không có phân biệt rõ ràng trong toàn bộ khu vực nghiên cứu. Hầu hết các vụ trượt lở đã xảy ra tại các khu vực có lượng mưa tương đối cao.



Hình 1. Vị trí các trạm đo mưa



Hình 2. Lượng mưa được ghi nhận trong các sự kiện trượt lở lớn tại các trạm đo mưa

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong phần này, chúng tôi mô tả phương pháp xác định ngưỡng lượng mưa theo xác suất dựa trên lý thuyết Bayes [5]. Phương pháp xác suất cung cấp một cách khách quan để xác định ngưỡng trong các trường hợp phức tạp khi các phương pháp thông thường trở nên không còn chính xác.

Lý thuyết Bayes là một ứng dụng trực tiếp của các xác suất có điều kiện. Xác suất có điều kiện là xác suất của một số sự kiện A (trong trường hợp này là có xảy ra trượt lở đất) cho sự xuất hiện của một số sự kiện B khác (một đợt mưa với cường độ nhất định, được biểu thị bằng tổng lượng mưa, cường độ hoặc bất kỳ biến số nào khác). Xác suất có điều kiện được viết là P (A|B) và nó được hiểu là "xác suất xảy ra lở đất (A) với một ngưỡng lượng mưa (B)". Xác suất này được tính theo công thức sau:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)\,P(A)}{P(B)}$$

trong đó:

- P (A) là xác suất xảy ra A (trượt lở đất) của tuyến đường;

- P (B) là xác suất tổng lượng mưa trong bất kỳ ngày "T" nào đạt và vượt ngưỡng "B" trong khoảng thời gian xác định;

- P (B|A) là xác suất của tổng lượng mưa trong ngày "T" vượt quá "B" trong các sự kiện trượt lở đã được ghi nhận.

- Số liệu thống kê về lượng mưa cả thời kỳ sẽ cho ra các giá trị sau:

- N(A) là tổng số lần trượt lở được ghi nhận;

- N(B) là tổng số lần lượng mưa đạt và vượt ngưỡng mưa "B";

- N(R) là tổng số lần xuất hiện mưa trong cả khoảng thời gian đang xem xét;

- N(AB) là tổng số lần lượng mưa đạt hoặc vượt ngưỡng mưa B và có xảy ra trượt lở.

Xác suất Bayes thường được tính theo tần số tương đối. Do đó:

$$P(B) = \frac{N(AB)}{N(A)} \times \frac{N(A)}{N(R)} : \frac{N(B)}{N(R)} = \frac{N(AB)}{N(B)}$$

Hay theo phương trình rút gọn:

$$P(B) = \frac{N(AB)}{N(B)}$$

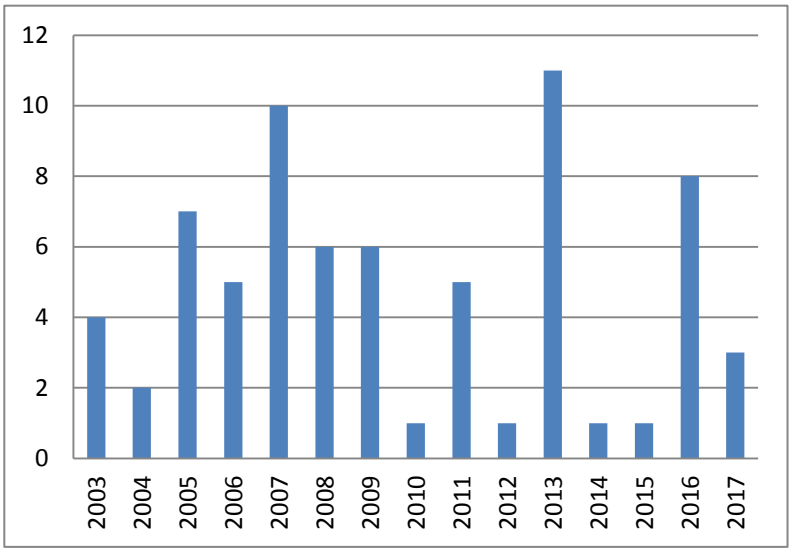
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Tại tổng các trạm đo thu thập 71 điểm trượt lở trong giai đoạn từ 2003 đến 2017 (Trạm Thạnh Mỹ 12 sự kiện ghi nhận), (Trạm Prao 18 sự kiện ghi nhận), (Trạm Trà My 18 sự kiện được ghi nhận), (trạm Khâm Đức 23 sự kiện được ghi nhận): Cường độ mưa tương ứng với sự cố trượt lở được phân tích trong ngày xảy ra trượt lở, 3 ngày trước (tính cả ngày xảy ra trượt) và 7 ngày trước (tính cả ngày xảy ra trượt) (Bảng 1 và Hình 3).

Bảng 1. Thống kê lượng mưa lớn gây trượt lở tại các trạm thời kỳ 2003-2017

TT	Trạm đo	Thời gian	Cường độ mưa 7 ngày trước (mm/ngày)	Cường độ mưa 3 ngày trước (mm/ngày)	Lượng mưa ngày trượt lở (mm/ngày)
1	Trà My	16/10/2003	45,7	91,4	262,2
2		10/10/2005	-	-	139,4
3		1/11/2005	68,1	127,3	367,0
4		1/10/2006	51,2	80,9	258,1
5		16/10/2007	33,8	49,0	157,8
6		11/11/2007	45,0	62,0	204,1
7		16/10/2008	81,0	38,9	150,4
8		7/9/2009	96,2	93,1	206,3
9		29/9/2009	64,7	115,3	305,2
10		24/9/2011	45,3	86,4	128,1
11		7/11/2011	42,7	77,3	173,8
12		18/9/2013	37,8	63,5	175,9
13		15/10/2013	47,1	93,0	263,4
14		15/11/2013	47,5	72,3	265,3
15		1/11/2016	25,6	48,2	60,5
16		2/12/2016	55,6	105,7	166,1
17		15/12/2016	37,3	71,0	100,0
18		4/11/2017	80,8	93,5	300,3
19	Prao	27/11/2004	44,2	88,3	147,5
20		24/10/2005	22,5	32,3	90,5
21		1/11/2005	19,3	30,8	102,5
22		1/10/2006	67,0	89,1	297,6
23		16/10/2007	58,0	94,7	311,9
24		2/11/2007	42,4	79,1	155,0
25		11/11/2007	35,9	70,3	266,9
26		11/10/2008	20,1	17,9	38,0
27		17/10/2008	53,0	80,2	231,9
28		7/9/2009	34,3	54,1	52,1
29		29/9/2009	87,8	151,8	440,3
30		16/10/2011	32,9	54,7	131,3
31		7/11/2011	42,0	75,6	205,8
32		18/9/2013	51,6	89,9	274,1
33		15/10/2013	35,2	69,8	215,4
34		15/11/2013	36,8	51,4	174,8
35		14/9/2015	24,0	40,5	135,6
36		15/12/2016	39,4	74,4	159,9
37	Khâm Đức	17/10/2003	62,5	125,0	252,7
38		14/11/2003	67,5	131,6	245,5
39		27/11/2004	91,7	174,8	362,3
40		13/9/2005	51,1	94,2	316,5
41		11/10/2005		99,3	202,9
42		26/10/2005	95,1	151,5	254,7
43		1/10/2006	42,9	58,6	156,9

44		6/12/2006	57,1	109,9	202,0
45		16/10/2007	53,4	80,5	139,5
46		30/10/2007	63,2	80,5	305,0
47		11/11/2007	83,8	130,4	401,0
48		17/10/2008	68,7	84,1	175,0
49		18/11/2008	32,7	55,5	186,6
50		16/11/2010	56,6	94,5	226,6
51		7/11/2011	85,5	131,6	233,5
52		18/9/2013	44,3	72,5	208,5
53		2/10/2013	59,4	73,9	289,0
54		15/10/2013	37,7	75,5	280,7
55		15/11/2013	63,4	90,8	350,1
56		1/11/2016	25,9	50,2	185,5
57		3/12/2016	60,0	108,9	204,6
58		14/12/2016	43,3	73,5	198,1
59		5/11/2017	123,5	179,4	508.,8
60	**Thạnh Mỹ**	14/11/2003	25,6	50,7	108,6
61		24/10/2005	28,6	52,1	174,9
62		1/10/2006	46,6	56,2	165,4
63		16/10/2007	33,9	51,2	185,6
64		11/11/2007	31,7	58,9	203,4
65		17/10/2008	50,4	75,5	225,1
66		7/9/2009	40,3	55,6	79,6
67		29/9/2009	57,6	95,5	173,1
68		18/9/2013	47,7	70,5	231,1
69		15/11/2013	39,1	60,7	236,5
70		14/12/2016	49,8	97,7	178,7
71		5/11/2017	48,8	66,4	169,2



Hình 3. Biểu đồ thống kê số lượng trượt lở do mưa lớn giai đoạn 2003 - 2017

Bảng 2 và 3 là kết quả tính toán cho các trạm. Phân vị được sử dụng để xác định ngưỡng mưa trên 71 trận trượt lở đã được tính lại là 90 %, 95 %, 98 % và 100 %. Kết quả chính của báo cáo được trình bày bằng kết quả tổng hợp của 4 trạm đo trong giai đoạn 2003 - 2017.

Bảng 2. Tổng hợp ngưỡng cường độ mưa trong ngày và số lượng trượt lở đất tại các trạm đo

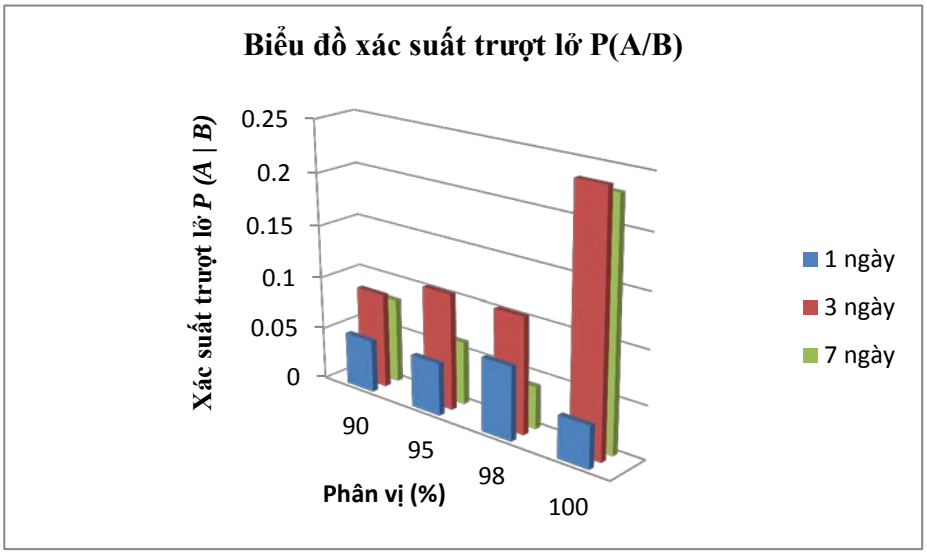
Năm	Phân vị (%)	7 ngày			3 ngày			1 ngày		
		X (mm/ngày)	N(B)	N(AB)	X	N(B)	N(AB)	X	N(B)	N(AB)
2003-2017	**90**	83	502	38	127	655	60	305	588	30
	95	95	439	28	151	498	54	362	510	24
	98	96	437	17	174	344	39	401	103	7
	100	123	52	12	179	88	21	508	46	2

(X: Ngưỡng cường độ mưa trung bình trong 7 ngày, 3 ngày và ngày trượt lở theo phân vị)

Bảng 3. Tổng hợp ngưỡng cường độ mưa và xác suất xảy ra trượt lở trong giai đoạn 2003 - 2017

Năm	Phân vị (%)	7 ngày		3 ngày		1 ngày	
		Cường độ mưa (mm/ngày)	P (A|B)	Cường độ mưa (mm/ngày)	P (A|B)	Cường độ mưa (mm/ngày)	P (A|B)
2003-2017	**90**	83	0.08	127	0.09	305	0.05
	95	95	0.06	151	0.11	362	0.05
	98	96	0.04	174	0.11	401	0.07
	100	123	0.23	179	0.24	508	0.04

P (A|B): Xác suất trượt *lở đất nếu lượng mưa trên ngưỡng mưa trong giai đoạn 2003-2017*



Hình 4. Biểu đồ xác suất trượt lở P (A | B) tương ứng trong giai đoạn 2003-2017

Các kết quả tại Bảng 3 và Hình 4 cho thấy:

- Độ chính xác của xác suất trượt lở đất do ngưỡng mưa không cao do việc phân tích ngày mưa không phát hiện được các kiểu hình mưa gây trượt lở, trong đó xác suất trượt lở do lượng mưa ngày có độ tin cậy rất thấp.

- Thông tin về ngày mưa chỉ có ý nghĩa trong vòng 3 ngày trước khi trượt lở đất với tỷ lệ phát hiện tốt nhất là 24 %.

- Một lưu ý là 71 điểm trượt để xác định giá trị ngưỡng được cho là bằng nhau cho tất cả các trạm. Nếu có thông tin chính xác về vị trí xảy ra trượt lở (theo không gian) có kiểu hình mưa tại vị trí tương ứng sẽ giúp xác định chính xác ngưỡng mưa và hình thái mưa để cảnh báo trượt lở sẽ chính xác hơn.

4. KẾT LUẬN

Tính toán số liệu thống kê và mô hình Bayes phù hợp để xác định ngưỡng lượng mưa trong ngày gây ra trượt lở. Tuy nhiên, độ chính xác của xác suất xảy ra trượt lở theo ngưỡng ngày mưa rất thấp.

Thông tin về ngày mưa chỉ có ý nghĩa trong vòng 3 ngày trước khi trượt lở đất với tỷ lệ phát hiện tốt nhất là 24 %.

Phân tích cũng chỉ ra những điểm nghi ngờ về trượt lở đất trong khu vực cần được kiểm tra lại. Nếu có thông tin chính xác về vị trí xảy ra trượt lở (theo không gian) và có kiểu hình mưa tại vị trí tương ứng sẽ giúp xác định chính xác ngưỡng mưa khi đó cảnh báo trượt lở sẽ chính xác hơn.

Ngoài ra, cần bổ sung các trạm quan trắc mưa và cảnh báo nguy cơ trượt lở đất tại các khu vực trọng điểm hay xảy ra trượt lở với mật độ cao như Nam Trà My, Bắc Trà My, Phước Sơn, Tiên Phước, Nam Giang và Đông Giang, Tây Giang.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Doãn Minh Tâm (2008). Báo cáo đề tài KHCN Bộ Giao thông - Vận tải: Nghiên cứu lựa chọn công nghệ và điều kiện áp dụng công nghệ mới trong phòng chống đất sụt trượt trên các tuyến đường bộ, Hà Nội.

2. Nghiêm Hữu Hạnh (2009). Biến đổi khí hậu, nguy cơ tai biến trượt lở ở vùng núi Việt Nam và một số giải pháp quản lý, phòng chống. Tạp chí Địa kỹ thuật, số 3.

3. Nguyễn Đức Đại (1990). Đánh giá tổng hợp điều kiện địa chất công trình Việt Nam phục vụ quy hoạch xây dựng cơ bản và khai thác kinh tế lãnh thổ.

4. Nguyễn Sỹ Ngọc (2006). Các yếu tố ảnh hưởng tới ổn định bờ dốc ở Việt Nam. Tuyển tập công trình Hội nghi khoa học toàn quốc lần thứ 5. Hội Cơ học đá Việt Nam, Hà Nội.

5. Định lý Bayes vi.wikipedia.org.

6. Berti M., Martina M. L. V, Franceschini S., Pignone S., Simoni A., Pizziolo M. (2012). Ngưỡng mưa xác suất đối với sự cố trượt đất sử dụng phương pháp tiếp cận Bayes, Tạp chí Nghiên cứu Địa vật lý, Vol. 117, F04006, doi: 10.1029 / 2012JF002367, 2012.

7. V.Đ. Lomtadze (1982). Địa chất động lực công trình, NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội (Phạm Xuân và nnk dịch).

8. R J Chandler; Institution of Civil Engineers (Great Britain) (1991). London: Thomas Telford, Slope stability engineering: developments and applications: Proceedings of the International Conference on Slope Stability.

9. Tien PV, Sassa K, Takara K, Fukuoka H, Khang D, Shibasaki T, Hendy S, Ha ND and Loi DH (2018). Formation process of two massive dams following rainfall-induced deep-seated rapid landslide failures in the Kii Peninsula of Japan. Landslides, 15(9), 1761-1778.

10. Wieczorek GF, Geist EL, Motyka RJ et al (2007). Hazard assessment of the Tidal Inlet landslide and potential subsequent tsunami, Glacier Bay National Park, Alaska. Landslides 4 (3), 205-2015.

11. Xiao L, Ward SN, Wang J (2015). Tsunami Squares approach to landslide-generated waves: Application to Gongjiafang landslide, Three Gorges reservoir, China. Pure and Applied Geophysics 172 (12), 3639-3654.

ANALYSIS AND ASSESSMENT PROBABILITY OF RAINFALL THRESHOLD CAUSE LANDSLIDES IN MOUNTAIN TRAFFIC AREA OF QUANG NAM PROVINCE

Nguyen Khac Hoang Giang [1*], Do Minh Duc [2], Phi Truong Thanh [1]

[1]*Hanoi University of Natural Resources and Environment, 41A Phu Dien, Bac Tu Liem, Ha Noi*

[2]*University of Science, Vietnam National University, Ha Noi, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Ha Noi*

ABSTRACT

When different outputs (landslide or no landslide) can be obtained for the same input, the probabilistic approach is preferred. In this paper, we propose a method to evaluate the precipitation threshold based on Bayesian probability. This method is simple, statistically robust, and returns a landslide probability value (between 0 and 1) for each combination of the selected precipitation variables. Using statistical data on landslide events in the area combined with actual rainfall data measured at rain gauges, utilizing a historical archive of landslides whose date of occurrence is known with precision daily. The results show that landslides in the study area are strongly related to precipitation event parameters (duration, intensity, total precipitation). The distribution of landslide probability by precipitation time intensity shows a sudden increase at certain time intensity values indicating a radical change in the state of the slope and indicates the existence of a real precipitation threshold.

Keywords: Slope stabilize, Bayes probability, rain intensity duration, rain threshold, Quang Nam province.

* Corresponding author, email address: nkhgiang@hunre.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0194

ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC, ĐỊA HÓA MỘT SỐ THỂ ĐÁ MAGMA XÂM NHẬP TRONG HỆ TẦNG HUỔI HÀO VÙNG SÔNG MÃ, SƠN LA; Ý NGHĨA TRONG NGHIÊN CỨU TIẾN HÓA MAGMA, KIẾN TẠO ĐỚI KHÂU SÔNG MÃ

Nguyễn Khắc Du[1, 2*], Nguyễn Văn Tuyên[3], Ngô Xuân Thành[1]

[1] Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

[2] Trung tâm Phân tích Thí nghiệm Công nghệ cao, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

[3] Công ty Cổ phần Địa chất Việt Bắc, 65 An Trạch, Quốc Tử Giám, Đống Đa, Hà Nội

TÓM TẮT

Các đá mafic - siêu mafic thuộc hệ tầng Huổi Hào lộ ra thành nhiều khối nhỏ riêng lẻ dọc theo đới khâu Sông Mã, Tây Bắc Việt Nam. Hầu hết các mẫu thu thập được trong khu vực đã bị biến chất, biến dạng và bị biến đổi serpentinit hóa. Kiến trúc mylonit thường được quan sát thấy là minh chứng rõ ràng cho cơ chế dịch trượt đã tác động lên các đá trong vùng. Kết quả phân tích địa hóa đá tổng cho thấy, các đá có chỉ số Mg# dao động từ 36,48-70,54 %; SiO_2: 44,16-50,43 %; MgO: 3,93-11,55 %; FeO tổng: 6,02-13,56 %; TiO_2: 0,84 -1,62 %. Tương quan tỷ lệ La/Yb - Nb/La của đá tổng chỉ ra bối cảnh tách giãn cho các đá vùng nghiên cứu, có liên quan đến quá trình hình thành lớp vỏ đại dương thực thụ. Trong khi đó, một số khối đá mafic được phát hiện gần đây có cấu tạo dạng khối, kiến trúc hạt nhỏ đến thô, hầu như chưa trải qua các quá trình biến đổi và biến dạng mạnh. Điều này đã dẫn đến nhận định rằng các đá này ắt phải được hình thành ở một pha magma khác, sau khi đới khâu Sông Mã được hình thành. Vì vậy, để làm sáng tỏ lịch sử tiến hóa magma, bối cảnh kiến tạo khu vực này, cần có thêm nhiều công trình nghiên cứu khoa học chi tiết, đồng bộ hơn trong tương lai, đặc biệt là các nghiên cứu về địa hóa khoáng vật và định tuổi tuyệt đối.

Từ khóa: Đặc điểm thạch học - địa hóa, đá xâm nhập sâu, khu vực Sông Mã, Sơn La.

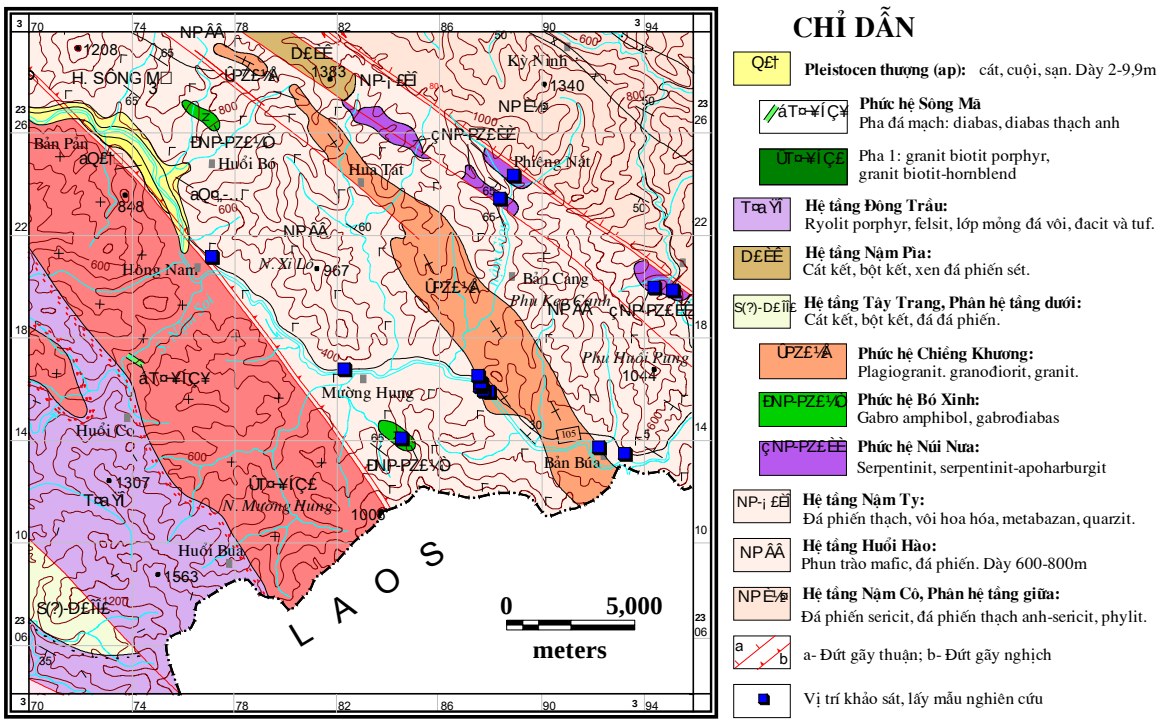
1. MỞ ĐẦU

Đới khâu Sông Mã được cho là ranh giới của 2 mảng kiến tạo giữa địa khối Nam Trung Hoa và Đông Dương, kéo dài trên 300 km theo phương Tây Bắc - Đông Nam từ Núi Nưa (Thanh Hóa) đến Điện Biên Phủ (Hình 1a), đã được khá nhiều nhà địa chất trong và ngoài nước quan tâm nghiên cứu từ lâu, trong đó nổi bật là các công trình đo vẽ bản đồ địa chất ở các tỷ lệ khác nhau và những nghiên cứu về kiến tạo khu vực Tây Bắc Việt Nam trong giai đoạn Indosini [1-4]. Một số công trình nghiên cứu về các khối ophiolit riêng lẻ dọc theo đới khâu Sông Mã đã được công bố trên các tạp chí uy tín trong trong nước và quốc tế [1, 5-13]. Tuy vậy, bản chất cũng như lịch sử tiến hóa magma liên quan đến các hoạt động kiến tạo khu vực đới khâu Sông Mã vẫn còn nhiều vấn đề tồn tại chưa được làm sáng tỏ. Dọc đới khâu Sông Mã xuất hiện các đá siêu mafic bị serpentin hóa (phức hệ Núi Nưa) và meta-mafic (phức hệ Bó Xinh) và các đá có thành phần hỗn hợp từ siêu mafic đến mafic, trung tính hệ tầng Huổi Hào. Các thể đá có thành phần siêu mafic - mafic được

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: Nguyenkhacdu@humg.edu.vn

cho là hợp phần quan trọng của tổ hợp ophiolit Sông Mã, có nguồn gốc sống núi giữa đại dương thực thụ. Mặt khác, dựa vào thành phần địa hóa đá tổng và các khoáng vật sót, Ngô Xuân Thành và cộng sự trong các tài liệu tham khảo số [5, 9, 10] đã xếp các đá serpentinit vào phần thạch quyển manti và các đá mafic được xếp vào hợp phần vỏ đại dương tuổi cổ.

Gần đây, trong quá trình khảo sát thực địa các khối đá siêu mafic-mafic đã được ghi nhận, biết đến như là một bộ phận của tổ hợp ophiolit Sông Mã tại khu vực huyện Sông Mã, tỉnh Sơn La (Hình 1b) (Sau đây gọi chung là các đá Mafic-1), các tác giả đã sơ bộ phát hiện một số khối đá xâm nhập sâu tại khu vực dọc Quốc lộ 4G và ven bờ Sông Mã. Các đá có thành phần thạch học thuộc chuỗi gabro với độ hạt đa dạng từ mịn đến thô, tuy nhiên, đá rất rắn chắc và ít/không bị cà ép, gần như chưa bị biến đổi (Sau đây gọi chung là các đá Mafic-2). Trong nghiên cứu này, tác giả sẽ mô tả, phân tích các đặc điểm thạch học, địa hóa của các đá Mafic-1, từ đó đưa ra một số nhận định về bối cảnh kiến tạo các đá magma thuộc tổ hợp ophiolit Sông Mã. Bên cạnh đó, dựa trên cơ sở các số liệu khảo sát thực địa mới đây và kết quả quan sát mẫu dưới kính hiển vi phân cực sơ bộ ban đầu, nhóm tác giả cũng sẽ đưa ra một số nhận định về mối quan hệ của các thể Mafic-2 với các đá thuộc tổ hợp ophiolit Sông Mã.

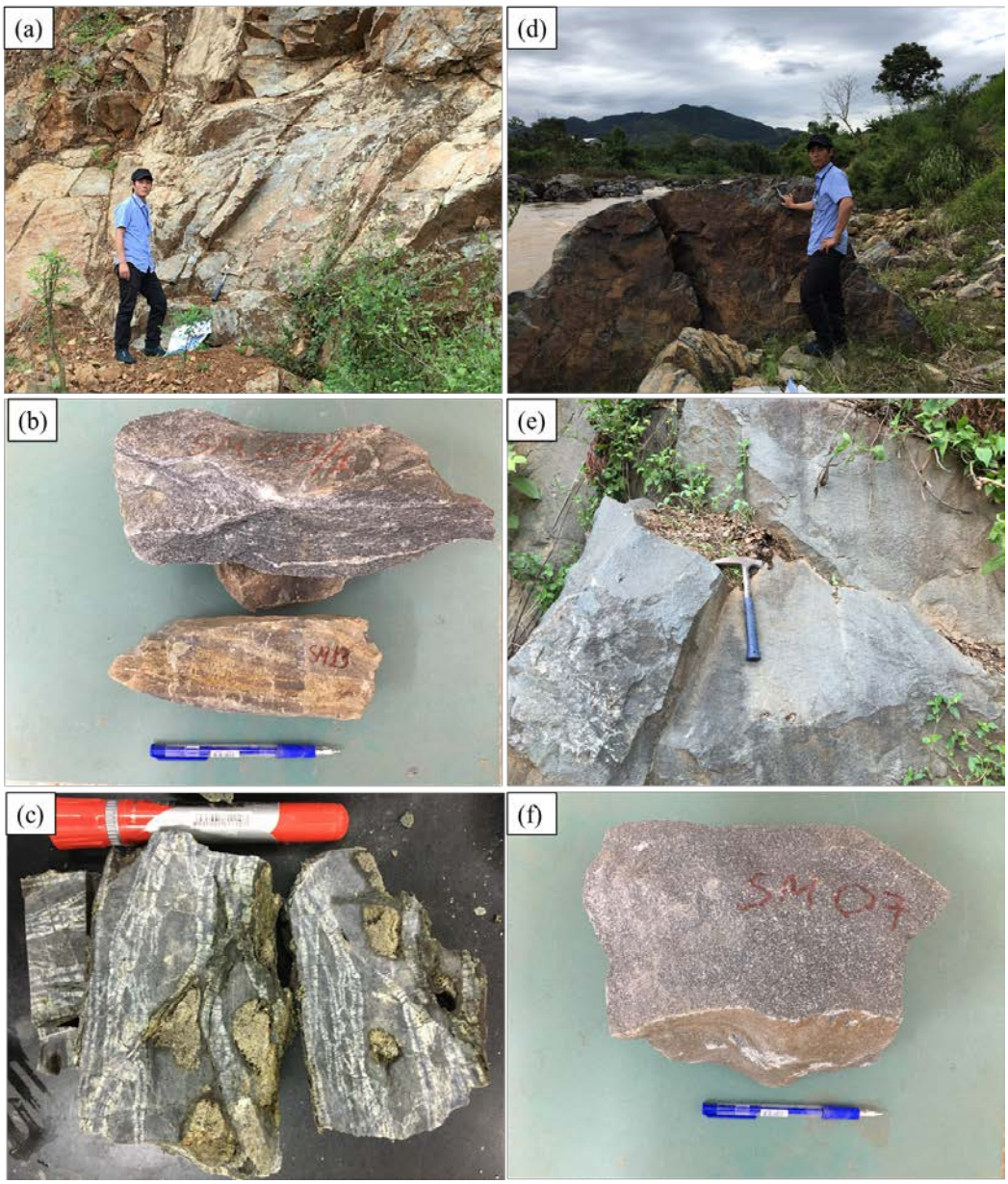


Hình 1. Sơ đồ địa chất khu vực Sông Mã, Sơn La (được biên tập, giản lược từ tờ bản đồ Mường Kha – Sơn La, tỷ lệ 1:200.000, số hiệu F-48-XXV & F-48-XXVI trong tài liệu tham khảo số [4])

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Tác giả đã tiến hành công tác khảo sát địa chất ngoài thực địa, tổng hợp đặc điểm của các thể địa chất trong khu vực bao gồm thành phần, sự phân bố không gian của đối tượng nghiên cứu với trọng tâm là các đá có thành phần mafic và siêu mafic (phức hệ Núi Nưa, Bó Xinh và hệ tầng Huổi Hào) và mối quan hệ của chúng với các thành tạo địa chất khác trong vùng nghiên cứu. Các mẫu đá

magma xâm nhập sâu thu thập được bao gồm các đá bị biến dạng, biến đổi mạnh (Mafic-1) (Hình 2a-c) và các đá chưa/ít bị biến đổi (Mafic-2) (Hình 2 d-f), sau đó chúng được gia công thành các mẫu thạch học lát mỏng, và được quan sát, nghiên cứu kỹ lưỡng dưới kính hiển vi phân cực. Kết quả được sử dụng để xác định thành phần khoáng vật, cũng như cấu tạo - kiến trúc các khoáng vật tạo đá, thành phần khoáng vật magma nguyên thủy của các thể đá xâm nhập phục vụ công tác phân loại đá, đồng thời định hướng cho các phân tích tiếp theo.



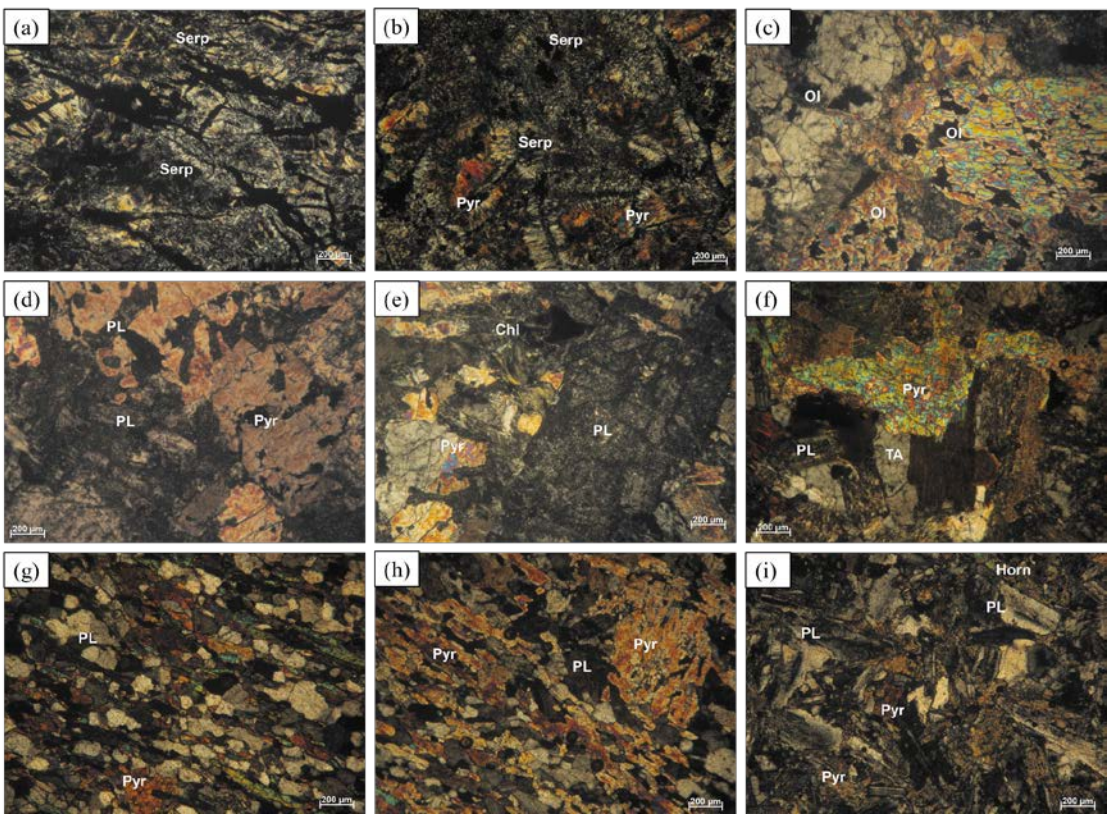
Hình 2. (a, b, c) Vết lộ và các mẫu đá siêu mafic-mafic hệ tầng Huổi Hào (NPhh) bị biến dạng, biến đổi khu vực dọc Quốc lộ 4G Sông Mã; (d, e, f) Vết lộ và các mẫu đá siêu mafic - mafic thu thập ven Sông Mã thể hiện rất ít/không bị biến dạng/biến đổi, chưa rõ tuổi/pha xâm nhập trong hệ tầng Huổi Hào

Các mẫu đá Mafic-1 (14 mẫu) xâm nhập trong hệ tầng Huổi Hào được nghiền thành bột mịn, kích thước hạt <0,074 mm và được ép thành viên nén trước khi được phân tích thành phần hóa học các nguyên tố chính bằng công nghệ huỳnh quang tia Rơnghen (XRF) trên thiết bị S2 Ranger tại Phòng Thí nghiệm bộ môn Tìm kiếm - Thăm dò, Trường Đại học Mỏ - Địa chất; sai số phân tích của hầu hết các oxit <3-5 %. Thành phần các nguyên tố vết và nhóm đất hiếm của 14 mẫu trên được tiến hành bằng phương pháp quang phổ plasma - khối phổ (ICP-MS) trên hệ thống thiết bị Thermo Scientific ICAP Q ICP-MS, LSX – 213 G2 tại Trung tâm Phân tích Thí nghiệm Công nghệ cao (giới hạn phân tích cho hầu hết các nguyên tố là 10 phần tỷ). Các kết quả phân tích đã được so sánh, đối chiếu hết sức cẩn thận với các số liệu (chưa công bố) được phân tích tại Hàn Quốc của Ngô Xuân Thành cho các mẫu đá mafic - siêu mafic trong khu vực nghiên cứu.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm thạch học

Tổng hợp các kết quả khảo sát ngoài thực địa, các kết quả phân tích mẫu thạch học lát mỏng cho thấy các đá Mafic-1 có cấu tạo đa dạng gồm dạng khối, định hướng, phân dải, thậm chí bị biến dạng mylonit hóa ở rất nhiều khu vực. Đá có kiến trúc hạt từ nửa tự hình đến tha hình méo mó, gặm mòn, thay thế giả hình, khảm ophit/ nửa ophit (Hình 3).



Hình 3. Ảnh lát mỏng thạch học đại diện cho các đá Mafic-1 khu vực Sông Mã, Sơn La.
(a-c) Các đá peridotit bị serpentin hóa. (d-h) Các đá gabbro cấu tạo khối đến định hướng, phân dải, kiến trúc hạt biến tinh. (i) Đá diorit. Trong đó: Ol: Olivin. Pyr: Pyroxen xiên. PL: Plagioclas. Chl: Chlorit. Serp: Serpentin; Horn: Hornblend. TA: Thạch anh

Đá có thành phần siêu mafic gồm các đá peridotit với các khoáng vật olivin và pyroxen đã bị serpentin hóa hầu như hoàn toàn, đôi chỗ còn sót lại các khoáng vật magma gồm olivine, pyroxen xiên, ít hơn là pyroxen thoi và Cr-spinel. Do mẫu bị biến đổi mạnh, rất khó để xác định được chính xác thành phần thạch học của đá nguyên thủy.

Các đá có thành phần mafic chủ yếu là chuỗi gabro, bao gồm: gabro olivin, gabro (chứa) oxit, micro gabro/diabaz, và chuyển tiếp dần đến các đá diorit thạch anh. Thành phần khoáng vật của các đá Mafic-1 và Mafic-2 khá tương đồng, nói chung gồm chủ yếu là các khoáng vật pyroxen xiên (25-75 %), plagioclas (30-65 %). Ngoài ra, olivin xuất hiện với hàm lượng nhỏ hơn (2-3 đến 7-8 % trong một số mẫu). Các khoáng vật phụ gồm hornblend, pyroxen thoi, và biotit với tổng hàm lượng <5-8 %, thạch anh có hàm lượng đáng kể trong một vài lát mỏng thạch học (4-7 %). Hàm các khoáng vật quặng (sulfua và oxit Fe-Ti) thường <2 %, cục bộ tăng lên đến 8-10 % ở một số mẫu.

3.2. Đặc điểm địa hóa, tiến hóa magma, và bối cảnh kiến tạo khu vực nghiên cứu

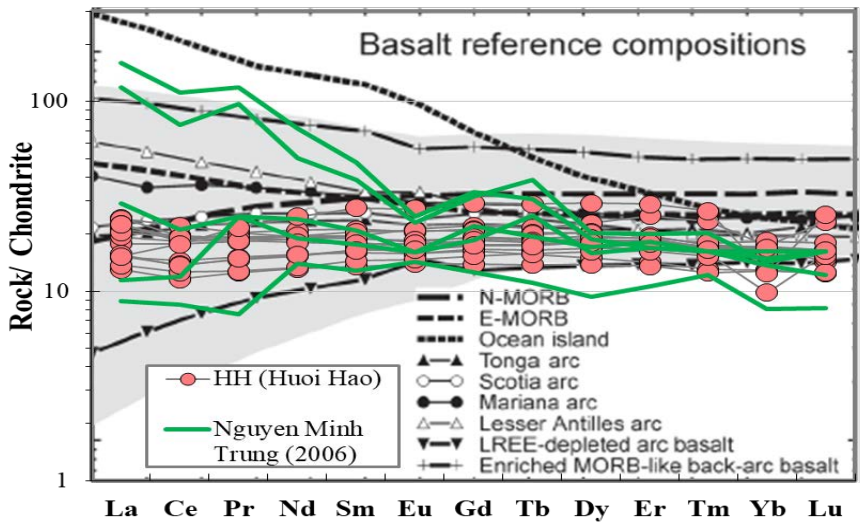
Kết quả phân tích hóa cho 14 mẫu đá Mafic-1 trong hệ tầng Huổi Hào (một số kết quả đại diện được thể hiện trong Bảng 1) cho thấy hàm lượng các thành phần oxit chính cơ bản phản ánh quá trình phân dị từ các đá gabbro giàu olivin đến các đá trung tính hơn (diorit thạch anh). Kết quả phân tích địa hóa đá tổng cho thấy, các đá xâm nhập trong hệ tầng Huổi Hào có hàm lượng các oxit chính biến đổi mạnh; với chỉ số Mg#: 36,48-70,54 %; SiO_2: 44,16-50,43 %; MgO: 3,93-11,55 %; FeO tổng: 6,02-13,56 %; TiO_2: 0,84 -1,62 %).

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần hóa học các nguyên tố chính, phụ và vết đại diện của các đá xâm nhập (Mafic-1) hệ tầng Huổi Hào khu vực Sông Mã, Sơn La

Số hiệu mẫu		**SM04**	**SM05/1**	**SM05/2**	**SM06/6**	**SM06/8**	**SM06/10**
SiO_2	(%)	46,833	48,59	45,947	46,74	50,433	48,133
TiO_2		0,927	0,973	0,95	0,957	0,943	1,05
Al_2O_3		21,067	14,29	15,707	15,103	14,617	15,053
FeO		5,424	8,595	12,205	8,768	7,805	8,732
FeOtổng		6,027	9,55	13,562	9,742	8,673	9,703
Fe_2O_3		0,603	0,955	1,356	0,974	0,867	0,97
MnO		0,081	0,181	0,174	0,166	0,118	0,141
MgO		5,153	11,547	3,933	4,697	7,02	7,107
Na_2O		3,353	2,723	1,367	1,543	4,667	3,513
CaO		11,393	9,287	11,34	14,09	7,337	11,48
K_2O		0,133	0,263	0,49	1,11	0,097	0,61
P_2O_5		0,11	0,077	0,07	0,073	0,13	0,113
MKN		3,807	1,744	3,888	4,079	4,832	1,214
Mg#		62,87	70,54	36,48	48,84	61,58	59,19
Tổng		**99,551**	**100,276**	**98,926**	**99,374**	**99,824**	**99,189**
Nb	(ppm)	3,02	1,221	2,985	3,041	2,448	5,279
La		4,189	3,579	5,774	3,632	4,222	5,318
Ce		10,878	8,854	11,954	8,47	10,918	11,747
Pr		1,74	1,399	1,777	1,355	1,696	1,715
Nd		8,639	7,158	8,958	7,011	8,65	8,273
Sm		2,537	2,363	2,898	2,431	2,828	2,634
Eu		1,03	0,889	1,193	0,959	1,019	0,999
Gd		3,163	3,308	4,393	3,51	3,833	3,697

Số hiệu mẫu		SM04	SM05/1	SM05/2	SM06/6	SM06/8	SM06/10
Tb		0,538	0,594	0,775	0,636	0,683	0,652
Dy		3,512	4,118	5,605	4,535	4,774	4,679
Ho		0,732	0,905	1,291	0,985	1,028	1,021
Er		2,093	2,7	3,998	2,968	3,022	3,068
Tm		0,298	0,388	0,579	0,424	0,422	0,443
Yb		1,925	1,583	2,786	2,769	2,719	2,958
Lu		0,256	0,39	0,572	0,406	0,352	0,441
Th		0,28	0,218	0,431	0,342	0,42	0,559

Thành phần các nguyên tố nhóm đất hiếm của các đá mafic hệ tầng Huổi Hào được chuẩn hóa theo thành phần vật liệu hành tinh [14] và được thể hiện trong Hình 4. Kết quả biểu diễn cho thấy đường cong chân nhện của các mẫu phân tích là khá bằng phẳng với hàm lượng cao gấp 10-30 lần hàm lượng của chúng trong thiên thạch chondrit. Đặc biệt, không có sự làm giàu hay nghèo kiệt của các nguyên tố đất hiếm nhóm nhẹ so với các nguyên tố đất hiếm nhóm trung gian và nhóm nặng. Thêm vào đó, hầu hết các mẫu nghiên cứu không thể hiện các dị thường âm của Eu, là minh chứng cho cơ chế lắng đọng trọng lực, dồn tích trong quá trình kết tinh.

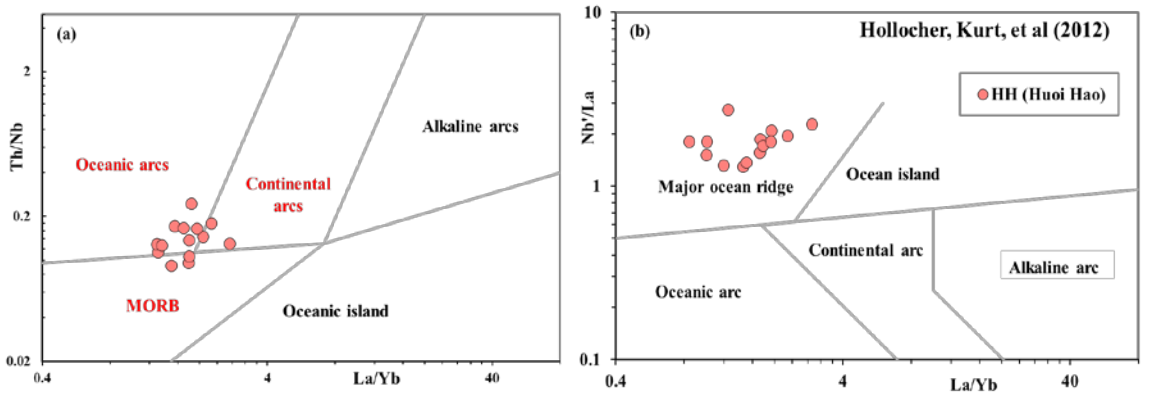


Hình 4. Biểu đồ các nguyên đất hiếm của các đá xâm nhập thành phần gabro (Mafic-1) khu vực Sông Mã, Sơn La được chuẩn hóa theo vật liệu hành tinh chondrit [14] và được so sánh với các số liệu phân tích mẫu ở các bối cảnh kiến tạo khác nhau [8, 15]

Các kết quả phân tích thành phần nguyên tố đất hiếm cho các đá Mafic-1 bị biến dạng, biến chất hệ tầng Huổi Hào được so sánh với kết quả phân tích khối peridotit-gabro Hòn Vắng của Nguyễn Minh Trung và các mẫu đá được thu thập ở các bối cảnh kiến tạo đa dạng trên toàn cầu trong tài liệu tham khảo số [8, 15]. Biểu đồ La/Yb - Th/Nb và La/Yb - Nb/La phân loại bối cảnh kiến tạo các đá Mafic-1 hệ tầng Huổi Hào được thể hiện trong Hình 5 bên dưới. Dựa vào đặc điểm địa hóa đá tổng và các khoáng vật olivin, cr-spinel, Nguyễn Minh Trung và các cộng sự đã luận giải khối Hòn Vắng nêu trên là phần vỏ còn sót lại của thạch quyển đại dương thực thụ, được thành tạo trong môi trường ngoài đại dương. Luận giải này khá tương đồng, phù hợp với thành phần các đá Mafic-1 hệ tầng Huổi Hào (Hình 5b). Tuy nhiên cần lưu ý nếu dựa vào biểu đồ La/Yb - Th/Nb (Hình 5a), các kết quả phân tích cho thấy các mẫu đá mafic khu vực Sông Mã, Sơn La có đặc trưng

địa hóa nằm ở vị trí giao nhau giữa 3 trường cung đảo đại dương, cung lục địa, và sống núi giữa đại dương. Điều này có thể là kết quả ảnh hưởng của hoạt động hút chìm, tác động của các dung dịch biến chất đã làm thay đổi thành phần các đá sau khi chúng được thành tạo.

Đối với các đá Mafic-2 phân bố trong hệ tầng Huổi Hào, dựa vào đặc điểm thạch học, cấu tạo kiến trúc, đặc biệt là mức độ biến đổi có thể đưa ra nhận định sơ bộ rằng chúng ắt hẳn phải được thành tạo ở pha magma sau này, trẻ hơn hẳn so với các đá siêu mafic - mafic phổ biến đã được biến đến (Mafic-1) dọc đới khâu Sông Mã. Tuy nhiên, để có cái nhìn toàn diện hơn về lịch sử tiến hóa magma liên quan đến các hoạt động kiến tạo đới khâu Sông Mã và khẳng định được chắc chắn cơ chế kết tinh, mối quan hệ của các thể đá mafic khác nhau trong khu vực Sông Mã, Sơn La, cần kết hợp thêm nhiều nghiên cứu chi tiết hơn về địa hóa khoáng vật, đặc biệt là các kết quả định tuổi tuyệt đối cho các đá Mafic-2 trong thời gian tới.



Hình 5. Biểu đồ La/Yb - Th/Nb và La/Yb - Ta/Nb phân loại bối cảnh kiến tạo các đá Mafic-1 hệ tầng Huổi Hào khu vực Sông Mã, Sơn La [15] và các tài liệu tham khảo kèm theo

4. KẾT LUẬN

Tổ hợp các đá sâu khu vực Sông Mã, Sơn La có thành phần từ siêu mafic đến mafic được chia làm nhiều loại đá từ peridotit, chuỗi gabro, các đai mạch, đến các đá trung tính có cấu tạo, kiến trúc, mức độ biến đổi rất đa dạng.

Về các đá mafic phân bố trong hệ tầng Huổi Hào, dựa vào đặc điểm thạch học, cấu tạo, kiến trúc, mức độ biến đổi, có thể phân chia các đá vào 2 nhóm cơ bản: (1) các đá Mafic-1 có cấu tạo định hướng đến biến dạng mylonit, đá bị biến đổi mạnh đến hoàn toàn và (2) các khối Mafic-2 có cấu tạo dạng khối, kiến trúc hạt nhỏ đến thô, gần như chưa bị biến đổi và biến dạng. Căn cứ vào các đặc trưng địa hóa nhóm đất hiếm cho phép đưa ra nhận định rằng các đá Mafic-1 có thể được xem như một phần của thạch quyển đại dương thực thụ, được thành tạo trước đới khâu Sông Mã. Ngược lại, dựa vào đặc điểm thạch học, các đá Mafic-2 có thể đã được hình thành ở một pha magma sau khi đới khâu được hình thành.

Việc phân chia đá magma, đặc biệt là đá sâu vào các phức hệ khác nhau nói chung và trong khu vực Sông Mã nói riêng, cần thiết phải được tiến hành chi tiết, bài bản hơn trên cơ sở tổng hợp các kết quả nghiên cứu ngoài thực địa và các số liệu phân tích đồng bộ trong phòng thí nghiệm. Bên cạnh đó, các quan điểm trình bày trong công trình này góp phần cung cấp thông tin khoa học cho các giai đoạn nghiên cứu tiếp theo, đặc biệt trong công tác đo vẽ bản đồ địa chất - khoáng sản ở các tỷ lệ lớn hơn trong thời gian tới.

Lời cảm ơn

Tác giả xin cảm ơn nguồn kinh phí hỗ trợ thực hiện công trình, mẫu vật từ Đề tài Quỹ Nafosted với tiêu đề: "Bản chất mối quan hệ giữa đá peridotit manti và các đá vỏ đại dương trong tổ hợp ophiolit đới khâu Sông Mã: Ý nghĩa của chúng trong nghiên cứu tiến hóa magma - kiến tạo khu vực, mã số: 105.01-2020.13".

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lepvrier, C., et al (2008). Indosinian tectonics in Vietnam. *Comptes Rendus Geoscience*, 340 (2): p. 94-111.
2. Tran Van Tri and Vu Khuc (Editor) (2009). Geology and Resources of Vietnam. Publisher of Natural Science and Technology, Hanoi, Vietnam, 465 pages.
3. Phạm Đình Trưởng và nnk, (1999). Báo cáo kết quả đo vẽ bản đồ địa chất - khoáng sản nhóm tờ Sơn La, tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ tại Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc*, Hà Nội.
4. Phan Sơn và nnk (1999). Báo cáo kết quả đo vẽ tờ bản đồ Mường Kha - Sơn La, tỷ lệ 1: 200.000, số hiệu F-48-XXV & F-48-XXVI. *Trung tâm Thông tin lưu trữ Địa chất,* Hà Nội.
5. Thanh, N.X., et al (2014). Backarc mafic-ultramafic magmatism in Northeastern Vietnam and its regional tectonic significance. *Journal of Asian Earth Sciences*, 90: p. 45-60.
6. XuanThanh, N., et al (2011). Chromian-spinel compositions from the Bo Xinh ultramafics, Northern Vietnam: Implications on tectonic evolution of the Indochina block. *Journal of Asian Earth Sciences*, 42: p. 258-267.
7. Bùi Ấn Niên (2008). Đặc điểm khoáng vật học của Crompsinel trong các thành tạo siêu mafic khối Núi Nưa (đới Sông Mã). *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 30 (2): p. 11.
8. Trung, N.M., T. Tsujimori, and T. Itaya (2006). Honvang serpentinite body of the Song Ma fault zone, Northern Vietnam: A remnant of oceanic lithosphere within the Indochina-South China suture. *Gondwana Research*, 9 (1): p. 225-230.
9. Thành, N. X. và M. T. Tú (2013). "Những luận giải mới về thành phần khoáng vật của các khối serpentinit thuộc đới khâu Sông Mã trong vùng Sơn La: kiểu ophiolit không thuộc vỏ đại dương thực thụ". *Tạp chí địa chất*, 334 (3-4): p. 1-12.
10. Ngo, T.X., et al., (2016). Subduction initiation of Indochina and South China blocks: insight from the forearc ophiolitic peridotites of the Song Ma Suture Zone in Vietnam. *Geological Journal*, 51 (3): p. 421-442.
11. Wen, S., et al., (2015). The tectonic structure of the Song Ma fault zone, Vietnam. *Journal of Asian Earth Sciences*, 107: p. 26-34.
12. Halpin, J.A., et al., (2016). U-Pb zircon geochronology and geochemistry from NE Vietnam: A 'tectonically disputed' territory between the Indochina and South China blocks. *Gondwana Research*, 34: p. 254-273.
13. Thắng, T.T. and N.V. Vượng, (2000). Về tuổi và đặc điểm biến dạng các đới trượt cắt - biến dạng dẻo Sông Hồng và Sông Mã. *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 22 (1): p. 41-47.
14. McDonough, W.F. and S.s. Sun (1995). The composition of the Earth. *Chemical Geology*, 120 (3-4): p. 223-253.

15. Hollocher, K., et al (2012). Geochemistry of amphibolite-facies volcanics and gabbros of the Støren Nappe in extensions west and southwest of Trondheim, western gneiss region, Norway: A key to correlations and paleotectonic settings. *American Journal of Science*, 312 (4): p. 357-416.

PETRO-GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF PLUTONIC ROCKS IN THE HUOI HAO FORMATION AT SONG MA AREA, SON LA PROVINCE AND THEIR IMPLICATIONS FOR THE TECTONO-MAGMATIC EVOLUTION RESEARCH OF THE SONG MA SUTURE ZONE

Nguyen Khac Du[1, 2*], Nguyen Van Tuyen[3], Ngo Xuan Thanh[1]

[1] *Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi*

[2] *Center for Excellence in Analysis and Experiment, Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi*

[3] *Viet Bac Geology Joint Stock company, 65 An Trach, Quoc Tu Giam, Dong Da, Hanoi*

ABSTRACT

Plutonic rocks of the Huoi Hao formation expose in many small, isolated blocks along the Song Ma suture zone in Northwest Vietnam. Most of the collected samples show strong effects of metamorphism, deformation, and serpentinization. The mylonitic texture is evidence of the displacement mechanism that has acted in the rocks in the study area. The bulk rock analyses show that major and minor components have wide ranges of variation, with Mg#: 36.48-70.54 %; SiO_2: 44.16-50.43 %; MgO: 3.93-11.55 %; FeO total: 6.02-13.56 %; TiO_2: 0.84 -1.62 %. The La/Yb-Nb/La correlation suggests their MORB-like affinity. On the other hand, some recently discovered mafic bodies, which are fine- to coarse-grain, record no evidence for the transformation and deformation processes. These may suggest that the mafic-ultramafic rocks must have been formed at a secondary magmatic phase, occurring after the formation of the Song Ma suture zone. In order to elucidate the history of the regional tectono-magmatic evolution of the Song Ma area, it is necessary to study in detail in the future, especially mineral geochemistry and geochronology.

Keywords: Petro-geochemical characteristics, Plutonic rocks, Song Ma area, Son La province.

* Corresponding author, email address: Nguyenkhacdu@humg.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0195

ĐẶC ĐIỂM CHẤT LƯỢNGVÀ ĐỊNH HƯỚNG SỬ DỤNG KHOÁNG SẢN KYANIT VÀ TOURMALIN ĐI CÙNG TRONG ĐÁ PHIẾN MICA Ở HOÀNG SU PHÌ, HÀ GIANG

Nguyễn Thị Minh Thuyết*, Bùi Văn Đông

Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

TÓM TẮT

Kyanit là khoáng vật thuộc nhóm silicat nhôm có công thức đơn giản là Al_2SiO_5, thường xuất hiện trong đá pegmatit hoặc trầm tích biến chất giàu nhôm. Kyanit được khai thác và sử dụng phổ biến trên thế giới trong công nghiệp gốm sứ, vật liệu chịu lửa hoặc làm đồ trang sức. Ở Việt Nam, kyanit trong pegmatit ở Thạch Khoán, Phú Thọ đã được người dân khai thác làm đá cảnh và đá phong thủy. Cuối năm 2020, nhóm tác giả đã phát hiện sự có mặt của khoáng vật kyanit tinh thể lớn, hàm lượng cao trong đá phiến mica ở khu vực Hoàng Su Phì, Hà Giang. Sử dụng các phương pháp phân tích huỳnh quang tia X (XRF), nhiễu xạ tia X (XRD), kính hiển vi phân cực, kính hiển vi ngọc học cho kết quả: kyanit đi cùng với tourmalin; kyanit có hàm lượng cao lên tới trên 20 %, tinh thể có kích thước lớn (10x3x2 cm); hàm lượng Al_2O_3 thường thấp trong khoảng 60,62 - 61,03 %, hàm lượng SiO_2 trong khoảng 36,32 - 36,39 %, ngoài ra còn chứa các nguyên tạp chất khác như Ti, Mg, Fe, Na, Ca; Kyanit có màu trắng đục đến lam nhạt, chứa nhiều bao thể sẫm màu như biotit, zircon, cát khai hoàn toàn phù hợp sử dụng với mục đích làm nguyên liệu chịu lửa. Tourmalin đi cùng với kyanit, có hàm lượng tương đối cao, tinh thể kích thước lớn, có thể làm nguồn cung cấp vật liệu tourmalin nano, loại vật liệu quan trọng giải phóng ra ion âm, được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp và xử lý ô nhiễm môi trường hữu cơ và kim loại nặng.

Từ khóa: Kyanit, trầm tích biến chất, pegmatit.

1. MỞ ĐẦU

Tinh thể kyanit (Al_2SiO_5) kết tinh trong hệ ba nghiêng, có màu từ lam nhạt đến lam đậm, màu lục, hiếm hơn là màu vàng, màu hồng và được tìm thấy trong đá pegmatit, đá biến chất giàu nhôm (đá phiến, đá gneiss) [6]. Một số nghiên cứu về thành phần hóa học đã chỉ ra trong thành phần của kyanit còn chứa một lượng nhỏ Cr, Fe, Mg, Ca, và K [13]. Theo Cục Địa chất Hoa Kỳ, kyanit được sử dụng chủ yếu trong vật liệu chịu lửa (ngành công nghiệp gang thép), ít hơn trong các sản phẩm mài mòn (động cơ và má phanh xe, đĩa mài, cắt), các sản phẩm gốm sứ cách điện, đồ gốm sứ, đồ vệ sinh, sản xuất hóa chất, thủy tinh, sản phẩm đúc và khuôn đúc chính xác,... Ngoài ra, khi kyanit có màu đẹp, độ tinh khiết tốt, kích thước đủ lớn thì sẽ được sử dụng làm đồ trang sức, đá trang trí hay đá phong thủy. Nguồn cung cấp khoáng sản kyanit trên thế giới đến từ các nước Áo, Italia, Thụy Điển, Na Uy, Nga, Kenia, Brazil, Tanzania, Mỹ, trong đó, nguồn đá quý kyanit quan trọng đến từ Brazil, Zimbabwe, Kenia, Botswana, Mozambique, Nepal, Tanzania và Tibet [5, 13].

Ở Việt Nam, kyanit trong pegmatit ở khu vực Thạch Khoán, Phú Thọ đã được khai thác làm đá cảnh đá phong thủy từ đầu những năm 2000. Khoảng giữa năm 2020, người dân tại khu vực Hoàng Su Phì, Hà Giang đã phát hiện, khai thác tinh thể kyanit để làm đá cảnh, nhưng họ lại lầm tưởng rằng đó là aquarmarin. Cuối năm 2020, nhóm tác giả đã tiến hành khảo sát và xác định được

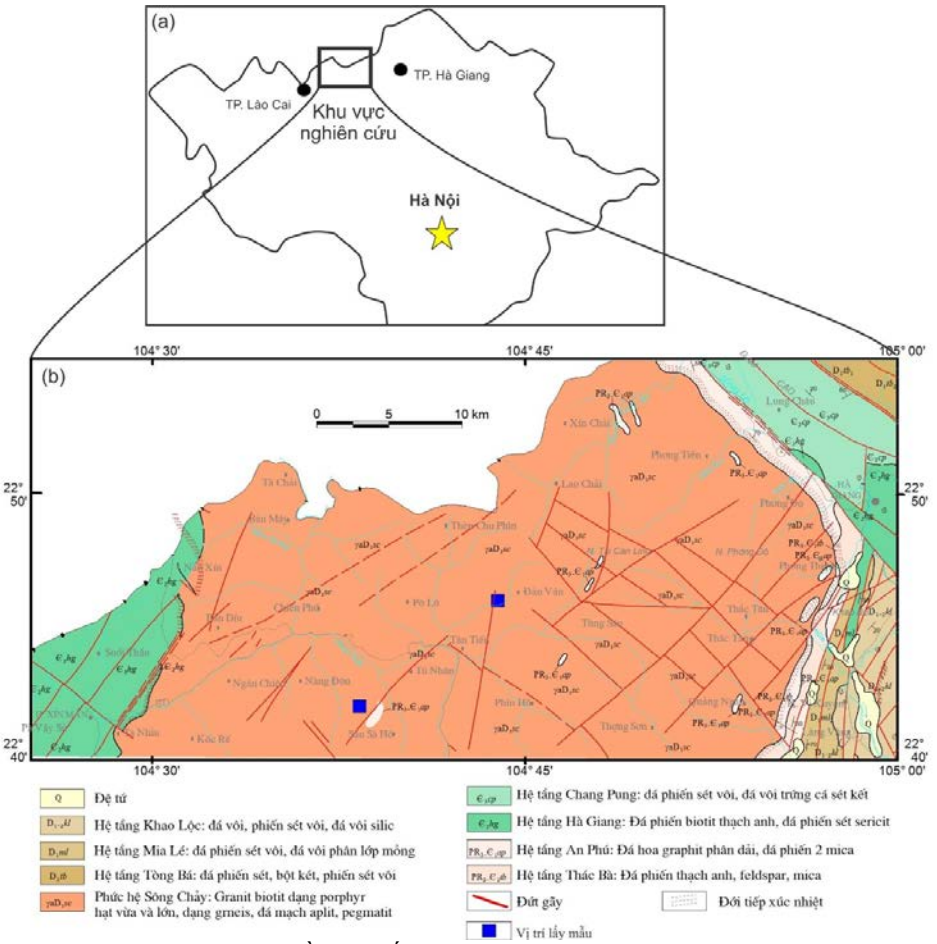
* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: nguyenthiminhthuyet@hus.edu.vn

kyanit đi cùng với tourmalin nằm trong đá trầm tích biến chất (phiến mica) phân bố phổ biến tại phần cao của khối Sông Chảy, khu vực Hoàng Su Phì, Hà Giang.

Bài báo dưới đây cung cấp thông tin về đặc điểm, tổ hợp cộng sinh khoáng vật của kyanit và khả năng sử dụng của kyanit và tourmalin trong khu vực nghiên cứu nhằm định hướng công tác đánh giá tiềm năng và tìm kiếm khoáng sản đá quý, nguyên liệu chịu lửa và xử lý môi trường trong vùng.

2. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÙNG NGHIÊN CỨU

Tinh thể kyanit và tourmalin đi cùng trong đá phiến mica phủ trên đá orthogneis của khối Sông Chảy tại khu vực Hoàng Su Phì, Hà Giang (Hình 1). Khối Sông Chảy nằm ở phía đông sông Hồng và kéo dài sang Trung Quốc, có hình dạng giống mái vòm, kéo dài theo hướng Đông Bắc - Tây Nam. Khối Sông Chảy được giới hạn bởi đứt gãy Sông Chảy ở phía Tây, Nam và thung lũng Sông Lô ở phía Đông, Đông Nam [4, 11]. Cấu thành nên vòm Sông Chảy bao gồm các đá granit, orthogneis của phức hệ Sông Chảy. Khối Sông Chảy gây biến chất tạo thành ranh giới tiếp xúc nhiệt với các đá vây quanh mái vòm như: các đá phiến thạch anh mica, đá vôi có tuổi Cambri đến Ocdovic và Silur, các mạch thạch anh [1].



Hình 1. Sơ đồ địa chất và vị trí khu vực nghiên cứu
(tham khảo theo Bản đồ địa chất và khoáng sản 1:200.000 tờ Mã Quan [1])

3. MẪU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để đánh giá tiềm năng khoáng sản của kyanit và tourmalin đi cùng trong đá phiến mica, nhóm tác giả đã tiến hành khảo sát thực địa, thu thập 20 mẫu đá phiến mica chứa kyanit, tourmalin và các đơn tinh thể kyanit tại xã Đản Ván và Sán Sà Hồ, thuộc huyện Hoàng Su Phì, Hà Giang. Trong đó, khu vực xã Đản Ván chủ yếu là các đá phiến muscovit chứa kyanit màu lam, còn khu vực xã Sán Sà Hồ là đá phiến biotit chứa kyanit với tinh thể màu lam nhạt +/- tourmalin. 10 mẫu lát mỏng thạch học của đá phiến mica chứa kyanit và tourmalin được gia công nhằm xác định tổ hợp khoáng vật cộng sinh của kyanit và thành phần khoáng vật của đá phiến mica. Bên cạnh đó, các đặc điểm cấu trúc bên trong cũng như lưỡng chiết suất của tinh thể kyanit được xác định thông qua lát mỏng thạch học.

Để xác định thành phần khoáng vật có trong đá, 4 mẫu đá phiến mica chứa kyanit được lựa chon và nghiền nhỏ đến cấp hạt 64 μm, rồi phân tích bằng phương pháp nhiễu xạ tia X, sử dụng máy Empyrean PAN do Hà Lan sản xuất với điện áp 45 kV, 40 mA, ống Co tại Trung tâm Phân tích Thí nghiệm Địa chất.

Để xác định các đặc điểm ngọc học của kyanit sử dụng kính hiển vi ngọc học, hai loại mẫu đơn tinh thể có màu lam nhạt và màu lam được tách ra từ đá phiến mica, làm sạch. Sau đó, các mẫu này được nghiền thành bột đến kích thước 64 μm, ép thành viên và đưa vào phân tích thành phần hóa học của khoáng vật bằng phương pháp quang phổ huỳnh quang tia X, sử dụng máy Shimadzu XRF-1800 tại Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội (Bảng 1).

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Đặc điểm khoáng vật kyanit

a. Hình thái, kích thước tinh thể

Tinh thể kyanit tự hình, gồm 3 cặp hình đơn đối mặt, phản ánh rõ tính đối xứng ngoài của chúng là hệ ba nghiêng với lớp đối xứng tâm C (Hình 2a, 2b). Kích thước tinh thể từ 1-2 mm đến 5 cm, thậm chí có tinh thể có kích thước tới 10x3x2 cm.



Hình 2a. Tinh thể kyanit màu lam nhạt và lam được tách ra từ đá phiến mica ở Hoàng Su Phì



Hình 2b. Tinh thể kyanit (Ky) màu lam trong đá phiến feldspar mica ở Hoàng Su Phì

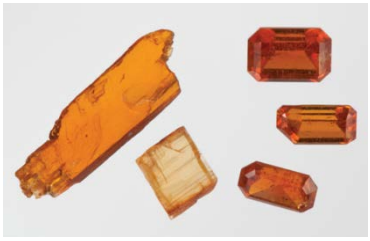
b. Màu sắc, lưỡng chiết suất

Kyanit có màu sắc phong phú, từ lam, lục, nâu, cam, không màu. Màu lam của kyanit là do sự kết hợp của Ti^{4+} và Fe^{2+} (Fe^{2+} và Ti^{4+} thay thế đồng hình cho Al^{3+}), màu lục là do V^{5+} thay thế cho Al^{3+} và màu nâu, cam là do Fe^{2+} và/hoặc Mn^{2+} thay thế cho Al^{3+} [17] Trong các màu thì màu lam

được sử dụng nhiều nhất làm đồ trang sức, ít hơn là màu nâu, cam (Hình 3a, 3b). Một trong những nguồn cung cấp kyanit quan trọng cho thị trường đá quý thế giới là Tanzania [8]. Kyanit trong vùng nghiên cứu có màu trắng đục, lam rất nhạt đến lam, điển hình các tinh thể kyanit trong đá phiến biotit chứa kyanit và tourmalin thường có màu trắng đục và lam rất nhạt trong khi kyanit trong phiến feldspar mica chứa kyanit thường có màu lam đậm hơn, tương ứng với màu lam của kyanit từ Tanzania (Hình 2a, 2b, 3a). Lưỡng chiết suất của kyanit nghiên cứu từ 0,014 (lưỡng chiết suất theo lý thuyết là 0,015 - 0,016 [10], của kyanit Tanzania là 0,14 [19].



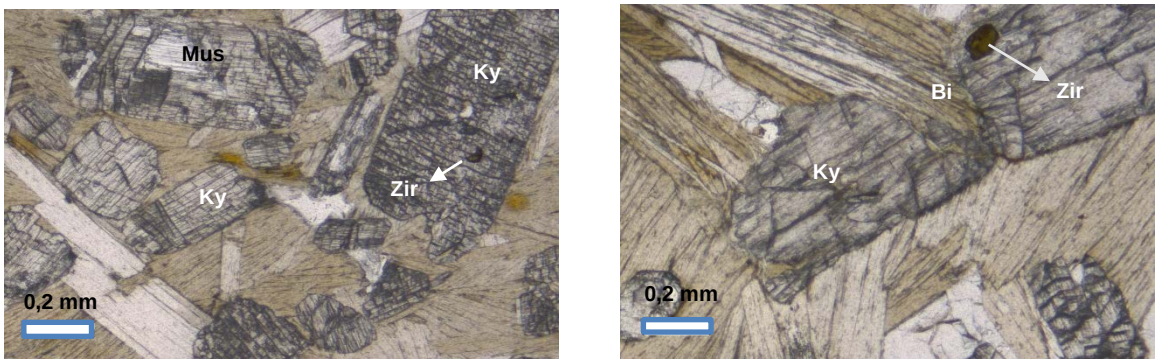
Hình 3a. Kyanit màu lam từ Tanzania (viên bên trái có trọng lượng 1,68 carat, viên bên phải có trọng lượng 0,19 carat) [19]



Hình 3b. Kyanit màu nâu - cam từ Tanzania (có trọng lượng từ 0,63 carat - 1,26 carat) [3]

c. Đặc điểm bên trong, tỷ trọng và độ cứng

Kyanit cát khai rất hoàn toàn đến tách khai nên tinh thể dễ bị vỡ. Bên cạnh đó, chúng chứa nhiều bao thể sẫm màu như biotit, zircon và bao thể muscovit (Hình 4a, 4b, 7b) làm cho màu tối và mờ đục (Hình 2a, 2b). Tỷ trọng kyanit mẫu nghiên cứu từ 3,41 - 3,54, thấp hơn tỷ trọng lý thuyết là 3,53 - 3,67 [10], tỷ trọng của kyanit lam từ Tanzania là 3,67 [19]), do bị nứt nẻ và chứa nhiều bao thể biotit, muscovit. Độ cứng tương đối của chúng tương ứng với lý thuyết là 4,5-5 theo trục kéo dài của tinh thể và 6,5 - 7 theo phương vuông góc với trục dài tinh thể.



a b

Hình 4. Tinh thể Kyanit (Ky) bị nứt nẻ, dập vỡ: (a) chứa bao thể muscovite (Mus) và zircon (Zir); (b) bị biotit (Bi) xuyên cắt và chứa bao thể zircon, biotit. (Nicol: -)

d. Thành phần hóa học

Theo công thức lý thuyết của kyanit thì Al_2O_3 chiếm 62,90 % khối lượng và SiO_2 là 37,08 [10]. Kết quả phân tích thành phần hóa học của kyanit vùng nghiên cứu (Bảng 1) cho thấy, tổng hàm lượng của hai oxit chính SiO_2 (36,32 - 36,39) và Al_2O_3 (60,62 - 61,04) là 96,94 - 97,43, thuộc loại thấp thì mẫu nghiên cứu còn chứa nhiều nguyên tố khác như Mg, Fe, Ti,... và các nguyên tố vi lượng Nb, Zr, Zn,... Những nguyên tố trên có thể vừa thay thế đồng hình cho Al với lượng thay đổi

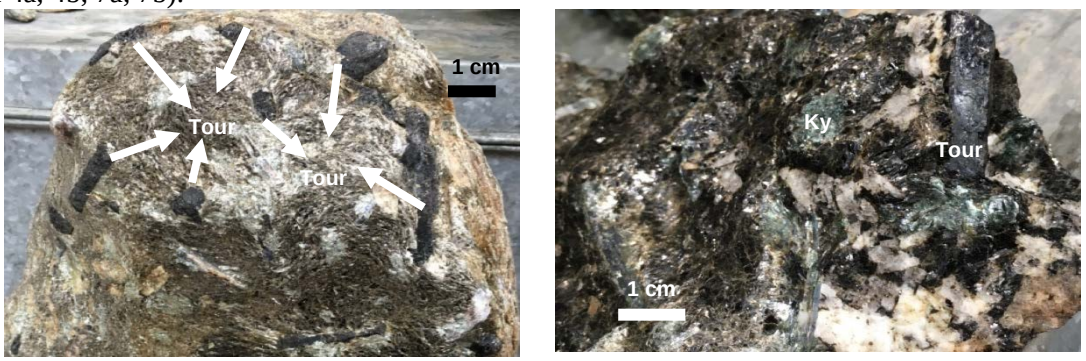
(làm cho kyanit trong vùng có màu đậm nhạt khác nhau) vừa tồn tại ở dạng tạp chất trong các bao thể của kyanit. Đáng lưu ý hàm lượng của MgO trong thành phần hóa học của kyanit nghiên cứu là cao (trên dưới 1 %). Hàm lượng MgO cao này chủ yếu là do Mg^{2+} tồn tại trong bao thể biotit của kyanit (Hình 4b). Tiếp theo là hàm lượng của Fe_2O_{3T} và TiO_2, oxit của hai nguyên tố thay thế cho nhôm làm cho kyanit trong vùng có màu lam đồng thời hai nguyên tố này cũng tồn tại cả ở dạng tạp chất là trong các bao thể. Hàm lượng nguyên tố vi lượng Zr cao (224 - 294 ppm), phù hợp với sự xuất hiện phổ biến của bao thể zircon trong tinh thể kyanit (Hình 4a, 4b, 7b). Hàm lượng mangan và vanadi trong mẫu thấp và rất thấp, phù hợp với kyanit nghiên cứu không có đới hay đốm màu lục và vàng.

Bảng 1. Thành phần hóa học của khoáng vật kyanit tại khu vực nghiên cứu

Oxit	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_{3T} (%)	MnO (%)	Cr_2O_3 (ppm)	TiO_2 (%)	CaO (%)	K_2O (%)	MgO (%)	Na_2O (%)	P_2O_5 (%)
Kyanit lam nhạt	36,32	60,62	0,41	0,01	0.01	0,09	0,37	0,51	1,06	0,04	0,51
Kyanit lam	36,39	61,04	0,33	0,01	0.01	0,24	0,31	0,24	0,94	0,04	0,39
Nguyên tố	Nb (ppm)	Zr (ppm)	Rb (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Nd (ppm)	Ce (ppm)	La (ppm)	Y (ppm)	V (ppm)
Kyanit lam nhạt	33	224	6,0	4,0	48	15,0	3,0	32,0	9,0	35,0	9,0
Kyanit lam	67	294	2,0	3,0	40	14,0	5,0	40,0	8,0	22,0	14,0
Fe_2O_{3T}: Hàm lượng sắt tổng											

e. Thành phần khoáng vật đi cùng và tổ hợp khoáng vật cộng sinh

Quan sát mẫu đá cầm tay bằng mắt thường và mẫu lát mỏng thạch học bằng kính hiển vi phân cực có thể thấy đá chứa kyanit vùng Hà Giang gồm những khoáng vật kyanit, biotit (Bi), muscovit (Mus), feldspar (Fel), thạch anh (Q), tourmalin (Tour) và clorit (Hình 2b, 4a, 4b, 5). Kyanit có hàm lượng cao (ở một số mẫu có thể lên tới 20 %). Bên cạnh đó, kết quả phân tích nhiễu xạ Rơnghen cũng cho kết quả kyanit đi cùng các khoáng vật biotit, muscovit, clorit và kaolinit (sản phẩm biến đổi thức sinh từ feldspar) (Hình 6). Kyanit cộng sinh với các khoáng vật trong đá với tổ hợp đặc trưng: Biotit + feldspar + kyanit +/- thạch anh +/- tourmalin +/- granat +/- muscovit +/- zircon (Hình 4a, 4b, 7a, 7b).

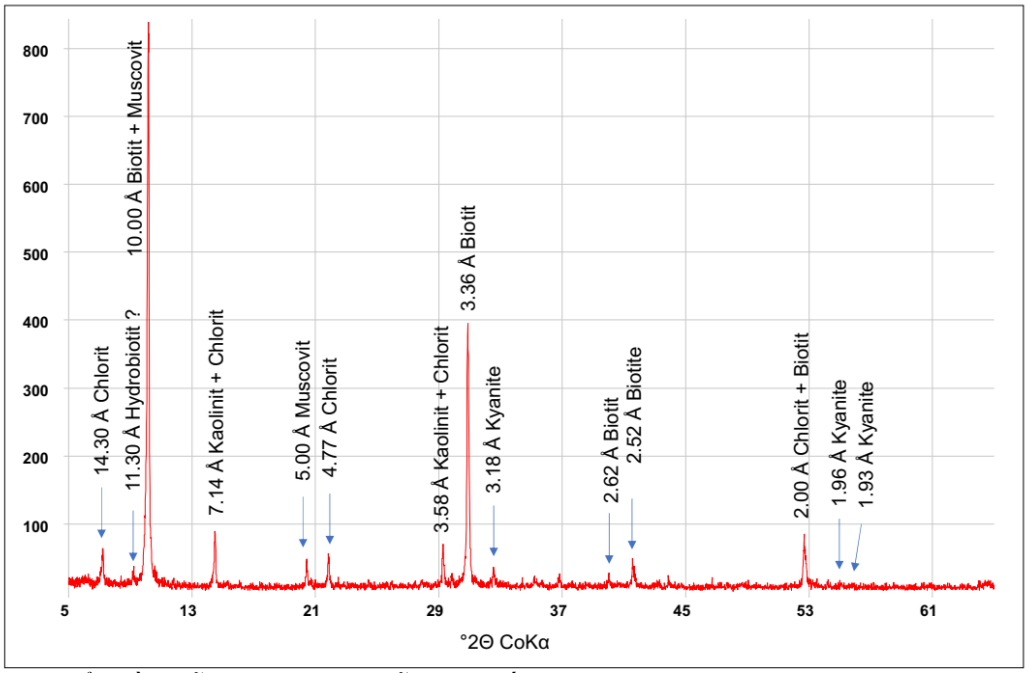


Hình 5. Đá phiến mica chứa kyanit màu lam nhạt và tourmalin (Tour) ở Hà Giang

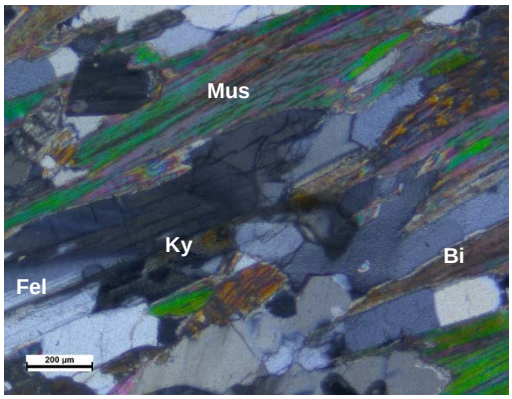
Trong những khoáng vật đi cùng với kyanit thì tourmalin là khoáng vật đáng quan tâm bởi kích thước tinh thể lớn và có hàm lượng tương đối cao. Tourmalin có màu đen, là biến loại dravit (Hình 5). Cũng như kyanit, tourmalin có kích thước lớn nhưng bị dập vỡ, nứt nẻ nên chất lượng ngọc của chúng cũng rất thấp.

f. Chất lượng ngọc của kyanit Hà Giang

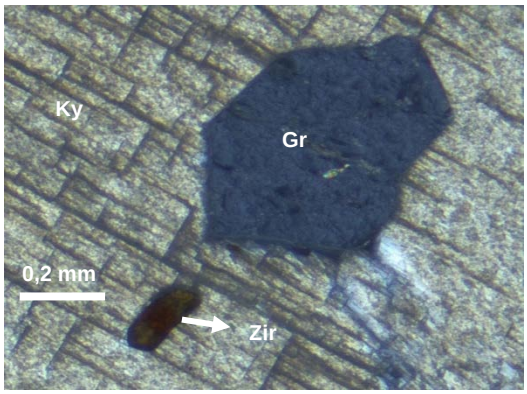
Theo Hiệp hội Đá quý quốc tế, để đánh giá chất lượng ngọc của vật liệu có thể làm đá quý cần dựa vào các đặc điểm màu sắc (phải có màu đẹp), độ tinh khiết (độ tinh khiết của khoáng vật sẽ bị giảm đi khi chúng chứa nhiều tạp chất, bao thể và bị dập vỡ) và kích thước của tinh thể khoáng vật [7]. Với những đặc điểm về kích thước tinh thể, màu sắc và đặc điểm bên trong của kyanit Hà Giang như đã trình bày trên có thể cho rằng chủ yếu chúng có chất lượng ngọc thấp.



Hình 6. Biểu đồ nhiễu xạ Rơnghen mẫu đá phiến biotit chứa kyanit ở Hoàng Su Phì, Hà Giang



Hình 7a. Tổ hợp khoáng vật cộng sinh: Bi + Fel + Ky + Q (Nicol: +)



Hình 7b. Bao thể đồng sinh granat (Gr), zircon; kyanit cát khai hoàn toàn, góc cát khai bằng 90° (nicol: +)

4.2. Khả năng sử dụng của kyanit Hà Giang và khoáng vật tourmalin đi cùng

Theo Cục Địa chất Hoa Kỳ, kyanit được sử dụng chủ yếu trong vật liệu chịu lửa. Ngoài ra, khi chúng có chất lượng ngọc thì sẽ được sử dụng làm đồ trang sức hay đá phong thủy [8].

Kyanit trong đá phiến ở Hoàng Su Phì, Hà Giang có chất lượng ngọc thấp. Tuy nhiên, chúng lại có kích thước tinh thể lớn, hàm lượng cao nên có thể phù hợp làm nguyên liệu chịu lửa và số ít có thể làm đá phong thủy và đá mỹ nghệ. Thực tế, hiện nay một số người dân địa phương đã khai thác kyanit trong vùng và rao bán làm đá trang trí và đá phong thủy do chúng có kích thước lớn và màu đẹp (Hình 8). Tuy nhiên, những mẫu kyanit đang được khai thác và bán trong vùng có tổ hợp khoáng vật khác và chất lượng ngọc cao hơn với những mẫu mà tập thể nghiên cứu đã khảo sát và thu thập được. Đó là một dấu hiệu tốt cho việc tiếp tục khảo sát và nghiên cứu nhằm đánh giá tiềm năng đá quý kyanit Hà Giang.



Hình 8. Tập hợp tinh thể kyanit được người dân địa phương khai thác ở Hoàng Su Phì, Hà Giang (Ảnh do người dân địa phương cung cấp)

Tourmalin đã được sử làm đồ trang sức từ đầu thế kỷ 16 nhưng bị nhầm là ngọc lục bảo tức emerald, cho đến cuối thế kỷ 19 mới có những báo cáo đầu tiên về tourmalin ở California và chúng được biết đến là đá quý tourmalin của Mỹ [9]. Cho đến nay, tourmalin là một trong những loại đá quý phổ biến và được yêu thích bởi chúng có nhiều màu. Hơn nữa, ứng dụng của tourmalin trong các lĩnh vực môi trường đã thu hút được sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu [14, 15, 16]. Công bố gần đây của Yafeng Liang và cộng sự (2021) đã đánh giá tourmalin có thể ứng dụng hiệu quả và an toàn vào việc xử lý ô nhiễm môi trường do kim loại nặng và chất hữu cơ [18]. Tourmalin đi cùng kyanit trong đá phiến mica ở Hoàng Su Phì, Hà Giang có kích thước tinh thể lớn, hàm lượng tương đối cao, chất lượng ngọc thấp. Vì vậy, chúng có thể làm nguồn nguyên liệu quan trọng cho công nghiệp xử lý môi trường.

KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu, bước đầu có thể đưa ra một số kết luận như sau:

1. Kyanit chiếm hàm lượng khoáng vật cao trong đá phiến mica ở Hoàng Su Phì, Hà Giang, có chất lượng ngọc thấp, phù hợp cho mục đích sử dụng làm nguyên liệu chịu lửa.

2. Tourmalin là khoáng vật đi cùng quan trọng của kyanit vùng Hà Giang. Do chúng có đặc điểm chất lượng ngọc thấp nhưng hàm lượng tương đối cao nên có thể trở thành nguồn cung cấp nguyên liệu xử lý môi trường quan trọng.

3. Để có thể đánh giá một cách đầy đủ về tiềm năng đá quý và vật liệu chịu lửa, vật liệu xử lý môi trường ở Hoàng Su Phì, Hà Giang cần thiết tiến hành những khảo sát chi tiết địa chất trong vùng về quy mô và những thể địa chất chứa kyanit và tourmalin.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. "Bản đồ địa chất và khoáng sản 1:200.000 tờ Mã Quan", *Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, 2000*.
2. Bosshart G., (1982). "Blue colour-changing kyanite from East Africa", *Journal of Gemmology*, 18(3), 205-212, http://dx.doi.org/10.15506/jog.1982.18.3.205.
3. Brendan M. Laurs, (2009). "Gems new international", *Gems & Gemology*, Summer, pp 142-155.
4. Francoise Roger, Philippe Herve´ Leloup, Marc Jolivet, Robin Lacassin, Phan Trong Trinh, Maurice Brunel, Diane Seward, (2000). "Long and complex thermal history of the Song Chay metamorphic dome (Northern Vietnam) by multi-system geochronology", *Tectonophysics* 321 449-466.
5. http://www.classicgems.net/gem_kyanite.htm. Ngày truy cập: 01/10/2022.
6. https://geologyscience.com/minerals/kyanite/. Ngày truy cập: 01/10/2022.
7. https://www.gemsociety.org/article/a-consumers-guide-to-gem-grading/. Ngày truy cập: 01/10/2022.
8. https://www.gemsociety.org/article/kyanite-jewelry-and-gemstone-information/. Ngày truy cập: 01/10/2022.
9. https://www.gia.edu/tourmaline-history-lore. Ngày truy cập: 01/10/2022.
10. https://www.webmineral.com/data/Kyanite.shtml. Ngày truy cập: 01/10/2022.
11. Maluski. H, Lepvrier. C, Jolivet. L, Carter. A, Roques. D, Beyssac. O, Ta Trong Thang, Nguyen Duc Thang, Avigad. D, (2001). "Ar–Ar and fission-track ages in the Song Chay Massif: Early Triassic and Cenozoic tectonics in northern Vietnam", *Journal of Asian Earth Sciences* 19 233-248.
12. Quinn E. P. and Laurs B. M., (2004). "Gem News International: Kyanite from Tanzania", *Gems & Gemology*, 40(4), 341-342.
13. Robert B. Cook (2008). "Kyanite Minas Gerais, Brazil", *Rocks & Minerals*, 83:6, 520-527, DOI: 10.3200/ RMIN.83.6.520-527.

14. Ruan, D., Zhang, L.N., Zhang, Z.J., Xia, X.M., (2004). "Structure and properties of regenerated cellulose/tourmaline nanocrystal composite films", *J. Polym. Sci., Polym. Phys*. Ed. 42 (3), 367-373.
15. Wang, C., Liu, J., Zhang, Z., Wang, B., Sun, H., (2012). "Adsorption of Cd(II), Ni(II), and Zn (II) by tourmaline at acidic conditions: knetics, thermodynamics, and mechanisms", *Ind. Eng. Chem. Res*., 51 (11), 4397-4406.
16. Wang, C.P., Wu, J.Z., Sun, H.W., Wang, T., Liu, H.B., Chang, Y., (2011). "Adsorption of Pb (II) ion from aqueous solutions by tourmaline as a novel adsorbent", *Ind. Eng. Chem. Res*., 50 (14), 8515-8523.
17. W. William Hanneman, (2011). "Pragmatic Spectroscopy For Gemologists". *Hanneman Gemological Instruments*.
18. Yafeng Liang, Xuejiao Tang, Qing Zhu, Jianhua Han, Cuiping Wang, (2021). "A review: Application of tourmaline in environmental fields". *Chemosphere Volume 281 130780. www.elsevier.com/locate/chemosphere.*
19. Zwaan, J.C., (2014). "Gem Notes: Blue Kyanite from Tanzania", *Journal of Gemmology*, 34, 3: 198-200.

GEM QUALITY CHARACTERISTICS AND ORIENTATIONS FOR USING OF KYANITE AND ASSOCIATED TOURMALINE IN MICA SCHISTS FROM HOANG SU PHI, HA GIANG

Nguyen Thi Minh Thuyet*, Bui Van Dong

Faculty of Geology, University of Science, Vietnam National University, Hanoi
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi

ABSTRACT

Kyanite is an aluminum silicate mineral with the simple formula Al_2SiO_5, occurring in pegmatites or aluminum-rich metapelite rocks. Kyanite is widely exploited and used in the ceramic industry, refractory materials, or jewelry. In Vietnam, kyanite in pegmatite rock from Thach Khoan, Phu Tho has been used as ornamental and feng shui stone. At the end of 2020, kyanite-bearing mica schist was discovered in Hoang Su Phi, Ha Giang. Results from X-ray fluorescence (XRF), X-ray diffraction (XRD), polarizing microscopy, and gemological microscopy methods show that kyanite is a high concentration in mica schist, of up to 20 %, large in size (10x3x2 cm); chemical composition of kyanite consist of Al_2O_3 (60.62 - 61.03 %), SiO_2 (36.32 - 36.39 %) and other impurity elements such as Ti, Mg, Fe, Na, Ca; Kyanite has low gem quality with milky white to light blue in color, many dark color inclusions of biotite, zircon, which is suitable for use as a refractory material. Associated tourmaline has high content, large in size, and can be suitable a source of nano tourmaline materials, an important material that releases negative ions, widely used in industry and treatment of organic and heavy metal pollution.

Keywords: Kyanite, metapelite, pegmatite.

* Corresponding author, email address: nguyenthiminhthuyet@hus.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0196

BƯỚC ĐẦU ĐÁNH GIÁ NỒNG ĐỘ, SỰ PHÂN BỐ VÀ RỦI RO SỨC KHỎE CỦA CÁC POLYCHLORINATED BIPHENYLS TƯƠNG TỰ DIOXIN (dl-PCBs) TRONG BỤI $PM_{2,5}$ Ở HÀ NỘI

Nguyễn Thị Phương Mai[1*], Nguyễn Mạnh Khải[1], Trần Thị Minh Hằng[1], Đinh Thị Dịu[1], Phạm Hải Long[2], Lê Thị Thảo[1,2]

[1]Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

[2]Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

TÓM TẮT

Bụi mịn ($PM_{2,5}$), đặc biệt là các polychlorinated biphenyls tương tự dioxin (dl-PCBs) trong bụi $PM_{2,5}$ tiềm ẩn những nguy cơ gây ảnh hưởng đến con người. Do vậy, xác định nồng độ dl-PCBs trong bụi $PM_{2,5}$, sự phân bố và đánh giá rủi ro sức khỏe do phơi nhiễm dl-PCBs ở hai khu vực trên địa bàn Hà Nội (khu dân cư đô thị và hỗn hợp khu công nghiệp/nông nghiệp) được thực hiện. Các mẫu bụi $PM_{2,5}$ được thu thập từ tháng 10-11/2020 và nồng độ dl-PCBs trong bụi $PM_{2,5}$ được xác định trên thiết bị GC/MS/MS. Kết quả cho thấy nồng độ Σdl-PCBs ở khu công nghiệp/nông nghiệp (1,33 pg/m^3) thấp hơn so với khu dân cư đô thị (1,85 pg/m^3). Sự phân bố của các đồng loại dl-PCBs cho thấy tổng PCB 118, PCB 77 và PCB 126 chiếm 40-50 % tổng dl-PCBs ở cả hai khu vực nghiên cứu. Nguồn phát thải của dl-PCBs trong bụi $PM_{2,5}$ có thể liên quan đến các thiết bị điện cũ có chứa PCBs (dầu biến thế, chất thải điện tử từ hoạt động thu gom sửa chữa, dầu thải từ động cơ), làng nghề tái chế, đốt rác thải sinh hoạt. Đánh giá rủi ro sức khỏe do hít phải bụi có dl-PCBs cho thấy dl-PCBs không gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người, tuy nhiên, nguy cơ tích lũy đối với trẻ em cao hơn so với người lớn.

Từ khóa: dl-PCBs, rủi ro sức khỏe, Hà Nội, $PM_{2,5}$.

1. MỞ ĐẦU

Ô nhiễm bụi $PM_{2,5}$ đang là vấn đề nghiêm trọng ở các thành phố lớn [1]. Bụi $PM_{2,5}$ là hạt bụi có kích thước động học nhỏ hơn 2,5 μm, dễ dàng xâm nhập sâu vào phổi qua đường hô hấp gây ra các tác động xấu đến sức khỏe như các bệnh về hệ hô hấp và hệ tuần hoàn, bệnh tim mạch, mất cân bằng oxy hóa và chứng viêm thần kinh [2]. Theo báo cáo của tổ chức nghiên cứu thế giới về ung thư, ô nhiễm không khí không chỉ gây thiệt hại về kinh tế mà còn ảnh hưởng đến sức khỏe con người [3]. Các nghiên cứu dịch tễ học chỉ ra rằng tỉ lệ viêm mũi dị ứng, bệnh hen của những người sống ở thành thị (30 %) cao hơn sơn so với những người sống ở vùng nông thôn (10 %) [4]; tỷ lệ người mắc bệnh hô hấp ở trẻ em cao hơn người lớn ở Hà Nội [5]. Các chất hữu cơ trong bụi đặc biệt là các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy (POPs) rất đáng quan tâm do phân hủy rất chậm và tồn tại lâu trong môi trường (không khí, đất, nước và trầm tích), sinh vật và mô người, vì vậy chúng gây ảnh hưởng xấu đối với con người và hệ sinh thái [6-8].

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: maintp@hus.edu.vn

Polychlorinated biphenyls (PCBs) là một thành phần của chất gây ô nhiễm không khí, bắt nguồn từ hoạt động công nghiệp như luyện cốc, đốt than, dầu, gỗ và xử lý chất thải có thể phát thải ra PCBs [9]. Polychlorinated biphenyls (PCBs) là các hợp chất clo hữu cơ tổng hợp bao gồm 209 chất đồng đẳng theo số lượng và vị trí của nguyên tử clo trên vòng biphenyl [10]. PCBs có đặc tính chống cháy tốt và độ dẫn điện thấp [10]. Vì vậy, chúng được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp và thương mại, chẳng hạn như trong chất lỏng điện môi cho tụ điện và máy biến áp, chất hóa dẻo cho nhựa, mực in; sơn và chất bôi trơn, chất lỏng thủy lực, chất kết dính, chất bịt kín; chất cán và chất ngâm tẩm, và các chất phụ gia trong xi măng và thạch cao [10]. Tuy nhiên, do lo ngại ngày càng tăng về những rủi ro do sử dụng chúng, năm 2001, PCBs đã được Công ước Stockholm phân loại là chất phân cực hữu cơ khó phân hủy (POPs) và bị cấm sử dụng và sản xuất. Trong tổng số 209 PCBs, 12 đồng loại PCBs tương tự dioxin (dl-PCBs) được xem là các chất có khả năng gây rối loạn nội tiết, kích ứng và ung thư [11]. Mặc dù bị cấm sử dụng ở hầu hết quốc gia trên thế giới, nhưng chúng vẫn có mặt trong môi trường do việc loại bỏ các thiết bị cũ và đổ chất thải chứa PCBs, thông qua quá trình lắng đọng và vận chuyển khí quyển [12]. Nghiên cứu ở Trung Quốc cho thấy dl-PCBs trong các mẫu khí từ nhà máy luyện kim ở Sơn Đông, Trung Quốc có thể gây rủi ro ung thư đối với con người [13].

Ở Việt Nam, một số nghiên cứu xác định nguồn, vận chuyển, tích tụ và tác động của nguồn PCBs đối với hệ sinh thái và con người đã được thực hiện [14-17]. Các nghiên cứu này cho thấy mặc dù nồng độ PCBs trong môi trường thấp hơn so với các khu vực khác trên thế giới, tuy nhiên ảnh hưởng của nó đối với con người là không thể bỏ qua. Nghiên cứu xác định hiện trạng, nguồn phát thải và rủi ro phơi nhiễm PCBs trong không khí cho thấy việc sử dụng dầu biến thế có chứa PCBs được nhập khẩu trong quá khứ, thiết bị điện cũ, hoạt động công nghiệp và sử dụng các sản phẩm tiêu dùng là nguồn phát thải PCBs trong bụi đường [14], [18]. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên tập trung xác định nguồn, sự phân bố của PCBs trong bụi không khí hoặc bụi đường, đánh giá nồng độ PCBs trong bụi $PM_{2,5}$ ở Việt Nam vẫn chưa được đề cập. Do đó, để hiểu rõ hơn về nồng độ, sự phân bố và ảnh hưởng của PCBs đối với sức khỏe con người, nghiên cứu này được thực hiện. Sự phân bố và nồng độ của 12 hợp chất PCBs tương tự dioxin trong bụi $PM_{2,5}$ được đánh giá ở 2 khu vực trên địa bàn Hà Nội, các số liệu về nồng độ dl-PCBs được sử dụng để ước lượng rủi ro sức khỏe đối với con người.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thu thập mẫu

Trong nghiên cứu này mẫu bụi $PM_{2,5}$ được lấy ở trên trên thượng của các ngôi nhà (độ cao khoảng 15-20 m so với mặt đất) tại 2 vị trí S1 (20°59'50"N, 105°49'22"E) thuộc quận Thanh Xuân và S2 (21°10'41,1"N, 105°51'56,3"E) thuộc huyện Đông Anh, Hà Nội từ ngày 21/10/2020 đến ngày 10/11/2022. Vị trí S1 nằm trong vực Hà Nội, nơi tập trung đông dân cư và phương tiện giao thông, vị trí này bị ảnh hưởng chủ yếu bởi hoạt động giao thông. Vị trí S2 cách khu công nghiệp Bắc Thăng Long khoảng 10 km và cách làng nghề luyện thép khoảng 8 km về phía Đông Nam. Vị trí này bị ảnh hưởng bởi các hoạt động công nghiệp, nông nghiệp và giao thông. Các mẫu bụi $PM_{2,5}$ được lấy bằng giấy lọc sợi thạch anh (Advance, QR-100, size 110 mm, Nhật Bản), trên thiết bị lấy mẫu thể tích lớn (Sibata HV 500R, Nhật Bản), tốc độ hút khí là 14 m^3/h trong 24 h, thời gian lấy mẫu từ 7-9 ngày liên tục trừ khi trời mưa. Các mẫu bụi $PM_{2,5}$ được bọc trong giấy nhôm, đặt trong túi polypropylene có khóa, được vận chuyển về phòng thí nghiệm, và được bảo quản ở -20 °C cho đến khi phân tích PCBs. Giấy thu mẫu được nung ở 550 °C trong 6 giờ, và sau đó được cân bằng trong bình hút ẩm ở nhiệt độ 25±2 °C và độ ẩm 50±5 % trong 48 h và cân trước và sau khi lấy mẫu.



Hình 1. Sơ đồ vị trí lấy mẫu

2.2. Phương pháp xử lý và phân tích dl- PCBs trong mẫu bụi $PM_{2,5}$

Các hợp chất polyclobiphenyl tương tự dioxin được phân tích theo tiêu chuẩn EPA Method TO-9A [19]. Cụ thể, 1/2 giấy thu mẫu bụi $PM_{2,5}$ được cắt thành từng mảnh nhỏ cho vào ống ly tâm có thể tích 50 mL, thêm 25 µL chất chuẩn đồng hành 0,5 mg/L ($^{13}C_{12}$-PCB 77, 101, 141, 178) và để đạt đến trạng thái cân bằng nhiệt độ trong phòng thí nghiệm ít nhất 60 phút. Sau đó, các mẫu được chiết siêu âm với 10 mL diclometan trong 5 phút bằng thiết bị siêu âm VCX 130 PB (Sonics, Connecticut, USA), lặp lại quá trình chiết 3 lần, dịch chiết được cô đặc và chuyển sang dung môi n-hexan. Dịch chiết trong n-hexane được làm sạch trên cột cartridge chứa chứa 0,5 g Na_2SO_4, 0,5 g silica gel, 0,5 g silica gel tẩm H_2SO_4 40 %, 0,5 g silica gel tẩm H_2SO_4 20 %, 0,5 g silica gel và 0,5 g Na_2SO_4. Các PCBs được rửa giải bằng hỗn hợp dung môi diclometan/hexan (1:1, v/v). Dịch rửa giải được cô đặc, và thêm chất nội chuẩn tetrachloro-m-xylene (25 µL TCMX 1ppm) trước khi phân tích trên hệ thống sắc ký khí ghép nối khối phổ GC/MS/MS (Model TSQ 9000, Thermo Scientific, USA) với cột tách DB-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm, Agilent) ở chế độ ion hóa va đập electron (EI) và quan sát chọn lọc ion (SIM). Các PCBs được định lượng bằng phương pháp nội chuẩn và pha loãng đồng vị. Hóa chất và dung môi sử dụng trong nghiên cứu này đều là loại tinh khiết cho phân tích dư lượng PCBs được cung cấp bởi ThermoFisher Scientific, Mỹ. Các chất chuẩn được cung cấp bởi AccuStandard, Mỹ. Độ thu hồi của các chất đồng hành nằm trong khoảng 72-95%. Giới hạn phát hiện của phương pháp đối với các PCBs là 0,05 pg/m^3.

2.3. Phương pháp đánh giá rủi ro sức khỏe

Để đánh giá các rủi ro sức khỏe cộng đồng có thể gây ra do hít phải PCBs trong không khí, chất độc trong không khí, nguy cơ ung thư suốt đời gia tăng (ILCR) được tính theo công thức sau [9]:

$$ILCR = CSF \times LADD \quad (1)$$

$$LADD = \frac{C \times IR \times ET \times ED \times EF}{BW \times AT} \quad (2)$$

trong đó: CSF: hệ số ung thư (mg/kg/ngày); CSF đối với dl-PCBs là 2 mg/kg/day; LADD: liều trung bình ngày (mg/kg/ngày); C: nồng độ dl-PCBs (pg/m^3); IR: tốc độ hit thở (m^3/h); ET: thời gian tiếp xúc với không khí (h/ngày); ED: thời gian của phơi nhiễm (năm); EF: tần số phơi nhiễm (ngày/năm); BW: trọng lượng cơ thể (kg); AT: thời gian phơi nhiễm trung bình trong suốt cuộc đời. Các thông số phơi nhiễm được tham khảo từ nghiên cứu trước [9], được kiệt kê ở Bảng 2.

Bảng 2. Các thông số phơi nhiễm tính rủi ro sức khỏe

Đối tượng	IR (m^3/h)	ET (h/ ngày)	EF (ngày/ năm)	ED (năm)	BW (kg)	AT (ngày)
Người lớn	17,1	24	90	30	60	70 x 365
Trẻ em	8,7	24	90	30	16	70 x 365

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nồng độ dl-PCBs trong bụi $PM_{2,5}$

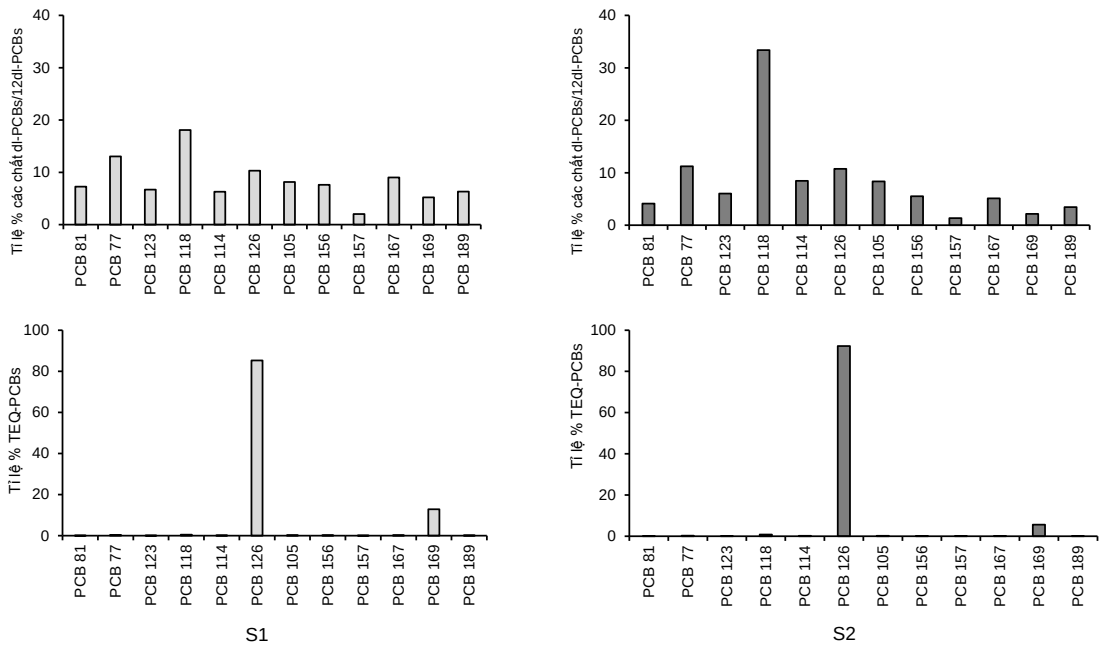
Nồng độ của 12 dl-PCBs bao gồm PCB 77, PCB 81, PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 126, PCB 156, PCB 157, PCB 167, PCB 169, và PCB 189 được trình bày ở Bảng 1. Kết quả cho thấy tất cả các mẫu lấy ở khu vực S1 và S2 đều có chứa 12 dl-PCBs. Nồng độ 12 dl-PCBs ở khu vực S1 (1,85±1,89 pg/m^3) cao hơn so với S2 (1,33±0,66 pg/m^3) và nồng độ TEQ dl-PCBs ở S1 (0,022 pg TEQ/m^3) cao hơn 1,4 lần so với S2 (0,015 pg TEQ/m^3), kết quả này tương tự trong nghiên cứu nồng độ PCBs trong bụi đường ở Hà Nội [14]. Nồng độ TEQ dl-PCBs trong nghiên cứu này cao hơn nồng độ TEQ dl-PCBs trong bụi $PM_{2,5}$ (0,002-4,16 fg TEQ/m^3) với khu vực ven biển Dalian, Trung Quốc [9], khu đô thị ở Địa Trung Hải (0,02-0,37 fg TEQ/m^3) [20]; và thấp hơn nồng độ TEQ dl-PCBs (4-644 fg TEQ/m^3) ở khu vực nông thôn tỉnh Hà Bắc, Trung Quốc [11]. Nồng độ Σdl-PCBs trong nghiên cứu này cao hơn so với khu vực ven biển Dalian, Trung Quốc (0,17 0,10 pg/m^3) [9], khu công nghiệp đô thị ở Liban (0,072-0,082 pg/m^3) [20]. Tuy nhiên, kết quả này cao nồng độ Σdl-PCBs trong bụi $PM_{2,5}$ ở thành phố Hồ Chí Minh (0,35 1,66 pg/m^3) [21].

Bảng 1. Nồng độ dl-PCBs (pg/m^3) trong bụi $PM_{2,5}$ tại 2 vị trí ở Hà Nội

TT	Tên chất	Kí hiệu	TEFs	S1 (n = 9)		S2 (n =7)	
				Trung bình	SD	Trung bình	SD
1	3,4,4′,5-tetrachlorobiphenyl	PCB 81	0,0001	0,13	0,19	0,06	0,01
2	3,3′,4,4′-tetrachlorobiphenyl	PCB 77	0,0003	0,24	0,23	0,15	0,12
3	2,3′,4,4′,5′-pentachlorobiphenyl	PCB 123	0,0001	0,12	0,14	0,08	0,06
4	2,3′,4,4′,5-pentachlorobiphenyl	PCB 118	0,0003	0,33	0,25	0,45	0,07
5	2,3,4,4′,5-pentachlorobiphenyl	PCB 114	0,0003	0,11	0,17	0,11	0,12
6	3,3′,4,4′,5-pentachlorobiphenyl	PCB 126	0,1	0,19	0,18	0,14	0,04
7	2,3,3′,4,4′-pentachlorobiphenyl	PCB 105	0,0003	0,15	0,16	0,11	0,09
8	2,3,3′,4,4′,5-hexachlorobiphenyl	PCB 156	0,0003	0,14	0,09	0,07	0,07
9	2,3,3′,4,4′,5′-hexachlorobiphenyl	PCB 157	0,0003	0,04	0,03	0,02	0,01
10	2,3′,4,4′,5,5′-hexachlorobiphenyl	PCB 167	0,0003	0,17	0,22	0,07	0,04
11	3,3′,4,4′,5,5′-hexachlorobiphenyl	PCB 169	0,03	0,09	0,11	0,03	0,03
12	2,3,3′,4,4′,5,5′- heptachlorobiphenyl	PCB 189	0,0003	0,12	0,11	0,05	0,02
	Σdl-PCBs			**1,85**		**1,33**	
	TEQ-PCB			**0,022**		**0,015**	

3.2. Đặc trưng sự phân bố của dl-PCBs

Sự phân bố của các đồng loại PCBs trong bụi $PM_{2,5}$ được thể hiện ở Hình 2. Kết quả chỉ ra rằng PCB 118 chiếm tỷ lệ nhiều nhất ở cả hai khu vực S1 (18 %) và S2 (33 %) so với các đồng loại còn lại. PCB 77 và PCB 126 lần lượt chiếm tỷ lệ 13 % và 10 % ở khu vực S1; 11 % và 10 % ở khu vực S2. Kết quả này tương đương với nghiên cứu trước đây tại Việt Nam [14], [21]. Sự phân bố của các đồng loại dl-PCBs trong không khí bị ảnh hưởng bởi các nguồn phát thải của chúng, nhìn chung, dl-PCBs trong môi trường xung quanh chủ yếu có nguồn gốc từ quá trình bay hơi các vật liệu chứa PCBs và quá trình nhiệt [21]. Đối với không khí trong các tòa nhà có vật liệu chứa PCBs thì PCB 118, PCB 105, PCB 123 và PCB 77 chiếm tỷ lệ cao hơn các đồng loại khác [22], ngược lại đối với bụi từ trung tâm thương mại, bệnh viện, trường học, nhà máy điện tử, cơ sở sản xuất thì PCB 77 chiếm tỷ lệ cao nhất (từ 31-60 %) [23]. Mặc khác, PCB 118 được phát thải từ sản phẩm chứa PCBs như Aroclors 1221, 1232, 1242 và Kanechlors 300, 400 và 500 (tụ điện, máy biến áp cũ) [12], PCB 77, PCB 126 và PCB 169 phát thải từ các nhà máy luyện kim và lò đốt chất thải rắn [24].



Hình 2. Thành phần của dl-PCBs và TEQ-PCBs trong bụi $PM_{2,5}$ ở Hà Nội

Trong nghiên cứu này, PCB 118, PCB 126 và PCB 77 chiếm 40-50 % tổng dl-PCBs, nguồn chính của dl-PCB có thể là do quá trình bay hơi các sản phẩm chứa PCBs (dầu biến thế, chất thải điện tử từ hoạt động thu gom sửa chữa, dầu thải từ động cơ), lò đốt chất thải hoặc từ nhà máy luyện kim. Điều này phù hợp với khu vực nghiên cứu S2, khu vực này bị ảnh hưởng bởi các hoạt động công nghiệp (Khu công nghiệp Bắc Thăng Long, làng nghề tái chế kim loại), đốt chất thải rắn sinh hoạt không qua xử lý. Mặc dù, kết quả ban đầu cho thấy hoạt động công nghiệp hoặc sử dụng các sản phẩm có chứa PCBs là nguồn phát thải các chất ô nhiễm khó phân hủy vào không khí, tuy nhiên, để xác định chính xác thành phần nguồn đóng góp cần có các nghiên cứu sâu và rộng trong thời gian tới. Mặc dù nồng độ của PCB 126 thấp hơn so với các đồng loại còn lại nhưng độ độc tương đương TEQ của PCB 126 lại chiếm tỉ lệ lớn nhất (85-92 %) trong hầu hết các mẫu ở khu vực Hà Nội.

3.3. Đánh giá rủi ro sức khỏe

Kết quả tính rủi ro ung thư do hít phải bụi có chứa dl-PCBs ở 2 khu vực ở Hà Nội được trình bày ở Bảng 3. Mức độ rủi ro đối với dl-PCBs đối với cả trẻ em và người lớn đều nằm trong chấp nhận được theo EPA (1997) [25] ($1,0\times10^{-6}$ đến 10^{-4}), điều này cho thấy các dl-PCBs không gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe con người. Tuy nhiên, nguy cơ tích lũy đối với trẻ em cao hơn so với người lớn, cho thấy rằng trẻ em chịu ảnh hưởng từ các hoạt động công nghiệp, giao thông nhiều hơn so với người lớn. So sánh với các nghiên cứu khác ở Đại Liên, Trung Quốc (từ $2,3\times10^{-8}$ đến $2,6\times10^{-7}$) [9], khu đô thị ở Địa Trung Hải ($4,0\times10^{-7}$) [20] và Hà Nội ($<10^{-6}$) [14], giá trị ILCR của dl-PCBs trong nghiên cứu này ở mức cao hơn. Mặc dù, các giá trị đánh giá rủi ro sức khỏe là không đáng kể, tuy nhiên, cần có các nghiên cứu sâu và rộng hơn nữa để có thể đánh giá chính xác nguy cơ rủi ro này.

Bảng 3. Rủi ro sức khỏe do phơi nhiễm PCBs ở Hà Nội

		Hà Nội
Người lớn	LADD*	1,15
	ILCR	1,72E-06
Trẻ em	LADD*	2,19
	ILCR	3,29E-06

*: pg/kg/ngày

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, nồng độ của dl-PCBs trong bụi $PM_{2,5}$, ước lượng nguồn phát thải dl-PCBs, cũng như đánh giá rủi ro sức khỏe do phơi nhiễm dl-PCBs được đánh giá ở hai khu vực trên địa bàn Hà Nội. Kết quả cho thấy nồng độ Σdl-PCBs ở khu vực S2 (1,33 pg/m^3) thấp hơn so với S1 (1,85 pg/m^3). Sự phân bố của các đồng loại dl-PCBs cho thấy tổng PCB 118, PCB 77 và PCB 126 chiếm 40-50 % tổng dl-PCBs ở cả hai khu vực nghiên cứu. Nguồn phát thải của dl-PCBs trong bụi $PM_{2,5}$ có thể liên quan đến các thiết bị điện cũ có chứa PCBs (dầu biến thế, chất thải điện tử từ hoạt động thu gom sửa chữa, dầu thải từ động cơ), làng nghề tái chế, đốt rác thải sinh hoạt. Đánh giá rủi ro sức khỏe liên quan tới hấp thụ bụi $PM_{2,5}$ cho thấy dl-PCBs không gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người, tuy nhiên, nguy cơ tích lũy đối với trẻ em cao hơn so với người lớn. Trong nghiên cứu này, nồng độ của các hợp chất polyclobiphenyl tương tự dioxin, sự phân bố của các hợp chất dl- PCBs, ảnh hưởng của Σ_{12} dl- PCBs trong bụi $PM_{2,5}$ đến sức khỏe con người mới chỉ thực hiện trong thời gian ngắn ở Hà Nội, do đó cần có nghiên cứu trên diện rộng và thời gian dài để có những đánh giá sâu hơn về sự phân bố, nguồn gốc cũng như ảnh hưởng của Σ_{12} dl- PCBs đối với con người.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia Nafosted, mã số đề tài 105.08-2020.18.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Ministry of Natural Resources and Enviroment, (2016). "The report of Vietnam: urban environment".

[2] L. Calderón-Garcidueñas, A. Serrano-Sierra, R. Torres-Jardón, H. Zhu, Y. Yuan, D. Smith, R. Delgado-Chávez, J. V Cross, H. Medina-Cortina, M. Kavanaugh, T.R. Guilarte, (2013). "The impact of environmental metals in young urbanites' brains", *Experimental and Toxicologic Pathology*, ISSN:0940-2993, 65, 503–511, doi:10.1016/j.etp.2012.02.006.

[3] K. Staif, A. Cohen, J. Samet, (2013). "Air Pollution and Caner".

[4] H.T. Lam, E. Rönmark, N. Van Tuong, L. Ekerljung, N.T. Kim Chuc, B. Lundbäck, (2018). "Increase in asthma and a high prevalence of bronchitis: Results from a population study among adults in urban and rural Vietnam", *Respiratory Medicine*, ISSN:0954-6111, 105, 177–185, doi: 10.1016/j.rmed.2010.10.001.

[5] Ministry of Natural Resources and Environment, (2014). "National Environment Report 2013: Air Environment".

[6] IARC (International Agency for Research on Cancer), (1990). "Summaries and Evaluations, Chlorinated Paraffins", Group 2B, 55.

[7] U.S.EPA, (2015). "Learn About Polychlorinated Biphenyls (PCBs)", https://www.epa.gov/pcbs/learn-about-polychlorinated-biphenyls-pcbs,

[8] Bộ Tài nguyên và Môi trường, (2015). "Báo cáo tổng quan 10 năm thực hiện công ước Stockholm về các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy tại Việt Nam 2005 -2015", 2–6.

[9] M. A, R. Cao, N. Geng, X. Zhu, J. Chen, (2022). "Characteristics of PAHs, PCDD/Fs, PCBs and PCNs in atmospheric fine particulate matter in Dalian, China", *Chemosphere*, ISSN:18791298, 288, 132488, doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.132488.

[10] M. Zhu, Y. Yuan, H. Yin, Z. Guo, X. Wei, X. Qi, H. Liu, Z. Dang, (2022). "Environmental contamination and human exposure of polychlorinated biphenyls (PCBs) in China: A review", *Science of The Total Environment*, ISSN:0048-9697, 805, 150270, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.150270.

[11] H. Sun, H. Chen, L. Yao, J. Chen, Z. Zhu, Y. Wei, X. Ding, J. Chen, (2020). "Sources and health risks of PM2.5-bound polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (OCPs) in a North China rural area", *Journal of Environmental Sciences (China)*, ISSN:18787320, 95, 240-247, doi: 10.1016/j.jes.2020.03.051.

[12] J. Wu, J.C. Hu, S.J. Wang, J.X. Jin, R. Wang, Y. Wang, J. Jin, (2018). "Levels, sources, and potential human health risks of PCNs, PCDD/Fs, and PCBs in an industrial area of Shandong Province, China", *Chemosphere*, ISSN:18791298, 199, 382–389, doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.02.039.

[13] L. Yang, G. Liu, M. Zheng, R. Jin, Q. Zhu, Y. Zhao, X. Zhang, Y. Xu, (2017). "Atmospheric occurrence and health risks of PCDD/Fs, polychlorinated biphenyls, and polychlorinated naphthalenes by air inhalation in metallurgical plants", *Science of the Total Environment*, ISSN:18791026, 580, 1146–1154, doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.12.071.

[14] H. Quoc, I. Watanabe, K. Tomioka, T. Binh, S. Takahashi, (2019). "Characterization of 209 polychlorinated biphenyls in street dust from northern Vietnam: Contamination status, potential sources, and risk assessment", *Science of the Total Environment*, ISSN:0048-9697, 652, 345–355, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.240.

[15] W. Wang, Y. Wang, R. Zhang, S. Wang, C. Wei, C. Chaemfa, J. Li, G. Zhang, K. Yu, (2016). "Science of the Total Environment Seasonal characteristics and current sources of OCPs and PCBs and enantiomeric signatures of chiral OCPs in the atmosphere of Vietnam", *Science of the Total Environment*, ISSN:0048-9697, 542, 777–786, doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.10.129.

[16] N.H. Minh, D.H. Anh, T.M. Tri, H.Q. Anh, P.T.N. Mai, V.D. Nam, P.H. Viet, T.B. Minh, (2016). "Persistent toxic substances in Vietnam: A review of environmental contamination and human exposure", *ACS Symposium Series*, ISSN:19475918, 1243, 55–83, doi:10.1021/bk-2016-1243.ch003.

[17] N.M. Tue, S. Takahashi, G. Suzuki, T. Isobe, P.H. Viet, Y. Kobara, N. Seike, G. Zhang, A. Sudaryanto, S. Tanabe, (2013). "Contamination of indoor dust and air by polychlorinated biphenyls and brominated flame retardants and relevance of non-dietary exposure in Vietnamese informal e-waste recycling sites", *Environment International*, ISSN:0160-4120, 51, 160–167, doi: /10.1016/j.envint.2012.11.006.

[18] H.T. Duong, K. Kadokami, H.T. Trinh, T.Q. Phan, G.T. Le, D.T. Nguyen, T.T. Nguyen, D.T. Nguyen, (2019). "Target screening analysis of 970 semi-volatile organic compounds adsorbed on atmospheric particulate matter in Hanoi, Vietnam", *Chemosphere*, ISSN:18791298, 219, 784-795, doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.12.096.

[19] US EPA, (1999). "EPA Method TO-9A. Determination of Polychlorinated, Polybrominated and Brominated/Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Dibbenzofurans in Ambient Air", Center for Environmental Research Information Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, OH 45268.

[20] M. Fadel, F. Ledoux, C. Afif, D. Courcot, (2022). "Human health risk assessment for PAHs, phthalates, elements, PCDD/Fs, and DL-PCBs in PM2.5 and for NMVOCs in two East-Mediterranean urban sites under industrial influence", *Atmospheric Pollution Research*, ISSN:13091042, 13, doi: 10.1016/j.apr.2021.101261.

[21] M.M. Trinh, C.L. Tsai, T.T. Hien, N.T. Thuan, K.H. Chi, C.G. Lien, M.B. Chang, (2018). "Atmospheric concentrations and gas-particle partitioning of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs around Hochiminh city", *Chemosphere*, ISSN:18791298, 202, 246–254, doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.03.087.

[22] M. Kohler, M. Zennegg, R. Waeber, (2002). "Coplanar Polychlorinated Biphenyls (PCB) in Indoor Air", *Environmental Science & Technology*, ISSN:0013-936X, 36, 4735–4740, doi:10.1021/es025622u.

[23] Y. Kang, Y. Yin, Y. Man, L. Li, Q. Zhang, L. Zeng, J. Luo, M.H. Wong, (2013). "Bioaccessibility of polychlorinated biphenyls in workplace dust and its implication for risk assessment", *Chemosphere*, ISSN:18791298, 93, 924–930, doi: 10.1016/j.chemosphere.2013.05.057.

[24] L. Vilavert, M. Nadal, M. Schuhmacher, J.L. Domingo, (2014). "Seasonal surveillance of airborne PCDD/Fs, PCBs and PCNs using passive samplers to assess human health risks", *Science of the Total Environment*, ISSN:00489697, 466–467, 733–740, doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.07.124.

[25] US EPA, (1997). "Update to Exposure Factors Handbook", Office of Research and

Development National Center for Environmental Assessmen, U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC 20460.

PRELIMINARY INVESTIGATION ON CONCENTRATION, DISTRIBUTION AND HEALTH RISK OF $PM_{2.5}$ - BOUND DIOXIN LIKE PCBs (dl-PCBs) IN HANOI

Nguyen Thi Phuong Mai[1*], Nguyen Manh Khai[1], Tran Thi Minh Hang[1], Dinh Thi Diu[1], Pham Hai Long[2], Le Thi Thao[1,2]

[1]Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

[2]Department of Environmental Water Quality Analysis, Institute of Environmental Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi, Vietnam

ABSTRACT

Fine particles ($PM_{2.5}$) in the atmosphere, especially $PM_{2.5}$ bound with polychlorinated biphenyls like dioxin (dl-PCBs) pose potentially adverse human health risks. This study aimed to examine the concentration and distribution of $PM_{2.5}$-bound dl-PCBs, and the health risks of dl-PCBs in urban residential and the mixing of industrial and agricultural sites in Hanoi. $PM_{2.5}$ samples were collected from October to November 2020. The concentration of dl-PCBs in $PM_{2.5}$ were analyzed by GC/MS/MS. The average concentration of dl-PCBs in urban residential sites (1,85 pg/m^3) was higher than those in industrial/agricultural sites (1,33 pg/m^3). The concentration of PCB 118, PCB 77, and PCB 126 contributed to 40-50% of the total dl-PCBs concentration at both study sites. These observations suggested that the emission sources of dl-PCBs in $PM_{2.5}$ may be related to old electrical equipment containing PCBs (electronic waste from recycling craft villages or incineration of household waste). The lifetime incremental cancer risk (ILCR) due to inhalation exposure to $PM_{2.5}$-bound dl-PCBs was within the acceptable range for both children and adults at both urban residential and mixing of industrial and agricultural sites according to U.S. EPA regulatory threshold.

Keywords: dl-PCBs, health risk, Hanoi, $PM_{2.5}$.

Doi: 10.15625/vap.2022.0197

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN MÔ HÌNH/PHẦN MỀM TÍNH TOÁN PHÁT THẢI KHÍ CH_4 TỪ BÃI CHÔN LẤP DỰA TRÊN NỀN TẢNG WebGIS

Bùi Tá Long[1,2*], Nguyễn Hoàng Phong[1,2], Nguyễn Châu Mỹ Duyên[1,2]

[1]Phòng thí nghiệm Mô hình hóa Môi trường, Khoa Môi trường và Tài Nguyên, Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh, 268, Lý Thường Kiệt, Quận 10, TP. HCM

[2]Đại học Quốc gia Hồ Chí Minh, Linh Trung, Thủ Đức, TP. HCM

TÓM TẮT

Việt Nam đang hướng đến mục tiêu kiểm soát, cắt giảm 8 % khí nhà kính (KNK) đến năm 2030, một trong số đó là từ hoạt động của hơn 660 bãi chôn lấp (BCL) trên cả nước. Nghiên cứu này đã tập trung phát triển một nền tảng dựa trên cách tiếp cận mô hình hóa và công nghệ WebGIS có tên là EnLandFill để ước tính tải lượng phát thải KNK (tập trung vào CH_4) từ các BCL được lựa chọn điển hình tại Thành phố Hồ Chí Minh (TP. HCM) (BCL Phước Hiệp), Đồng Nai (BCL Bàu Cạn) và Bình Dương (BCL Nam Bình Dương). Kết quả nghiên cứu đã cho thấy tổng phát thải CH_4 từ 03 BCL ước tính khoảng 159 nghìn tấn (xấp xỉ 168 triệu m^3) và có xu hướng giảm dần trong giai đoạn 2019-2030. Hơn nữa, nền tảng EnLandFill không chỉ đơn thuần là một phần mềm tính toán, mà đã được phát triển như là một công cụ hỗ trợ ra quyết định nhằm tăng cường quản lý kiểm soát phát thải CH_4 phát sinh từ các BCL đơn lẻ theo quy mô cấp vùng hướng đến các đối tượng là cơ quan quản lý với sự kết hợp chặt chẽ giữa thông tin - cơ sở dữ liệu và mô hình toán phù hợp với điều kiện riêng của Việt Nam.

Từ khóa: Bãi chôn lấp, EnLandFill, khí CH_4, mô hình lan truyền, tải lượng phát thải.

1. MỞ ĐẦU

Quản lý chất thải rắn (CTR) được xem là tập hợp các quá trình vận hành phức tạp, đa ngành và có các tham số phi tuyến tính bởi sự liên kết đa quy trình có liên quan với nhau, sự biến động của các yếu tố nhân khẩu học và kinh tế - xã hội gây ảnh hưởng đến một hệ thống tổng thể cũng như kiểm soát quá trình ra quyết định [1]. Khi xem xét một cách toàn diện, các mô hình toán đã được phát triển hầu như chỉ tập trung vào từng khía cạnh cụ thể liên quan đến những yếu tố chức năng rời rạc, chủ yếu là khía cạnh công nghệ và môi trường [2]. Hơn nữa, còn là sự khó khăn từ vấn đề định lượng phát thải khí CH_4 từ BCL là một trong những nhiệm vụ đầy thách thức do sự biến động của thông lượng phát thải theo không gian, thời gian và sự giới hạn về mặt kỹ thuật [3]. Đây chính là lý do vì sao Chính phủ, Chính quyền các địa phương và các nhà lập pháp đã rất khó khăn trong việc tìm ra giải pháp áp dụng các chiến lược phù hợp để quản lý CTR, như hoạt động phân loại chất thải tại nguồn, thực hiện các sáng kiến nền kinh tế không chất thải, cung cấp dịch vụ tái chế, thiết kế công nghệ biến chất thải thành năng lượng, sản xuất phân compost hay thậm chí là quy hoạch vận hành các BCL [4].

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: longbt62@hcmut.edu.vn

Sự phát triển công tác quản lý môi trường được hưởng lợi từ sự phát triển nhanh chóng của công nghệ máy tính, phần mềm và truyền thông [5]. Những công nghệ mang tính cách mạng này làm cho việc quản lý phát thải KNK từ BCL đô thị ngày càng trở nên thông minh hơn. Các nhà quản lý đô thị có thể kiểm soát các quy trình như thu thập dữ liệu, đồng hóa dữ liệu, tính toán theo các mô hình, phát hành thông tin và phân tích dữ liệu thông qua các ứng dụng Web [5]. Kinh nghiệm từ kết quả nghiên cứu thực tế đã chứng minh rằng các ứng dụng Web trên máy chủ người dùng tương tác và phản hồi nhanh hơn [6]. Bên cạnh đó, một số nhà lập trình mô hình toán học cũng đã nhận ra những lợi thế tiềm năng của việc sử dụng Web làm nền tảng cho các phép mô phỏng số [7]. Nhìn chung, các ứng dụng dựa trên Web đã trở thành một xu hướng phát triển ứng dụng và sự phát triển của các ứng dụng cung cấp hỗ trợ quyết định cho việc quản lý phát thải KNK [5]. Hơn nữa, các ứng dụng dựa trên Web có lợi thế hơn trong quản lý môi trường đô thị so với các ứng dụng phát triển trên máy tính độc lập [8]. Tuy nhiên, cho đến thời điểm hiện tại ở Việt Nam vẫn chưa có bất cứ một công cụ hỗ trợ ra quyết định nào để đáp ứng yêu cầu của các nhà quản lý với khả năng có thể tích hợp nhiều loại dữ liệu để quản lý hoạt động một BCL, kiểm soát vấn đề phát thải CH_4 và xây dựng các chính sách cải thiện hiệu quả vận hành mang tính liên vùng, mặc dù tính cấp thiết là vô cùng đáng kể. Do đó, sự cấp thiết của nghiên cứu này đã đề xuất và triển khai một khuôn khổ nền tảng theo cách tiếp cận mô hình hóa để giải quyết các vấn đề về mặt quản lý CTR, đặc biệt với khả năng xác định được các tham số tối ưu đối chiếu với các tham số mặc định trong việc xác định lượng CH_4 phát sinh từ hoạt động chôn lấp chất thải và đánh giá được sự phân bố theo thời gian.

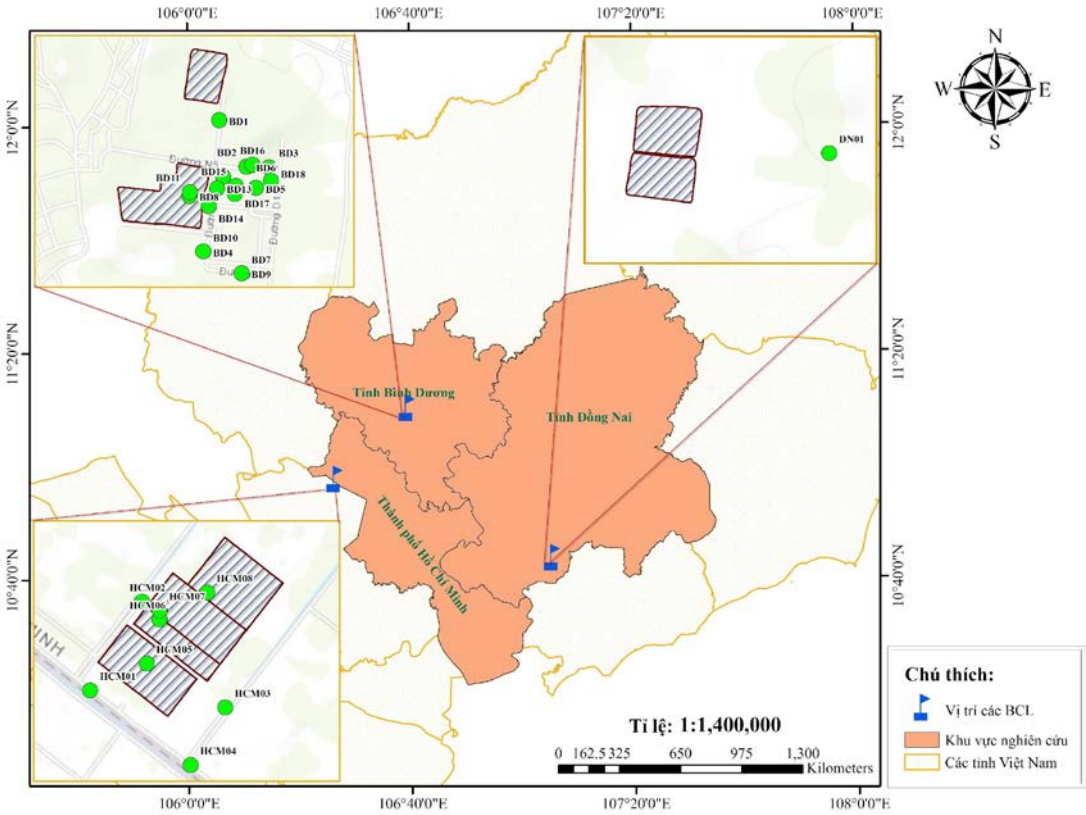
Mục tiêu của nghiên cứu này là phát triển và đề xuất một mô hình/phần mềm phù hợp với điều kiện riêng tại Việt Nam ở dạng WebGIS, có tên gọi chung là "EnLandFill - Environmental information-model integrated system for pollutants emission and dispersion estimation from LandFill" nhằm tăng cường quản lý kiểm soát phát thải CH_4 phát sinh từ các BCL, trọng tâm là TP. HCM, Đồng Nai và Bình Dương, những đầu tàu kinh tế thuộc vùng Kinh tế trọng điểm phía Nam (KTTĐPN); cụ thể là các BCL Phước Hiệp, Bàu Cạn và Nam Bình Dương đã được lựa chọn làm đặc trưng điển hình cho khu vực nghiên cứu. Nền tảng EnLandFill đã liên kết được những thông tin, cơ sở dữ liệu về thông số kỹ thuật, hiện trạng vận hành của các BCL với dự báo diễn biến quá trình khí CH_4 phát sinh; xác định được bộ thông số (L_0 và k) tối ưu riêng cho từng khu vực nghiên cứu so sánh với các thông số mặc định và dự báo được tải lượng phát thải khí CH_4 cho giai đoạn 2019-2030 theo quy hoạch quản lý, xử lý CTR; và cho phép tạo ra các kịch bản quản lý CTR khác nhau trong tương lai theo từng mục tiêu giảm thiểu đóng góp phát thải CH_4, sự quyết định lựa chọn kịch bản vận hành tối ưu là cơ sở phục vụ cho điều chỉnh và lựa chọn phương án quy hoạch của Chính quyền địa phương. Từ đó, có thể đánh giá được khoảng thời gian phát sinh khí CH_4 cực đại trong giai đoạn 2019-2030 nhằm tăng cường kiểm soát và giảm thiểu phát thải tại lần lượt từng BCL được đánh giá.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng

Vùng KTTĐPN là một trong những khu vực có khối lượng CTR sinh hoạt đô thị phát sinh lớn nhất cả nước, trong đó phát sinh chủ yếu từ các tỉnh Đông Nam Bộ có khối lượng lên đến 8.981,35 tấn/ngày và tập trung tại các tỉnh Đồng Nai, Bình Dương và TP. HCM [9]. Tại TP. HCM, Phước Hiệp là một số những BCL có diện tích lớn nhất với khoảng 70,6 ha [10] thuộc Khu liên hợp xử lý Tây Bắc, huyện Củ Chi có diện tích quy hoạch lên đến 660 ha [11]. BCL Nam Bình Dương thuộc phân nhóm xử lý CTR sinh hoạt của Khu liên hợp xử lý CTR Nam Bình Dương; đây là khu xử lý

duy nhất tại tỉnh Bình Dương thực hiện tiếp nhận, xử lý đồng thời CTR sinh hoạt, chất thải công nghiệp, chất thải nguy hại và chất thải y tế. Khu xử lý chất thải Bàu Cạn tại xã Bàu Cạn, huyện Long Thành là một trong 09 khu xử lý CTR chính trên địa bàn tỉnh Đồng Nai với diện tích quy hoạch tới 91 ha cho 11 hạng mục công trình [12], trong đó BCL Bàu Cạn là một công trình xử lý CTR sinh hoạt chủ yếu hiện nay. Đây là 03 BCL điển hình được lựa chọn để đánh giá lượng phát thải CH_4 ở giai đoạn 2019-2030 trong nghiên cứu.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu tại 3 BCL: Phước Hiệp, Bàu Cạn và Nam Bình Dương

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xác định giá trị tiềm năng phát sinh khí CH_4 (L_0)

Giá trị tiềm năng phát sinh khí CH_4 (L_0) hay tải lượng khí CH_4 tối đa được phát sinh từ CTR được chôn lấp với giả thiết quá trình phân hủy xảy ra hoàn toàn được xác định theo công thức (1). Giá trị L_0 phụ thuộc vào hàm lượng chất hữu cơ tại BCL. Hàm lượng cellulose trong CTR càng cao thì L_0 có giá trị càng cao. Ngoài việc phụ thuộc vào bản chất CTR, giá trị L_0 còn phù thuộc vào điều kiện BCL, điều kiện khí hậu của khu vực và công tác vận hành các BCL nói chung. Trong EnLandFill, giá trị L_0 được xác định theo lý thuyết của mô hình phân hủy bậc 1 (FOD) của IPCC, 2006 [13–14] như sau:

$$\begin{cases} DOC = \sum_{1}^{n} DOC_i \cdot W_i \\ DDOC_m = W_T \cdot DOC \cdot DOC_f \cdot MCF \\ L_0 = DDOC_m \cdot \frac{16}{12} \cdot F \end{cases} \quad (1)$$

trong đó: DOC_i: giá trị carbon cố định của từng thành phần CTR hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học (%); W_i: tỷ lệ khối lượng của thành phần i trong CTR chôn lấp (%); W_T: khối lượng CTR được đưa đến BCL của năm T (tấn/năm), giá trị W_T chọn $W_T = 1$ nhằm xác định giá trị $DDOC_m$ của 1 tấn CTR đưa vào BCL; DOC_f: giá trị DOC có thể tự phân hủy (giá trị khuyến nghị theo IPCC là 0,5); MCF: hệ số hiệu chỉnh khí CH_4; DOC: phần carbon hữu cơ dễ phân hủy trong CTR chôn lấp; (16/12): tỷ lệ trọng lượng phân tử CH_4/C; F: tỷ lệ khí CH_4 trong tổng khí BCL (giá trị khuyến nghị theo IPCC là 0,5); $DDOC_m$: khối lượng các chất hữu cơ bị phân hủy được chôn lấp trong năm T (tấn/năm).

2.2.2. Phương pháp xác định tải lượng phát thải khí CH_4 phát sinh

Phần mềm EnLandFill đã dùng các phương trình tốc độ phân hủy bậc nhất (theo cơ sở lý thuyết của mô hình LandGEM [15]) để ước tính lượng khí CH_4 (Q_{CH4}) hàng năm theo thời gian của BCL theo công thức (2) bên dưới như sau:

$$Q_{CH_{4Yeari}} = (1-E)\times(1-OX)\times\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=0.1}^{1} kL_0\left[\frac{M_i}{10}\right]e^{-kt_{ij}}\times D_{CH_4} \quad (2)$$

trong đó: *i*: tuổi thọ của CTR được chôn lấp (năm); *n*: tuổi thọ của BCL (được tính từ năm đầu tiên có sự phát thải cho đến khi hết khí thải phát sinh); j: tuổi của CTR được chôn lấp (0,1 năm); M_i: khối lượng CTR năm thứ *i* (tấn); t_{ij}: tuổi của CTR phần thứ j trong năm thứ *i* của khối lượng chất thải M_i (năm số thập phân); L_0: tiềm năng phát sinh khí CH_4 tối ưu (m^3/tấn); *k*: hằng số tốc độ phát sinh khí CH_4 tối ưu ($năm^{-1}$); OX: hệ số oxy hóa lớp phủ bề mặt (%); E: hệ số hiệu quả thu hồi khí phát sinh (%); D_{CH_4} : giá trị trọng lượng riêng của khí CH_4 (tấn/m^3); F: tỷ lệ phần trăm khí CH_4 trong tổng các khí BCL phát sinh (%).

2.2.3. Phương pháp mô phỏng phân tán CH_4 từ BCL

Mô hình phân tán trong EnLandFill là các mô hình toán có xem xét đến yếu tố địa hình và nhận thấy rằng luồng khí là sự kết hợp của hai trường hợp cùng xảy ra đồng thời, gồm một luồng ngang và một luồng theo địa hình [10]. Do đó, nồng độ tổng hợp tại một vị trí tiếp nhận là sự tổng hợp nồng độ từ các trạng thái trên. Công thức (3) là dạng công thức tổng quát xác định nồng độ chất ô nhiễm áp dụng trong điều kiện ổn định hoặc không ổn định.

$$C_T\{x_r, y_r, z_r\} = f.C_{C,S}\{x_r, y_r, z_r\} + (1-f).C_{C,S}\{x_r, y_r, z_p\} \quad (3)$$

trong đó: $C_T\{x_r, y_r, z_r\}$: tổng nồng độ; $C_{C,S}\{x_r, y_r, z_r\}$: nồng độ đóng góp từ luồng khí theo phương ngang (các chỉ số C và S tương ứng với các trường hợp ổn định và không ổn định); $C_{C,S}\{x_r, y_r, z_p\}$: nồng độ đóng góp từ địa hình; *f*: hàm số trọng số; $\{x_r, y_r, z_r\}$: biểu diễn tọa độ của điểm tiếp nhận (với z_r được xác định theo cao trình của điểm nguồn phát thải); ($z_p = z_r - z_t$): chiều cao của điểm tiếp nhận so với địa hình; z_t: chiều cao địa hình tại điểm tiếp nhận [10].

2.2.4. Đánh giá khả năng mô phỏng lan truyền CH_4

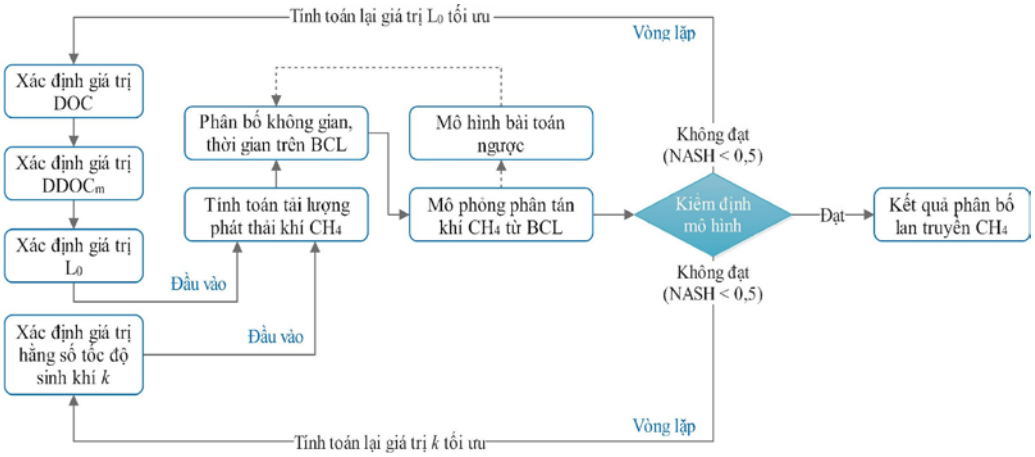
Chỉ số NASH được áp dụng để đánh giá mức độ tương thích giữa kết quả tính toán mô phỏng

CH_4 từ phần mềm EnLandFill và kết quả thực đo từ chương trình quan trắc chất lượng không khí xung quanh tại các BCL, được xác định theo công thức (4) bên dưới như sau:

$$NASH = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(C_{sim} - C_{Obs})^2}{\sum_{i=1}^{n}(C_{Obs} - C_{ObsTB})^2} \quad (4)$$

trong đó: C_{sim}: nồng độ chất được tính toán từ phần mềm EnLandFill (mg/m^3 hoặc µg/m^3); C_{Obs}: nồng độ chất đạt được từ hoạt động quan trắc (mg/m^3 hoặc µg/m^3); C_{ObsTB}: nồng độ chất CH_4 thực đo trung bình (mg/m^3 hoặc µg/m^3).

Hình 2 bên dưới thể hiện sơ đồ quy trình vận hành các bước tính toán trong phần mềm EnLandFill.



Hình 2. Sơ đồ quy trình vận hành các bước tính toán trong phần mềm EnLandFill

2.3. Nguồn dữ liệu cho mô phỏng

2.3.1. Khối lượng CTR xử lý

Từ năm 2003, BCL Phước Hiệp (ô số 1) đã tiếp nhận 819.727 tấn và từ năm 2003-2006 đã xử lý được 3.500.000 tấn CTR [16]. Giai đoạn 2007-2013, BCL Phước Hiệp đã tiếp tục chôn lấp thêm 5.393.000 tấn CTR tại các ô số 1A, số 2 và đến năm 2015 tổng khối lượng CTR được xử lý tại các ô chôn lấp đã lên đến 6.987.670 tấn [16]. Đối với BCL Nam Bình Dương đã xử lý 2.131.343 tấn CTR từ 2004 đến 2017; trong đó khối lượng tiếp nhận của năm 2012 đạt cực đại, ở mức 287.016 tấn, trung bình 23.921,7 tấn/tháng và thấp nhất vào năm 2005 với tổng khối lượng 37.662,1 tấn, trung bình 3.138,5 tấn/tháng [17]. Từ năm 2013-2017, khoảng 55% tổng lượng CTR tiếp nhận được xử lý làm phân compost nên khối lượng CTR chôn lấp đã giảm so với trước năm 2012 [17]; và từ tháng 9/2017 đến nay, CTR được xử lý tại Khu số 2 của BCL Nam Bình Dương với tổng khối lượng tiếp nhận thêm khoảng 733.190 tấn [17]. Đối với BCL Bàu Cạn, trong năm 2015 đã chôn lấp khoảng 68.825 tấn CTR [12] thu gom từ huyện Nhơn Trạch và huyện Long Thành. Từ 2016-2019, khối lượng CTR tiếp nhận hàng năm tăng dần từ 5,54-19,7% so với năm 2015 và BCL luôn trong tình trạng xử lý vượt quá công suất [12]. Hiện tại, tổng khối lượng CTR tại 2 ô chôn lấp ở BCL Bàu Cạn đã lên đến 379.173 tấn [12].

2.3.2. Thành phần và tính chất của CTR xử lý

Tiềm năng phát sinh khí CH_4 hay L_0 (m^3/tấn) là một thông số hiệu chỉnh trong mô hình EnLandFill, chủ yếu phụ thuộc vào bản chất của CTR xử lý trong BCL và phụ thuộc chủ yếu vào hàm lượng chất hữu cơ có trong BCL [13]. Do đó, thành phần và tính chất của CTR tại các BCL tính toán Phước Hiệp, Nam Bình Dương, và Bàu Cạn cũng là yếu tố đầu vào quan trọng (**Bảng 1**).

Bảng 1. Thành phần và tính chất CTR của các BCL Phước Hiệp, Nam Bình Dương và Bàu Cạn

Thành phần	**BCL Phước Hiệp[a] Tỉ lệ khối lượng, W_i %**		**BCL Nam Bình Dương[b] Tỉ lệ khối lượng, W_i %**		**BCL Bàu Cạn[c] Tỉ lệ khối lượng, W_i %**	
	Khoảng	Trung bình	Khoảng	Trung bình	Khoảng	Trung bình
Giấy, bìa carton	4,1-5,5	4,8	2,0-7,0	4,10	2,5-4,8	3,65
Vải vụn, sợi dệt	0,2-1,8	1,0	2,0-9,0	5,60	0,9-1,8	1,35
Thực phẩm thừa	83,0-87,0	85,0	10,0-18,0	12,90	83,1-88,9	86,00
Vỏ sò	-	-	-	-	1,1-1,2	1,15
Gỗ, tre, rơm rạ	0,5-1,7	1,1	4,0-11,0	8,00	1,5-2,2	1,85
Chất thải sân vườn	-	-	2,0-7,0	4,50	-	-
Bông, băng, tã giấy	0,9-1,1	1,0	-	-	0,5-0,9	0,70
Cao su và da	0,1-0,42	0,26	0,4-0,8	0,60	0,1-0,3	0,20
Nhựa	2,2-3,1	2,65	-	-	0,05-0,15	0,10
Túi nylon	-	-	-	-	1,4-2,2	1,80
Kính, gốm sứ	0,5-0,8	0,65	-	-	0,3-0,5	0,40
Kim loại, vỏ lon	0,1-0,2	0,15	-	-	0,05-0,15	0,10
Mút, xốp	-	-	-	-	0,2-0,3	0,25
Thành phần khác, trơ	1,3-6,2	3,75	62,0-69,0*	64,20	1,1-3,8	2,45
Ghi chú: (*) Chất thải vô cơ; [a]: [11], [16]; [b]: [17]; [c]: [12]; dấu -: Không có số liệu						

2.3.3. Hằng số tốc độ phát sinh khí CH_4 (k)

Cùng với L_0, hằng số tốc độ sinh khí CH_4 (*k*) là một trong 02 thông số chính khi tính tải lượng khí CH_4 phát sinh trong mô hình EnLandFill [10]. Trong phần mềm EnLandFill, giá trị *k* được thiết lập ở mô-đun "Input Parameters" trong khối mô hình "Landfill gas emissions". Hằng số *k* là giá trị phân hủy sinh học chu kỳ bán rã (năm^{-1}) thông thường có giá trị từ 1-50 năm^{-1} và thường cao hơn trong điều kiện khí hậu lạnh và khô phản ánh tỉ lệ khí CH_4 sinh ra cho khối lượng CTR trong BCL [15].

2.3.4. Số liệu quan trắc chất lượng không khí xung quanh BCL

Thông tin, dữ liệu về vị trí quan trắc cũng như kết quả diến biến chất lượng không khí xung quanh là nhóm dữ liệu quan trọng được thiết lập tại môđun "Environmental monitoring" trong EnLandFill phục vụ cho kiểm định kết quả mô hình. Trong đó, số liệu của khu vực BCL Phước Hiệp trong nghiên cứu này được sử dụng từ nghiên cứu của [10]. Số liệu cho các BCL Nam Bình Dương và Bàu Cạn được thu thập trong báo cáo Chương trình quan trắc môi trường định kỳ và Báo cáo Quản lý chất thải từ Sở Tài Nguyên và Môi trường tỉnh Bình Dương và tỉnh Đồng Nai.

2.3.5. Dữ liệu về khí tượng

Dữ liệu thông số khí tượng lớp biên đã được hiệu chỉnh, kiểm định xuất ra từ mô hình WRF (Weather Research & Forecasting) cho các thời điểm tính toán ngày 06/5/2019, 07/3/2019, 20/5/2019 của kịch bản mô phỏng hiện trạng lần lượt cho các bãi chôn lấp Phước Hiệp, Nam Bình

Dương và Bàu Cạn. Số liệu về các thông số khí tượng lớp biên trên cũng được giả định để xây dựng các kịch bản mô phỏng phân tán CH_4 cho năm 2030 trong mô hình. Kết quả số liệu khí tượng dạng tệp Excel là thông số đầu vào trực tiếp trong mô hình phân tán của phần mềm EnLandFill.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Giá trị L_0 và hệ số k tối ưu cho mô phỏng

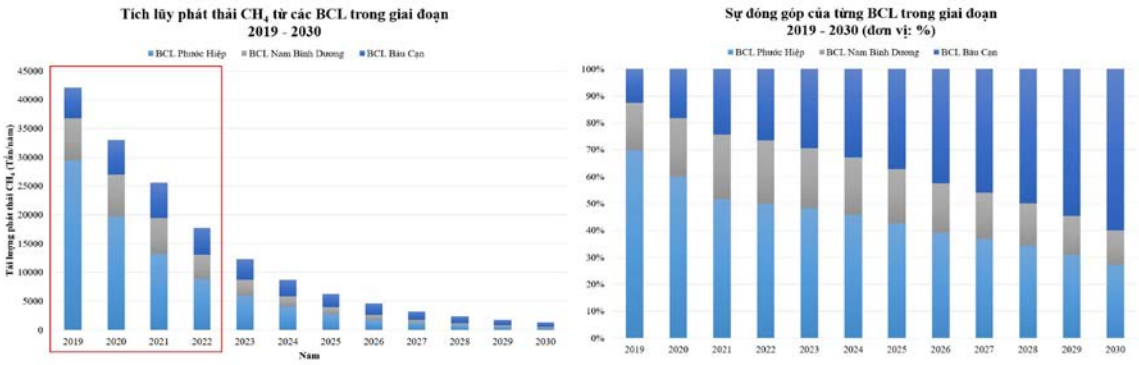
Thành phần chất thải hữu cơ được chôn lấp tại BCL Nam Bình Dương là tương đối thấp chỉ khoảng 31,0-38,0 %, thành phần thực phẩm thừa cũng chỉ chiếm 12,9 % trong khi đó thành phần chất trơ, vô cơ chiếm tỉ lệ trung bình lên tới 64,2 %. Kết quả từ EnLandFill đã xác định được giá trị L_0 của BCL Nam Bình Dương là 47,39 m^3/tấn với các giá trị $DDOC_m$ là 0,043 tấn/năm và tỉ lệ F là 57 %. Đối với BCL Bàu Cạn, kết quả thông số L_0 ước tính được là 137,59 m^3/tấn, tương ứng với các $DDOC_m$ là 0,124 tấn/năm và tỉ lệ F là 53 %. Riêng đối với BCL Phước Hiệp giá trị L_0 tối ưu đã được chọn áp dụng từ nghiên cứu của [10].

Từ nghiên cứu của [18] xác định được khoảng giá trị *k* ban đầu đối với BCL Nam Bình Dương là $0,34 \leq k \leq 0,51$. Tương tự như đối với BCL Nam Bình Dương xác định được khoảng giá trị *k* cho BCL Bàu Cạn là $0,0726 \leq k \leq 0,51$. Có thể nhận thấy rằng các khoảng giá trị *k* xác định ban đầu là tương đối phù hợp với lý thuyết mô hình IPCC FOD 2006 của [13] với các BCL có tốc độ phân hủy nhanh với thành phần hữu cơ là chủ yếu và thuộc khu vực nhiệt đới (nhiệt độ trung bình > 20 ^oC) và có lượng mưa trung bình nhiều năm trên 1.000 mm như Việt Nam thì $0,17 \leq k \leq 0,70$. Kết quả tính toán mô phỏng lan truyền chất ô nhiễm từ nguồn dữ liệu tải lượng phát thải tính toán được trong EnLandFill cho các kịch bản hiện trạng: 07/3/2019 đối với BCL Nam Bình Dương và 20/5/2019 đối với BCL Bàu Cạn xuất ra tại các vị trí quan trắc trên cơ sở tính toán chỉ số Nash và đánh giá Nash-index ≥ 0,70 sẽ quyết định được giá trị *k* tối ưu cho BCL tính toán [10]. Từ việc sử dụng các phép lặp chạy mô phỏng kịch bản trong mô hình EnLandFill xác định được giá trị *k* tối ưu đối với các BCL Nam Bình Dương và Bàu Cạn lần lượt là 0,398 $năm^{-1}$ và 0,347 $năm^{-1}$. Riêng đối với BCL Phước Hiệp giá trị *k* tối ưu bằng 0,4 $năm^{-1}$ tiếp tục được áp dụng từ nghiên cứu [10].

3.2. Đánh giá tải lượng khí CH_4 phát sinh

Bảng 2. Tải lượng phát thải CH_4 hàng năm của các BCL ở giai đoạn 2019-2030

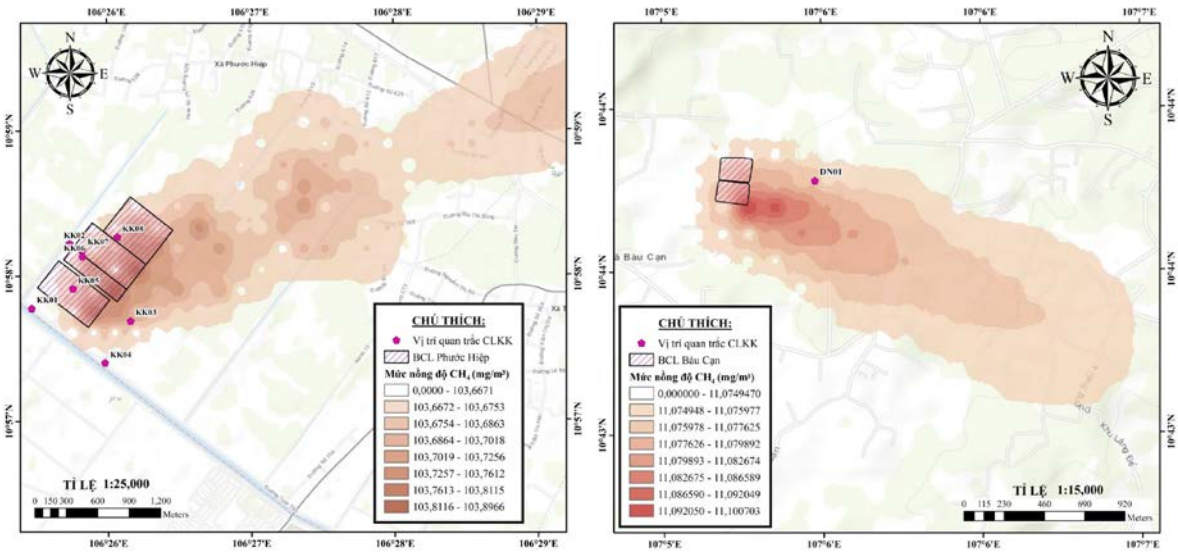
Năm	Tải lượng phát thải khí CH_4, (Tấn/năm)		
	BCL Phước Hiệp	BCL Nam Bình Dương	BCL Bàu Cạn
2019	29.417,707	7.364,403	5.307,252
2020	19.719,278	7.244,909	6.007,142
2021	13.218,228	6.184,358	6.244,805
2022	8.860,443	4.145,499	4.713,700
2023	5.939,333	2.778,811	3.631,507
2024	3.981,254	1.862,693	2.866,607
2025	2.668,714	1.248,600	2.326,793
2026	1.788,893	836,962	1.944,429
2027	1.199,131	561,032	1.494,268
2028	803,801	376,071	1.176,092
2029	538,804	252,088	951,532
2030	361,171	168,980	792,84



Hình 3. Tổng phát thải CH_4 tại 3 BCL: Phước Hiệp, Bàu Cạn và Nam Bình Dương (2019-2030)

Bảng 2 và **Hình 3** đã trình bày kết quả ước tính tải lượng phát thải CH_4 từ các BCL Phước Hiệp, Nam Bình Dương và Bàu Cạn trong giai đoạn 2019-2030. Có thể thấy rằng từ 2025-2030 tổng tải lượng khí CH_4 phát sinh từ 03 cụm BCL Phước Hiệp, Nam Bình Dương và Bàu Cạn đại diện cho vùng KTTĐPN là 158.977,773 tấn và giảm dần từ năm 2019 đến năm 2030. Tải lượng phát thải cực đại trong giai đoạn là vào năm 2019 với 42.089,362 tấn và trong 04 năm đầu tiên từ 2019-2022 tổng lượng phát thải khí CH_4 chiếm tới 75 % tổng tải lượng phát thải khí CH_4 của cả giai đoạn, đây là khoảng thời gian thích hợp và tối ưu cho công tác thu hồi khí CH_4 tại tạo năng lượng cũng như đóng góp vào mục tiêu giảm thiểu phát thải khí nhà kính cho vùng KTTĐPN. Từ năm 2019-2025, phát thải toàn vùng đóng góp chủ yếu từ BCL Phước Hiệp, chiếm trên 50 % và trong thời gian từ 2025-2030, phát thải của BCL Bàu Cạn đóng góp là chủ yếu.

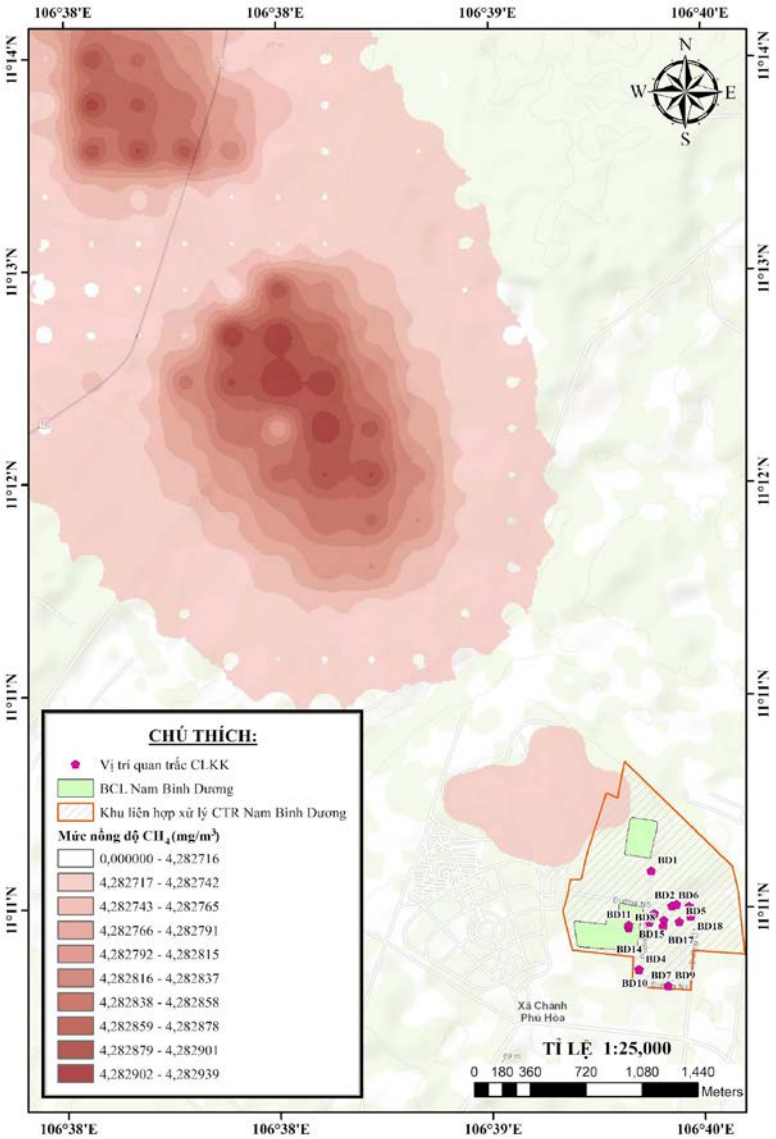
3.3. Đánh giá sự lan truyền khí CH_4 từ các BCL



Hình 4. Kết quả mô phỏng lan truyền CH_4 từ BCL Phước Hiệp và Bàu Cạn năm 2025

Kết quả mô phỏng lan truyền CH_4 đối với các BCL Phước Hiệp, Nam Bình Dương và Bàu Cạn theo kịch bản phát thải năm 2025 với giả định các thông số điều kiện khí tượng lớp biên tương ứng như trường hợp hiện trạng năm 2019 được thể hiện trong các **Hình 4** và **Hình 5**. Kết quả mô

phỏng lan truyền CH_4 theo kịch bản phát thải năm 2025 cho thấy trường hợp BCL Phước Hiệp nồng độ CH_4 dao động từ 0,0-103,897 mg/m^3; trong khi đó nồng độ CH_4 đạt khoảng 0,0-4,282 mg/m^3 với trường hợp phát thải của BCL Nam Bình Dương và mức dao động này đối với BCL Bàu Cạn là từ 0,0-11,101 mg/m^3. Mặt khác, từ kết quả có thể thấy mức nồng độ cực đại và phạm vi ảnh hưởng trực tiếp giảm đáng kể so với năm 2019 và 2025, cụ thể với trường hợp BCL Phước Hiệp nồng độ CH_4 dao động từ 0,0-14,053 mg/m^3 với nồng độ cực đại đã giảm khoảng 7,39 lần so với kịch bản năm 2025; trong khi đó nồng độ CH_4 đạt khoảng 0,0-0,579 mg/m^3 với trường hợp phát thải của BCL Nam Bình Dương và mức dao động này đối với BCL Bàu Cạn là từ 0,0-3,775 mg/m^3. Tương tự như đối với BCL Phước Hiệp nồng độ cực đại tại 02 BCL còn lại cũng đã giảm mạnh so với kịch bản năm 2025 lần lượt là 7,40 và 2,94 lần.



Hình 5. Kết quả mô phỏng lan truyền CH_4 từ BCL Nam Bình Dương năm 2025

3.4. Thảo luận

Từ kết quả tính lan truyền có thể thấy rằng theo thời gian từ 2019-2030 nồng độ chất ô nhiễm và phạm vi lan truyền chất ô nhiễm đã thu hẹp đáng kể. Mức độ tin cậy của kết quả tính lan truyền CH_4 từ EnLandFill được đánh giá thông qua sự tương quan với số liệu quan trắc ngày 06/5/2019, 07/3/2019 và 20/5/2019 lần lượt cho 03 BCL Phước Hiệp, Nam Bình Dương và Bàu Cạn. Kết quả tính toán kiểm định thông qua chỉ số NASH cho kết quả lần lượt là 0,73; 0,71 và 0,70. Như vậy, có thể thấy rằng kết quả từ mô hình vẫn có sai số nhưng ở mức chấp nhận được (NASH > 0,50). Sai số từ kết quả mô hình có thể được lý giải bởi việc mô hình tính toán chưa lưu ý nồng độ nền và nồng độ từ các nguồn phát sinh khí khác trong khu vực nghiên cứu như hoạt động vận chuyển rác thải đến khu xử lý, hoạt động tập kết chất thải tạm, hoạt động từ các khu vực ủ compost,... Đây cũng được xem là những hạn chế của phần mềm EnLandFill hiện tại; do đó, mở rộng cho hướng nghiên cứu tiếp theo trong tương lai sẽ tiếp tục dựa trên các chuỗi số liệu quan trắc để tiếp tục kiểm định cho các kết quả mô phỏng có xét đến yếu tố nồng độ nền trong tính toán cũng như đóng góp ô nhiễm từ các khu vực khác đến một cách toàn diện.

4. KẾT LUẬN

Việc tính toán phát thải CH_4 từ BCL không những cần đảm bảo độ chính xác mà cần được chia sẻ cho nhiều đối tượng ra quyết định cũng như tham gia vào quá trình tính toán. Trong nghiên cứu này, công nghệ WebGIS được sử dụng khi xây dựng phần mềm hướng tới đa đối tượng người dùng khác nhau. Giao diện phần mềm đảm bảo rằng ứng dụng có thể được truy cập từ trình duyệt mà không cần cài đặt bất kỳ phần mềm bổ sung nào. Toàn bộ số liệu nhập vào trên thực tế là để chia sẻ cho nhiều nhóm đối tượng. Thay vì sử dụng các sản phẩm trên máy tính để bàn với nhiều thông số kỹ thuật gây khó khăn cho đối tượng không phải chuyên gia, phần mềm EnLandFill với công nghệ trực tuyến đã đưa ra các giao diện Web chuẩn và trực quan hóa chi tiết các kết quả hiển thị. EnLandFill cho phép người ra quyết định: (i) Truy xuất và định dạng dữ liệu báo cáo phát thải thông qua 06 dạng báo cáo với mức độ chi tiết khác nhau; (ii) Chạy mô hình bài toán thuận tính phát thải, chạy bài toán ngược tính công suất nguồn thải phân bố theo không gian toàn BCL; (iii) Phổ biến kết quả tính toán cho nhiều nhóm đối tượng khác nhau; (iv) Xuất ra bản đồ phát thải cho các đối tượng ra quyết định. Phần mềm EnLandFill cũng cho phép tính toán mức độ, phạm vi ảnh hưởng từ các BCL, giúp các nhà quản lý đưa ra được phạm vi an toàn cho các khu vực xung quanh. Kết quả tính toán định lượng cho 03 BCL hỗ trợ xác định phạm vi, mức độ ảnh hưởng sự phân tán CH_4 cho thấy tại BCL Phước Hiệp nồng độ CH_4 dao động từ 0,0-14,053 mg/m^3; trong khi đó của BCL Nam Bình Dương và Bàu Cạn lần lượt là 0,0-0,579 mg/m^3 và 0,0-3,775 mg/m^3 ở năm 2030.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả xin bày tỏ sự cảm ơn chân thành tới Phòng thí nghiệm Mô hình hóa Môi trường thuộc Khoa Môi trường và Tài nguyên; Phòng thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia Điều khiển số và Kỹ thuật hệ thống (DCSELab), Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP. HCM.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A. Maalouf and M. El-fadel, (2020). Science of the Total Environment A novel software for optimizing emissions and carbon credit from solid waste and wastewater management, *Science of the Total Environment*, ISSN: 0048-9697, 714, 136736, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.136736.

2. H. W. Gottinger, (1986). A computational model for solid waste management with applications, *Applied Mathematical Modelling*, ISSN: 0307-904X, 10, 330-338, doi: 10.1016/0307-904X(86)90092-2.

3. J. Mønster, P. Kjeldsen, and C. Scheutz, (2019). Methodologies for measuring fugitive methane emissions from landfills – A review, *Waste Management*, ISSN: 0956-053X, 87, 835-859, doi: 10.1016/j.wasman.2018.12.047.

4. N. Zarrinpoor and M. S. Pishvaee, (2021). Designing a municipal solid waste management system under disruptions using an enhanced L-shaped method, *Journal of Cleaner Production*, ISSN: 0959-6526, 299, 126672, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.126672.

5. F. Collins, D. Orpen, E. McNamara, C. Fay, and D. Diamond (2013). *Web-Based Monitoring of Gas Emissions from Landfill Sites using Autonomous Sensing Platforms*, 124.

6. C. E. Brendel, R. L. Dymond, and M. F. Aguilar, (2019). An interactive web app for retrieval, visualization, and analysis of hydrologic and meteorological time series data, *Environmental Modelling & Software*, ISSN: 1364-8152, 117, 14-28, doi: 10.1016/j.envsoft.2019.03.003.

7. J. Byrne, C. Heavey, and P. J. Byrne, (2010). A review of Web-based simulation and supporting tools, *Simulation Modelling Practice and Theory*, ISSN: 1569-190X, 18(3), 253-276, doi: 10.1016/j.simpat.2009.09.013.

8. Z. Zeng, X. Yuan, J. Liang, and Y. Li, (2020). Designing and implementing an SWMM-based web service framework to provide decision support for real-time urban stormwater management, *Environmental Modelling & Software*, ISSN: 1364-8152, 135, 104887, doi: 10.1016/j.envsoft.2020.104887.

9. N. H. Duc (2014). *Current status, solid waste management policy in Vietnam and potential for energy recovery from solid waste*, Department of Natural Resources and Environment, Ho Chi Minh City.

10. L. T. Bui and P. H. Nguyen, (2020). Integrated model for methane emission and dispersion assessment from land fills : A case study of Ho Chi Minh City , Vietnam, *Science of the Total Environment*, ISSN: 0048-9697, 738, 139865, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139865.

11. HCMDNRE-a (2011). *The System of Urban Solid Waste Management in Ho Chi Minh City Current and Future Situation (HCMC)*, Department of Natural Resources and Environment, Ho Chi Minh City.

12. Dong Nai DNRE (2019). *Report of Solid waste management in Dong Nai Province in 2019*, Department of Natural Resources and Environment, Dong Nai Province.

13. R. Pipatti *et al.* (2006), Chapter 3: Solid Waste Disposal, in *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, IPCC, 1-40.

14. R. Pipatti *et al.* (2006), Chapter 2: Waste generation, composition and management data, in *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, IPCC, 1-23.

15. A. Alexander, C. Burklin, and A. Singleton (2005). Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.02 User's Guide, 56.

16. HCMDNRE-b (2018). *Explanation of Ho Chi Minh City's Solid Waste Management Planning Report to 2025, Vision to 2050*, Department of Natural Resources and Environment, Ho Chi Minh City.

17. Binh Duong DNRE (2019). *Report of Solid waste management in Binh Duong Province in 2019*, Department of Natural Resources and Environment, Binh Duong Province.

18. J. K. Park, Y. G. Chong, K. Tameda, and N. H. Lee (2018), Methods for determining the methane generation potential and methane generation rate constant for the FOD model: a review, *Waste Management and Research*, ISSN: 0734-242X, 36(3), 200-220, doi: 10.1177/0734242X17753532.

DEVELOPING A MODEL/SOFTWARE TO ESTIMATE CH_4 EMISSION GENERATED FROM LANDFILLS BASED ON WebGIS

Long Ta Bui[1,2*], Phong Hoang Nguyen[1,2], Duyen My Chau Nguyen[1,2]

[1]*Laboratory of Environmental Modeling, Faculty of Environment and Natural Resources, Ho Chi Minh City University of Technology, 268, Ly Thuong Kiet, District 10, Ho Chi Minh City*

[2]*Vietnam National University, Ho Chi Minh,Linh Trung, Thu Duc, Ho Chi Minh City*

ABSTRACT

Vietnam aims to control and mitigate the greenhouse gasses (GHGs) to 8 % by 2030, one of which is from the operation of more than 660 landfills across the country. This study focused on developing a platform based on WebGIS technology and a modeling approach called EnLandFill to estimate GHG emissions (with a focus on CH_4 emission) from typically selected landfills in Ho Chi Minh City (HCMC) with Phuoc Hiep landfill, Dong Nai province with Bau Can landfill, and Binh Duong province with Nam Binh Duong landfill. The outcomes reported that the total CH_4 emissions from three landfill sites were estimated at roughly 159 thousand tonnes (about 168 million m^3) and tended to decline gradually between 2019 and 2030. Furthermore, the EnLandFill platform is not only a calculation software but has been developed as a decision support tool to enhance control management of CH_4 emissions arising from individual urban landfills according to the regional scale. At the same time, this platform is aimed at management agencies with a close combination of information - database and mathematical model suitable for specific conditions of Vietnam.

Keywords: Landfill site, EnLandFill, CH_4 gas, dispersion model, emissions.

[*] Corresponding author, email address: longbt62@hcmut.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0198

TÁC ĐỘNG CỦA CHUYỂN NƯỚC LIÊN VÙNG TỪ LƯU VỰC SÔNG BA SANG SÔNG KÔN ĐẾN SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP VÀ GIẢI PHÁP SỬ DỤNG HIỆU QUẢ NGUỒN NƯỚC

Nguyễn Hữu Xuân[1*], Nguyễn Trọng Đợi, Phan Thái Lê

Trường Đại học Quy Nhơn, 170 An Dương Vương, Quy Nhơn, Bình Định

TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá tác động của chuyển nước từ Sông Ba sang Sông Kôn trên cơ sở phân tích nhu cầu nước, thực trạng của việc chuyển nước và những mâu thuẫn, xung đột về chuyển nguồn nước cho sản xuất nông nghiệp. Chuyển nước từ Sông Ba sang Sông Kôn qua nhà máy thủy điện An Khê - Ka Nak đã đáp ứng mục tiêu phát điện và điều tiết phân bổ nguồn nước liên vùng. Tuy vậy, việc không đảm bảo dòng chảy tối thiểu sau đập An Khê vào mùa khô đã gây tình trạng thiếu nước, hạn hán nghiêm trọng cho sản xuất nông nghiệp của một số địa phương vùng trung lưu Sông Ba. Với 600 triệu m^3 nước/năm chuyển từ Sông Ba cho Sông Kôn đã tác động đến quy hoạch thủy lợi, mở rộng diện tích vùng tưới cho khoảng 10.800 ha, cải tạo cảnh quan cho vùng trung và hạ lưu Sông Kôn. Nghiên cứu cũng đề xuất một số giải pháp chia sẻ, phân bổ nguồn tài nguyên nước liên lưu vực, từ Sông Ba sang Sông Kôn nhằm sử dụng hợp lý, hiệu quả liên vùng, liên lưu vực cho sản xuất nông nghiệp của các địa phương.

Từ khóa: Nguồn nước, lưu vực Sông Ba - Sông Kôn, chuyển nước, nông nghiệp, liên vùng.

1. MỞ ĐẦU

Sông Ba, Sông Kôn bắt nguồn từ Tây Nguyên, cấp nước cho vùng Duyên hải Nam Trung bộ (NTB) thuộc các tỉnh Bình Định, Phú Yên - những địa phương có đồng bằng rộng, nông nghiệp phát triển, nhu cầu nước tưới cho lúa, hoa màu rất lớn, nhất là vào mùa vụ Đông Xuân và Hè Thu.

Chuyển nước liên vùng, liên lưu vực sông từ Tây Nguyên - NTB đã được tiến hành ở Việt Nam từ năm 1964 với công trình thủy điện Đa Nhim, chuyển nước từ sông Đa Nhim (Lâm Đồng) xuống sông Cái (Phan Rang - Ninh Thuận). Sau này, nhiều nhà máy, công trình thủy điện như Vĩnh Sơn (Bình Định), Đại Ninh (Bình Thuận), Thượng Kon Tum (Kon Tum)… đã và đang chuyển nước theo cơ chế trên. Việc chuyển nước như vậy đã gây tình trạng: Ở từng thời điểm, từng địa phương của vùng bị chuyển nước đã xảy ra tình trạng thiếu hụt nước, xảy ra mâu thuẫn, thậm chí xung đột về nguồn nước cho phát triển kinh tế xã hội (KTXH), nhất là lĩnh vực trồng trọt.

Chia sẻ nước là các chính sách, cơ chế, quy định và thủ tục về quản lý giúp phân phối tài nguyên nước hiện có giữa các mục đích sử dụng và đối tượng sử dụng [13]. Mục tiêu tổng quát của việc chia sẻ, phân bổ tài nguyên nước là tối đa hóa lợi ích của nước cho xã hội. Một hệ thống phân bổ, chia sẻ tài nguyên nước thiết kế phù hợp, thống nhất và toàn diện sẽ đem lại nhiều lợi ích như: Gia tăng các lợi ích kinh tế dài hạn từ việc sử dụng lượng nước trong khu vực, lưu vực; giảm tới mức thấp nhất các tổn thất kinh tế do việc thiếu nước gây ra; khuyến khích tiết kiệm, sử dụng hiệu quả tài nguyên nước… Một số nghiên cứu về chia sẻ, phân bổ tài nguyên nước LVS Ba - Sông Kôn, đã tính toán nhu cầu nước, mức độ thiếu hụt và khả năng đáp ứng nguồn nước cho từng tiểu

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: nguyenhuuxuan@qnu.edu.vn

vùng thủy lợi của lưu vực Sông Ba [9]; đã xây dựng mô hình thuỷ văn - kinh tế cho quy hoạch và quản lý tài nguyên nước [4]. Điểm trọng tâm của mô hình là coi nước như một loại hàng hóa có giá trị kinh tế. Nghiên cứu đã chỉ rõ cùng một đơn vị nước nhưng thời điểm sử dụng và vị trí sử dụng nước khác nhau sẽ mang lại lợi ích khác nhau. Mâu thuẫn (thậm chí xung đột) trong sử dụng tài nguyên nước của lưu vực phụ thuộc vào khả năng đáp ứng cho mọi nhu cầu về nước.

Trên LVS Ba, Sông Kôn, việc xây dựng các công trình điều tiết nước đã tác động mạnh đến cân bằng nước của hai LVS. Điều đó có thể gây nên ô nhiễm môi trường cục bộ, các vị trí dòng chảy bị gián đoạn trong từng thời kỳ, đặc biệt là vào mùa kiệt khi dòng chảy tối thiểu thấp và có thể gây ra những mâu thuẫn, xung đột nghiêm trọng về sử dụng nguồn nước. Một số xung đột chính về sử dụng nước, gồm: i) Xung đột giữa các bên liên quan sử dụng nước: xung đột giữa cá nhân sử dụng hoặc nhóm người sử dụng, giữa người sử dụng và các tổ chức quản lý nguồn nước và giữa các tổ chức quản lý nguồn nước; ii) Xung đột giữa các ngành liên quan: giữa các đối tượng sử dụng nước khác nhau (ngành nông nghiệp, sản xuất điện, du lịch, giao thông thủy…); iii) Xung đột giữa các cấp quản lý: cấp địa phương (xã, huyện, tỉnh), cấp vùng.

Đã có những tác động suy giảm dòng chảy tối thiểu vào mùa cạn trên LVS Ba và điều đó đã gây ảnh hưởng lớn đến sản xuất nông nghiệp (SXNN) của một số địa phương, nhất là vào những năm hạn hán nghiêm trọng. Tuy nhiên, thủy điện An Khê - Ka Nak có phải là công trình "sai lầm thế kỷ" không? cần có nghiên cứu, làm rõ một số vấn đề chuyển nước liên vùng, liên lưu vực từ Sông Ba sang Sông Kôn cho phát triển bền vững nông lâm nghiệp trên quan điểm tiếp cận hệ thống và liên ngành.

Nghiên cứu góp phần xác định không gian lãnh thổ và lượng nước được chuyển từ LVS Ba sang LVS Kôn, làm rõ tác động tích cực, tiêu cực của việc chuyển nước liên vùng trên quan điểm sử dụng hợp lý tài nguyên tiếp cận hệ thống và liên ngành.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng của nghiên cứu này là việc tình hình chuyển nước từ LVS Ba sang LVS Kôn và những tác động tích cực, tiêu cực của việc chuyển nước đó đối với những địa phương chịu tác động của việc mất một phần tài nguyên nước và những địa phương được lợi khi nhận nguồn nước bổ sung.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp khảo sát, điều tra thực địa: Phương pháp này đã được nhóm nghiên cứu sử dụng từ nhiều đợt thực địa của Đề tài TN18/T11 vào cả mùa khô, mùa mưa lũ với thiết bị ghi hình, UAV… nhằm thu thập tài liệu bổ sung, nghiên cứu hiện trạng, thu thập ý kiến các nhà quản lý và người dân địa phương về những mâu thuẫn, xung đột xảy ra và có thể xảy ra ở những vùng chịu tác động bởi sự chuyển nước từ thượng LVS Ba sang Sông Kôn.

Phương pháp mô hình hóa bằng công cụ CROPWAT 8.0: Tính toán nhu cầu sử dụng nước cho cây trồng. Trên cơ sở nguồn dữ liệu khí tượng (nhiệt độ, lượng mưa, bốc hơi tiềm năng, tốc độ gió, số giờ nắng trung bình tháng của các trạm khí tượng trong và ngoài LVS); cơ cấu và diện tích cây trồng, thời vụ canh tác, thời đoạn sinh trưởng của cây trồng…; các chỉ tiêu cơ lý của đất canh tác… Sử dụng mô hình CROPWAT tính toán chế độ tưới, xác định lại mức tưới và hệ số tưới cho lúa các vụ và một số cây trồng cạn trên LVS Kôn. Để tính toán lượng nước cần (IRR) cho cây trồng, dựa vào phương trình cân bằng nước tổng quát, có dạng: ***IRR = (ETc + LPrep + Prep) - Peff*** (mm/ngày). Trong đó: IRR: Lượng nước cần tưới cho cây trồng trong thời đoạn tính toán

(mm/ngày); ET_C: Lượng bốc hơi mặt ruộng trong thời đoạn tính toán (mm); P_{eff}: lượng mưa hiệu quả cây trồng sử dụng được trong thời đoạn tính toán (mm); P_{rep}: lượng nước ngấm ổn định trong đất trong thời đoạn tính toán (mm/ngày) và LP_{rep}: lượng nước làm đất (mm).

Phương pháp bản đồ và ứng dụng công cụ GIS: Phương pháp này được sử dụng nhằm phân tích không gian, sự phân bố và các mối liên hệ trong không gian theo lưu vực sông của nguồn nước, xác định vị trí vẫn chuyển nước từ LVS Ba sang LVS Kôn; xây dựng bản đồ vùng tưới cho lúa, hoa màu của các hệ thống thủy lợi, thủy nông trên LVS Kôn.

2.3. Dữ liệu nghiên cứu

Bài báo sử dụng dữ liệu khảo sát điều tra của Đề tài KHCN cấp Nhà nước "*Nghiên cứu xây dựng mô hình tổ chức lãnh thổ liên vùng Tây Nguyên - Nam Trung Bộ theo LVS nhằm phát triển bền vững nông lâm nghiệp"* mã số TN18/T11 [12]; các báo cáo đánh giá ĐTM của nhà máy thủy điện An Khê - Ka Nak, Vĩnh Sơn, công trình thủy lợi Văn Phong, Kế hoạch khai thác tài nguyên nước, phòng chống thiên tai của các công trình thủy điện, thủy lợi tỉnh Gia Lai, Bình Định, Quy trình vận hành liên hồ chứa Sông Ba, Sông Kôn; Báo cáo tình hình khí tượng thủy văn hàng năm của tỉnh Bình Định giai đoạn 2009-2019 [1]; Dữ liệu bản đồ hệ thống thủy nông, thủy lợi lưu vực Sông Kôn của Quy hoạch thủy lợi LVS Kôn; Dữ liệu quan trắc mực nước, hồ chứa của đề tài TN18/T11.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khái quát tài nguyên nước lưu vực Sông Ba, Sông Kôn

Lưu vực Sông Ba, Sông Kôn là hai trong các hệ thống sông lớn nhất ở Nam Trung Bộ, đều bắt nguồn từ vùng núi cao của Tây Nguyên, chảy qua các tỉnh Gia Lai, Đắk Lắk và Bình Định, Phú Yên tạo ra các đồng bằng trù phú ở hạ lưu, đặc biệt là đồng bằng Tuy Hòa (Phú Yên), đồng bằng Tây Sơn, An Nhơn, Tuy Phước (Bình Định) trước khi đổ ra Biển Đông. Sông Ba có diện tích lưu vực 13.900 km^2, với chiều dài sông chính là 374 km, mật độ lưới sông 0,22 km/km^2. Tổng lượng dòng chảy năm khoảng 10 tỷ m^3 nước [9]. Sông Kôn là sông lớn nhất tỉnh Bình Định, có diện tích lưu vực là 3.067 km^2, lưu lượng dòng chảy là 108 m^3/s, tổng lượng dòng chảy năm là 3,564 tỷ m^3. LVS Hà Thanh có diện tích 580 km^2 với lượng mưa năm trung bình 2000 mm, lưu lượng bình quân năm là 21,4 m^3 /s, tổng lượng dòng chảy 0,67 tỷ m^3. Phần hạ lưu, sông Hà Thanh nhập với Sông Kôn, đổ ra đầm Thị Nại. Do đó, có thể coi 2 sông này là một hệ thống với tên gọi chung là Sông Kôn với tổng diện tích lưu vực 3.647 km^2 [8].

Bảng 1. Tài nguyên nước lưu vực Sông Ba, Sông Kôn [11], [12]

Các đặc trưng	Sông Ba	Sông Kôn	Ghi chú
Diện tích lưu vực F (km^2)	13.900	3.647	Sông Kôn + Hà Thanh
Số dân (người)	1.592.982	1.069.234	Dân số Sông Ba (2016); Sông Kôn (2019)
Xo_{LV} (mm)	1.730	2.000	
Yo (mm)	744	1.161	
Qo (m^3/s)	328	113	
Mo ($L/s/km^2$)	23.6	36.8	
Wo (10^9 m^3)	10,34	4,234	Sông Kôn (3,564 tỷ m^3); Hà Thanh (0,67 tỷ m^3)
Q bình quân/người (m^3/người/ năm)	6.491	3.960	

3.2. Đặc trưng dòng chảy và nhu cầu sử dụng nước trên lưu vực Sông Ba, Sông Kôn

Dòng chảy Sông Ba biến đổi theo mùa, giữa các năm. Dòng chảy mùa cạn dao động từ 2-5 L/s/km^2 (thượng, trung lưu) và từ 5-12 L/s/km^2 (hạ lưu), chiếm 20-25% tổng lượng dòng chảy năm). Trên LVS Ba, nhu cầu nước chiếm khoảng 30-38 % tổng lượng nước mặt, tập trung chủ yếu vào mùa cạn. Năm 2020, trên LVS Ba, lượng nước sử dụng vào mùa lũ chỉ chiếm 400 triệu m^3 (16,3 %); ngược lại, mùa cạn sử dụng tới 2.024 triệu m^3 nước (82,3 % lượng nước cả năm) [9].

LVS Kôn cũng biểu hiện rất rõ mâu thuẫn giữa nhu cầu dùng nước với nguồn nước. Lưu lượng dòng chảy trung bình LVS Kôn đạt 108 m^3/s tương ứng với mô đun dòng chảy 35.2 L/s/km^2, tổng lượng dòng chảy năm 3,41 tỷ m^3. Trên LVS Kôn mùa lũ ngắn, từ tháng 9 đến tháng 12 nhưng lượng dòng chảy chiếm tới 75-80 % tổng lượng dòng chảy năm. Ngược lại, mùa kiệt kéo dài đến 8 tháng (từ tháng 1-8), nhưng chỉ chiếm 20-25% tổng lượng dòng chảy năm. Vào mùa kiệt, nhu cầu sử dụng nước tăng cao, có thể gây ra tình trạng thiếu nước.

3.3. Thực trạng chuyển nước liên vùng từ lưu vực Sông Ba sang Sông Kôn

Trên hệ thống Sông Ba, nhánh sông Ia Ba (tỉnh Gia Lai), phải chịu 2 lần chuyển nước sang Sông Kôn (tỉnh Bình Định). Tại thượng nguồn, nước từ hồ Vĩnh Sơn (hồ C) chuyển sang cho hệ thống hồ B, hồ A của nhà máy thủy điện Vĩnh Sơn. Tiếp tục dòng chảy là việc chuyển nước từ hệ thống hồ An Khê - Ka Nak (điều tiết nước nhiều năm) là nguồn nước cấp cho hồ An Khê (điều tiết nước ngày đêm) sang Sông Kôn để phát điện.



Hình 1. Bản đồ hành chính LVS Ba, Sông Kôn [12]

Công trình thủy điện An Khê - Ka Nak gồm hai bậc thang thủy điện. Bậc một (tại Ka Nak) lấy nước từ thượng nguồn Sông Ba đưa về hồ chứa tại huyện KBang, tỉnh Gia Lai. Diện tích lưu vực tính đến tuyến đập Ka Nak là 833 km^2, lưu lượng trung bình nhiều năm 18,6 m^3/s. Hồ chứa điều tiết nhiều năm có dung tích toàn bộ 313,7 triệu m^3, dung tích hữu ích 285,5 triệu m^3, cao trình mực nước dâng bình thường 515 m, mực nước chết 485 m, lưu lượng phát điện lớn nhất 42 m^3/s, lưu lượng phát điện đảm bảo 11 m^3/s. Nước sau khi phát điện trả lại Sông Ba. Công suất vận hành phát điện đạt 13 MW [2]. Bậc hai của thủy điện thuộc thị xã An Khê, tỉnh Gia Lai. Diện tích lưu vực tính đến tuyến đập An Khê là 1.236 km^2, lưu lượng trung bình nhiều năm 27,8 m^3/s. Hồ chứa điều tiết ngày đêm có dung tích toàn bộ 15,9 triệu m^3, dung tích hữu ích 5,6 triệu m^3, mực nước dâng bình thường 429 m, mực nước chết 427 m [6]. Công suất vận hành phát điện đạt 160 MW [2]. Lưu lượng phát điện lớn nhất 50 m^3/s, lưu lượng phát điện đảm bảo 9,6 m^3/s, nước sau khi phát điện được chuyển sang lưu vực Sông Kôn, tỉnh Bình Định. Theo thiết kế, tổng lượng nước chuyển sang Sông Kôn ứng với tần suất bảo đảm 90% chiếm đến 62% lượng nước đến hồ An Khê (Bảng 2) [5]. Khi thực hiện phát điện thủy điện sẽ chuyển nước sang Sông Kôn với lưu lượng lớn nhất Q_{max} = 50 m^3/s (ứng với công suất phát điện thiết kế) và lưu lượng nhỏ nhất $Q_{90\%}$ = 9,6 m^3/s (ứng với lưu lượng đảm bảo). Như vậy, hàng năm, tổng lượng nước chuyển từ Sông Ba sang Sông Kôn khoảng 600 triệu m^3/năm.

Theo số liệu đo lưu lượng trung bình tại trạm thủy văn An Khê giai đoạn 2000-2010 (trước khi xây dựng đập thủy điện An Khê - Ka Nak) dao động từ 19,6-57,5 m^3/s, năm thấp nhất cũng đạt 19,6 m^3/s (năm 2004). Tuy nhiên, khi thủy điện An Khê - Ka Nak đi vào hoạt động, lưu lượng chỉ đạt 11,2 m^3/s (năm 2015) [10].

Bảng 2. Lưu lượng nước sau khi phát điện được chuyển qua Sông Kôn

Yếu tố	Tháng												Năm	% so với Wnăm
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**		
Q 75 % (m^3/s)	18,5	16,6	15,2	14,2	14,3	17,2	16,3	19,6	31,2	25,5	31,2	29,8	20,8	
W 75 % (triệu m^3)	49,6	40,2	40,7	36,8	38,3	44,6	43,7	52,5	80,9	68,3	80,9	79,8	656,1	75,0
Q 90 % (m^3/s)	12,7	15,1	12,2	11,3	12,8	11,7	15,3	19,2	22,2	22,8	30,2	20,0	17,1	
W 90 % (triệu m^3)	34,0	36,5	32,7	29,3	34,3	30,3	41,0	51,4	57,5	61,1	78,3	53,6	540,0	62,0

Nguồn: *Điều chỉnh quy hoạch thủy lợi LVS Ba và vùng phụ cận giai đoạn 2025, tầm nhìn 2035 [9]*

3.4. Tác động của việc chuyển nước liên vùng từ lưu vực Sông Ba sang Sông Kôn

Trong SXNN, nhu cầu nước cho tưới luôn chiếm trên 90 % lượng nước và chủ yếu là nước mặt trên các LVS. Nhu cầu nước tưới tập trung vào mùa khô - giai đoạn dòng chảy thấp. Trong xây dựng các hồ thủy điện thường hướng tới mục tiêu là góp phần làm giảm đỉnh lũ và lượng nước lũ cho vùng hạ du, đồng thời chủ động cấp nước vào mùa khô cho hạ du để tạo điều kiện cho phát triển SXNN. Tuy vậy, trong thực tế, giữa thủy lợi và phát điện vẫn đang tồn tại nhiều mâu thuẫn và xung đột về sử dụng nguồn nước.

3.4.1. Tác động tiêu cực của việc chuyển nước từ Sông Ba sang Sông Kôn đối với các địa phương trên lưu vực Sông Ba

LVS Ba cung cấp lượng nước cho khoảng hơn 1 triệu ha đất nông nghiệp, cho nuôi trồng thuỷ sản trên lưu vực. Từ khi có việc chuyển nước từ Sông Ba qua Sông Kôn đã dẫn đến lượng nước

cho SXNN bị thiếu hụt, mất cân bằng gây ra hạn hán cho vùng trung, hạ du Sông Ba. Nghiên cứu cho thấy, lưu lượng dòng chảy trên Sông Ba (đoạn qua thị xã An Khê) trung bình 10,7 m^3/s (trước khi thủy điện An Khê chuyển nước cho Sông Kôn). Tuy nhiên, sau khi chặn dòng, lưu lượng dòng chảy về mùa kiệt tại nhiều thời điểm < 4 m^3/s [10]. Lượng nước này không đáp ứng đủ nhu cầu nước cho sản xuất và dòng chảy môi trường. Đồng bằng hạ du Sông Ba thường xuyên ở trong tình trạng thiếu hụt và mất cân bằng về nước tưới cho SXNN. Kết quả điều tra, khảo sát cho thấy khu vực thị xã An Khê và huyện K'Bang là những nơi chịu nhiều ảnh hưởng nhất của thuỷ điện An Khê - Ka Nak, đặc biệt là vào mùa khô các năm 2012, 2013, 2016... Tại huyện K'Bang, hạn hán đã ảnh hưởng lớn đến vụ sản xuất Đông Xuân 2015-2016 với tổng diện tích thiệt hại 671,2 ha. Trong đó, diện tích thiệt hại hoàn toàn (trên 70%) đạt 340,1 ha; thiệt hại rất nặng (từ 50-70 %) tới 154,7 ha; thiệt hại nặng (từ 30-50 %): 127,87 ha; thiệt hại một phần (dưới 30 %): 49,08 ha [10].

Với lượng dòng chảy mùa kiệt rất thấp so với trước khi chuyển nước, vùng hạ lưu hồ Ka Nak và hồ An Khê thiếu nước cho canh tác nông nghiệp, cấp nước dân sinh, gây khó khăn trong sản xuất và đời sống của hàng chục ngàn dân. Kết quả quan trắc cho thấy, từ 2012-2015 dòng chảy môi trường không đảm bảo, thậm chí chưa đạt 1/2 lưu lượng theo yêu cầu (năm 2015, dòng chảy thực chỉ đạt 7,09/16,1 m^3/s) [12]. Vào mùa khô 2015, lưu lượng giảm, chỉ đạt 7,09 m^3/s đã làm cho đoạn Sông Ba từ đập An Khê đến huyện Kông Chro dài 30 km trở thành khúc sông chết, làm thiệt hại nặng cho SXNN, ô nhiễm môi trường, hủy hoại hệ sinh thái [10], [12].

Việc vận hành thủy điện An Khê - Ka Nak chưa đúng với thiết kế công trình, quy trình vận hành liên hồ chứa trên LVS Ba đã gây ra nhiều hệ lụy: Mùa khô luôn có tình trạng thiếu nước, nguy cơ hạn hán; mùa mưa gây tình trạng ngập lụt cục bộ bởi thủy điện xả lũ và sự cố công trình. Đợt xả lũ bất ngờ của thủy điện An Khê - Ka Nak (ngày 25/5/2011) đã cuốn trôi nhiều hoa màu, tài sản của người dân huyện K'Bang. Ước tính thiệt hại của trận xả lũ không báo trước này đối với vùng hạ du là khoảng 10 tỷ đồng. Vào tháng 11/2013, trận lũ lớn trên Sông Ba khiến thủy điện An Khê gặp sự cố, ngừng hoạt động gây tình trạng ngập lụt lịch sử cho vùng ven Sông Ba thuộc thị xã An Khê (Gia Lai) [12].

Tại tỉnh Phú Yên, từ khi LVS Ba chuyển nước sang LVS Kôn, thiệt hại cho sản xuất nông nghiệp do hạn hán ở hạ du Sông Ba ngày càng lớn hơn. Năm 2014, Phú Yên có tới 576 ha đất trồng lúa vụ hè thu 2014 không đủ nước gieo sạ phải chuyển đổi sang cây trồng khác; 17.636 ha cây trồng các loại bị hạn hán (lúa 8.718 ha, mía 3.225 ha, sắn 4.846 ha…), trong đó, 534 ha lúa mất trắng. Năm 2019, diện tích đất sản xuất lúa bị hạn hán tới 24.800 ha; diện tích bị thiệt hại: 3.008,5 ha (trong đó thiệt hại > 70 %: 1.582,4 ha; thiệt hại 30-70 % 1.426,l ha); diện tích cây trồng khác như sắn, mì, mía, dứa… bị hạn là 25.201 ha [12].

3.4.2. Tác động tích cực của việc nhận nước nước từ Sông Ba đối với vùng trung và hạ lưu Sông Kôn

Bảng 3. Nhu cầu nước cho cây trồng ngắn ngày của LVS Kôn (phân theo tiểu vùng thủy lợi)

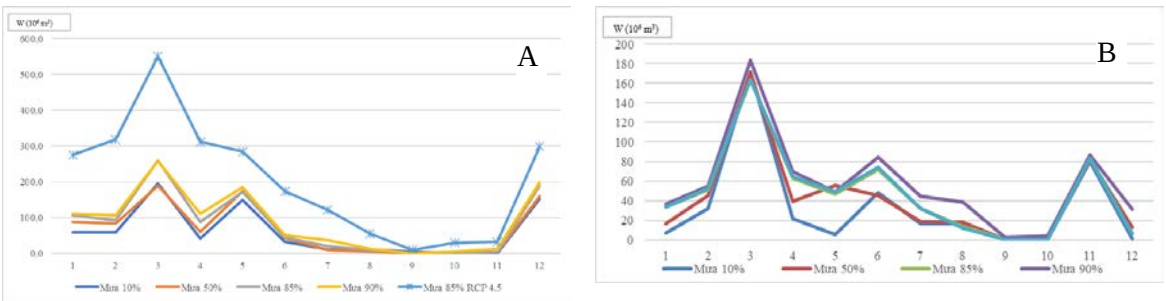
Đơn vị: $10^6 m^3$

Phân vùng khả năng tưới	Lúa đông xuân	Lúa hè thu	Lúa mùa	Ngô	Sắn	Mía	Rau đậu	Lạc	*Tổng*
Tiểu vùng tưới thượng Sông Kôn	2,6	0,0	4,0	2,0	1,4	0,1	0,0	0,0	*10,1*
Tiểu vùng tưới Sông Hà Thanh	20,4	25,5	2,4	0,8	5,9	0,4	11,5	1,1	*68,0*
Tiểu vùng tưới Tân An - Đập Đá	95,7	126,2	4,8	3,0	0,7	0,0	18,9	3,1	*252,4*
Tiểu vùng tưới Vĩnh Thạnh	6,0	9,3	3,5	1,0	4,7	1,1	10,6	0,2	*36,4*
Tiểu vùng tưới Nam Sông Kôn	36,0	46,5	0,0	2,2	7,5	3,5	14,2	1,7	*111,7*
Tiểu vùng tưới Bắc Sông Kôn	52,4	66,7	7,7	3,0	13,2	0,4	16,9	13,9	*174,3*
Tổng lượng nước	213,0	274,2	22,4	12,0	33,4	5,5	72,2	20,0	652,8

Nguồn: Tính toán từ số liệu diện tích cây trồng năm 2018 và nhu cầu nước cho cây trồng [12]

Đồng bằng hạ lưu Sông Kôn được bổ sung lượng nước tưới cho sản xuất, đã góp phần tăng quy mô diện tích cây trồng (nhất là cây lúa) và thay đổi cơ cấu mùa vụ. Nhu cầu sử dụng nước của LVS Kôn cho SXNN khá lớn (Bảng 3), trong đó, lúa là cây trồng sử dụng nhiều nước nhất. Theo Quy hoạch phát triển ngành trồng trọt tỉnh Bình Định đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030, diện tích đất trồng trọt sẽ giảm dần về quy mô, theo đó nhu cầu nước tưới cũng giảm theo nhưng nhu cầu nước cho chăn nuôi, thủy sản có xu hướng tăng.

LVS Ba, Sông Kôn có khí hậu mưa mùa rất điển hình. Vào mùa khô, mức độ thiếu hụt nguồn nước cho SXNN rất lớn. Sử dụng mô hình tưới CROPWAT tính toán nhu cầu sử dụng nước tưới cho cây trồng trên các LVS đối với kịch bản mưa 10%, 50%, 85% và 90% cho thấy: Nhu cầu nước theo thời đoạn vào những tháng cao điểm của mùa khô trên các LVS rất cao. Trên LVS Ba, từ tháng 2-5 hàng năm, lượng nước cần tưới cho cây trồng dao động từ 180-270 triệu m^3 nước/tháng với kịch bản mưa 90% (Hình 2A). Trên LVS Kôn cũng tương tự, từ tháng 2 đến tháng 4 hàng năm, lượng nước tưới từ 60-180 triệu m^3 nước/tháng với kịch bản mưa 90 % (Hình 2B).

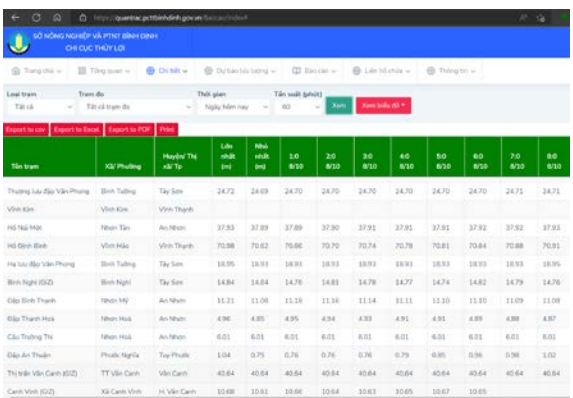


Hình 2. Tổng nhu cầu sử dụng nước cho nông nghiệp trên LVS Ba A) và LVS Kôn (B) theo thời đoạn tháng [12]

Khi nhà máy thuỷ điện An Khê - Ka Nak vận hành, mỗi năm có 600 triệu m^3 nước được chuyển từ LVS Ba cho LVS Kôn. Nguồn nước khá lớn, ổn định này đã được khai thác có hiệu quả bởi việc xây dựng và vận hành các công trình thuỷ lợi trên LVS Kôn (đập dâng và kênh tưới Văn Phong). Công trình thủy lợi Văn Phong đã hỗ trợ rất lớn cho sản xuất nông nghiệp của tỉnh Bình Định, nhất là vào vụ hè thu và vụ mùa - những vụ gieo trồng trước đây luôn thiếu nước.

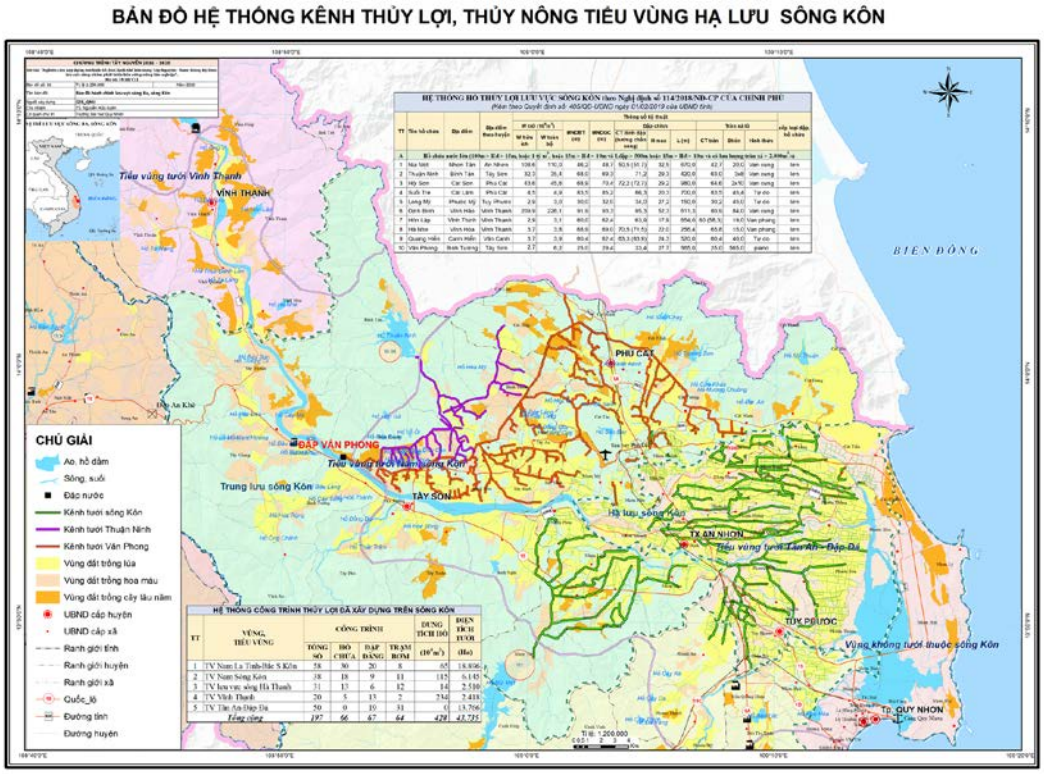


Hình 3. Hồ chứa thủy lợi Văn Phong (Ảnh: Trần Bảo Hòa)



Hình 4. Quan trắc mực nước tự động tại hồ chứa, đập dâng tỉnh Bình Định trong tháng 10/2022 [14]

Sử dụng nước của hồ Định Bình, nước từ thủy điện An Khê - Ka Nak gồm đập dâng Văn Phong dài 542 m, hệ thống kênh tưới dài 247 km và hơn 3.350 công trình trên kênh. Khu tưới cấp nước cho 12.545 ha đất canh tác bao gồm: Khu tưới Văn Phong 10.815 ha; khu tưới Vĩnh Thạnh 1.047 ha; khu tưới Vĩnh Hiệp 400 ha; khu tưới Hà Thanh 313 ha [8].



Hình 5. Bản đồ hệ thống thủy lợi, thủy nông vùng trung và hạ lưu sông Kôn [12]

Hệ thống kênh tưới Văn Phong dẫn nước tưới tự chảy cho khu tưới Văn Phong gồm 10.815 ha đất canh tác, trong đó có hơn 5.500 ha lúa của các xã Bình Tường, Bình Thành, Bình Hoà, Bình Tân, Bình Thuận, Tân An, Tây Vinh (huyện Tây Sơn); xã Nhơn Mỹ (thị xã An Nhơn); xã Cát Hiệp, Cát Trinh, Cát Tường, Cát Nhơn (huyện Phù Cát), tỉnh Bình Định (Hình 5). Việc bổ sung nước từ Sông Ba đã góp phần tăng cường khả năng tưới cho lúa, cây hoa màu và cây rau đậu trên LVS Kôn (Bảng 4).

Bảng 4. Sử dụng nước tưới cho lúa từ các công trình thủy lợi lớn trên LVS Kôn

TT	Danh mục công trình	Diện tích tưới, tiêu (ha)			
		Đông xuân	Hè thu	Mùa	Cả năm
1	Hệ thống Sông Kôn (Tân An - Đập Đá)	13.690,34	13.898,26	447,79	28.036,39
-	*Sông Kôn (Gò Chàm - Đập Đá)*	8.574,1	8766,49	372,93	17.713,52
-	*Sông Kôn (Tân An)*	4.402,93	4.469,61		8.872,54
-	*Sông Kôn - Hà Thanh*	713,31	662,16	74,86	1.450,33
2	Đập Văn Phong	2.090,34	2.518,66	918,84	5.527,84
Tổng		15.780,68	16.416,92	1.366,63	33.564,23

Nguồn: Quy hoạch thủy lợi tỉnh Bình Định giai đoạn 2015-2020 và tầm nhìn đến năm 2030 [8]

Như vậy, với 33.560 ha lúa các vụ, mức cấp nước tưới trung bình từ 6.770 m^3/ha (vụ Đông Xuân) đến 9558 m^3/ha (vụ Hè Thu) thì lượng nước cần từ các công trình lớn này cung cấp cho tưới lúa đã tới 273 triệu m^3 nước/năm [12]. Diện tích tưới cho lúa tăng khoảng 5.500 ha, trong đó vụ lúa Hè Thu (vốn không phải vụ chính) có diện tích lớn nhất, đạt hơn 2.500 ha. Lượng nước bổ sung còn có tác dụng lớn cho điều tiết nguồn nước trên LVS Kôn, mở rộng quy mô diện tích đất nông nghiệp và chuyển đổi cơ cấu cây trồng.

Việc chuyển nước từ LVS Ba sang LVS Kôn đã tăng cường khả năng ứng phó thiên tai. Nhờ nguồn nước bổ sung của thủy điện An Khê - Ka Nak vào những thời điểm hạn nặng đã giúp hạn chế mức độ thiệt hại của thiên tai hạn hán đối với những vùng canh tác cây ngắn ngày, nhất là cây lúa ở vùng trung lưu sông Kôn. Năm 2020, do hạn nặng, tỉnh Bình Định đã có 02 văn bản đề nghị Bộ NN&PTNT, nhà máy thủy điện An Khê - Ka Nak cấp nước chống hạn. Yêu cầu mỗi ngày xả 02 giờ, từ 08h00-10h00, mỗi đợt xả liên tiếp 03 ngày với lưu lượng xả thấp nhất mỗi đợt 3,0 m^3/s, tổng số 06 đợt; dự kiến xả vào các ngày 05/02 đến 07/02; ngày 15/02 đến 17/02; ngày 25/02 đến 27/02; ngày 05/3 đến 07/3; ngày 15/3 đến 17/3; ngày 25/3 đến 27/3 và đã được đáp ứng [3]. Việc xả nước chống hạn của thủy điện An Khê đã góp phần bảo vệ hơn 200 ha đất lúa của tỉnh Bình Định. Ngoài ra, việc xây dựng hệ thống quan trắc mực nước tự động tại các hồ, đập chính, đập dâng trên hệ thống sông Kôn (Hình 4) đã góp phần rất quan trọng trong theo dõi, đánh giá lượng nước, khả năng cấp nước, tiêu úng thoát lũ theo từng giai đoạn, chủ động điều phối nguồn nước cho sản xuất nông nghiệp của địa phương.

3.5. Đề xuất giải pháp khai thác, sử dụng hợp lý nguồn nước liên vùng từ lưu vực Sông Ba sang sông Kôn cho nông nghiệp

Một số giải pháp chính nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng nước cho SXNN trên lưu vực sông và nguồn nước liên vùng, liên lưu vực gồm:

Đảm bảo vận hành hiệu quả các công trình thủy điện, thủy lợi trong cấp nước tưới:

Tuân thủ tuyệt đối Quy trình vận hành liên hồ chứa của LVS Ba, sông Kôn: Các quy trình này trên sông Kôn, Sông Ba luôn được chỉnh lý - bổ sung - cập nhật. Do đó, cần thực hiện đúng, đầy đủ và tuyệt đối các yêu cầu của Quy trình vận hành liên hồ chứa của LVS Ba, Sông Kôn đã được Chính phủ ban hành. Theo kết luận của Sở Tài nguyên và Môi trường Gia Lai năm 2022, công trình thủy điện An Khê - Ka Nak về cơ bản đảm bảo lưu lượng xả dòng chảy tối thiểu liên tục sau đập An Khê về hạ du Sông Ba với lưu lượng không nhỏ hơn 4 m^3/s [5].

Tăng cường phối hợp giữa các Bộ - Ngành với địa phương trong vận hành nhà máy thủy điện, công trình thủy lợi: Rà soát quy hoạch thủy điện, thủy lợi, loại bỏ những dự án công suất phát điện nhỏ nhưng có tác động rất lớn đến tài nguyên, môi trường đất, tài nguyên rừng; Giải quyết kịp thời những mâu thuẫn hiện hữu do khai thác thủy điện, thủy lợi.

Chuyển giao quản lý tưới và tăng cường đầu tư xây dựng mới, nâng cấp hệ thống thủy lợi, thủy nông: Nâng cao trách nhiệm của người dùng nước trong quá trình quản lý, phân phối và sử dụng nước. Hiện tại, nguồn thu của các doanh nghiệp khai thác công trình thủy lợi và các tổ chức dùng nước không thể đảm bảo toàn bộ các chi phí hợp lý của toàn bộ quá trình quản lý khai thác công trình trong khi hệ thống thuỷ lợi lại thường xuyên bị hư hỏng, xuống cấp bởi bão, lũ… Do đó, bên cạnh tính đủ nguồn thu cho vận hành, Nhà nước phải tăng cường đầu tư cho duy tu, bảo dưỡng, sửa chữa, nâng cấp các công trình thủy lợi đảm bảo cấp nước cho SXNN. Năm 2022, tỉnh Bình Định đã khởi công xây dựng đập dâng Phú Phong (chiều dài đập 589 m) trên dòng chính sông Kôn nhằm tăng cường nguồn nước tưới cho lúa và nuôi trồng thủy sản vùng hạ lưu sông Kôn.

Điều chỉnh cơ cấu sản xuất, cơ cấu cây trồng, vật nuôi: Theo từng lưu vực cần có quy hoạch sử dụng đất đảm bảo sự cân đối giữa cung - cầu nguồn nước. Các địa phương trên LVS Ba, sông Kôn phải rà soát nguồn nước, chuyển đổi cây trồng cạn ngắn ngày trên đất lúa để tiết kiệm nước và tăng hiệu quả sử dụng đất; quản lý chặt chẽ vùng trồng theo quy hoạch. Tăng cường đầu tư, phát triển nông nghiệp công nghệ cao, ứng dụng tiến bộ khoa học kỹ thuật về giống, quy trình sản xuất, chuyển đổi mùa vụ...

Sử dụng nước hợp lý, tiết kiệm: Quản lý tốt nước trên mặt ruộng và tiêu thụ nước trên cơ sở tăng cường công tác quản lý phân phối và sử dụng nguồn nước tiết kiệm (áp dụng phương pháp tưới luân phiên, nông - lộ - phơi, ngập - khô xen kẽ...), hạn chế thất thoát nước; có biện pháp chống thấm, giảm lượng nước rò rỉ đến mức thấp nhất; tăng cường công tác kiểm tra, theo dõi tình hình hạn hán, cập nhật, ứng phó kịp thời và giảm thiểu tối đa thiệt hại cho người dân.

Chia sẻ nguồn nước hợp lý trong SXNN: Ưu tiên cấp nước theo đối tượng dùng nước. Trong cấp nước tưới cần xác định mức độ ưu tiên cho cây trồng đang vào giai đoạn cần nước, cây trồng có giá trị kinh tế cao, cây trồng lâu năm… Khi hạn hán xảy ra, tuỳ theo cấp hạn hán và thứ tự ưu tiên của các đối tượng dùng nước, phải tiến hành chia sẻ, điều phối hợp lý nguồn nước. Vấn đề chia sẻ nguồn nước (nước mặt, nước dưới đất) phải quy định được mức tối thiểu được cấp của các đối tượng dùng nước, chu kỳ được cấp nước, thời gian kéo dài được cấp nước theo mỗi chu kỳ, thẩm quyền quyết định chia sẻ nguồn nước, giải quyết và xử lý tranh chấp.

Tăng cường trồng rừng, phục hồi và bảo vệ rừng đầu nguồn: Đảm bảo độ che phủ rừng, đặc biệt là rừng đầu nguồn, rừng phòng hộ xung yếu nhằm tăng nguồn cung nước cho vùng hạ lưu. Để làm được việc này, vai trò của cộng đồng địa phương rất quan trọng, cần xem họ thực sự là chủ rừng, có quyền tự quyết định phát triển rừng dưới dạng như doanh nghiệp lâm nghiệp cộng đồng. Rừng tự nhiên sản xuất cần được quản lý tập trung, gắn với quyền hưởng dụng truyền thống của cộng đồng. Để quản lý rừng bền vững và phát triển sinh kế thì đất lâm nghiệp trồng rừng và sản xuất nông lâm kết hợp nên giao cho hộ gia đình, còn rừng tự nhiên thì giao cho nhóm hộ, cộng đồng. Trong đó, ưu tiên giao cho cộng đồng các rừng đầu nguồn, rừng thiêng, rừng quản lý truyền thống của cộng đồng và rừng hiện do UBND xã quản lý.

Thành lập Hội đồng quản lý lưu vực sông liên vùng (cho sông Kôn): Hội đồng LVS Kôn nhằm điều phối các hoạt động khai thác tổng hợp, sử dụng và bảo vệ nguồn nước sông Kôn trong phạm vi 2 tỉnh Gia Lai và Bình Định. Hội đồng có nhiệm vụ tư vấn về nguồn nước, tài nguyên, môi trường của LVS Kôn gồm: Chiến lược, chính sách sử dụng nước; Quy hoạch lưu vực sông; các dự án bảo vệ, khai thác, sử dụng nước; phòng, chống và khắc phục hậu quả lũ, lụt và tác hại do nước gây ra; Tham gia quản lý, bảo vệ, khai thác, sử dụng nguồn nước hạ du ở ngoài biên giới theo các điều ước quốc tế và giải quyết tranh chấp phát sinh và giải quyết tranh chấp về nguồn nước trong phạm vi lưu vực thuộc 2 tỉnh.

3.6. Thảo luận

Cơ chế vận hành thủy điện chuyển nước từ Tây Nguyên (hồ chứa trên các cao nguyên, miền núi) đến nhà máy thủy điện (ở vùng Duyên hải NTB) dựa vào chênh cao địa hình - cột nước áp lực lớn nên lượng nước tiêu hao/đơn vị công suất phát điện thấp nhất, hiệu quả sử dụng nước cho phát điện cao và có thể vận hành, phát điện quanh năm. Sau 10 năm vận hành, thủy điện An Khê - Ka Nak đã sản xuất 5,4 tỷ kWh điện. Ngoài ra, việc chuyển nước qua thủy điện An Khê - Ka Nak đã bổ sung lượng dòng chảy khá lớn cho đồng bằng NTB, góp phần mở rộng diện tích canh tác. Điều này đã thể hiện được tính hiệu quả kép của công trình.

Mùa mưa - mùa khô giữa vùng Tây Nguyên và Duyên hải NTB lệch pha. Vào mùa khô (tháng 3 - tháng 8), vùng Duyên hải NTB rất cần nước tưới cho SXNN. Nguồn cung nước từ Sông Ba cho sông Kôn đã bổ sung nước tưới cho sản xuất, phòng chống hạn - mặn, tăng năng suất cây trồng và ổn định sản xuất cho đồng bằng hạ lưu sông Kôn, góp phần mở rộng diện tích canh tác, tăng sản lượng và đảm bảo an ninh lương thực địa phương.

Việc không đảm bảo dòng chảy tối thiểu sau hồ chứa, đập thủy điện cho dòng chính Sông Ba đã gây tình trạng cạn kiệt nước vào mùa khô cho sản xuất của một số địa phương trung và hạ lưu Sông Ba và có thể giảm tổng lượng dòng chảy về hạ lưu. Tuy nhiên, với tác động đó, chưa thể coi công trình thủy điện An Khê - Ka Nak là công trình là "sai lầm thế kỷ". Việc đánh giá tác động của một công trình đa mục tiêu cần có những nghiên cứu, đánh giá đa chiều, có cái nhìn toàn cục, liên vùng, liên lưu vực trong quy hoạch thủy lợi cho nông nghiệp, sử dụng hợp lý, hiệu quả nguồn nước và phải xét các tác động trong một không lãnh thổ rộng lớn hơn.

Tăng cường nghiên cứu về giá trị kinh tế nước để có thể giải quyết hài hòa đa mục đích của sử dụng nước liên vùng, liên lưu vực đối với các hệ thống sông Tây Nguyên - Duyên hải NTB và cần thành lập những Hội đồng (Ủy hội) quản lý LVS liên vùng.

Để nâng cao hiệu quả thực thi các giải pháp sử dụng hợp lý nguồn nước liên lưu vực, liên vùng cho sản xuất nông nghiệp trên LVS Ba, sông Kôn cần có những nghiên cứu chuyên sâu, đánh giá cụ thể hơn cho từng giải pháp ứng với các khu vực, địa phương, gắn với các chương trình, dự án mục tiêu phát triển sản xuất nông nghiệp của địa phương trên hai lưu vực.

4. KẾT LUẬN

Việc chuyển nước liên vùng, liên lưu vực sông là xu thế tất yếu đối với khu vực Tây Nguyên - Nam Trung Bộ nhằm phát huy tối đa hiệu quả sử dụng tài nguyên nước. Chia sẻ nguồn nước phải đảm bảo mục tiêu kinh tế, xã hội và môi trường ứng với các nguyên tắc hiệu quả, công bằng và bền vững trong quản lý tổng hợp LVS.

Chuyển nước từ Sông Ba sang Sông Kôn, tại một số thời điểm đã gây ra tình trạng thiếu nước, hạn hán nghiên trọng cho một số địa phương vùng trung lưu Sông Ba thuộc các huyện Krông Pa, Ia Pa khi vận hành hồ chứa không đúng quy trình, không đảm bảo dòng chảy tối thiểu 4 m^3/s vào mùa khô cho Sông Ba (đoạn sau đập thủy điện An Khê). Tuy nhiên, nhờ có chuyển nước từ LVS Ba sang LVS Kôn với tổng lượng nước khoảng 600 triệu^3/năm làm cơ sở xây dựng những công trình thủy lợi lớn, tăng lượng nước tưới cho nông nghiệp, mở rộng vùng canh tác cho hạ lưu Sông Kôn với khoảng 14.000 ha, tham gia chống hạn - mặn...

Để quản lý tổng hợp tài nguyên nước liên vùng, liên LVS Ba, Sông Kôn, tiến tới quản trị tài nguyên nước hiệu quả, cần phải: Thành lập Ủy ban hợp tác quản lý lưu vực sông; Tăng cường cơ chế quản lý, vận hành liên hồ chứa; Phải đảm bảo Quy trình vận hành liên hồ chứa lưu vực sông theo Luật Tài nguyên nước; Sử dụng nguồn nước tưới hiệu quả, phù hợp đối với cây trồng, mùa vụ; Tăng cường công tác quản lý, bảo vệ rừng phòng hộ, rừng đầu nguồn, nhất là đối với các vùng rừng đặc dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đài KTTV khu vực Nam Trung Bộ, Đài KTTV tỉnh Bình Định. Tổng kết tình hình KTTV Bình Định (Báo cáo hàng năm của các năm từ 2009 đến 2019).

2. Bộ TNMT (2007). Phê duyệt báo cáo đánh giá tác động môi trường của Dự án đầu tư xây dựng công trình thủy điện An Khê - Ka Nak, Quyết định số 108/QĐ-BTNMT.

3. Bộ TNMT (2020). Vận hành hồ thủy điện An Khê - Ka Nak xả nước về hạ lưu Sông Ba và tham gia cấp nước chống hạn cho huyện Tây Sơn, tỉnh Bình Định. Công văn số 553/BTNMT-TNN ngày 07/02/2020. Hà Nội. 2020.

4. Nguyễn Thị Thu Nga (2017). Nghiên cứu thiết lập mô hình thuỷ văn - kinh tế phân bổ nước tối ưu LVS Ba, *Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Thủy lợi*, 2017.

5. Sở Tài nguyên và Môi trường Gia Lai, (2022). Kết luận kiểm tra việc chấp hành pháp luật về tài nguyên nước, việc thực hiện Quy trình vận hành liên hồ chứa trên LVS Ba của Công ty Thủy điện An Khê - Ka Nak. Công văn số 40/KL-STNMT ngày 24/02/2022.

6. Thủ tướng Chính phủ (2018). Quy trình vận hành liên hồ chứa trên LVS Ba, Quyết định số 878/QĐ-TTg ngày 18/7/2018 của Thủ tướng Chính phủ.

7. Thủ tướng Chính phủ (2018). Quy trình vận hành liên hồ chứa trên LVS Kôn - Hà Thanh, Quyết định số 936/QĐ-TTg ngày 30/7/2018 của Thủ tướng Chính phủ.

8. UBND tỉnh Bình Định (2015). Quy hoạch thủy lợi tỉnh Bình Định giai đoạn 2015-2020 và tầm nhìn đến năm 2030. Bình Định.

9. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2019). Điều chỉnh quy hoạch thủy lợi LVS Ba và vùng phụ cận giai đoạn 2025, tầm nhìn 2035, Hà Nội.

10. Viện Địa lý - Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam (2019). Báo cáo tổng hợp "Điều tra, đánh giá ảnh hưởng của thủy điện An Khê - Ka Nak đến tài nguyên nước vùng hạ lưu lưu vực Sông Ba", Hà Nội.

11. Nguyễn Hữu Xuân, Phan Thái Lê, Ngô Anh Tú (2017). Nghiên cứu sử dụng hợp lý nguồn nước LVS Ba, sông Kôn cho phát triển nông nghiệp, *Kỷ yếu Hội nghị khoa học Ứng dụng GIS toàn quốc lần thứ 2017*, tr 158-168.

12. Nguyễn Hữu Xuân (2021). Nghiên cứu xây dựng mô hình tổ chức lãnh thổ liên vùng Tây Nguyên - Nam Trung Bộ theo LVS nhằm phát triển bền vững nông lâm nghiệp, *Đề tài KHCN cấp Nhà nước, mã số TN18/T11 thuộc Chương trình Tây Nguyên 2015-2020*.

13. ESCAP (2000). Principle and Practices of Water Allocation Among Water - *Use Sectors*.

14. https://quantrac.pcttbinhdinh.gov.vn/Baocao/index#

Doi: 10.15625/vap.2022.0198

IMPACT OF INTERREGIONAL WATER TRANSFER FROM BA TO KON RIVER BASIN ON AGRICULTURAL PRODUCTION AND SOLUTIONS FOR EFFICIENT USE OF WATER RESOURCES

Nguyen Huu Xuan [*], Nguyen Trong Doi, Phan Thai Le

Quy Nhon University, 170 An Duong Vuong, Quy Nhon, Binh Dinh

ABSTRACT

This study assesses the impacts of water transfer from Ba to the Kon river by analyzing the water demand and the situation of water transfer conflicts for agricultural production. The water transfer from Ba River to Kon river through An Khe - Ka Nak hydropower plant has achieved the demand for power generation and inter-regional water regulation. However, the failure to ensure the minimum flow in the dry season for the downstream areas of the An Khe dam has caused water shortages and serious droughts for agricultural production in some areas in the midstream of the Ba river basin. About 600 million m^3 of water added annually from the Ba river basin has affected irrigation planning, expanded the irrigation area to about 10,800 ha and improved the landscape for the midstream and downstream of Kon river basin. The study also proposed some solutions for sharing and allocating inter-basin water resources from Ba to Kon river basin in order to effectively use interregional and inter-basin water resources for agricultural production in the region.

Keyword: Water source, Ba - Kon river basin, water sharing, agricultural, inter-region.

[*] Corresponding author, email address: nguyenhuuxuan@qnu.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0199

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ LIDAR KẾT HỢP DỮ LIỆU ẢNH SỐ PHỤC VỤ XÂY DỰNG BẢN ĐỒ 3D, THỬ NGHIỆM TẠI SÂN BAY LIÊN KHƯƠNG, TỈNH LÂM ĐỒNG

Nguyễn Viết Nghĩa, Nguyễn Quốc Long [*]

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

TÓM TẮT

Dữ liệu ảnh chụp kết hợp với dữ liệu của Lidar tạo nên các sản phẩm như ảnh trực giao, mô hình 3D của bề mặt Trái đất với mức độ chi tiết, sắc nét và độ chính xác cao. Đây là dữ liệu quan trọng cho công tác thành lập cơ sơ dữ liệu thông tin địa lý độ chính xác cao, phục vụ các công tác quản lý dữ liệu trong hệ thống thông tin địa lý (GIS) cũng như thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn và các mục đích ứng dụng chuyên ngành khác. Bài báo trình bày quy trình bay quét Lidar và chụp ảnh kỹ thuật số cũng như kết hợp 2 nguồn dữ liệu này để thành lập mô hình số độ cao và bản đồ 3D với cấp độ chi tiết LoD2 cho nhà ga sân bay Liên Khương, đáp ứng yêu cầu thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:2000.

Từ khóa: Ảnh số, Bản đồ 3D, Lidar, Sân bay Liên Khương.

1. MỞ ĐẦU

Mô hình 3D thành phố ứng dụng trong công tác mô hình hóa bề mặt không gian đã được quan tâm nghiên cứu ở nhiều nước trên thế giới [1, 2] cũng như ở Việt Nam [3, 4]. Các mô hình 3D đã được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: thủy văn, giao thông, quy hoạch và quản lý đô thị, quân sự,…[1, 5]. Thời gian gần đây, cùng với sự phát triển của công nghệ định vị vệ tinh, công nghệ bay chụp ảnh hàng không bằng máy máy có người lái và máy bay không người lái (UAV), các thuật toán tự động xử lý ảnh, khôi phục mô hình 3D (Structure-from-Motion, SfM), giá thành thấp hiệu quả mang lại cao. Kết quả khảo sát cho thấy công nghệ này đang được ứng dụng thành công và rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như công tác đo đạc thành lập bản đồ, giao thông, sản xuất nông nghiệp, nghiên cứu địa chất và nghiên cứu môi trường [5]. Ngoài việc giá thành tương đối thấp, các ảnh kỹ thuật số thu được với độ phân giải rất cao (mm, cm), trong điều kiện địa hình phức tạp, môi trường nguy hiểm. Thêm nữa, công nghệ bay quét Lidar cho phép nhanh chóng cung cấp tọa độ điểm đám mây các đối tượng địa hình nhanh chóng và có độ chính xác cao so với các điểm đo chi tiết từ máy toàn đạc điện tử hoặc hệ thống GNSS truyền thống. Chính vì thế, công nghệ bay quét Lidar kết hợp với chụp ảnh kỹ thuật số đã và đang được ứng dụng rộng rãi hơn nữa vào các lĩnh vực khác nhau và được thể hiện rõ ưu thế trong công tác thành lập bản đồ 3D cho các đối tượng địa hình, địa vật, góp phần xây dựng và phát triển dữ liệu không gian địa lý 3D cho các công trình quan trọng, các thành phố lớn, trong đó bản đồ 3D cho khu vực đặc biệt quan trọng là khu vực sân bay sẽ cho phép quản lý, quy hoạch, định hướng cho việc điều hành bay, thiết kế và xây dựng phát triển các hạng mục công trình mới cũng như điều chỉnh quy hoạch, mở rộng, khai thác sân bay một cách hiệu quả và bền vững. Từ đó, cho phép kết nối, xây dựng thành phố thông minh Smatt City trong tương lai [5, 6, 7].

[*] Tác giả liên hệ, địa chỉ email: nguyenquoclong@humg.edu.vn

2. HỆ THỐNG LIDAR

Công nghệ Lidar là hệ thống tích hợp từ 3 thành phần chính: hệ thống định vị toàn cầu GPS; hệ thống thiết bị đo xa Laser và hệ thống đạo hàng quán tính INS (Inertial Navigation System). Công nghệ Lidar là kỹ thuật định vị, đo xạ điện quang và nhận dạng các đối tượng địa lý trên bề mặt Trái đất. Bộ phát laser phát sóng điện từ dưới dạng xung xuống mặt đất từ một độ cao nào đó, và thu nhận sóng điện từ được phản hồi từ mặt đất trở về. Với phương pháp đo xung sẽ xác định được khoảng cách từ nguồn phát tới đối tượng. Ở thời điểm phát tia laser thì góc quét, dữ liệu định hướng tia quét, cường độ tín hiệu phản xạ… được INS xác định và ghi nhận lại. Tập hợp các điểm này tạo nên một đám mây điểm với một mật độ dày đặc biểu thị chi tiết các đối tượng trên mặt đất. Với mỗi điểm có toạ độ này, sẽ được gắn với các thuộc tính về khả năng phổ.

2.1. Cấu trúc dữ liệu Lidar

Các thông tin quan trọng nhất của các tín hiệu Lidar phản hồi thu được bao gồm X, Y, Z, I, N, R, C. Trong đó X, Y và Z là tọa độ của vị trí phản xạ (thường là tọa độ của đối tượng). I là năng lượng/độ mạnh của tia phản xạ. N là số lượng phản xạ (echoes) nhận từ một tia tới đơn. R là số lượng phản xạ đang quan trắc. Hệ thống quét Lidar có thể chia thành 03 thành phần chính [8, 9]: 1) Hệ thống thiết bị quét Laser, có nhiệm vụ tạo ra tia Laser và phát xung, thu nhận tia phản xạ xác định khoảng cách nghiêng tới vật phản xạ; 2) Hệ thống điều khiển dẫn đường, hoạt động dựa trên thời gian của bộ thu GPS và hệ thống IMU. Nhiệm vụ cơ bản của hệ thống này là giúp xác định các nguyên tố định hướng ngoài, thời gian để cho phép tính toán xác định khoảng cách nghiêng D đồng thời chuyển sang hệ tọa độ địa lý; 3) Mạng lưới các trạm GPS mặt đất, cho phép xác định chính xác quỹ đạo của máy quét.

2.2. Công nghệ Lidar kết hợp với ảnh kỹ thuật số

Dữ liệu Lidar thu thập được là tập hợp các điểm với mật độ dày đặc, phân bố bán ngẫu nhiên và chứa đựng nhiều thông tin định vị và định lượng của các đối tượng địa lý. Tuy nhiên, các thông tin hình ảnh đặc trưng của địa hình, địa vật hay các đường viền của các đối tượng địa lý không thể hiện được rõ ràng và sắc nét. Để ứng dụng công nghệ Lidar có hiệu quả hơn, hệ thống Lidar được gắn kết với các máy ảnh số để cung cấp hình ảnh màu, trực quan của các đối tượng địa lý. Dữ liệu ảnh chụp kết hợp với các dữ liệu của Lidar tạo nên các sản phẩm như trực ảnh thực, mô hình 3D của bề mặt Trái đất với mức độ chi tiết, sắc nét và độ chính xác rất cao.

Tích hợp hệ thống Lidar với ảnh số là một tổ hợp thống nhất và được thể hiện ở cả tích hợp phần cứng, phần mềm xử lý và quy trình sản xuất. Máy ảnh số được lắp ghép với hệ thống Lidar tạo nên một chỉnh thể tích hợp, được định vị và điều khiển đồng bộ trong một hệ thống. Hệ thống phần cứng của Lidar với ảnh số được gắn kết trong mối quan hệ hình học và thể hiện bằng một ma trận kiểm định chặt chẽ. Trong quá trình quét laser, máy ảnh số sẽ chụp ảnh ở các thời điểm đã được thiết kế. Căn cứ vào thời điểm chụp ảnh, trên cơ sở kết quả định vị của GPS, định hướng của INS trong hệ thống Lidar, phần mềm sẽ tính toán yếu tố định hướng ngoài cho từng tấm ảnh.

Từ ảnh gốc, mô hình số bề mặt DSM của Lidar và yếu tố đinh hướng ngoài của ảnh, phần mềm sẽ nắn ảnh tạo bình đồ trực ảnh thực, mô hình 3D và các sản phẩm khác. Mỗi phần mềm thường được thiết kế tương ứng với phần cứng và có phương thức, quy trình xử lý khác nhau. Điểm chung của các phần mềm tích hợp là kế thừa và tương thích toàn bộ định dạng của dữ liệu Lidar trong xử lý dữ liệu ảnh.

3. CÁC PHƯƠNG PHÁP THÀNH LẬP BẢN ĐỒ 3D

3.1. Các phương pháp thành lập bản đồ 3D

Theo đánh giá dựa trên dữ liệu và công nghệ hiện tại Việt Nam chưa có quy định về bản đồ 3D, tuy nhiên cơ bản có thể chia ra thành bốn phương pháp thành lập bản đồ 3D: i) Xây dựng quy trình kỹ thuật thành lập CSDL không gian và bản đồ 3D từ nguồn CSDL nền địa lý; ii) Xây dựng quy trình kỹ thuật thành lập CSDL không gian và bản đồ 3D bằng công nghệ đo vẽ ảnh số; iii) Xây dựng quy trình kỹ thuật thành lập CSDL không gian và bản đồ 3D bằng quét Lidar mặt đất; iv) Xây dựng quy trình kỹ thuật thành lập CSDL không gian và bản đồ 3D bằng công nghệ Lidar kết hợp với ảnh kỹ thuật số.

3.2. Chỉ tiêu kỹ thuật đối với dữ liệu không gian địa lý 3D

Danh mục phân loại đối tượng theo chỉ tiêu kỹ thuật và mức độ chi tiết thể hiện trong không gian ba chiều (Thông tư số 68/2015/TT-BTNMT) [10]:

Lod 0: Các đối tượng có chênh cao không đáng kể so với bề mặt địa hình được trình bày thể hiện ngay trên bề mặt địa hình thông qua mô hình số địa hình (DTM – Digital Terrain Model);

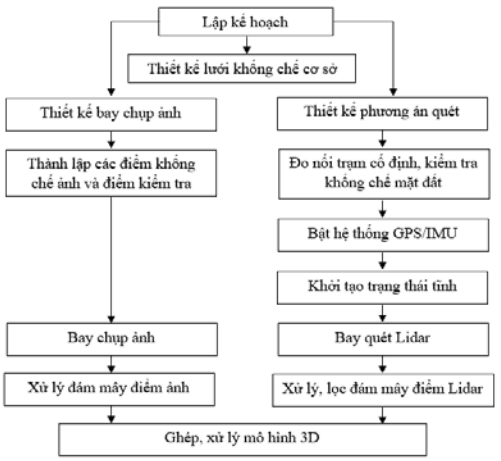
Lod 1: Các đối tượng chênh cao cần được hiển thị trong không gian so với bề mặt địa hình bằng các mô phỏng dạng khối, mặt đơn giản, không thể hiện đến mức chi tiết các kiến trúc như mái nhà, ban công,…

Lod 2: Bao gồm mức chi tiết như mức Lod 1 kèm theo mô phỏng các mặt, khối của công trình, chi tiết ở mức đơn giản.

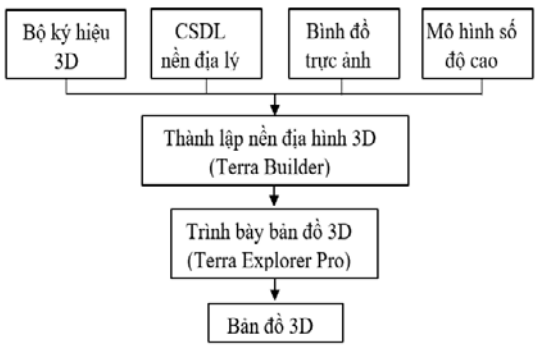
Lod 3: Bao gồm mức chi tiết như mức Lod 2 kèm theo cấu trúc chi tiết bên ngoài kết hợp với ảnh chụp phối cảnh công trình.

Đối tượng không gian 3D gồm 2 nhóm: i) Nhóm các đối tượng nền (Lod 0) được kế thừa từ CSDL nền địa lý tỷ lệ 1:2000, 1:5000 được hiển thị theo giá trị độ cao nội suy từ mô hình số địa hình (DTM); ii) Nhóm các đối tượng độ cao (Lod 1 đến Lod 3) được hiển thị theo giá trị độ cao xác định từ mô hình số bề mặt (DSM), tỷ cao, tỷ sâu hoặc kết quả thực hiện phép đo đối tượng, chi tiết của đối tượng hoặc chụp ảnh.

Quy trình bay quét Lidar và chụp ảnh kỹ thuật số:



Hình 1. Quy trình bay quét Lidar và chụp ảnh đồng bộ



Hình 2. Quy trình thành lập bản đồ 3D bằng phần mềm Terra Explorer Pro

4. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

4.1. Khu vực nghiên cứu

Sân bay nội địa Liên Khương thuộc thị trấn Liên Nghĩa, huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng, cách trung tâm thành phố Đà Lạt 28 km về phía nam. Khu vực thi công sân bay nội địa Liên Khương thuộc địa phận tỉnh Lâm Đồng và các tỉnh lân cận (Bình Thuận, Ninh Thuận, Đắk Nông). Địa hình chủ yếu là núi và cao nguyên; vùng núi cao phân bố chủ yếu ở khu vực phía bắc tỉnh Lâm Đồng với đỉnh Bi Đúp cao 2.287 m. Đây là khu vực phát triển dịch vụ du lịch, xuất khẩu nông, lâm nghiệp và là vùng kinh tế trọng điểm của khu vực Tây Nguyên.

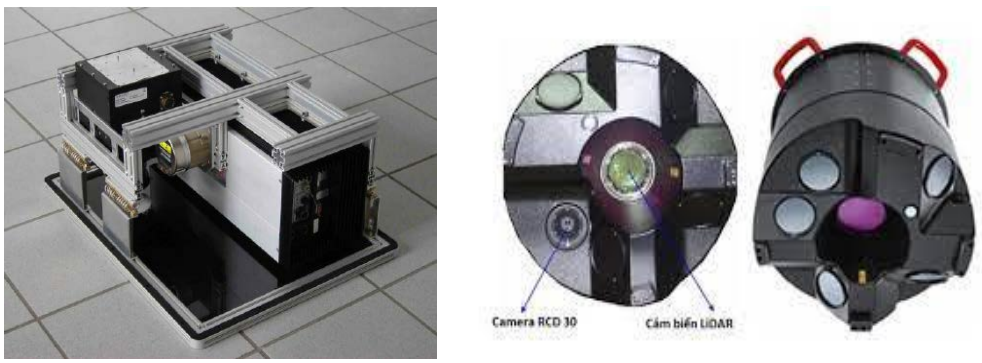


Hình 3. Phạm vi bay chụp ảnh và quét Lidar của sân bay Liên Khương

4.2. Phương pháp nghiên cứu

4.2.1. Thiết bị thu thập dữ liệu

Trong nghiên cứu này, thiết bị được sử dụng là máy quét Lidar Toposys_Harrier 56/G4 của hãng Riegl gồm máy quét Lidar Riegl LMS-Q56/G4 và máy chụp ảnh Rollei AIC Pro (Hình 4). Thiết bị quét Lidar và máy ảnh số có cấu hình được thể hiện ở các Bảng 1 và 2.



Hình 4. Thiết bị quét Lidar Toposys_Harrier 56/G4 và máy chụp ảnh Rollei AIC Pro [11]

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của máy quét Lidar Riegl LMS-Q56/G4 gắn trên UAV

TT	Các thành phần chi tiết	Thông số kỹ thuật
01	Độ cao bay	900 m
02	Độ chính xác điểm độ cao	< 0,20 ÷ 0,30 m
03	Độ chính xác điểm mặt phẳng	< 0,30 m.
04	Trường nhìn	45 ÷ 60 độ
05	Tần số quét	160 Hz. Tốc độ đo: 240.000 Hz
06	Bước sóng	1,550 mm
07	Tín hiệu phản xạ tối đa	4 mức truyền/một tia
08	Số lượng điểm đo	tới 240.000 điểm/giây
09	Tốc độ bay	180 ÷ 220 km/h
10	Mật độ điểm quét tối thiểu	1,2 ÷ 1,3 điểm/m^2
11	Hệ thống định vị	Applanix POS/AV 410
12	Độ chính xác IMU	0,008/0,008/0,015/0,005 - roll/pitch/heading/velocity
13	GPS	12 kênh, 2 tần số
14	Nguồn điện	28V DC, 15A max

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của máy chụp ảnh Rollei AIC Pro 45.

TT	Các thành phần chi tiết	Thông số
01	Mảng ghi	39 Mega Pixel
02	Kích thước mảng CCD	5428 × 7228 pixel
03	Độ phân giải pixel	0,0068 mm
04	Tiêu cự	47 mm
05	Kênh màu	RGB
06	Tốc độ ghi tối đa cho một ảnh	2,5 s
07	Độ phân giải ảnh mặt đất	Giảm tới 0,03 m
08	Tốc độ cửa mở	125 ÷ 1000

4.2.2 .Thiết kế kỹ thuật về bay quét Lidar và chụp ảnh kỹ thuật số cho khu vực nghiên cứu

Địa hình trong khu vực sân bay tương đối bằng phẳng, do vậy các thông số kỹ thuật cho quét Lidar và chụp ảnh được thiết kế như sau:

a) Thông số quét Lidar: Mật độ quét: 2,1 điểm/m^2; Độ phủ dữ liệu LiDAR ≥ 30 % (Khoảng cách 2 tuyến bay 400 m); Tần số quét LiDAR: 120 kHz (Log Mod 3) - 150 kHz (Log Mod 4).

b) Thông số chụp ảnh: Độ phân giải ảnh: 10 cm (Tương đương tỷ lệ ảnh 1/14.700); Độ phủ ngang của ảnh chụp: ≥ 30 %; Độ phủ dọc của ảnh chụp: 70 % (Tốc độ máy bay 180 km/h - 3,0 giây/ ảnh).

c) Yêu cầu về ảnh kỹ thuật số: ảnh số dạng *.TIF; Thời điểm chụp ảnh từ 6h30 phút đến 17h30 phút hàng ngày nhằm thu được ảnh chụp có mức độ rõ nét.

d) Giãn cách ảnh chụp và giãn cách tuyến bay:

Khoảng cách giữa 2 tấm ảnh kề nhau: D_x = 5428 × 0,1 × (100 % -70 %) = 163 m.

Khoảng cách giữa 2 tuyến bay chính kề nhau: Dy = 5725 × 0,1 × (100 % - 30 %) = 400 m.

4.3. Xử lý dữ liệu bay quét Lidar

Quá trình xử lý dữ liệu bay quét Lidar kết hợp chụp ảnh số gồm:

Bước 1. Tính toán quỹ đạo đường bay (Xử lý GPS/IMU và tính toán EO)

Quỹ đạo đường bay được xác định thông qua việc xử lý trị đo GNSS giữa máy thu đặt tại trạm GNSS Base station và máy thu đặt trên máy bay bằng phần mềm kèm theo thiết bị nhằm xác định tọa độ, độ cao tâm ăngten, tâm thu phát laser, tâm máy chụp ảnh đặt trên máy bay tại từng thời điểm thu tín hiệu GNSS.

Sai số trung phương vị trí điểm về mặt phẳng và độ cao trung bình sau xử lý cho toàn khu đo phải nhỏ hơn 0,1 m.

Xử lý số liệu GPS/IMU và các nguyên tố định hướng (EO) như sau:

a. Chuẩn bị dữ liệu đầu vào: Dữ liệu thu GPS trên không (Nav); Dữ liệu thu GPS tại trạm Base mặt đất, trạm CSTT (Ref).

b. Tính toán xử lý GPS/IMU: Lập project cho ca bay; Khai báo các thông số bay - quét: Hệ tọa độ, Lever Arms,…; Load dữ liệu trên không (Nav) và các trạm Base mặt đất (Ref); Lựa chọn điểm Base; Tính toán xử lý tọa độ tâm ảnh quỹ đạo bay theo chế độ Single Base Station.

c. Xuất kết quả EO: File EO chứa các nguyên tố định hướng ngoài của ảnh và được tạo ra trong quá trình xử lý bằng môđun Eopro trong gói phần mềm Topo_gui56.

Sau xử lý, kết quả thu được sẽ là các file EO chứa các nguyên tố định hướng ngoài theo hệ toạ độ địa lý quốc tế WGS84 và các file đi kèm: i) File SBET (kết hợp dữ liệu GPS và IMU); ii) File Vnav + Event: Sử dụng để tính toán độ phủ; iii) File SBET sử dụng để tính toán DSM, DEM và các nguyên tố định hướng ngoài EO của ảnh; iv) File báo cáo thống kê lại toàn bộ quá trình xử lý và các thông số cuối cùng; v) Đánh giá kết quả xử lý GPS/IMU chung toàn khu đo. Các file EO sẽ được sử dụng để nắn ảnh trực giao (True Ortho), kiểm tra độ gối phủ của ảnh và thiết lập mô hình khi đo vẽ lập thể trên trạm đo vẽ ảnh số.

Bước 2. Tạo đám mây điểm theo dải bay và ghép thành khối

a. Tiền xử lý Lidar (preprocessing)

Trong quá trình quét, sóng Laser được ghi nhận trong hệ tọa độ của thiết bị, sử dụng phần mềm RiAnalyse của hãng RIEGL (môi trường windows) để giải mã các dữ liệu gốc. Dữ liệu Laser được giải mã kết hợp với kết quả tính toán từ POSPac (quỹ đạo bay SBET.out) cho phép tạo bao phủ coverage và các đám mây điểm Point cloud (phục vụ tạo Intensity, DSM và DEM).

Xử lý bằng phần mềm TOPPIT: i) Module xử lý của TOPPIT thực hiện trong môi trường LINUX thông qua xử lý các tập Batch files; ii) Các đám mây điểm được xắp xếp và lọc theo ô (tile) dưới dạng raster file tạo DSM và DEM, các dữ liệu raster này được biên tập, kiểm tra để tạo ra các sản phẩm của mô hình số DSM, DEM và phục vụ tạo ảnh true ortho (postprocessing).

b. Tạo đám mây điểm Point Cloud theo dải bay và ghép thành khối

Tọa độ và độ cao trong hệ WGS-84 của các điểm thuộc đám mây dữ liệu được xác định thông qua: tọa độ, độ cao tâm thu phát laser, dữ liệu đo laser và dữ liệu đo IMU áp dụng phép lọc Kalman. Sai lệch về độ cao của từng điểm phản hồi xung laser tạo thành đám mây điểm sau xử lý

phải nhỏ hơn hoặc bằng 2/3 sai số cho phép của mô hình DEM cần thành lập. Sử dụng trị đo từ các đường bay chặn để bình sai giữa các tuyến bay chính và các đường bay chặn.

Bước 3. Kiểm tra và bình sai đám mây điểm theo dữ liệu bãi chuẩn hiệu chỉnh.

Kiểm tra bình sai dữ liệu đám mây điểm Point Clound theo các điểm đo tại bãi chuẩn hiệu chỉnh (Laser adjustment). Xử lý bình sai mặt phẳng và độ cao giữa dữ liệu đám mây điểm và các điểm đo tại các bãi chuẩn hiệu chỉnh được thực hiện theo phần mềm chuyên dụng dựa trên các giá trị độ lệch được xác định như sau: i) Các giá trị độ lệch về mặt phẳng được xác định thông qua các điểm đo tại bãi chuẩn hiệu chỉnh và các điểm tương ứng trong đám mây điểm hoặc trên ảnh; ii) Các giá trị độ lệch về độ cao được xác định thông qua các điểm đo tại các bãi chuẩn hiệu chỉnh và các điểm tương đồng trong đám mây điểm.

Bước 4. Phân loại và lọc điểm

Tiến hành phân loại tự động dữ liệu đám mây điểm thành lớp ground points và non-ground points bằng các phần mềm chuyên dụng trên cơ sở kết hợp ảnh cường độ phản hồi và ảnh số chụp đồng bộ phục vụ thành lập mô hình DEM và DSM.

4.4. Thành lập mô hình số độ cao và bình đồ ảnh

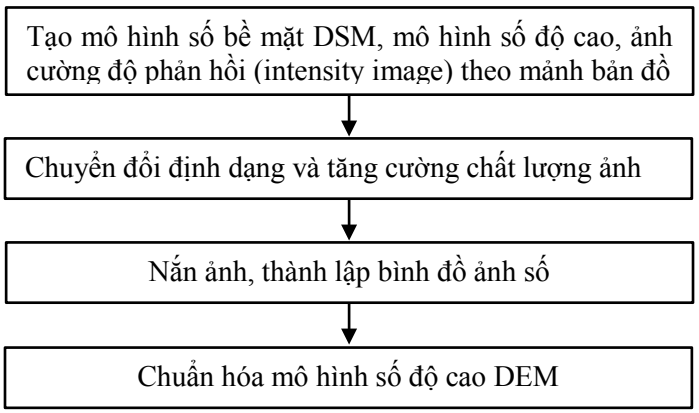
a) Tạo mô hình số bề mặt DSM, mô hình số độ cao DEM, ảnh cường độ phản hồi

DSM được xây dựng từ dữ liệu phản hồi đầu tiên (First return).

DEM được xây dựng từ dữ liệu phản hồi cuối cùng (Last return).

Ảnh cường độ phản hồi (intensity image) được tạo ra trên cơ sở sử dụng dữ liệu cường độ phản hồi (intensity) của tia laser và được sử dụng trong việc phân loại dữ liệu điểm.

Giá trị ô lưới GRID của ảnh được nội suy từ giá trị cường độ tại các điểm Lidar rời rạc. Độ phân giải của ảnh cường độ phản hồi được xác định trên cơ sở khoảng cách trung bình giữa các điểm phản hồi xung laser.



Hình 5. Quy trình thành lập mô hình số độ cao và bình đồ ảnh số

b) Chuyển đổi định dạng và tăng cường chất lượng hình ảnh

Chuyển đổi định dạng ảnh về định dạng GeoTIFF và tăng cường chất lượng hình ảnh từ ảnh gốc bay chụp bằng các phần mềm chuyên dụng.

c) Nắn ảnh, thành lập bình đồ ảnh số chính xác TrueOrthophoto

Bình đồ ảnh số được lập trên cơ sở dữ liệu ảnh số đã được chuyển đổi từ ảnh gốc chụp đồng thời trong quá trình bay quét Lidar và được sử dụng làm cơ sở để chuẩn hóa mô hình DEM và phục vụ thành lập bản đồ địa hình.

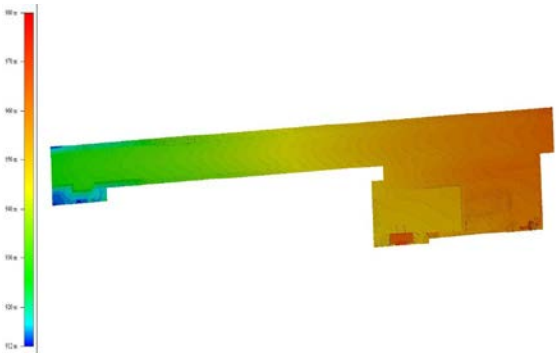
d) Chuẩn hóa mô hình số độ cao DEM

Chuẩn hóa mô hình DEM cần sử dụng kết quả khảo sát và các nguồn tư liệu khác, đặc biệt lưu ý các khu vực có cường độ Lidar yếu, các khu vực ngập nước tại thời điểm bay chụp. Độ chính xác DEM từ dữ liệu bay quét Lidar: (i) Khu vực đô thị có địa hình bằng phẳng và quang đãng: sai số lớn nhất của điểm độ cao đọc trên mô hình số địa hình không vượt quá 0,1 m; (ii) Khu vực có chênh cao và khu vực che khuất, sình lầy mặt nước: sai số lớn nhất của điểm độ cao đọc trên DEM không vượt quá 0,15 m.

Lọc tự động loại bỏ thảm thực vật và nhà cửa để xây dựng mô hình DEM:



Hình 6. Ảnh Trực giao



Hình 7. Mô hình DEM

Bản đồ 3D được trình bày hiển thị ở các mức độ chi tiết khác. Bản đồ 3D được chiết xuất từ CSDL địa hình gồm các chủ đề: Địa giới hành chính; Địa hình; Thủy hệ; Giao thông; Cơ sở hạ tầng dân cư.

Các đối tượng địa lý của bản đồ 3D, sử dụng Bộ ký hiệu bản đồ 3D được thiết kế mới và các ký hiệu có sẵn của phần mềm Skyline để biên tập, trình bày. Ghi chú cho các đối tượng thuộc hệ thống giao thông, thuỷ hệ, dân cư theo phiên âm tiếng Việt và font chữ Unicode. Các ghi chú được đặt chạy dọc theo đối tượng hình tuyến và đặt tại vị trí trung tâm của đối tượng dạng vùng. Đối với ghi chú địa danh dân cư được đặt vuông góc với bề mặt địa hình. Các đối tượng nằm ngay trên bề mặt DEM không thể hiện độ cao riêng của đối tượng, tất cả các đối tượng dạng điểm, đường, vùng sử dụng bộ ký hiệu 3D để thể hiện.

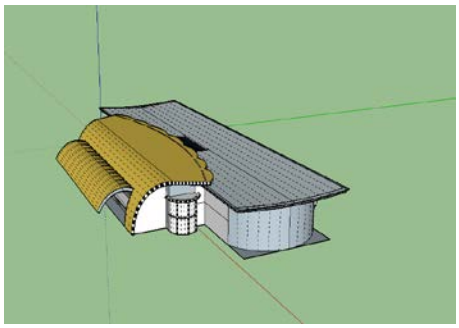
4.4. Xây dựng mô hình 3D

Dữ liệu đầu vào: Kích thước thực của đối tượng (xác định từ mô hình số bề mặt DSM hoặc kết quả đo thực địa) kết hợp với hình ảnh chụp trực diện của các đối tượng cần thành lập.

Kết quả đầu ra: Mô hình 3D các đối tượng phục vụ cho công tác thành lập bản đồ 3D (*.dae) với các nhóm lớp đối tượng độ cao (Lod 1, Lod 2 và Lod 3) theo chiều cao và kích thước thực của đối tượng. Sau đó sử dụng phần mềm TerraExplorer Pro tiến hành Convert định dạng *.dae về định dạng *.xpl2 để trình bày trong bản đồ 3D.



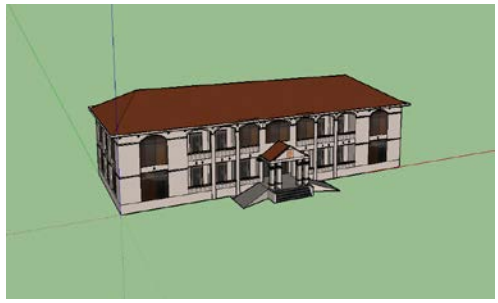
Hình 8. Mô hình 3D tổng thể nhà ga sân bay



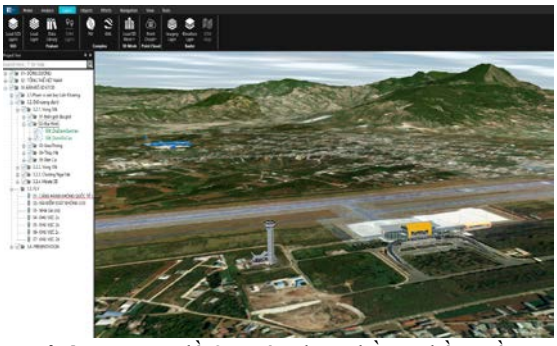
Hình 9. Mô hình 3D nhà ga sân bay



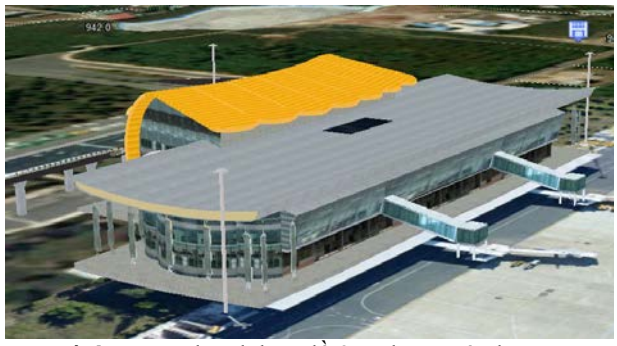
Hình 11. Hình ảnh 3D bãi đỗ sân bay



Hình 10. Mô hình 3D nhà làm việc.



Hình 12. Bản đồ 3D xây dựng bằng phần mềm TerraExplorer Pro



Hình 13. Hình ảnh bản đồ 3D nhà ga sân bay Liên Khương

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu ứng dụng công nghệ Lidar kết hợp với ảnh kỹ thuật số thành lập bản đồ 3D tại sân bay Liên Khương có thể kết luận:

Ngoài việc giá thành tương đối thấp, các ảnh kỹ thuật số thu được với độ phân giải rất cao (mm, cm), trong điều kiện địa hình phức tạp, môi trường nguy hiểm. Thêm nữa, công nghệ bay quét Lidar cho phép nhanh chóng cung cấp tọa độ điểm đám mây các đối tượng địa hình nhanh chóng và có độ chính xác cao so với các điểm đo chi tiết từ máy toàn đạc điện tử hoặc hệ thống GNSS truyền thống. Chính vì thế, công nghệ bay quét Lidar kết hợp với chụp ảnh kỹ thuật số đã và đang được ứng dụng rộng rãi hơn nữa vào các lĩnh vực khác nhau.

Xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý, thành lập bản đồ 3D sử dụng công nghệ Lidar kết hợp với ảnh chụp kỹ thuật số là một giải pháp rất quan trọng, mang lại hiệu quả cao, mang lại nhiều thông tin, đáp ứng yêu cầu của nhiều ngành nghề.

Bản đồ 3D sân bay Liên Khương được xây dựng ở cấp độ chi tiết LoD2 với các đối tượng nền địa hình và các đối tượng địa lý được xây dựng từ quá trình tự động phân loại dữ liệu đám mây điểm Lidar. Dữ liệu đám mây điểm được tự động phân loại theo quy trình công nghệ đã được nghiên cứu và thử nghiệm nhiều lần để lựa chọn giá trị ngưỡng tối ưu đối với từng đối tượng địa lý như thủy văn, thực vật, giao thông, địa hình mặt đất, nhà cửa,… Kết quả phân loại đám mây điểm khu vực thực nghiệm cho thấy đạt độ chính xác khá cao, đáp ứng yêu cầu với bản đồ địa hình tỉ lệ 1:2000.

Quy trình công nghệ đề xuất có thể ứng dụng vào trong thực tiễn để thu nhận, xử lý dữ liệu đám mây điểm Lidar kết hợp với ảnh kỹ thuật số cho những khu vực địa hình khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Siyka Zlatanova, Alias Abdul Rahman, Morakot Pilouk (2002). Trends in 3D GIS development. Journal of Geospatial Engineering, Vol. 4, No. 2 (December, 2002), pp.1-10.

[2] Zhao Zhongyuan (2012). Research on 3D Digital Map System and Key Technology. Procedia Environmental Sciences, Volume 12, Part A, pp. 514-520.

[3] Bui Ngoc Quy, Le Dinh Hien, Duong Anh Quan, Nguyen Quoc Long (2021). Rule-based classification of Airborne Laser Scanner data for automatic extraction of 3D objects in the urban areas. Journal of the Polish Mineral Engineering Society, Vol. 2, Iss. 48, pp.103-114. DOI:10.29227/IM-2021-02-09.

[4] Le Van Canh, Cao Xuan Cuong Nguyen Quoc Long, Le Thi Thu Ha, Tran Trung Anh, Xuan-Nam Bui (2022). Experimental investigation on the performance of DJI Phantom 4 RTK in the PPK mode for 3D mapping open-pit mines. Journal of the Polish Mineral Engineering Society, Vol. 1, Iss. 2, pp.65-74. DOI:10.29227/IM-2020-02-10.

[5] Cáp Xuân Tú (2011). Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tích hợp Lidar và máy ảnh số trong thành lập cơ sở dữ liệu mô hình số độ cao và hình đồ trực ảnh tại Việt Nam. Luận án Tiến sĩ. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

[6] Nguyễn Thục Anh (2011). Nghiên cứu ứng dụng dữ liệu Lidar và ảnh viễn thám độ phân giải cao để xây dựng bản đồ 3D phục vụ quản lý đô thị. Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học Bộ TN&MT.

[7] Bharat Lohani, Suddhasheel Ghosh (2017). Airborne LiDAR Technology: A Review of Data Collection and Processing Systems. Proceedings of the National Academy of Sciences, India.

[8] LAS specification, version 1.1. http://www.asprs.org/wp content/uploads/ 2010/12/ asprs_las_format_v11.pdf.

[9] Renslow MS (2012). Manual of airborne topographic LiDAR. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

[10] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015). Thông tư số 68/2015/TT-BTNMT: Quy định kỹ thuật đo đạc trực tiếp địa hình phục vụ thành lập bản đồ địa hình và cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000.

[11] Mohamed Mostafa, Alan Wing Lun & Joe Hutton (2006). The DSS 322 airborne mapping system: a versatile fusion of digital photogrammetric sensing with direct georeferencing. DOI: 10.13140/2.1.4831.7121.

APPLYING THE COMBINATION OF LIDAR TECHNOLOGY AND DIGITAL IMAGE DATA FOR BUILDING THE 3D MAP - A CASE STUDY AT LIEN KHUONG AIRPORT, LAM DONG PROVINCE

Nguyen Viet Nghia, Nguyen Quoc Long [*]

Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien street, Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi

ABSTRACT

Imagery data combined with Lidar data are often used to build detailed, sharp and accurate 3D models of the Earth's surface. This integrated data is necessary for establishing highly precise geographic information databases and large-scale topographic mapping as well as other spatial products for specialized applications. This article presents the procedure of integrating Lidar scanning and photogrammetry techniques, as well as combining these two data sources to establish digital elevation models and 3D maps with LoD 2 for the Lien Khuong airport terminal. The results meet the requirements for establishing topographic maps with the 1:2000 scale.

Keyword: Image data; 3D map, Lidar, Lien Khuong airport.

[*] Corresponding author, email address: nguyenquoclong@humg.edu.vn

Doi: 10.15625/vap.2022.0200

ĐẶC ĐIỂM NHẬN DIỆN KHỐI TRƯỢT LỞ TRÊN TÀI LIỆU ĐỊA CHẤN 3D VÀ Ý NGHĨA TRONG TÌM KIẾM DẦU KHÍ NGOÀI KHƠI NA UY

Lê Ngọc Ánh*

Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Đức Thắng, Hà Nội

TÓM TẮT

Khối trầm tích trượt lở (MTD) được phát hiện ngoài khơi Na Uy, trong trầm tích Pliocene - Pleistocene với diện tích khoảng 200 km^2. Khối trượt lở có hướng từ Đông sang Tây, kích thước là 20×13 km, chiều dày trung bình ~100 ms. Khối trầm tích này được chia làm 3 đới riêng biệt có đặc điểm cấu trúc khác nhau, thể hiện rõ sự chuyển tiếp về quá trình biến dạng trầm tích. Đới A đặc trưng bởi quá trình trượt lở khối, vẫn duy trì được phân lớp hoặc bị vỡ ra thành các mảnh vụn, được hình thành bởi cơ chế biến dạng giòn. Tiếp đến là đới B với các phản xạ hình gợn sóng (hình sin) biên độ khoảng 20 ms và khoảng cách giữa các bước sóng là 170 m, là sản phẩm của quá trình biến dạng dẻo, trầm tích không bị bẻ gãy. Chân của MTD là đới C với đứt gãy dạng chờm nghịch, góc dốc lớn ~20°. Sự bất ổn định của sườn dốc gây ra trong giai đoạn biển thấp của Pleistocene và lúc này tốc độ lắng đọng trầm tích tại khu vực này rất lớn dẫn đến làm sườn dốc mất ổn định và trượt lở. Phát hiện sự tồn tại của khối MTD tại khu vực ngoài khơi Na Uy là cơ sở giúp đánh giá và phòng ngừa các thảm họa địa chất trong công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí tại đây.

Từ khóa: Địa chấn 3D, Na Uy, MTDs, trượt lở khối.

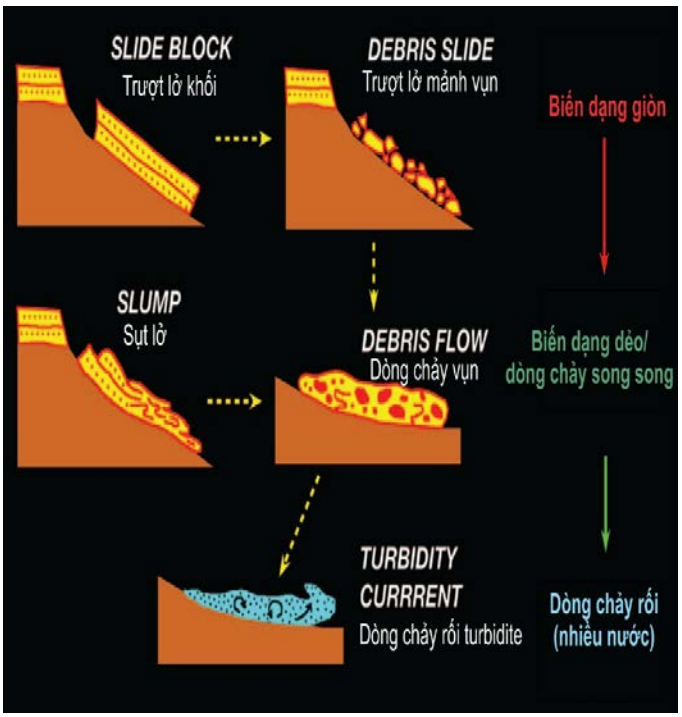
1. MỞ ĐẦU

Dịch chuyển trầm tích trong môi trường biển, tại các thềm lục địa thu hút được sự chú ý nghiên cứu của các nhà khoa học khi công nghệ địa chấn đặc biệt là địa chấn 3D phát triển mạnh cho phép nghiên cứu một cách chi tiết từ hình thái đến đặc điểm cấu trúc bên trong của dòng trầm tích. Trầm tích tạo ra bởi quá trình dịch chuyển được gọi với rất nhiều thuật ngữ khác nhau nhưng ở nghiên cứu này sẽ được sử dụng là trầm tích dịch chuyển khối (Mass-Transport Deposits - MTDs). Dạng trầm tích này được nhận diện rất rõ ràng trong hệ thống trầm tích biển do có các đặc trưng như: kích thước lớn, hình thái khác biệt và đặc trưng hỗn độn bên trong khối trầm tích. Chúng được mô tả xuất hiện nhiều nơi trên thế giới, chủ yếu trên đáy biển hoặc trong trầm tích nông trên các sườn lục địa [1, 2, 3].

Trong nửa cuối thế kỷ XX, khảo sát về chuyển động khối và sự tồn tại của các MTD đã được nghiên cứu chi tiết tại các hệ thống biển nước sâu sử dụng tài liệu địa chấn phân giải cao. Tại những khu vực nước sâu, các MTD được phát hiện rất phổ biến. Đây là những phát hiện đồng thời cùng với quá trình tìm kiếm thăm dò dầu khí tiến hành mở rộng tại khu vực nước sâu. Việc tăng cường nghiên cứu các MTD thu hút đầu tư nghiên cứu của ngành công nghiệp dầu khí. Tuy nhiên, các trầm tích turbidite tại khu vực nước sâu vẫn là đối tượng nghiên cứu chính trong tìm kiếm thăm

* Tác giả liên hệ, địa chỉ email: lengocanh@humg.edu.vn

dò dầu khí. Sự tồn tại của các MTD tại khu vực nước sâu chiếm một tỷ phần khá lớn lên đến 50 % địa tầng (có nơi lên đến 70 %,) do đó rất cần phải nghiên cứu để có những hiểu biết rõ ràng hơn về cơ chế hình thành, hình thái của trầm tích dạng này. Từ đó có cái nhìn toàn diện hơn về sự phân bố của đá có khả năng chứa dầu khí và đá không có khả năng chứa [4].



Hình 1. Phân loại và thuật ngữ của các quá trình liên quan đến trọng lực. MTD là sản phẩm của tất cả các quá trình trừ dòng chảy rối turbidite [8]

Vào cuối những năm 1990, khi khảo sát địa chấn 3D đặc biệt là với các khoảng cách tuyến 25 m, thì hình dáng và sự phức tạp của các MTD được lộ rõ. Chúng có rất nhiều kích thước khác nhau, được chỉ ra khá chi tiết trên các điểm lộ, có chiều dày biến đổi từ milimet - centimet đến những kích thước mang tính khu vực có chiều dày lên đến hơn 100 m. Thuật ngữ trầm tích dịch chuyển khối (Mass-Transport Deposits - MTDs) bao gồm một số quá trình biến dạng xảy ra trên sườn dốc như: bò, trượt, rơi (sụt lở) và dòng chảy vụn (Nelson et al., 2011) (Hình 1). Những quá trình này tạo thành một chuỗi quá trình liên tục và chuyển tiếp lẫn nhau, gây ra bởi trọng lực. Do đó, việc nhận diện và phân loại các các dạng trầm tích dựa vào quá trình trầm tích cần hết sức thận trọng khi thực hiện tại điểm lộ do có thể ta chỉ quan sát thấy một phần nào đó của MTD. Ứng dụng tài liệu địa chấn 3D giúp nhận diện MTD trên diện rộng rất hiệu quả để từ đó có thể đánh giá được quá trình trầm tích và phân loại chúng.

Tất cả các dạng dịch chuyển khối đều liên quan đến một vài yếu tố nhưng sự tách ra và dịch chuyển xuống sườn dốc thì phụ thuộc vào ứng suất cắt. Khi ứng suất cắt lớn hớn khả năng chống cắt của trầm tích thì sẽ xuất hiện dịch chuyển trầm tích. Với những sườn dốc có độ dốc nhỏ như $0{,}1^o$ đến dốc đứng thì hiện tượng đá rơi có thể xuất hiện.

Trầm tích trượt lở khối (MTD) phổ biến nhất trên thế giới được biết đến là Storega slide, ngoài khơi Na Uy, xảy ra cách đây 8200 năm trước công nguyên. Diện tích khối trượt lở là 3200 km^3 [5,

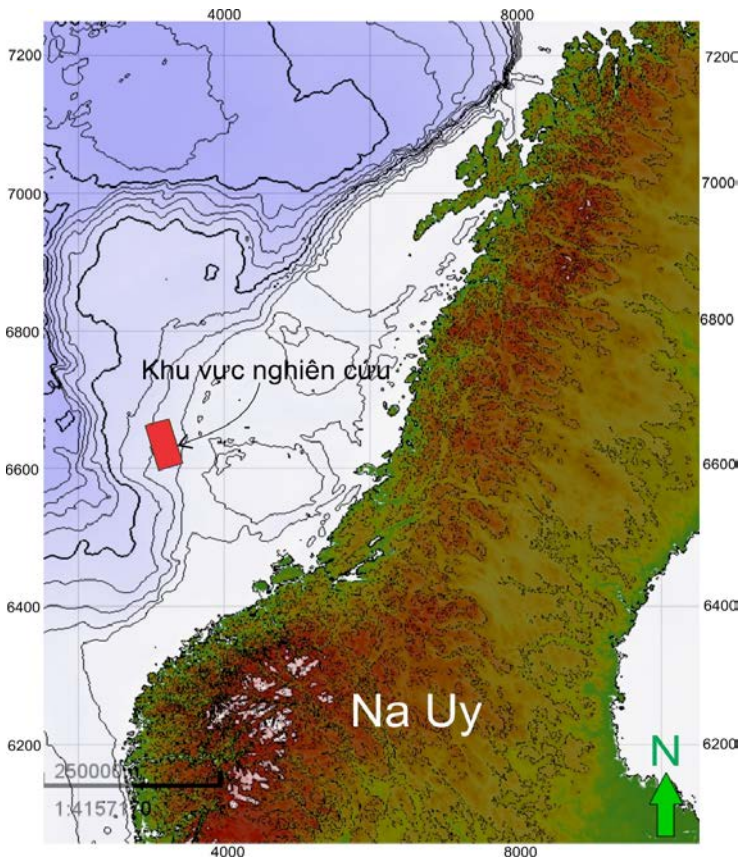
6, 7]. Chính sự trượt lở này đã gây ra sóng thần cao 4 m tại Bắc nước Anh. Các MTD ở kích thước này là rất hiếm nhưng sự xuất hiện của chúng ảnh hưởng rất lớn đến môi trường trầm tích, cuộc sống con người và các thiết bị ngoài khơi [5, 6]. Mỏ khí lớn Ormen nằm ngay bên dưới khối trượt lở Storega và do đó các hoạt động trượt lở tại khu vực này trong tương lai luôn ẩn chứa mối nguy hiểm đến việc phát triển các mỏ dầu khí.

Khu vực nghiên cứu thuộc ngoài khơi Na Uy, cách bờ 350 km, với độ sâu mực nước biển từ 600-900 m. Khu vực nghiên cứu nằm trên cao nguyên VØring. Nghiên cứu này sẽ phân tích, nhận dạng, đánh giá đặc điểm của trầm tích trượt lở khối trong Pliocene - Pleistocene, ngoài khơi Na Uy, góp phần làm sáng tỏ đặc điểm môi trường trầm tích, tạo tiền đề thuận lợi cho công tác tìm kiếm thăm dò và khai thác dầu khí tại khu vực này.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng tài liệu địa chấn phân giải cao ngoài khơi Na Uy. Khối địa chấn 3D bao phủ trên diện tích 2145 km^2 (33×65 km). Khoảng địa tầng nghiên cứu ~1 s bên dưới đáy biển tương ứng với trầm tích tuổi Pliocene - Pleistocene. Tài liệu địa chấn được xử lý ở dạng zero-phase, trở kháng dương và âm được biểu diện dưới dạng màu xanh (blue) và đỏ (red) tương ứng. Độ phân giải theo phương thẳng đứng khoảng 20 m.



Hình 2. Khu vực nghiên cứu thuộc ngoài khơi Na Uy, nằm trong độ sâu mực nước biển từ 600-900 m, với diện tích nghiên cứu là 2145 km^2 (33×65 km).

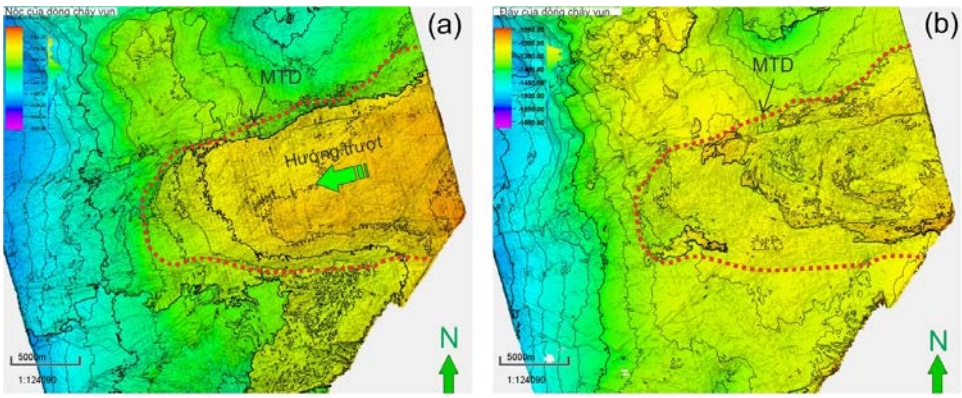
2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp minh giải địa chấn, tiến hành trên phần mềm chuyên dụng Petrel. Ranh giới các tập trầm tích được minh giải chi tiết chia lưới 50×50 m. Công cụ Autotracking sau đó được sử dụng cho tất cả các mặt phản xạ cho chất lượng tốt. Khoảng địa tầng xác định sự tồn tại của các MTD được minh giải chi tiết, sử dụng các thuộc tính địa chấn như góc dốc (Dip), biên độ (Extract amplitude). Hình thái của các MTD được xác định chi tiết bởi bản đồ đẳng dày giữa nóc và đáy của đới MTD.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Trầm tích dịch chuyển khối đã được phát hiện tại khu vực nghiên cứu, ở khoảng độ sâu 400 ms bên dưới đáy biển, trên rìa thụ động (passive margin). Khối MTD có diện tích khoảng 200 km^2, có phương Đông - Nam, kích thước lớn nhất là 20 km dài × 13 km rộng tại đỉnh trượt lở (Hình 3). Đặc điểm địa chấn của khối MTD khá rõ ràng với các phản xạ nhiễu đến hỗn độn.

Khối MTD được chia làm 3 đới với các đặc trưng phản xạ khác biệt rõ rệt gồm: đới A, đới B và đới C. Đới A nằm ở phía đầu của khối MTD có đặc trưng phản xạ địa chấn song song (Hình 5a), đôi chỗ hỗn độn (Hình 5b), biên độ phản xạ từ mạnh đến yếu. Với đặc trưng đó, trầm tích trong đới này được tạo ra bởi cơ chế biến dạng giòn, các trầm tích vẫn duy trì được phân lớp hoặc bị vỡ ra thành các mảnh vụn, thường xuất hiện tại phần đầu của các khối MTD. Đới tiếp theo là đới B gồm các phản xạ liên tục có dạng uốn cong hình "sin", biên độ khoảng 20 ms, khoảng cách giữa các bước sóng là 170 m, hiển thị rõ nét tại phần trung tâm của khối MTD và có thể nhận diện thấy hình thái của dạng phản xạ này trên bản đồ đẳng thời đáy của khối MTD (Hình 4a, c, d) và trên mặt cắt địa chấn (Hình 5). Hình dạng của phản xạ được minh giải là kết quả của quá trình nén ép, trầm tích không bị bẻ gãy nhưng tạo ra các biến dạng dẻo. Đới C nằm ở rìa ngoài cùng của khối MTD. Đặc trưng của khối này là các phản xạ có dạng xếp ngói, biên độ từ yếu đến mạnh, có góc dốc lớn khoảng 20°, cắm ngược lên phía trên sườn dốc. Các phản xạ này được minh giải là đứt gãy dạng chờm nghịch xuất hiện tại chân của khối MTD. Nhìn chung, biên độ của các phản tại phần đầu của MTD có biên độ lớn hơn phần còn lại (Hình 4b).

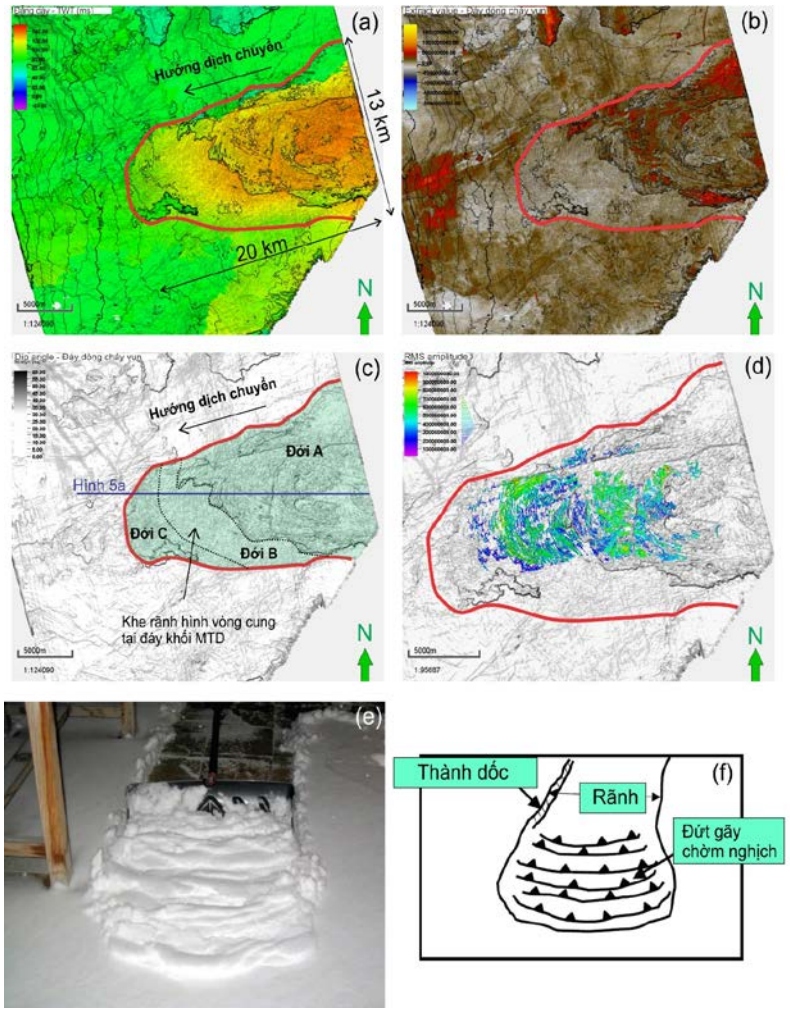


Hình 3. Bản đồ đẳng sâu của nóc khối trượt lở MTD (a);
bản đồ đẳng sâu của đáy khối trượt lở rMTD (b).

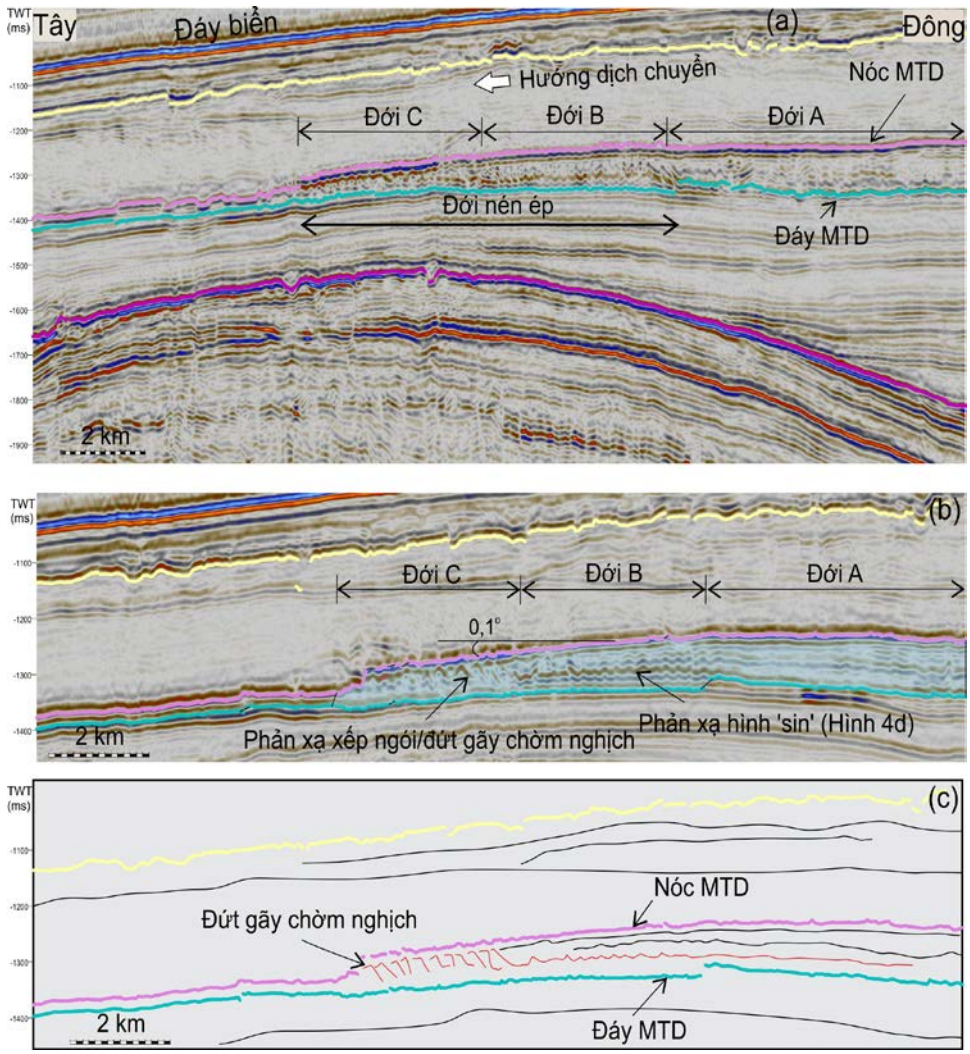
Để nghiên cứu quá trình biến dạng bên trong khối MTD, đặc biệt là khối B, một phản xạ có dạng hình "sin" thuộc đới B bên trong khối MTD đã được lựa chọn để minh giải chi tiết và được biểu diễn cùng với bản đồ đáy của khối MTD dưới dạng thuộc tính RMS (Hình 4d). Phản xạ hình

sin có hình vòng cung trên bản đồ, hình dạng này cũng khá tương đồng về kích thước với các khe rãnh hình vòng cung xuất hiện tại đáy của khối MTD, đào khoét xuống trầm tích nền khoảng 10 ms (~5-7 m). Điều này cung cấp cho ta một cái nhìn rõ hơn về sự chuyển tiếp của các quá trình trượt lở xảy ra bên trong khối MTD.

Có thể nhận thấy, đây là một khối MTD khá tiêu biểu với các quá trình trầm tích liên tục biến đổi từ đầu khối MTD đến chân khối theo đúng quy luật, thay đổi từ biến dạng giòn đến biến dạng dẻo, từ trượt lở khối đến các mảnh vụn và cuối cùng là rơi sụt. Mức độ biến dạng tăng dọc theo khối MTD, xuống chân sườn dốc. Trượt lở xảy ra trên thềm lục địa có độ dốc nhẹ, chỉ khoảng 0,1^{o}-0,3^{o} Đây cũng đã có thể tạo tiền đề cho quá trình trượt lở xảy ra.



Hình 4. Phạm vi phân bố và đặc trưng kiến trúc tại đáy của khối MTD trên bản đồ đẳng dày (a), bản đồ biên độ (b), bản đồ góc dốc (c), bản đồ đáy của MTD kết hợp với thuộc tính RMS của một phản xạ bên trong của nó (d). Xem đặc trưng kiến trúc bên trong khối MTD trên Hình 5. Thí nghiệm trong phòng mô phỏng quá trình trượt lở tạo trầm tích MTD cho môi trường nước sâu (e, f). Ở thí nghiệm này, tuyết đã kết dính bị đẩy bởi xẻng tuyết tạo các đứt gãy chờm nghịch dạng vòng cung và cắt sâu xuống hai bên tạo thành các rãnh/hẻm sâu hai bên (Posamentier and Walker, 2006)



Hình 5. Mặt cắt địa chấn phương Đông - Tây cắt dọc theo khối MTD *(a). Kiến trúc của MTD thể hiện rõ trên hình (b) khi kích thước MTD được phóng to hơn thể hiện rõ đới bị nén ép tại chân khối MTD. Phản xạ hình "sin" được minh giải và biểu diễn trên Hình 4d.*
Mô phỏng kiến trúc bên trong khối MTD được biểu diễn bởi các nét vẽ (c) cho thấy rõ đứt gãy dạng chờm nghịch xuất hiện tại chân của MTD

Quá trình trượt lở là do sự bất ổn định của sườn dốc, ở bất kỳ quy mô lớn nhỏ nào. Về nguyên tắc, sự bất ổn định có thể xảy ra bất cứ lúc nào. Tuy nhiên, nó cũng tùy thuộc vào một vài điều kiện cụ thể trong đó sự bất đồng nhất của sườn dốc là yếu tố thường gặp [7]. Ở đây, diện tích của khối MTD phát hiện được khá lớn, có thể được hình thành do sự bất ổn định của sườn dốc mang tính khu vực, liên quan đến sự thay đổi mực nước biển, giai đoạn biển thấp trong Pleistocene, cùng với sự gia tăng tốc độ trầm tích. Ngoài ra, sự vận động của các dòng chảy ngầm đáy biển cũng có thể là một nguyên nhân thêm vào làm bất ổn định sườn dốc.

Đối với quá trình tìm kiếm thăm dò dầu khí, các khối MTD có thể đóng vai trò là đá chắn, đá chứa dầu khí hoặc có thể là đá sinh dầu khí ở một vài điều kiện nhất định. Việc xác định các thông số cụ thể để đánh giá tiềm năng của nó trong hệ thống dầu khí vẫn là một câu hỏi mở để các nhà

khoa học tiếp tục nghiên cứu. Ở nghiên cứu này, khối MTD được phát hiện ở vị trí khá nông bên dưới đáy biển, đặc trưng về kiến trúc bên trong chủ yếu các biến dạng giòn và dẻo, chưa nhận diện rõ sự chuyển tiếp sang dòng chảy có hàm lượng nước lớn. Tiềm năng trong hệ thống dầu khí của khối MTD này cần được đánh giá chi tiết hơn khi có các tài liệu giếng khoan tại khu vực này để xác định rõ về thành phần thạch học cũng như chính xác hóa về môi trường trầm tích giai đoạn này. Tuy nhiên, sự xuất hiện liên tục các khối trượt lở cổ cũng như hiện tại trên đáy biển ngoài khơi Na Uy cũng cho thấy sự bất ổn định của thềm lục địa nơi này, cần có những biện pháp đề phòng trong quá trình tìm kiếm thăm dò dầu khí cũng như khai thác tại vùng biển này để tránh những thảm họa địa chất bất ngờ.

4. KẾT LUẬN

Trầm tích trượt lở khối bị chôn vùi ngoài khơi Na Uy đã được phát hiện và minh giải chi tiết nằm trong khoảng trầm tích trẻ Pliocene - Pleistocene, ở khoảng độ sâu 400 ms bên dưới đáy biển, nơi có độ dốc nhỏ từ $0,1^o$-$0,3^o$. Với diện tích 200 km^2, khối MTD có chiều dày khoảng 100 ms. Hình dạng của nó thuôn dần xuống bên dưới sườn dốc. Chiều dài toàn bộ khối là 20 km chiều rộng thay đổi từ 13 km phía đỉnh MTD đến khoảng 5 km tại phía chân MTD, bào mòn xuống bên dưới trầm tích nền khoảng 10 ms (~5-7 m).

Kiến trúc bên trong khối trầm tích có chuyển hóa khá rõ ràng từ phần đỉnh khối đến phần chân và là một chuỗi quá trình liên tiếp của dịch chuyển khối. Bắt đầu từ biến dạng giòn đến biến dạng dẻo, từ trượt lở khối tiếp đến trượt lở các mảnh vụn (tương ứng với đới A, B) và cuối cùng là rơi sụt (khối C). Sự phát triển khối MTD này được minh giải liên quan đến sự bất ổn định sườn dốc mang tính khu vực cũng như giai đoạn biển thấp trong Pleistocene và sự gia tăng tốc độ trầm tích thời gian này. Sự tồn tại của khối MTD tại khu vực ngoài khơi Na Uy góp phần làm sáng tỏ đặc điểm trầm tích trẻ tại khu vực này cũng là cơ sở giúp đánh giá và phòng ngừa các thảm họa địa chất trong tìm kiếm thăm dò dầu khí tại đây.

Lời cảm ơn

Tác giả xin cảm ơn Công ty Dầu khí Schlumberger Limited đã hỗ trợ phần mềm Petrel phục vụ cho minh giải tài liệu địa chấn. Xin chân thành cảm ơn các phản biện kín đã đóng góp ý kiến chỉnh sửa giúp nghiên cứu được hoàn thiện tốt hơn. Tác giả cũng xin được cảm ơn Bộ môn Địa chất dầu khí, Khoa Dầu khí và Nhà trường đã tạo điều kiện tốt nhất cho tác giả hoàn thiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hampton M.A., Lee H.J., & Locat J. (1996). Submarine landslides. *Reviews of geophysics, 34*(1), 33-59.

2. Moscardelli L., Wood L., & Mann P. (2006). Mass-transport complexes and associated processes in the offshore area of Trinidad and Venezuela. *AAPG Bulletin, 90*(7), 1059-1088.

3. Posamentier H., Martinsen O., & 4 R. (2011). The character and genesis of submarine mass-transport deposits: insights from outcrop and 3D seismic data. *Mass-transport deposits in deepwater settings. Tulsa: SEPM, Special Publication, 96*, 7-38.

4. Shipp R.C., Weimer P., & Posamentier H.W. (2011). *Mass-transport deposits in deepwater settings. Tulsa: SEPM, Special Publication,* 509p

5. Brekke H., Sjulstad H.I., Magnus C., & Williams R.W. (2001). Sedimentary environments offshore Norway an overview. *Norwegian Petroleum Society Special Publications*, 10, 7-37.

6. Brekke H. (2000). The tectonic evolution of the Norwegian Sea continental margin, with emphasis on the Voring and More basins. *Special Publication-Geological Society of London*, 167, 327-378.

7. Posamentier H.W., & Walker R.G. (2006). Deep-water turbidites and submarine fans: Special Publication Society for Sedimentary Geology, v. 84, 399-520.

8. Nelson C.H., Escutia C., Damuth J.E., & Twichell D.C. (2011). Interplay of mass-transport and turbidite-system deposits in different active tectonic and passive continental margin settings: external and local controlling factors. *Sedimentary Geology*, 96, 39-66.

CHARACTERISTICS OF MASS TRANSPORT DEPOSIT (MTD) AND MEANING IN OIL AND GAS EXPLORATION BASED ON 3D SESIMIC, OFFSHORE NORWAY

Le Ngoc Anh*

University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Duc Thang, Hanoi

ABSTRACT

Mass transport deposit are observed and investigated in deep water area, offshore Norway, in the Pliocene - Pleistocene sequence. The MTDs extends over an area of 200 km^2, trending East - West. Its dimentions is 20 km× 13 km with the everage thickness of ~100 ms. The MTD is divided into 3 zones with different structural characteristics, showing the rapid change of deformational style in mass-transport deposits and are a continuum of deposits formed by changing processes. Zone A is characterized by a slide block and derbis slide, which is dominated by britle deformation. Following is zone B with ripple (sinusoidal) reflections with amplitude of about 20 ms and distance between wavelengths of 170 m, which is the product of plastic deformation process. Zone C is at the toe of MTD with thrust faults at angle of ~20°. The slope instability is trigger by sea-level lowstands stage in Pleistocene and at this time, the sedimentation rate in this area is high, leading to the slope instability and landslide. Discovering the existence of the MTD in the offshore Norway is the basis to assess the risk and geohazard potential for future oil and gas exploration in this area.

Keywords: 3D seismic, Norway, MTDs, mass transport deposit.

* Corresponding author, email address: lengocanh@humg.edu.vn

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ
Nhà A16 - Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: Phòng Phát hành: **024.22149040**;
Phòng Biên tập: **024.37917148**;
Phòng Quản lý Tổng hợp: **024.22149041**;
Fax: **024.37910147**; Email: **nxb@vap.ac.vn**; Website: **www.vap.ac.vn**

KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC TRÁI ĐẤT, MỎ, MÔI TRƯỜNG BỀN VỮNG LẦN THỨ V

Khoa học và công nghệ Trái Đất, Mỏ, Môi trường phục vụ đổi mới sáng tạo và nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia
(Creative EME 2022)

PROCEEDINGS OF THE 5th NATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE EARTH, MINE, ENVIRONMENT

EME 2022 for creative innovation and enhancement of the national competitiveness

Chịu trách nhiệm xuất bản
Giám đốc, Tổng biên tập
PHẠM THỊ HIẾU

Biên tập: Nguyễn Thị Chiên, Nguyễn Văn Vĩnh, Hà Thị Thu Trang
Trình bày kỹ thuật: Đỗ Hồng Ngân
Trình bày bìa: Đỗ Hồng Ngân

ISBN: 978-604-357-121-9

In 100 cuốn, khổ 19×27 cm, tại Công ty Cổ phần Khoa học & Công nghệ Hoàng Quốc Việt. Địa chỉ: Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội. Số xác nhận đăng ký xuất bản: 4680-2022/CXBIPH/02-66/KHTNVCN. Số quyết định xuất bản: 83/QĐ-KHTNCN, cấp ngày 15 tháng 12 năm 2022. In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2022.