



TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN

EMNR 2026





HỘI NGHỊ KHOA HỌC
Quản lý môi trường và phát triển tài nguyên thiên nhiên
Environmental Management and Natural Resources Development
(EMNR 2026)



BAN TỔ CHỨC

TT	Họ và tên	Đơn vị công tác	Chức danh
1.	GS.TS. Trần Thanh Hải	Trường Đại học Mở - Địa chất	Trưởng ban
2.	PGS.TS. Nguyễn Thế Vinh	Trường Đại học Mở - Địa chất	Phó trưởng ban
3.	PGS. TS. Đỗ Ngọc Anh	Trường Đại học Mở - Địa chất	Phó trưởng ban
4.	TS. Nguyễn Quốc Phi	Trường Đại học Mở - Địa chất	Phó trưởng ban
5.	TS. Đào Đình Thuần	Trường Đại học Mở - Địa chất	Ủy viên
6.	TS. Trần Thị Thanh Thủy	Trường Đại học Mở - Địa chất	Ủy viên

BAN KHOA HỌC

TT	Họ và tên	Đơn vị công tác	Chức danh
1.	PGS.TS. Nguyễn Thế Vinh	Trường Đại học Mở - Địa chất	Trưởng ban
2.	TS. Nguyễn Quốc Phi	Trường Đại học Mở - Địa chất	Phó trưởng ban
3.	PGS. TS. Đỗ Ngọc Anh	Trường Đại học Mở - Địa chất	Ủy viên
4.	TS. Đào Đình Thuần	Trường Đại học Mở - Địa chất	Ủy viên
5.	TS. Trần Thị Thanh Thủy	Trường Đại học Mở - Địa chất	Ủy viên

BAN BIÊN TẬP

TT	Họ và tên	Đơn vị công tác	Chức danh
1.	PGS. TS. Nguyễn Phương	Tổng hội Địa chất Việt Nam	Trưởng ban
2.	PGS. TS. Đỗ Văn Bình	Tổng hội Địa chất Việt Nam	Phó trưởng ban
3.	PGS. TS. Phan Quang Văn	Trường Đại học Mở - Địa chất	Phó trưởng ban
4.	TS. Nguyễn Quốc Phi	Trường Đại học Mở - Địa chất	Phó trưởng ban
5.	GS. Hwang Sang Gi	Trường ĐH Paichai, Hàn Quốc	Ủy viên
6.	GS. Avirut Puttiwongrak	Viện Công nghệ Châu Á (AIT), Thái Lan	Ủy viên
7.	PGS. TS. Bùi Thị Kim Anh	Viện Khoa học Công nghệ Năng lượng	Ủy viên



HỘI NGHỊ KHOA HỌC
Quản lý môi trường và phát triển tài nguyên thiên nhiên
Environmental Management and Natural Resources Development
(EMNR 2026)



và Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học
và Công nghệ Việt Nam

8.	TS. Bùi Du Dương	Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc Gia (NAWAPI)	Ủy viên
9.	TS. Chu Xuân Quang	Viện Ứng dụng Công nghệ (NACENTECH), Bộ KH và CN	Ủy viên
10.	TS. Đỗ Văn Nhuận	Tổng hội Địa chất Việt Nam	Ủy viên
11.	TS. Đào Đình Thuần	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
12.	TS. Nguyễn Hoàng Nam	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
13.	TS. Trần Thị Thanh Thủy	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
14.	PGS. TS. Trần Thị Thu Hương	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
15.	TS. Trần Anh Quân	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
16.	TS. Vũ Thị Phương Thảo	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
17.	TS. Nguyễn Thị Hòa	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
18.	TS. Nguyễn Phương Đông	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
19.	TS. Phạm Khánh Huy	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
20.	TS. Nguyễn Văn Dũng	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
21.	TS. Nguyễn Quang Minh	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
22.	TS. Đặng Thị Ngọc Thủy	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
23.	TS. Đỗ Thị Hải	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
24.	TS. Vũ Thị Lan Anh	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên

BAN THƯ KÝ

TT	Họ và tên	Đơn vị công tác	Chức danh
1.	TS. Trần Anh Quân	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Trưởng ban
2.	TS. Nguyễn Phương Đông	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
3.	ThS. Đào Trung Thành	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên
4.	ThS. Phan Thị Mai Hoa	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Ủy viên



HỘI NGHỊ KHOA HỌC
Quản lý môi trường và phát triển tài nguyên thiên nhiên
Environmental Management and Natural Resources Development
(EMNR 2026)



LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị Khoa học Quốc gia về “Quản lý môi trường và phát triển tài nguyên thiên nhiên 2026” (Environmental Management and Natural Resources Development - EMNR 2026) được tổ chức vào ngày 16 tháng 01 năm 2026 tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội. Hội nghị do Trường Đại học Mỏ - Địa chất phối hợp cùng các đơn vị đối tác trong và ngoài nước đồng tổ chức.

Ban Tổ chức Hội nghị đã nhận được 50 báo cáo của các nhà khoa học trong cả nước gửi đến Hội nghị. Các bài báo khoa học đăng trong tuyển tập này trình bày những kết quả nghiên cứu về các lĩnh vực:

- ❖ Những vấn đề hiện nay trong quản lý môi trường và phát triển tài nguyên;
- ❖ Các công nghệ tiên tiến trong bảo vệ và quan trắc môi trường;
- ❖ Đánh giá tác động môi trường và quản lý bền vững tài nguyên địa chất;
- ❖ Công nghệ tái chế và xử lý chất thải;
- ❖ Đánh giá tai biến môi trường và rủi ro;
- ❖ Mô hình hóa môi trường và các công cụ quản lý;
- ❖ Giáo dục và truyền thông môi trường;
- ❖ An ninh môi trường và các vấn đề an toàn.

Ban Tổ chức hy vọng rằng, Hội nghị không chỉ là diễn đàn để các nhà khoa học chia sẻ, thảo luận những kết quả nghiên cứu mới về các lĩnh vực môi trường nói chung mà còn là dịp để các tổ chức, cá nhân gặp gỡ, trao đổi, hợp tác nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động khoa học và công nghệ trong các lĩnh vực chuyên môn.

Trong quá trình chuẩn bị tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự hỗ trợ cả về tinh thần và vật chất của các tổ chức và cá nhân. Ban Tổ chức Hội nghị xin gửi tới các đơn vị và cá nhân lời cảm ơn sâu sắc về sự ủng hộ, giúp đỡ quý báu đó.

MỤC LỤC

PHẦN 1: QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Mô phỏng các trận lũ đặc biệt lớn trên lưu vực sông Đà dựa trên mô hình tích hợp khí tượng-thủy văn WEHY-WRF

Trần Anh Quân..... 2

Nghiên cứu biến đổi không gian và xu thế dài hạn của lượng mưa trên lưu vực sông Nhuệ - Đáy giai đoạn 1961 – 2019

Trần Anh Quân, Nguyễn Thị Hồng Ngọc 15

Phân tích, đánh giá diễn biến nguồn nước sông Hữu Trạch trước và sau khi có công trình thủy điện Bình Điền

Đỗ Cao Cường, Trần Thành Lê, Phạm Khánh Huy, Nguyễn Văn Bình 27

Đánh giá tác động của việc khai thác sử dụng nước và vận hành công trình thủy điện Bình Điền đến nguồn nước, môi trường và các đối tượng khai thác, sử dụng nước khác có liên quan trong khu vực

Trần Thành Lê, Đỗ Cao Cường 35

Nghiên cứu ảnh hưởng của khí phóng xạ radon đến môi trường khu vực mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai

Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Thị Thu Trang..... 45

Phân tích sự biến động các chỉ số sinh thái - môi trường sử dụng ảnh viễn thám Sentinel-2 phục vụ đánh giá nguy cơ xảy ra tai biến

Đào Minh Nhật, Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Quốc Phi..... 53

Đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố địa hình đến hiện tượng trượt lở tại khu vực Quảng Ninh - Lệ Thủy, tỉnh Quảng Trị

Đào Minh Nhật, Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Quốc Phi..... 64

Nghiên cứu về khả năng xảy ra và các tính chất của hạn hán chớp nhoáng (flash drought) tại Việt Nam trong hai thập kỷ qua

Nguyễn Thị Ngọc Mỹ 75

Ảnh hưởng của ENSO tới hạn hán chớp nhoáng (flash drought) ở Việt Nam

Nguyễn Thị Ngọc Mỹ 90

Đánh giá các nguồn thải tác động đến tài nguyên nước dưới đất khu vực Đắk Nông và đề xuất giải pháp quản lý

Trần Thị Thanh Thủy, Phạm Thị Thanh Hải, Tô Nguyễn Hồng Nhung..... 102

Hiện trạng môi trường phóng xạ khu vực mỏ Đông Pao, tỉnh Lai Châu

Nguyễn Quang Minh, Vũ Trường Sơn..... 111

Đánh giá xói lở lòng sông dự án khai thác cát sỏi tại 4 điểm khu vực Nghĩa Lộ, Văn Chấn, tỉnh Lào Cai

Nguyễn Quang Minh, Đào Trung Thành, Nguyễn Quốc Phi, Phạm Khánh Huy 125

Xác định lượng bổ cập từ nước mưa cho tầng chứa nước dưới đất Holocen đồng bằng sông Hồng

Lê Việt Hùng, Trần Thành Lê, Phùng Thị Linh 138

Quản lý và khai thác tài nguyên sinh vật biển đảo của triều Nguyễn giai đoạn 1802-1858

Đinh Thị Hải Đường 148

Cơ sở khoa học hoàn thiện chính sách đóng cửa mỏ nhằm đáp ứng yêu cầu khai thác khoáng sản bền vững và bảo vệ môi trường

Quách Đức Tín, Hoàng Nam, Nguyễn Thị Cúc 158

PHẦN 2: SINH THÁI MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Kinh tế tuần hoàn trong quản lý chất thải khai khoáng: xu hướng phát triển và tiềm năng áp dụng cho Việt Nam

Nguyễn Phương Đông, Vũ Thị Lan Anh, Phạm Minh Khôi, Nguyễn Thị Hòa 170

Ứng dụng mô hình DPSIR trong đánh giá thực trạng vận chuyển khoáng sản trên sông, hồ và ô nhiễm môi trường nước tại một số khu vực ở Việt Nam

Trần Thị Ngọc, Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Thị Hòa, Đặng Thị Ngọc Thủy, Nguyễn Thị Hồng..... 180

Đánh giá tác động đến môi trường không khí do hoạt động khai thác, chế biến đá vôi tại một số mỏ khu vực xã Tân Thành, tỉnh Ninh Bình

Vũ Thị Lan Anh, Trần Thị Ngọc, Nguyễn Thị Hòa, Nguyễn Phương Đông 189

Dự báo lượng chất thải rắn y tế nguy hại phát sinh của tỉnh Quảng Ninh năm 2030

Nguyễn Mai Hoa 201

Nghiên cứu đặc điểm phân bố trầm tích và sinh cảnh đáy biển phục vụ phát triển điện gió ngoài khơi vùng biển từ Vĩnh Hảo - La Gi

Đàm Việt Quốc, Nguyễn Tài Tuệ, Trần Thị Dung, Phạm Lan Anh 211

Phân tích SWOT và đề xuất chiến lược nâng cao hiệu quả công tác lập phương án cải tạo, phục hồi môi trường cho các dự án khai thác khoáng sản lộ thiên

Trần Thị Ngọc, Đặng Thị Ngọc Thủy, Vũ Thị Lan Anh	224
Ứng dụng phương pháp Electre trong lựa chọn phương án cải tạo phục hồi môi trường tại khu vực khai thác khoáng sản, xã Phước Dinh, tỉnh Khánh Hòa	
Nguyễn Thị Cúc, Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Quốc Phi, Vũ Thị Lan Anh	235
Giải pháp chiến lược thúc đẩy du lịch Net Zero tại Cụm du lịch sinh thái Võ Nhai – Thần Sa, thuộc phía Bắc Việt Nam	
Phan Thị Mai Hoa, Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Cúc	245
Đóng cửa mỏ và cải tạo, phục hồi môi trường sau khai thác than tại Quảng Ninh: Nhìn từ quản trị vòng đời mỏ đến công tác hoàn nguyên và chuyển đổi không gian hậu khai thác	
Hoàng Nam, Nguyễn Quốc Phi	254
Đánh giá các tác động sinh thái của sinh vật phù du tại đảo Quan Lạn đến công trình điện gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh	
Trần Thị Thu Hương, Phùng Thị Thu Trang	264
So sánh đặc điểm hoạt độ ^{210}Po , khả năng tích lũy và mức độ nguy hại phóng xạ khi tiêu thụ Vẹm Xanh (<i>Perna viridis</i>) và các nhóm loài cá khác nhau ở biển ven bờ, Lâm Đồng, Việt Nam	
Tạ Đức Thịnh, Dương Văn Hào, Hoàng Văn Hiệp, Phạm Thị Thanh Xuân	274
Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý môi trường tại một số mỏ khoáng sản tại Việt Nam	
Nguyễn Phương, Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Cúc	284
Xây dựng cơ sở dữ liệu các hệ sinh thái đất ngập nước khu vực ven biển Quảng Yên - Cát Bà	
Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Thị Thanh, Phan Thị Mai Hoa, Lê Hữu Hải, Bùi Ngọc Quý	296
Những vấn đề về chuyển đổi số ứng dụng trong các doanh nghiệp khai thác khoáng sản tại Việt Nam	
Nông Việt Hùng, Dương Phi Hùng, Nguyễn Ngọc Bảo, Lê Văn Công, Nông Việt Trung, Nguyễn Thị Thu Hương; Đỗ Mạnh Cường; Hà Minh Thọ, Nguyễn Văn Huệ, Vũ Cao Cường, Phạm Thế Anh, Ngô Thái Vinh	307
PHẦN 3: NHỮNG TIẾN BỘ MỚI TRONG CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG	
Phân tích biến động AQI theo mùa và cảnh báo ô nhiễm không khí tại khu vực Đông Bắc tỉnh Lạng Sơn	
Nguyễn Thị Hồng, Đào Trung Thành, Nguyễn Thị Thu Huyền	315

Đánh giá hiệu quả hệ thống USBF sử dụng giá thể phủ vật liệu nano TiO₂ biến tính Eu trong xử lý nước thải sinh hoạt

Nguyễn Hoàng Dũng, Nguyễn Hoàng Nam, Đào Trung Thành..... 323

Nghiên cứu thu hồi nguyên tố đất hiếm từ màn hình máy tính xách tay thải

Nguyễn Thị Hồng, Đào Trung Thành, Nguyễn Thị Anh Thư..... 331

Nghiên cứu đánh giá hàm lượng kim loại nặng trong trầm tích ven bờ khu vực đảo Cái Bầu, tỉnh Quảng Ninh

Đào Trung Thành, Nguyễn Thị Hồng, Trần Thị Ngọc..... 338

Ứng dụng mô hình Mike21 để đánh giá quá trình lan truyền bùn cát và vật chất đáy do hoạt động nạo vét tại khu vực Tân Hải qua cửa Ba Đặng trên Sông Phan, tỉnh Lâm Đồng

Nguyễn Thị Hoà, Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Hồng..... 346

Đánh giá chất lượng môi trường đất và nước tại một số làng nghề tái chế phế liệu

Nguyễn Mai Hoa 355

Xác định điểm nóng ô nhiễm dầu do sự cố tàu vận chuyển khoáng sản tại hồ Thác Bà, tỉnh Yên Bái bằng mô hình MIKE 21

Phan Thị Mai Hoa, Trần Thị Ngọc, Nguyễn Thị Cúc 365

The application of hydrological approaches for the estimation and evaluation of minimum flow in the Huong River basin

Vu Thu Hien, Pham Khanh Huy 375

Physicochemical evolution and molecular dynamics analysis of torrefaction porous bio-char

Lê Phú Cường 384

Xác định các vị trí xảy ra trượt lở và các yếu tố ảnh hưởng tại đảo Cát Bà, thành phố Hải Phòng sử dụng ảnh viễn thám đa thời gian

Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Trần Thị Thu Hà, Nguyễn Quang Minh, Đào Minh

Nhật..... 396

Nghiên cứu một số thuật toán học máy đánh giá nguy cơ xảy ra tai biến địa môi trường khu vực Đồ Sơn, TP. Hải Phòng

Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Quốc Phi, Phương Thị Ngọc, Lê Thị Vân Anh, Nguyễn

Đức Thành, Hoàng Minh Thư, Đường Thị Thanh Huế, Gabin Germon, Amin

Adarzi, Đào Minh Nhật..... 406

Đánh giá mức độ ô nhiễm nước mặt sông Hà Thanh, tỉnh Bình Định sử dụng công nghệ

GIS và tư liệu viễn thám

Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Lê Chấn Trung, Trần Anh Tuấn, Phạm Việt Hồng 420

Đánh giá sự phân bố ô nhiễm bụi PM10 và PM2.5 tại khu vực nội đô thành phố Hà Nội

**Đỗ Thị Thanh Bình, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Phùng Thị Thu Trang, Đỗ Mạnh
Dũng, Lê Mạnh An 431**



Nghiên cứu biến đổi không gian và xu thế dài hạn của lượng mưa trên lưu vực sông Nhuệ - Đáy giai đoạn 1961 - 2019

Trần Anh Quân^{1*}, Nguyễn Thị Hồng Ngọc²

¹Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Việt Nam

²Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Việt Nam

* Tác giả liên hệ

Họ và tên: Trần Anh Quân

Điện thoại: 0366888829

E-mail: quantrananh.hung@gmail.com

Tóm tắt

Nghiên cứu này tập trung đánh giá xu thế biến đổi theo không gian và thời gian của lượng mưa trên lưu vực sông Nhuệ - Đáy, một tiểu lưu vực quan trọng của hệ thống sông Hồng, dựa trên chuỗi số liệu quan trắc thực đo tại 10 trạm khí tượng thủy văn trong giai đoạn 1961 - 2019. Bằng việc áp dụng các phương pháp thống kê phi tham số Mann-Kendall và ước lượng độ dốc Sen, kết quả nghiên cứu đã chỉ ra sự phân hóa không gian mạnh mẽ của lượng mưa, giảm dần từ vùng núi Tây Bắc (Kim Bôi: 2111 mm/năm) xuống vùng đồng bằng Đông Nam (Hưng Yên: 1571 mm/năm). Về xu thế thời gian, 90% số trạm ghi nhận xu hướng giảm lượng mưa trung bình năm, trong đó trạm Ba Vì có mức giảm đáng kể nhất (-9.13 mm/năm) với ý nghĩa thống kê cao. Bên cạnh đó, các chỉ số cực đoan như lượng mưa lớn nhất ngày (Rx1day) và số ngày mưa cũng cho thấy những biến động phức tạp, cảnh báo nguy cơ gia tăng tính bất ổn của tài nguyên nước. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho công tác quy hoạch thủy lợi và ứng phó với biến đổi khí hậu tại khu vực.

Từ khóa: Lượng mưa, Biến đổi khí hậu, Mann-Kendall, Lưu vực sông Nhuệ - Đáy, Xu thế thủy văn

1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu (BĐKH) đang là một trong những thách thức lớn nhất của thế kỷ 21, tác động sâu sắc đến vòng tuần hoàn nước và chế độ thủy văn trên toàn cầu. Tại Việt Nam, một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của BĐKH, các biểu hiện của sự thay đổi thời tiết cực đoan ngày càng trở nên rõ rệt (Bộ TNMT, 2020). Lượng mưa, yếu tố đầu vào quan trọng nhất của hệ thống thủy văn, đang có những biến động thất thường cả về không gian và thời gian, gây ra những khó khăn lớn cho công tác quản lý tài nguyên nước, phòng chống thiên tai và sản xuất nông nghiệp (Đinh Thị Việt Hà, 2023).

Lưu vực sông Nhuệ - Đáy nằm ở hữu ngạn sông Hồng, bao gồm địa phận của TP. Hà Nội, tỉnh Hòa Bình, Hà Nam, Nam Định và Ninh Bình (Hoàng Thị An & Trần Thùy Nhung, 2022). Đây là vùng kinh tế trọng điểm nhưng cũng là khu vực nhạy cảm với các vấn đề ngập lụt và hạn hán. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về khí tượng thủy văn khu vực Bắc Bộ, nhưng một đánh giá chi tiết, cập nhật với chuỗi số liệu dài hạn (gần 60 năm) chuyên biệt cho lưu vực Nhuệ - Đáy vẫn còn là một khoảng trống cần bổ khuyết.

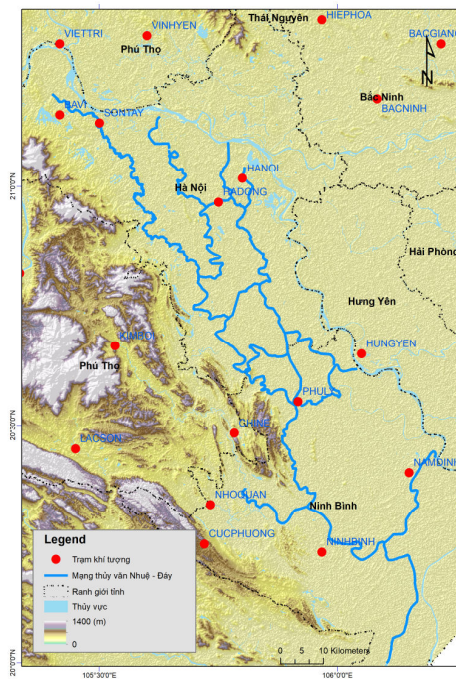
Nghiên cứu này nhằm mục tiêu: (1) Xác định đặc điểm phân bố lượng mưa theo

không gian trên toàn lưu vực; (2) Phân tích xu thế biến đổi dài hạn của tổng lượng mưa năm; và (3) Đánh giá sự thay đổi của các đặc trưng mưa cực đoan và phân bố mùa vụ. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần làm sáng tỏ quy luật diễn biến nguồn nước mưa, phục vụ thiết thực cho các kịch bản quy hoạch tưới tiêu và thoát nước đô thị..

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Nhuệ - Đáy có đặc điểm địa hình nghiêng theo hướng Tây Bắc – Đông Nam. Phía Tây và Tây Bắc là vùng núi và trung du (thuộc Hòa Bình, Ba Vì) có độ cao lớn, đóng vai trò là sườn đón gió (Hình 1).



Hình 1. Mạng lưới sông Nhuệ - Đáy và địa hình khu vực xung quanh



Bảng 1. Các trạm đo mưa được sử dụng trong nghiên cứu

STT	Trạm	Tỉnh	Vĩ độ	Kinh độ	Giai đoạn	Số năm
1	Ba Vì	Hà Nội	21.20°N	105.42°E	1963-2019	56
2	Chi Nê	Hòa Bình	20.48°N	105.78°E	1975-2019	42
3	Cúc Phương	Ninh Bình	20.32°N	105.61°E	1995-2019	23
4	Hà Đông	Hà Nội	20.97°N	105.78°E	1975-2011	37
5	Hưng Yên	Hưng Yên	20.66°N	106.06°E	1961-2019	59
6	Kim Bôi	Hòa Bình	20.67°N	105.53°E	1975-2019	43
7	Nam Định	Nam Định	20.43°N	106.17°E	1961-2019	59
8	Nho Quan	Ninh Bình	20.32°N	105.75°E	1961-2019	59
9	Ninh Bình	Ninh Bình	20.26°N	105.98°E	1961-2019	59
10	Phù Lý	Hà Nam	20.54°N	105.92°E	1975-2019	45

Phía Đông và Đông Nam là vùng đồng bằng châu thổ sông Hồng thấp trũng.

2.2. Dữ liệu

Nghiên cứu sử dụng chuỗi số liệu lượng mưa ngày tại 10 trạm khí tượng thủy văn phân bố trong và lân cận lưu vực nghiên cứu, đại diện cho các tiểu vùng khí hậu đặc trưng từ miền núi, bán sơn địa đến khu vực đồng bằng. Dữ liệu được cung cấp bởi Tổng cục Khí tượng Thủy văn, với độ dài chuỗi liên tục từ năm 1961 đến năm 2019. Trước khi đưa vào phân tích, bộ số liệu đã được kiểm tra chất lượng nhằm đảm bảo tính tin cậy và khả năng so sánh theo thời gian. Các bước xử lý bao gồm kiểm tra tính đầy đủ của chuỗi số liệu, phát hiện và loại bỏ các giá trị ngoại lai (outliers) cũng như các sai số thô phát sinh trong quá trình quan trắc và lưu trữ dữ liệu. Đồng thời, tính đồng nhất của chuỗi số liệu được xem xét

để hạn chế ảnh hưởng của các thay đổi phi khí hậu như dịch chuyển vị trí trạm, thay đổi thiết bị đo hoặc điều kiện quan trắc. Chỉ các chuỗi số liệu đạt yêu cầu về chất lượng và tính ổn định mới được sử dụng trong các phân tích tiếp theo.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

a. Phân tích xu thế biến đổi Mann-Kendall

Để phân tích xu thế biến đổi của các biến khí tượng, nghiên cứu đã sử dụng kết hợp kiểm định xu thế Mann-Kendall và ước lượng độ dốc Sen (Sen's Slope Estimator) để xác định và định lượng xu thế trong chuỗi thời gian khí hậu (nhiệt độ, lượng mưa). Đây là các phương pháp phi tham số, có độ tin cậy cao đối với các bộ số liệu môi trường thường tồn tại phân bố không chuẩn, giá trị ngoại lai và dữ liệu thiếu (Kerketta & Singh, 2020).

Kiểm định xu thế Mann-Kendall là một



phương pháp thống kê phi tham số (Kendall, 1975; Mann, 1945), được sử dụng để phát hiện sự tồn tại của xu thế đơn điệu tăng hoặc giảm trong chuỗi số liệu theo thời gian mà không cần giả định trước dạng phân bố của dữ liệu. Phương pháp này đặc biệt phù hợp để phân tích các biến khí hậu nhờ tính ít nhạy cảm với các giá trị ngoại lai và khả năng xử lý tốt các chuỗi dữ liệu có cấu trúc không đều hoặc bị thiếu số liệu (Diress & Bedada, 2021). Thống kê kiểm định Mann–Kendall (S) được xác định theo công thức:

$$S = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{Sign}(x_i - x_j) \quad (1)$$

$$\text{Sign}(x_i - x_j) = \begin{cases} -1 & \text{for } (x_i - x_j) < 0 \\ 0 & \text{for } (x_i - x_j) = 0 \\ 1 & \text{for } (x_i - x_j) > 0 \end{cases} \quad (2)$$

Ở đây, n là độ dài của chuỗi số liệu; x_j và x_i lần lượt là các giá trị quan trắc tại thời điểm j và i . Giá trị của thống kê S dương biểu thị xu thế tăng, trong khi giá trị S âm biểu thị xu thế giảm của chuỗi số liệu theo thời gian. Đối với chuỗi số liệu có $n > 10$, thống kê S được xấp xỉ bằng phân bố chuẩn với kỳ vọng và phương sai được xác định như sau:

$$E[S] = 0$$

$$\text{Var}(s) = \frac{s(n-1)(2n+5) - \sum_{k=1}^q t_k(t_k-1)(2t_k+5)}{18}$$

Trong đó, p là số nhóm giá trị trùng nhau

(tied groups), t_k là số quan sát trong nhóm trùng thứ k , và ký hiệu $\text{sign}(\Sigma)$ biểu thị tổng của tất cả các nhóm trùng. Trường hợp chuỗi dữ liệu không tồn tại các giá trị trùng nhau thì thành phần hiệu chỉnh này có thể được bỏ qua. Sau khi xác định phương sai $\text{Var}(S)$, thống kê kiểm định chuẩn hóa Z_{MK} được tính theo công thức:

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Giá trị thống kê chuẩn hóa Z_{MK} tuân theo phân bố chuẩn tắc với trung bình bằng 0 và phương sai bằng 1, và được sử dụng để đánh giá mức độ ý nghĩa thống kê của xu thế. Kiểm định giả thuyết không H_0H_0 (không tồn tại xu thế) được thực hiện bằng cách so sánh giá trị Z_{MK} với giá trị tới hạn $Z_{\alpha/2}$ của phân bố chuẩn hai phía tại các mức ý nghĩa $\alpha=1\%$, $\alpha=5\%$ và $\alpha=10\%$. Trong kiểm định hai phía, giả thuyết không H_0 được chấp nhận (tức là không tồn tại xu thế) nếu giá trị Z_{MK} nằm trong khoảng $-Z_{1-\alpha/2}$ đến $Z_{1-\alpha/2}$; khi đó giả thuyết đối H_1 bị bác bỏ.

b. Ước lượng độ dốc Sen

Ước lượng độ dốc Sen được sử dụng để định lượng mức độ (cường độ) của xu thế đơn điệu đã được phát hiện thông qua kiểm định Mann–Kendall. Đây cũng là một

phương pháp phi tham số (Sen, 1968), trong đó độ dốc Sen được xác định là trung vị của tất cả các độ dốc tính toán giữa từng cặp điểm dữ liệu trong chuỗi thời gian theo công thức:

$$\beta_i = \text{Median} \left[\frac{x_j - x_k}{j - k} \right] \forall (k < j)$$

với $i=1,2,\dots,N$, trong đó x_j và x_k là các giá trị quan trắc tại thời điểm j và k , và N là tổng số cặp giá trị x_j và x_k có thể được tạo ra trong chuỗi số liệu. Giá trị β dương biểu thị xu thế tăng, trong khi giá trị β âm biểu thị xu thế giảm của chuỗi số liệu theo thời gian.

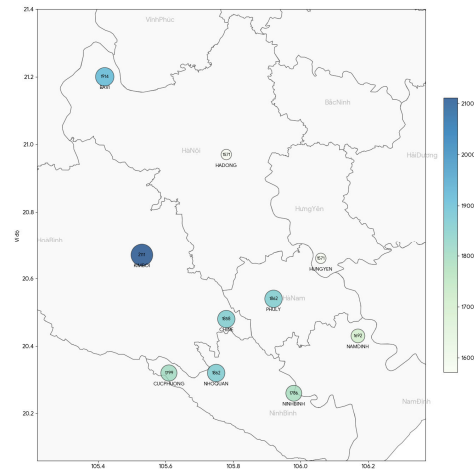
c. Tương quan Pearson

Phân tích tương quan Pearson được áp dụng để đánh giá mức độ liên kết và đồng pha biến động lượng mưa giữa các trạm quan trắc. Kết quả phân tích tương quan cho phép xem xét tính nhất quán không gian của xu thế biến đổi lượng mưa trong toàn lưu vực, đồng thời hỗ trợ việc nhận diện các tiểu vùng có đặc điểm biến động tương đồng hoặc khác biệt rõ rệt.

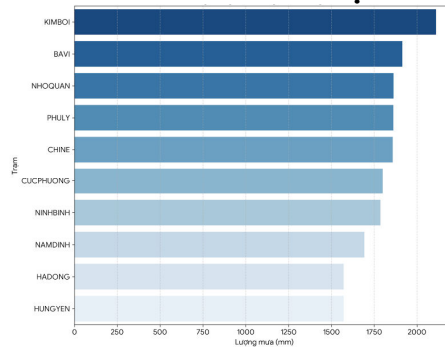
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Sự phân hóa không gian của lượng mưa và vai trò của địa hình

Kết quả phân tích không gian lượng mưa trung bình năm (Hình 2) cho thấy chế độ mưa trên lưu vực sông Nhuệ – Đáy có sự phân hóa không gian rất rõ rệt và chịu chi phối mạnh mẽ bởi yếu tố địa hình. Lượng



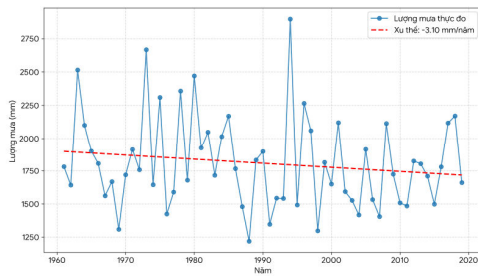
Hình 2. Phân bố lượng mưa trung bình năm trên lưu vực



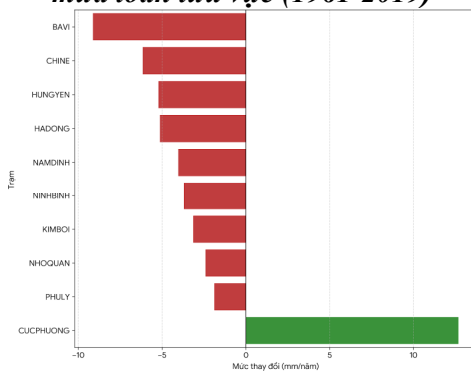
Hình 3. So sánh tổng lượng mưa trung bình năm giữa các trạm

mưa không phân bố đồng đều mà hình thành các gradient giảm dần theo hướng Tây Bắc – Đông Nam và Tây – Đông, phản ánh sự chuyển tiếp từ khu vực núi cao, bán sơn địa xuống vùng đồng bằng châu thổ thấp và bằng phẳng.

Phân bố mưa trên lưu vực (Hình 3) trên địa hình khu vực (Hình 1) cho thấy hiệu ứng chắn gió địa hình trong việc hình thành các tâm mưa lớn ở thượng lưu. Khu vực núi Hòa Bình – Ba Vì, nằm ở sườn đón gió



Hình 4. Biến trình và xu thế lượng mưa toàn lưu vực (1961-2019)



Hình 5. Biểu đồ độ dốc Sen thể hiện mức tăng/giảm tại các trạm

của hệ thống địa hình Tây Bắc mở rộng và khối núi Ba Vì, ghi nhận lượng mưa vượt trội so với phần còn lại của lưu vực. Cụ thể, các trạm Kim Bôi (2111 mm) và Ba Vì (1914 mm) có tổng lượng mưa trung bình năm cao nhất, phản ánh quá trình nâng cường bức các khối không khí ẩm trong hoàn lưu gió mùa Tây Nam, làm tăng cường quá trình ngưng kết và hình thành mưa.

Ngược lại, khi các khối khí tiếp tục di chuyển về phía Đông và Đông Nam, lượng ẩm sẵn có trong khí quyển đã bị tiêu hao đáng kể trong quá trình mưa ở thượng lưu.

Đồng thời, địa hình đồng bằng châu thổ thấp và tương đối bằng phẳng không còn đóng vai trò kích hoạt mưa địa hình. Do đó, lượng mưa tại các trạm đồng bằng như Hưng Yên chỉ đạt khoảng 1571 mm, thấp hơn Kim Bôi tới 540 mm, tương đương khoảng 25% tổng lượng mưa năm. Sự suy giảm này phản ánh rõ nét hiệu ứng “bóng mưa” (rain shadow) ở quy mô lưu vực.

Sự chênh lệch lớn về lượng mưa đầu vào giữa thượng lưu và hạ lưu kéo theo những hệ quả thủy văn – quản lý nước quan trọng. Trong khi khu vực thượng lưu phải đối mặt với nguy cơ lũ lên nhanh, biên độ dao động dòng chảy lớn và yêu cầu tiêu thoát lũ khẩn cấp, thì khu vực hạ lưu lại chịu áp lực ngập úng kéo dài do địa hình thấp, khả năng thoát nước hạn chế và phụ thuộc nhiều vào điều tiết nhân tạo.

3.2. Xu thế biến động lượng mưa dài hạn

Phân tích biến trình thời gian lượng mưa trung bình toàn lưu vực (Hình 4), kết hợp với kết quả kiểm định Mann–Kendall và ước lượng độ dốc Sen tại từng trạm (Bảng 2), cho thấy tín hiệu nhất quán về lượng mưa năm trên lưu vực sông Nhuệ – Đáy có xu thế suy giảm trong giai đoạn 1961–2019.

Xu thế suy giảm thể hiện rõ nét nhất tại các trạm vùng sinh thủy. Trạm Ba Vì, đại diện cho khu vực núi cao đầu nguồn, ghi nhận

**Bảng 2. Kết quả kiểm nghiệm xu thế Mann-Kendall và độ dốc Sen**

Trạm	Z-score	P-value	Sen's Slope (mm/năm)	Đánh giá xu thế
Ba Vì	-2.83	0.005	-9.13	Giảm mạnh
Chi Nê	-0.98	0.329	-6.16	Giảm
Hưng Yên	-1.74	0.082	-5.22	Giảm nhẹ
Hà Đông	-1.27	0.205	-5.13	Giảm
Nam Định	-1.41	0.158	-4.03	Giảm
Ninh Bình	-1.43	0.154	-3.70	Giảm
Kim Bôi	-0.46	0.645	-3.15	Giảm nhẹ
Nho Quan	-0.81	0.417	-2.41	Giảm nhẹ
Phủ Lý	-0.49	0.625	-1.88	Giảm nhẹ
Cúc Phương	+0.90	0.369	+12.68	Tăng

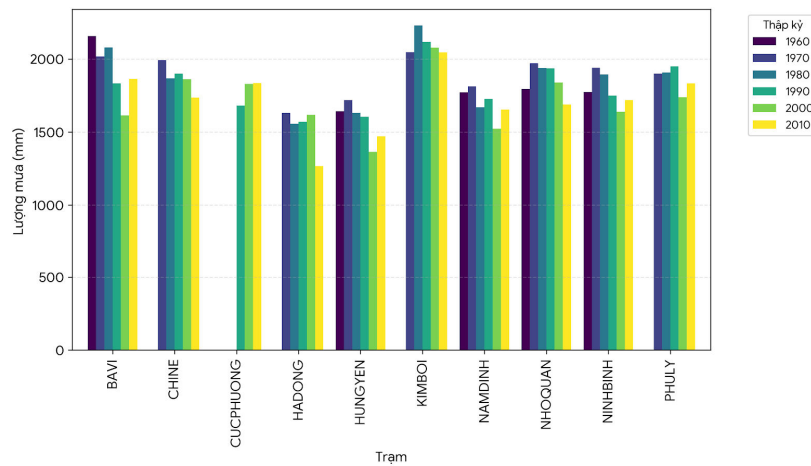
mức giảm mạnh nhất với độ dốc Sen đạt $-9,13$ mm/năm và có ý nghĩa thống kê rất cao ($P < 0,01$). Điều này hàm ý rằng chỉ riêng trong vòng khoảng 50 năm, lượng mưa trung bình năm tại khu vực này đã giảm xấp xỉ 450 mm. Sự suy giảm tại vùng sinh thủy là đặc biệt đáng quan ngại, bởi đây là khu vực đóng vai trò cung cấp nước chủ đạo cho toàn bộ hệ thống sông Đáy – Nhuệ.

Tại khu vực đồng bằng, các trạm như Hưng Yên và Hà Đông cũng ghi nhận xu thế giảm với mức độ khoảng 40–50 mm mỗi thập kỷ. Mặc dù mức ý nghĩa thống kê chưa cao (P dao động từ 0,08 đến 0,20), sự nhất quán về dấu âm của độ dốc Sen tại hầu hết các trạm (9/10 trạm) cho thấy đây không phải là dao động ngẫu nhiên cục bộ

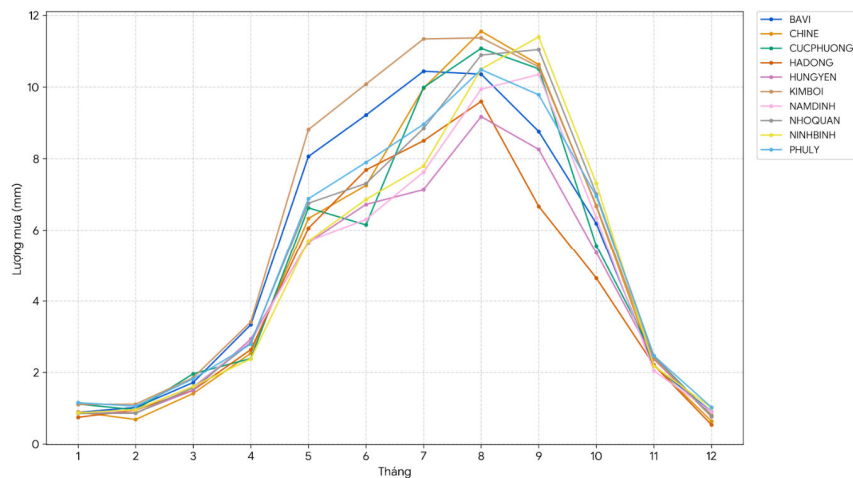
mà là một xu thế mang tính khu vực (regional trend). Xu thế này phản ánh sự thay đổi nền của chế độ mưa trong bối cảnh biến đổi khí hậu và có khả năng làm gia tăng rủi ro thiếu hụt nguồn nước trong dài hạn.

Đặc biệt tại trạm Cúc Phương, nơi ghi nhận xu thế tăng lượng mưa với độ dốc $+12,68$ mm/năm. Tuy nhiên, chuỗi số liệu tại trạm này chỉ bắt đầu từ năm 1995. Giai đoạn này trùng với một số pha mưa lớn bất thường trong thập kỷ 2000–2010 ở miền Bắc Việt Nam. Do đó, xu thế tăng tại Cúc Phương có thể phản ánh biến động khí hậu ngắn hạn (climate variability) hơn là một xu thế biến đổi dài hạn ổn định (climate change trend).

3.3. Biến động liên thập kỷ và sự dịch chuyển chế độ mưa



Hình 6. Biến động lượng mưa trung bình qua các thập kỷ

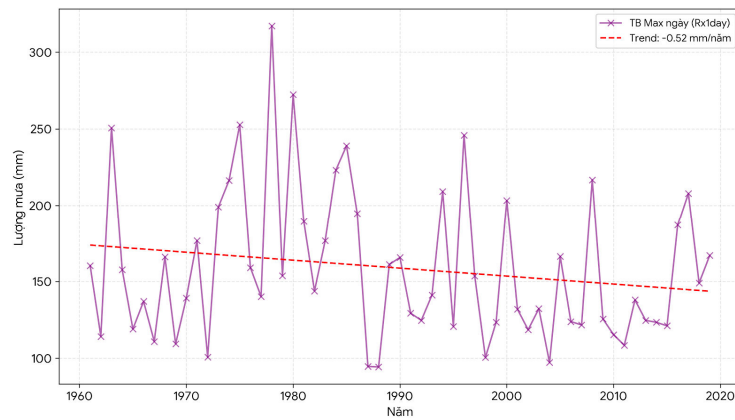


Hình 7. Phân phối lượng mưa tháng

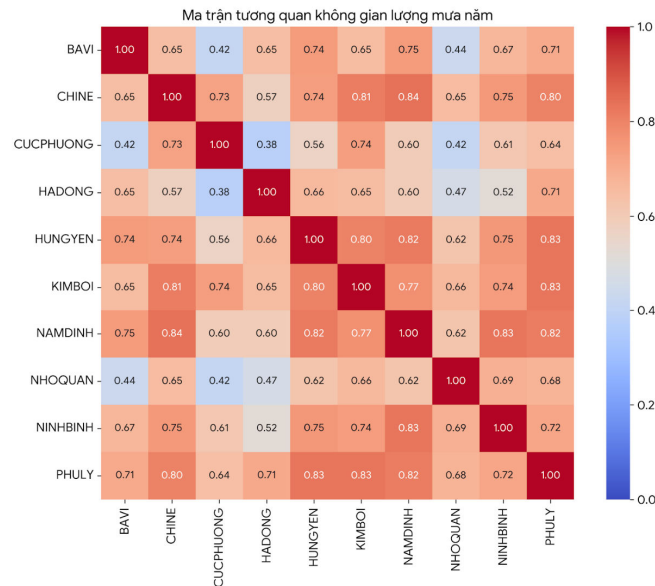
Phân tích lượng mưa theo từng thập kỷ (Hình 6) làm rõ hơn bản chất của xu thế suy giảm dài hạn. Kết quả cho thấy các thập kỷ 1960 và 1970 là giai đoạn ẩm ướt nhất trong chuỗi quan trắc, với lượng mưa trung bình năm cao và tương đối ổn định. Từ thập kỷ 1990 trở đi, lượng mưa có xu hướng giảm rõ rệt, đặc biệt trong giai đoạn 2010–2019, khi mức thâm hụt mưa trở nên

rõ ràng trên toàn lưu vực.

Xét theo phân phối mùa (Hình 7), chế độ mưa trên lưu vực vẫn duy trì đặc trưng một đỉnh rõ rệt, tập trung vào các tháng 7–8. Tuy nhiên, hình dạng phân phối mưa cho thấy sự khác biệt đáng kể giữa các tiểu vùng. Các trạm vùng núi như Ba Vì và Kim Bôi có đỉnh mưa nhọn hơn, phản ánh cường độ mưa lớn trong thời gian ngắn.



Hình 8: Biến động lượng mưa cực trị (Rx1day)



Hình 9: Ma trận tương quan không gian lượng mưa năm

Đặc điểm này lý giải tại sao các lưu vực thượng nguồn như sông Bôi hay sông Đáy thường xuất hiện lũ lên nhanh và lũ quét cục bộ. Trong khi đó, vùng đồng bằng chịu tác động chủ yếu của ngập lụt diện rộng, với thời gian tiêu thoát kéo dài do địa hình thấp và mạng lưới thoát nước hạn chế.

3.4. Biến động mưa cực trị

Kết quả phân tích số ngày mưa trung bình năm (Hình 8) và lượng mưa ngày lớn nhất (Rx1day, Hình 9) cho thấy sự tương phản rõ rệt giữa xu thế suy giảm của tần suất mưa và sự duy trì, thậm chí gia tăng, của cường độ các sự kiện mưa cực đoan. Điều này phản ánh sự tồn tại của nghịch lý khí hậu, trong đó lượng mưa có xu hướng tập



trung vào ít ngày hơn nhưng với cường độ lớn hơn, làm gia tăng nguy cơ các hiện tượng thời tiết cực đoan liên quan đến mưa. Số ngày mưa giảm dần theo thời gian, thể hiện qua đường xu thế âm ($P < 0.05$), cho thấy tần suất xuất hiện các trận mưa – đặc biệt là mưa nhỏ và mưa vừa – đang giảm. Điều này làm gia tăng nguy cơ hạn hán khí tượng và kéo dài các giai đoạn khô hạn, nhất là trong mùa khô. Ngược lại, chỉ số Rx1day dao động mạnh với biên độ lớn và không cho thấy xu thế giảm rõ rệt, thậm chí tại một số giai đoạn còn có xu hướng tăng. Cơ chế vật lý của hiện tượng này có thể được lý giải thông qua mối quan hệ Clausius–Clapeyron, khi nhiệt độ khí quyển tăng, khả năng chứa hơi nước của không khí cũng tăng theo. Hệ quả là khí quyển cần thời gian tích tụ ẩm lâu hơn để đạt trạng thái bão hòa, dẫn đến số ngày không mưa kéo dài hơn. Tuy nhiên, khi điều kiện đối lưu đủ mạnh và mưa xảy ra, lượng hơi nước tích tụ sẽ được giải phóng trong thời gian ngắn, tạo nên các trận mưa có cường độ rất lớn.

Kết quả này cho thấy lưu vực sông Nhuệ – Đáy đang phải đối mặt với rủi ro kép: hạn hán có xu hướng gia tăng về tần suất và thời gian kéo dài, trong khi nguy cơ ngập lụt do mưa lớn cực đoan vẫn không suy giảm, thậm chí có thể trở nên nghiêm trọng

hơn trong bối cảnh đô thị hóa nhanh và suy giảm khả năng thấm tự nhiên.

3.5. Phân bố không gian của chế độ mưa

Ma trận tương quan không gian lượng mưa năm giữa các trạm (Hình 9) cho thấy hệ số tương quan Pearson nhìn chung khá cao, với đa số cặp trạm có giá trị $r > 0,6$. Một số cặp trạm có mức tương quan rất mạnh, như Nho Quan – Chi Nê ($r = 0,77$) hay Phủ Lý – Nam Định ($r = 0,73$). Điều này khẳng định chế độ mưa trên toàn lưu vực chịu sự chi phối nhất quán của các hệ thống hoàn lưu khí quyển quy mô lớn, đặc biệt là gió mùa.

Tuy nhiên, sự suy giảm mạnh mẽ và có ý nghĩa thống kê cao tại trạm Ba Vì cho thấy ngoài tác động của hoàn lưu quy mô lớn, các yếu tố địa phương cũng có thể đóng vai trò điều chỉnh quan trọng đối với chế độ mưa. Những thay đổi về lớp phủ rừng, gia tăng đô thị hóa ở khu vực chân núi và biến đổi sử dụng đất có khả năng làm thay đổi cân bằng năng lượng bề mặt và quá trình đối lưu địa phương, từ đó tác động đến lượng mưa. Đây là gợi ý quan trọng cho các nghiên cứu tiếp theo, nhằm tách biệt vai trò tương đối của biến đổi khí hậu quy mô lớn và các tác động nhân sinh ở quy mô địa phương.

Kết luận

Phân tích chuỗi số liệu khí tượng thủy văn



dài hạn giai đoạn 1961–2019 đã cho phép nhận diện một cách hệ thống các đặc trưng không gian và xu thế biến đổi của lượng mưa trên lưu vực sông Nhuệ – Đáy. Kết quả nghiên cứu cho thấy chế độ mưa trên lưu vực có sự phân hóa không gian rõ rệt và chịu chi phối mạnh mẽ bởi điều kiện địa hình, thể hiện qua gradient giảm lượng mưa từ vùng sinh thủy phía Tây, nơi có địa hình núi cao và bán sơn địa (Kim Bôi, Ba Vì), xuống khu vực hạ lưu đồng bằng phía Đông và Đông Nam (Hưng Yên, Nam Định).

Xét về xu thế dài hạn, lượng mưa năm trên toàn lưu vực có dấu hiệu suy giảm tương đối nhất quán. Xu thế này được thể hiện rõ nhất tại trạm Ba Vì – đại diện cho khu vực đầu nguồn – với mức giảm có ý nghĩa thống kê cao ($-9,13$ mm/năm), đồng thời được củng cố bởi sự xuất hiện của xu hướng giảm tại phần lớn các trạm quan trắc còn lại. Sự đồng pha của xu thế suy giảm trên phạm vi lưu vực cho thấy đây là một đặc điểm mang tính khu vực, phản ánh sự thay đổi nền của chế độ mưa hơn là các dao động ngẫu nhiên cục bộ.

Bên cạnh sự suy giảm của tổng lượng mưa, nghiên cứu cũng chỉ ra sự dịch chuyển đáng kể trong cấu trúc mưa theo thời gian. Cụ thể, số ngày mưa trung bình năm có xu hướng giảm, trong khi cường độ các sự

kiện mưa cực đoan ngắn hạn, đại diện bởi chỉ số $Rx1day$, không cho thấy xu thế giảm tương ứng và vẫn duy trì mức dao động lớn. Sự kết hợp này cho thấy chế độ mưa trên lưu vực đang chuyển dịch theo hướng ít ngày mưa hơn nhưng tập trung cường độ cao hơn trong các sự kiện riêng lẻ, làm gia tăng tính bất định của nguồn nước mưa và mức độ rủi ro thủy văn.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên Môi trường (2020). "Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam."
2. Đinh Thị Việt Hà. "Đánh giá xu thế biến đổi mưa, nhiệt độ tỉnh Kiên Giang." Tạp chí Khí tượng thủy văn 747 (2023): 54-69.
3. Hoàng Thị An và Trần Thùy Nhung. "Nghiên cứu kết hợp mô hình thủy lực và mô hình trí tuệ nhân tạo mô phỏng chất lượng nước sông Nhuệ-Đáy." Tạp chí Khí tượng Thủy văn 739 (2022): 67-80.
4. Kerketta, J., & Singh, A. (2020). Temporal trend analysis of temperature data using Mannkendall test and sen's slope estimator. Journal of Water Engineering and Management, 1(1), 31-43.
5. Kendall, K. (1975). Thin-film peeling-



- the elastic term. Journal of Physics D: Applied Physics, 8(13), 1449.
6. Mann, H. B. (1945). Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 245-259.
 7. Diress, S. A., & Bedada, T. B. (2021). Precipitation and temperature trend analysis by Mann Kendall test: the case of Addis Ababa methodological station, Addis Ababa, Ethiopia. *African Journal of Land Policy and Geospatial Sciences*, 4(4), 517-526.
 8. Sen, P. K. (1968). Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American statistical association*, 63(324), 1379-1389.

Ngày nộp: 17/11/2025

Ngày chấp nhận đăng: 23/12/2025