BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ

TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI THẢO KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MỚI TRONG THU NHẬN, XỬ LÝ, CẬP NHẬT VÀ CHIA SẺ DỮ LIỆU ĐỊA KHÔNG GIAN

NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

TT	Họ và tên	Đơn vị công tác	Chức vụ
1	TS. Nguyễn Phi Sơn	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Trưởng ban
2	TS. Nguyễn Thị Thanh Hương	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Ủy viên
3	PGS.TS. Phạm Minh Hải	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Ủy viên
4	PGS.TS. Trần Viết Tuấn	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Ủy viên
5	PGS. TS. Bùi Quang Thành	Khoa Địa lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội	Ủy viên
6	PGS. TS. Trần Vân Anh	Trường Đại học Mỏ- Địa chất Hà Nội	Ủy viên
7	TS. Dương Chí Công	Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam	Ủy viên
8	TS. Đào Ngọc Long	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Ủy viên
9	TS. Cáp Xuân Tú	Công ty TNHH MTV Tài nguyên và Môi trường Việt Nam	Ủy viên
10	TS. Nguyễn Đại Đồng	Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam	Ủy viên
11	TS. Đồng Thị Bích Phương	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Ủy viên
12	TS. Lại Văn Thủy	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Ủy viên
13	TS. Đỗ Thị Hoài	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Ủy viên
14	TS. Lê Quang Toan	Viện Công nghệ vũ trụ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam	Ủy viên
15	TS. Đặng Thị Ngọc	Khoa Địa lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội	Ủy viên
16	TS. Trần Văn Trường	Khoa Địa lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội	Ủy viên
17	TS. Nguyễn Thanh Thủy	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Ủy viên, Thư ký
18	ThS. Nguyễn Công Sơn	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Ủy viên
19	ThS. Hoàng Thị Thu Hà	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Ủy viên

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ

TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI THẢO
KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MỚI TRONG THU NHẬN, XỬ LÝ, CẬP NHẬT VÀ CHIA SẺ DỮ LIỆU ĐỊA KHÔNG GIAN

HÀ NỘI, THÁNG 11 NĂM 2023

MỤC LỤC

TỰ ĐỘNG HÓA TRONG CẬP NHẬT CƠ SỞ DỮ LIỆU NỀN ĐỊA LÝ QUỐC GIA TỈ LỆ LỚN: VẤN ĐỀ VÀ GIẢI PHÁP

Nguyễn Phi Sơn, Nguyễn Thanh Thuỷ.....1

ƯỚC TÍNH TRƯỜNG BIẾN DẠNG HIỆN ĐẠI LÃNH THỔ VIỆT NAM TỪ DỮ LIỆU QUAN TRẮC ĐỊA ĐỘNG LỰC VÀ DỮ LIỆU TRẠM CORS GIAI ĐOẠN 2015-2020

Lại Văn Thuỷ, Phạm Lê Phương, Nguyễn Viết Quân, Mai Anh Dũng.....17

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MODELBUILDER TRONG PHẦN MỀM ARCGIS THIẾT KẾ BỘ CÔNG CỤ HỖ TRỢ XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU NỀN ĐỊA LÝ

Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Võ Sơn Hào, Nguyễn Thị Huệ.....28

XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ TÌNH NGUYỆN (VGI) PHỤC VỤ CẬP NHẬT CƠ SỞ DỮ LIỆU NỀN ĐỊA LÝ TỈ LỆ LỚN

Trần Tuấn Anh, Nguyễn Phi Sơn, Đinh Thị Thanh, Lê Văn Hùng.....44

PHÁT HIỆN ĐIỂM CHÁY RỪNG TỪ ẢNH VIỄN THÁM SENTINEL-2 BẰNG THUẬT TOÁN TỶ SỐ CHÁY CHUẨN HÓA (NBR-NORMALIZED BURN RATIO)

Đào Ngọc Long, Trần Xuân Trường.....57

NGHIÊN CỨU SO SÁNH LỰA CHỌN THUẬT TOÁN NỘI SUY KHÔNG GIAN PHÙ HỢP TRONG XÂY DỰNG BẢN ĐỒ CHUYÊN ĐỀ CỦA CÁC CHỈ SỐ KHÍ TƯỢNG THU THẬP TẠI CÁC TRẠM THU MẶT ĐẤT

Vũ Ngọc Phan, Phạm Minh Hải.....66

ỨNG DỤNG ARCGIS VÀ NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH PYTHON XÂY DỰNG BỘ CÔNG CỤ TỰ ĐỘNG HÓA BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG ĐẤT TỪ BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Võ Di Quỳnh, Vũ Xuân Cường, Nguyễn Thị Huệ.....83

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP TÍNH CHỈ SỐ BIẾN THIÊN VỀ ĐỘ DÀY QUANG HỌC ĐỂ PHÂN LOẠI THUỘC TÍNH CỦA SOL KHÍ TẠI MỘT KHU VỰC ĐÔ THỊ Ở HÀ NỘI

Nguyễn Thị Thúy Hằng, Nguyễn Công Sơn, Đào Thị Bích Hồng, Võ Ngọc Dũng.....97

PHÁT HIỆN ĐIỂM CHÁY RỪNG TỪ ẢNH VIỄN THÁM SENTINEL-2 BẰNG THUẬT TOÁN TỶ SỐ CHÁY CHUẨN HÓA (NBR-NORMALIZED BURN RATIO)

Đào Ngọc Long[1], Trần Xuân Trường[2]
[1]Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ
[2]Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Ngày nhận bài: 26/10/2023; Ngày gửi phản biện: 27/10/2023; Ngày chấp nhận đăng: 31/10/2023

Tóm tắt:

Việc lập bản đồ chính xác và nhanh chóng các khu vực bị thiệt hại do cháy rừng là cần thiết để hỗ trợ quản lý cháy rừng, ước tính chi phí môi trường, xác định các chiến lược quy hoạch và giám sát quá trình phục hồi thảm thực vật. Nhiều thuật toán phát hiện điểm cháy rừng bằng dữ liệu viễn thám đã được nghiên cứu, thử nghiệm cho nhiều khu vực. Báo cáo này trình bày kết quả xây dựng bản đồ cháy rừng khu vực tỉnh Phú Yên từ ảnh viễn thám Sentinel-2 giai đoạn từ 01/05/2019 đến 20/09/2019 bằng thuật toán tỷ số cháy chuẩn hóa (NBR-Normalized Burn ratio). Kết quả nhận được trong nghiên cứu là giải pháp hiệu quả trong phát hiện và đánh giá mức độ thiệt hại do cháy rừng gây ra.

Từ khóa: *Phát hiện điểm cháy rừng, Viễn thám Sentinel-2, NBR-Normalized Burn ratio, Tỉnh Phú Yên.*

1. MỞ ĐẦU

Ảnh vệ tinh ngoài việc được sử dụng trong nghiên cứu, xây dựng các mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng còn có thể sử dụng trong giám sát các đám cháy đang hoạt động [3], tác động của chúng đối với chất lượng không khí [4] và các dấu vết khác mà chúng để lại trên môi trường [5, 6]. Việc lập bản đồ chính xác và nhanh chóng các khu vực bị thiệt hại do hoả hoạn là cần thiết để hỗ trợ quản lý hoả hoạn, ước tính chi phí môi trường, xác định các chiến lược quy hoạch và giám sát quá trình phục hồi thảm thực vật [7].

Phát hiện khu vực cháy (BA-Burn area) có liên quan chặt chẽ đến việc giám sát thảm thực vật. Với mục đích này, một số phương pháp đã được đề xuất dựa trên việc sử dụng các chỉ số quang phổ, chẳng hạn như Chỉ số thực vật khác biệt được chuẩn hóa (NDVI), có thể được định nghĩa là tỉ lệ chuẩn hóa của sự khác biệt giữa dải hồng ngoại gần và dải đỏ [8]; chỉ số này cho phép điều tra mối quan hệ giữa lượng thực vật bị tiêu thụ và mức độ nghiêm trọng của đám cháy [9, 10]. Ngoài ra, các chỉ số cụ thể đã được phát triển để ghi lại tác động của lửa với độ tương phản quang phổ lớn hơn, chẳng hạn

như Tỷ số cháy chuẩn hoá (NBR), là tỉ lệ chuẩn hóa của sự khác biệt giữa dải hồng ngoại gần và hồng ngoại sóng ngắn [10, 11]. Sự kết hợp này giúp phân tích hiện tượng trong điều kiện trước và sau khi cháy. Ở bước sóng NIR, độ hấp thụ của thực vật thấp, trong khi độ phản xạ và độ truyền qua cao; trong các bước sóng SWIR, độ phản xạ và độ truyền qua của thảm thực vật thấp và độ hấp thụ rất cao. Trong vùng sau cháy, các khu vực bị cháy cho thấy hệ số phản xạ tương đối thấp ở dải hồng ngoại gần và hệ số phản xạ cao ở dải hồng ngoại sóng ngắn [12, 13]. Chỉ số này đã được áp dụng thành công cho dữ liệu vệ tinh, chẳng hạn như hình ảnh Sentinel-2 [14] và Landsat 7 và Landsat 8 [15] để xác định các khu vực bị cháy.

Bài báo này trình bày kết quả xây dựng bản đồ phát hiện điểm cháy rừng khu vực tỉnh Phú Yên từ ảnh vệ tinh Sentinel-2. Công tác tính toán được lập trình trên ngôn ngữ Java scripts trên nền tảng Google Earth Engine.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu và khu vực nghiên cứu

a) Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn là địa bàn tỉnh Phú Yên, một tỉnh duyên hải miền Trung thuộc vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, chịu ảnh hưởng của khí hậu đại dương. Thời tiết có 2 mùa rõ rệt: mùa khô từ tháng 1 đến tháng 8, mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 12, tập trung từ 70 - 80% lượng mưa cả năm.

b) Dữ liệu sử dụng

Nghiên cứu chọn năm 2019 để thực nghiệm bởi vì theo báo cáo của chi cục Kiểm Lâm tỉnh Phú Yên trong vòng 9 tháng đầu năm 2019, toàn tỉnh đã xảy ra 68 vụ cháy rừng làm thiệt hại hơn 1162 ha rừng. Có thể nói đây là năm cháy rừng rất nghiêm trọng tại tỉnh Phú Yên.

Dữ liệu viễn thám sử dụng trong nghiên cứu là ảnh vệ tinh Sentinel-2 với 37 ảnh trước khi xảy ra cháy và 24 ảnh sau khi cháy trong thời gian từ 01/05/2019 đến 20/09/2019

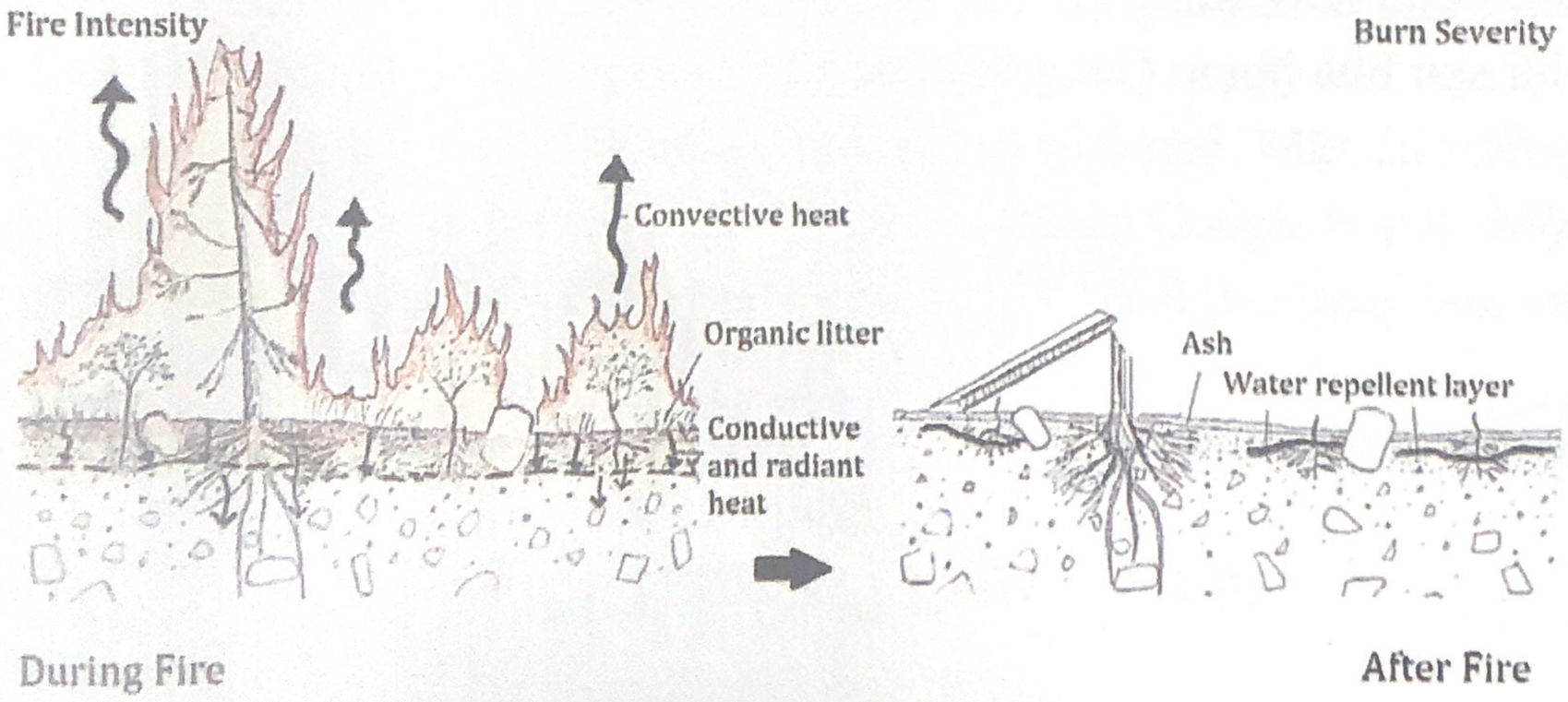
2.2. Thuật toán phát hiện điểm cháy rừng từ dữ liệu viễn thám [1]

Theo Cục Lâm Nghiệp Hoa Kỳ và tổ chức UN-SPIDER của Liên Hợp Quốc về thông tin dựa trên không gian để quản lý thảm họa và ứng phó khẩn cấp, việc phát hiện cháy rừng từ ảnh viễn thám có thể được thực hiện bằng các thuật toán "Change Detection". Trong các thuật toán đó, thuật toán dùng chỉ số NBR (Normalized Burn Ratio - Tỉ lệ bỏng chuẩn hóa) mang lại hiệu quả hơn cả.

NBR là chỉ số được thiết kế để làm nổi bật các khu vực bị cháy trong các vùng cháy lớn và tương đối lớn. Công thức này tương tự như NDVI, ngoại trừ việc công thức này kết hợp việc sử dụng cả hai bước sóng hồng ngoại gần (NIR) và hồng ngoại sóng ngắn (SWIR).

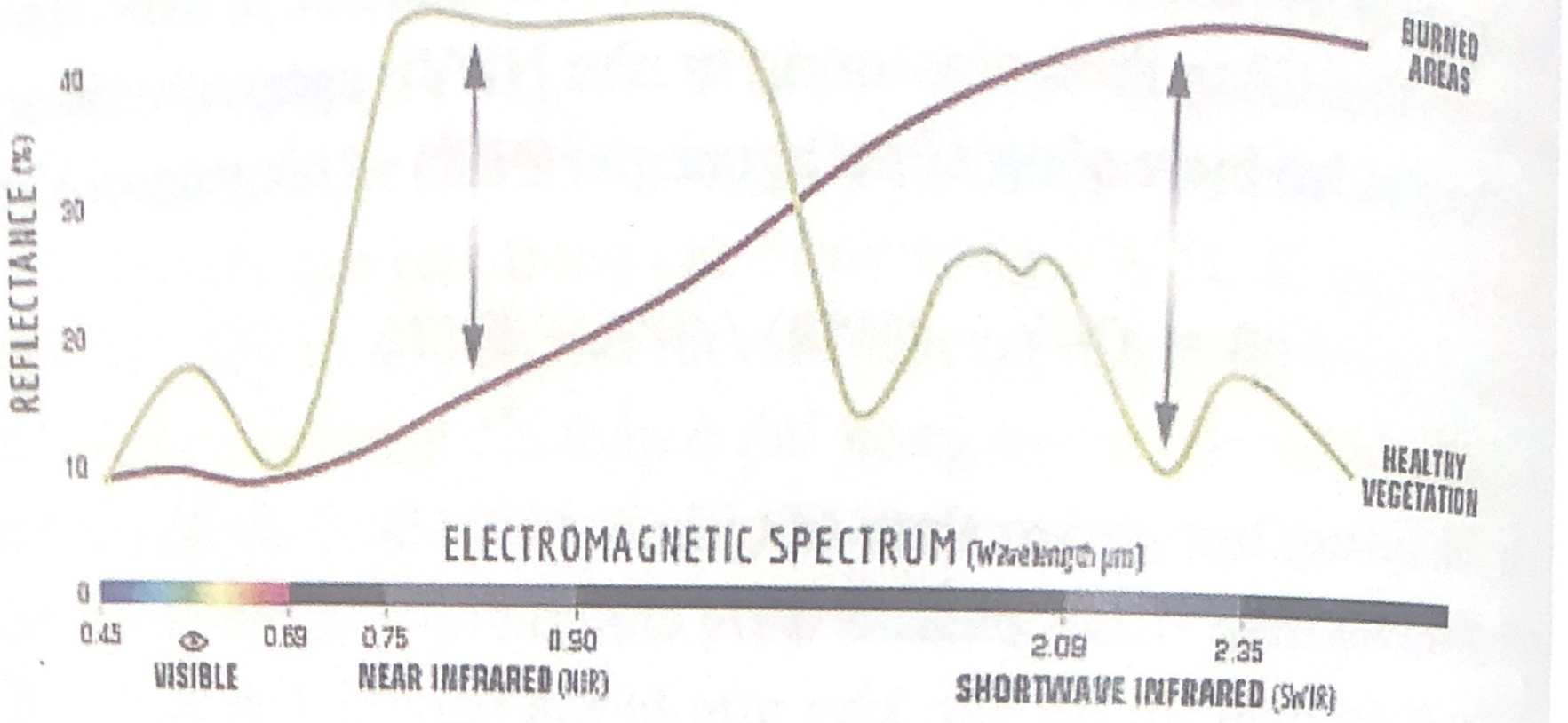
$$NBR = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR) \quad (1)$$

Trên ảnh quang học, thảm thực vật khoẻ mạnh cho thấy độ phản xạ rất cao trong NIR và độ phản xạ thấp trong phần SWIR của giải quang phổ (Hình 1). Trong khi đó, SWIR lại cho phép hiển thị tốt các khu vực bị lửa tàn phá. Các khu vực bị cháy thường thể hiện độ phản xạ thấp trong NIR và độ phản xạ cao trong SWIR. Như vậy điểm quyết định mang tính chìa khóa trong việc ứng dụng kỹ thuật viễn thám vệ tinh cho việc phát hiện cháy rừng là khai thác sự khác biệt giữa các phản ứng quang phổ của thảm thực vật khoẻ mạnh và các khu vực bị cháy trong vùng NIR và SWIR của giải quang phổ, nơi mà sự khác biệt đạt đến đỉnh điểm.



Hình 1. Minh họa cường độ cháy và vết cháy (Nguồn: Cục Lâm nghiệp Hoa Kỳ) https://www.un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-burn-severity/in-detail/normalized-burn-ratio

Luận điểm khoa học cốt yếu ở đây là các đám cháy được phát hiện dựa trên mức độ chênh lệch quang phổ, NBR sử dụng tỉ lệ giữa các dải NIR và SWIR, theo công thức (1), (2), (3). Giá trị NBR cao biểu thị thảm thực vật khoẻ mạnh trong khi giá trị thấp biểu thị mặt đất trống và các khu vực bị cháy gần đây. Các khu vực không bị cháy thường được quy cho các giá trị gần bằng không (Hình 2).



Hình 2. Dải quang phổ và mức độ phản xạ tại khu vực có thảm thực vật khoẻ mạn tại các khu vực khu vực bị đốt cháy. (Nguồn: Cục Lâm nghiệp Hoa Kỳ)

Sự khác biệt giữa NBR trước và sau khi cháy thu được từ các các ảnh vệ tinh q học được sử dụng để tính toán chỉ số dNBR hoặc ΔNBR, sau đó có thể được sử dụ ước tính mức độ nghiêm trọng của vết cháy. Giá trị dNBR cao hơn biểu thị mức độ hại nghiêm trọng hơn, trong khi các khu vực có giá trị dNBR âm có thể biểu thị sự triển trở lại sau hoả hoạn. Công thức được sử dụng để tính toán dNBR được minh bên dưới:

$$NBR_{\text{Pre-fire}} = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

$$NBR_{\text{Post-fire}} = \frac{B8A - B12}{B8A + B12}$$

$$dNBR = NBR_{\text{Pre-fire}} - NBR_{\text{Post-fire}}$$

Các giá trị dNBR mặc dù có thể thay đổi tùy theo điều kiện khu vực nghiên c khác nhau để có được kết quả tốt nhất. Tuy nhiên, ta có thể tham khảo bảng phân loại Cơ quan Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS) đã đề xuất để giải thích mức độ nghiêm trọ của vết bỏng, có thể xem bảng dưới đây.

Bảng 1: Giá trị dNBR do Cơ quan Khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS) đề xuất

Severity Level	dNBR Range (scaled by 10^3)	dNBR Range (not scaled)
Enhanced Regrowth, high (post-fire)	-500 to -251	-0.500 to -0.251
Enhanced Regrowth, low (post-fire)	-250 to -101	-0.250 to -0.101
Unburned	-100 to +99	-0.100 to +0.99
Low Severity	+100 to +269	+0.100 to +0.269
Moderate-low Severity	+270 to +439	+0.270 to +0.439
Miderate-high Severity	+440 to +659	+0.440 to +0.659
High Severity	+660 to +1300	+0.660 to +1.300

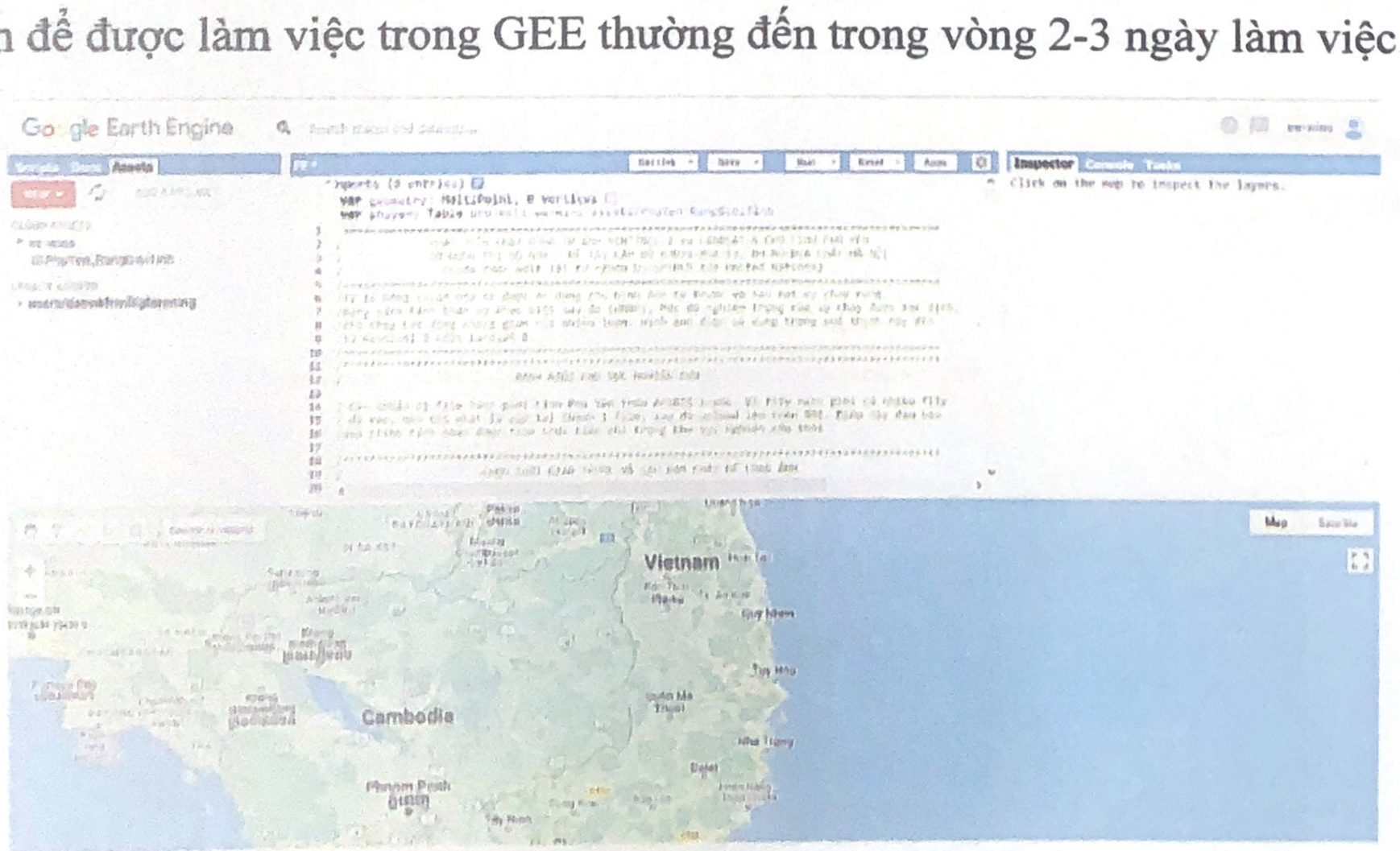
Như vậy, từ cơ sở khoa học trình bày trên, việc phát hiện đám cháy có thể thực hiện bằng nhiều ảnh vệ tinh quang học khác nhau, như ảnh MODIS, Landsat 8, và Sentinel-2, v.v..

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thực nghiệm phát hiện sớm các điểm cháy rừng khu vực tỉnh Phú Yên

Công tác tính toán được lập trình trên ngôn ngữ Java scripts, sử dụng các hướng dẫn và gợi ý mới nhất từ UN-SPIDER. Lý do chọn ngôn ngữ Java scripts là vì công tác tính toán phát hiện điểm cháy rừng được thực hiện trực tiếp trên Google Earth Engine. Sau khi Javascripts được hoàn thành, việc tính toán cháy rừng cho bất kỳ khu vực nào vào bất kỳ thời gian nào đều thực hiện được, bằng việc nhập ranh giới nghiên cứu, thời gian trước khi cháy rừng và sau khi cháy rừng.

Google Earth Engine (GEE) là một nền tảng web mạnh mẽ để xử lý dữ liệu viễn thám dựa trên đám mây trên quy mô lớn của Google. Ưu điểm nằm ở tốc độ tính toán vượt trội của nó, vì quá trình xử lý được thuê ngoài cho các máy chủ của Google. Nền tảng này cung cấp nhiều bộ dữ liệu được cập nhật liên tục, vì vậy không cần tải xuống máy tính các ảnh gốc, công tác chiếm nhiều thời gian và bộ nhớ. Mặc dù miễn phí nhưng người dùng vẫn cần kích hoạt quyền truy cập bằng tài khoản Google hợp lệ. Một xác nhận tài khoản để được làm việc trong GEE thường đến trong vòng 2-3 ngày làm việc.

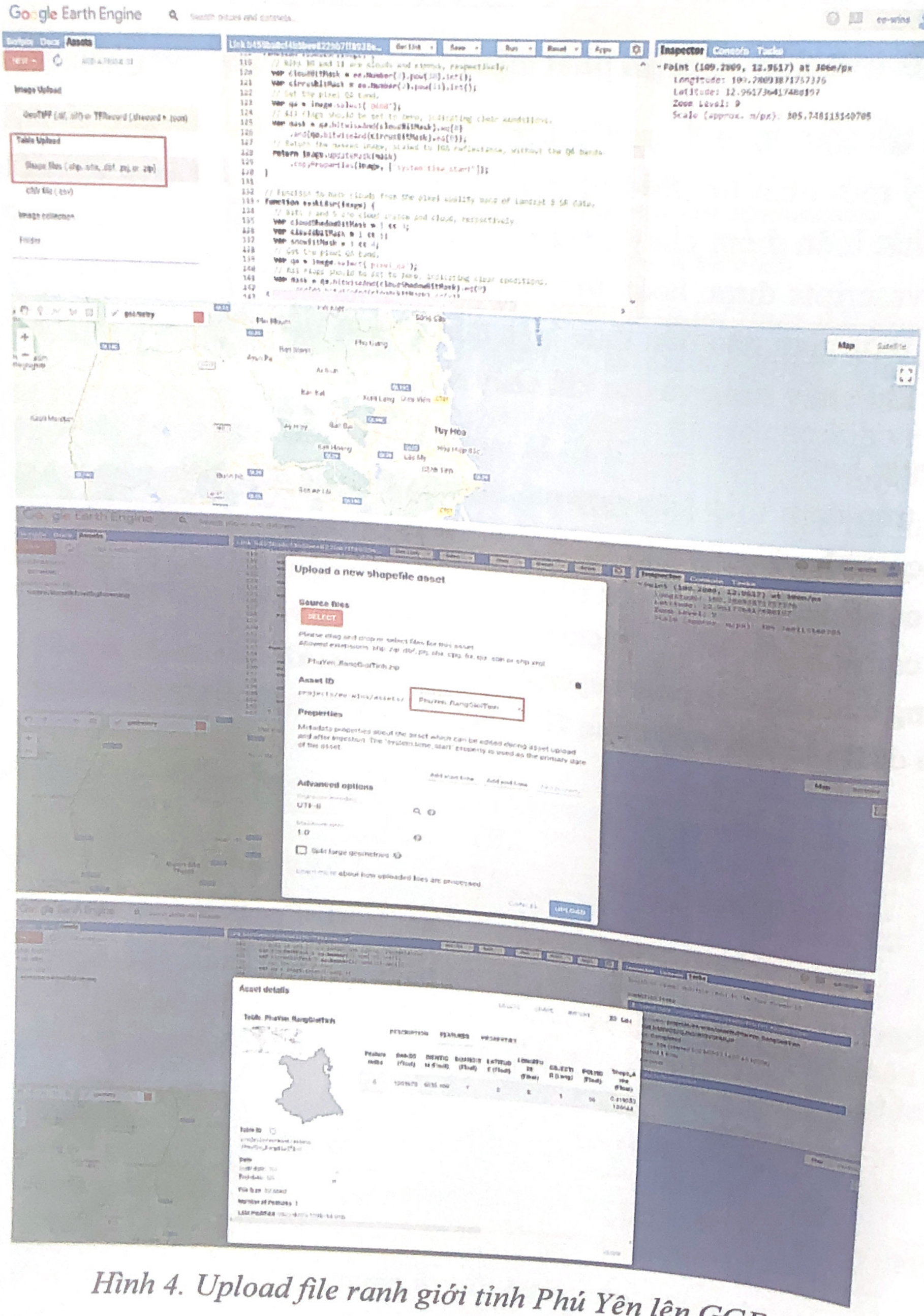


Hình 3. Ảnh chụp màn hình Google Earth Engine và Java Scripts trong nghiên cứu

Chi tiết từng bước như sau:

- Bước 1. Chuẩn bị file ranh giới tỉnh Phú Yên sang định dạng ESRI-Shapefile (.shp) trước khi upload lên GGE thông qua mục Table upload (Hình 4). Cần upload tất cả

các thành phần của shapefile: .shp, .shx và .dbf. Tải lên các tập tin thường mất một vài phút. Tốt nhất là zip tất cả vào 1 file và upload.



Hình 4. Upload file ranh giới tỉnh Phú Yên lên GGE

- **Bước 2.** Download ảnh Sentinel-2 trực tiếp trên GEE. Ưu điểm chính của GEE là khả năng truy cập dữ liệu ảnh vệ tinh toàn cầu theo chuỗi thời gian khác nhau thông qua

Image Collections. Các ảnh này đã được tải trên máy chủ của Google và không yêu cầu xử lý trước nhiều.

▪ **Bước 3**: Xử lý Cloud Mask. GGE cung cấp các tập lệnh và thuật toán để xử lý Cloud Mask nhằm loại bỏ ảnh hưởng của mây khỏi các ảnh viễn thám. Bằng cách ghép các hình ảnh bị che khuất, một hỗn hợp có mức độ mây nhỏ nhất có thể được tạo ra. Thuật toán này đã được chứng minh là hoạt động đáng tin cậy.

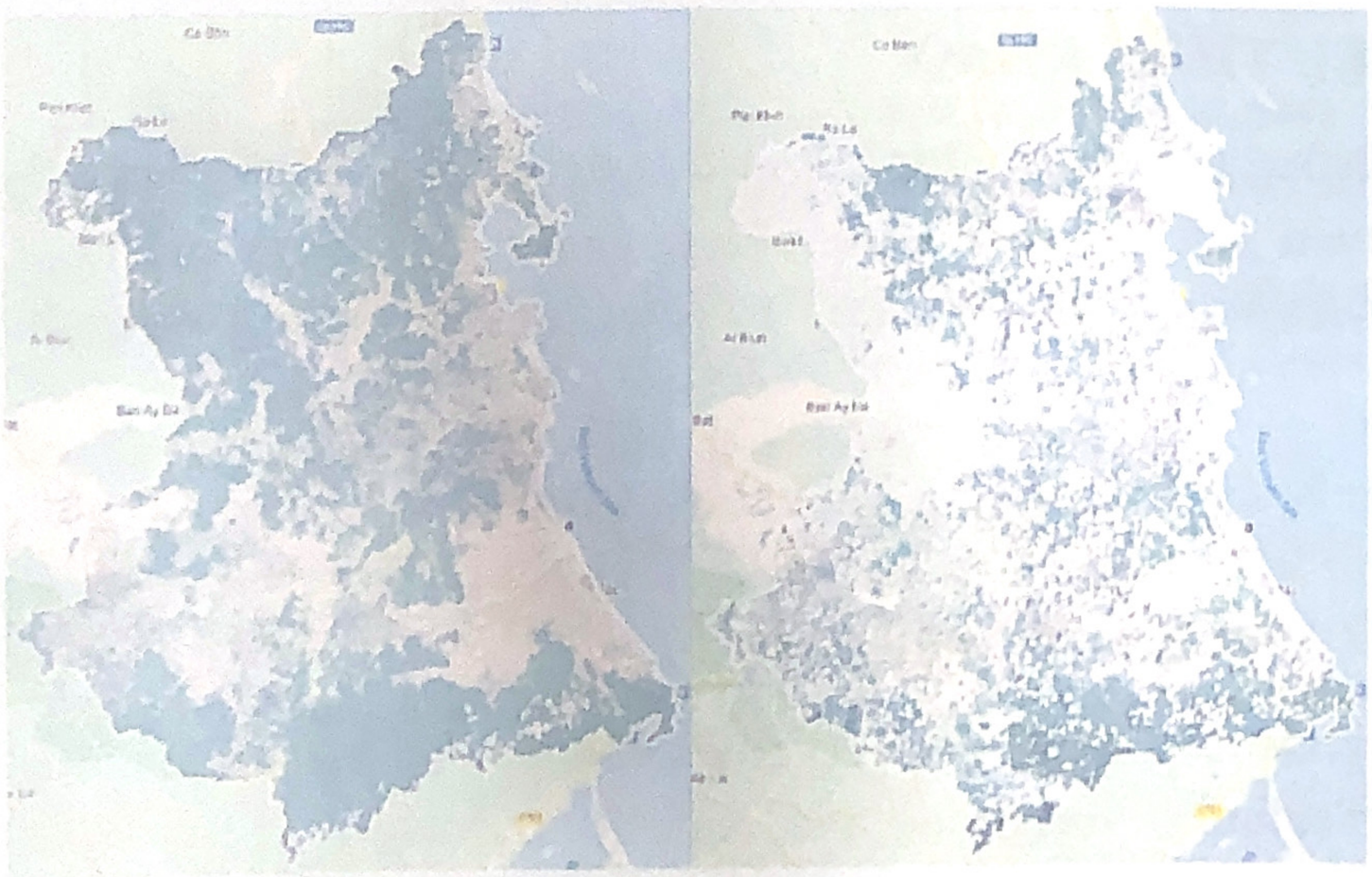
▪ **Bước 4:** Tính toán chỉ số $NBR_{Pre\text{-}fire}$, $NBR_{Post\text{-}fire}$, và *dNBR* theo công thức (2), (3) và (4). Tất cả hình ảnh màu thật, dải thang độ xám và dữ liệu được phân loại đều yêu cầu các tham số trực quan hóa riêng lẻ trước khi được thêm vào bản đồ. Ngoài ra, các chỉ số này được phân loại thành 07 mức độ theo phân loại của Cục Lâm Nghiệp Hoa Kỳ. Sau khi đánh giá khu vực bị cháy, xuất file kết quả và tải về máy tính

Bảng 2: Giá trị dNBR do USGS đề xuất

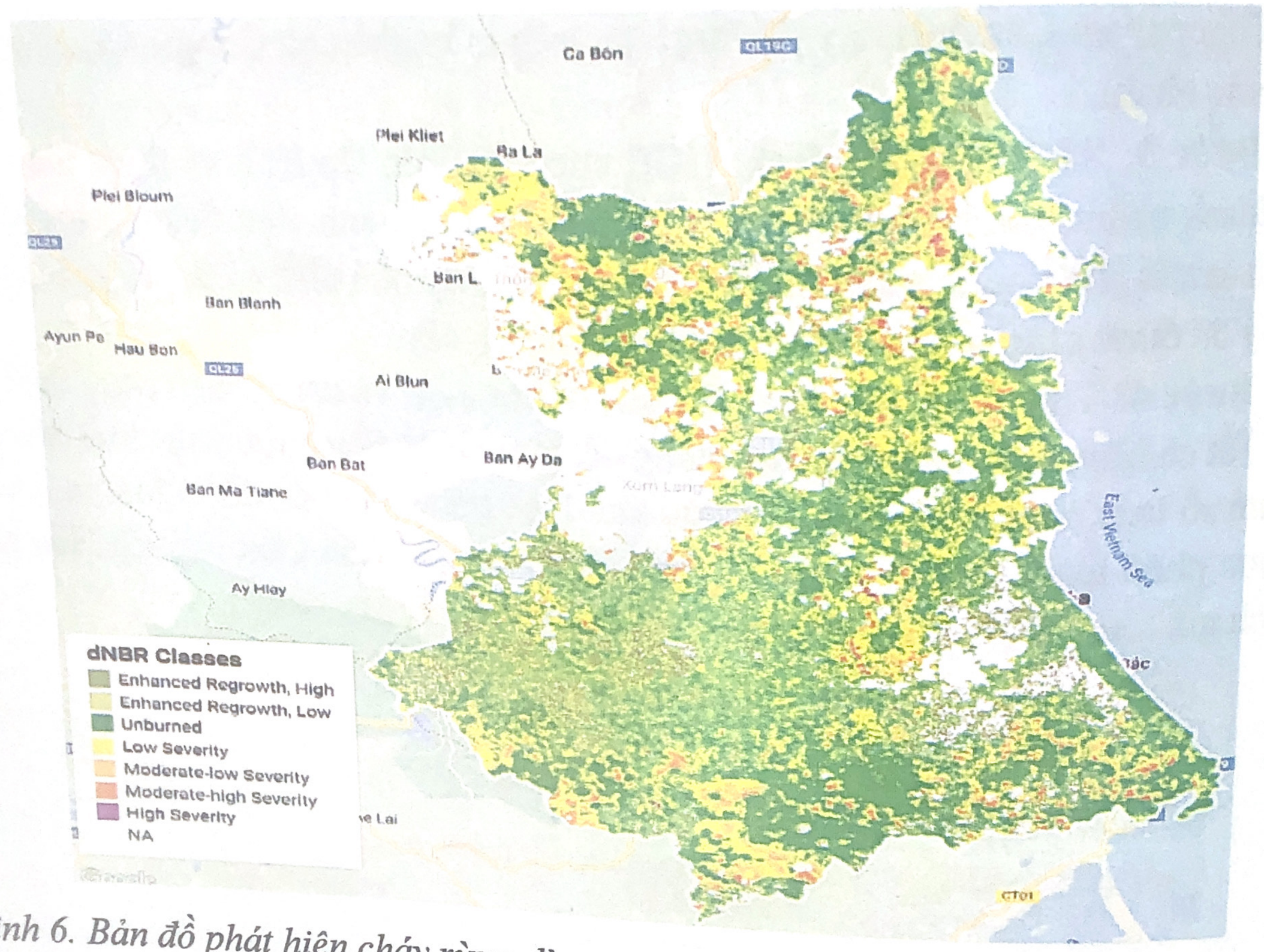
Severity Level	dNBR Range (scaled by 10^3)	dNBR Range (not scaled)
Enhanced Regrowth, high (post-fire)	-500 to -251	-0.500 to -0.251
Enhanced Regrowth, low (post-fire)	-250 to -101	-0.250 to -0.101
Unburned	-100 to +99	-0.100 to +0.99
Low Severity	+100 to +269	+0.100 to +0.269
Moderate-low Severity	+270 to +439	+0.270 to +0.439
Miderate-high Severity	+440 to +659	+0.440 to +0.659
High Severity	+660 to +1300	+0.660 to +1.300

Kết quả thực nghiệm với ảnh Sentinel-2

Trong thời gian từ 01/05/2019 đến 20/09/2019, dữ liệu thu thập ảnh Sentinel-2 cho nghiên cứu phát hiện điểm cháy cho tỉnh Phú Yên gồm 37 ảnh trước khi cháy và 24 ảnh sau khi cháy.



Hình 5. Ảnh Sentinel-2 cho phát hiện cháy rừng tại tỉnh Phú Yên sau khi đã xử lý Cloud Mask: (Trái) trước khi cháy rừng; (Phải) ảnh sau khi cháy



Hình 6. Bản đồ phát hiện cháy rừng dùng chỉ số dNDR cho tỉnh Phú Yên sử dụng ảnh Sentinel-2. Các vùng màu tím và đỏ thể hiện điểm cháy nghiêm trọng

4. KẾT LUẬN

Kết quả nhận được trong nghiên cứu có thể sử dụng hiệu quả phục vụ công tác phát hiện khu vực cháy rừng, cung cấp thông tin giúp các nhà quản lý trong theo dõi, ước tính chi phí môi trường, xác định các chiến lược quy hoạch và giám sát quá trình phục hồi thảm thực vật.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2000). Quy định về cấp dự báo, báo động và các biện pháp tổ chức thực hiện phòng cháy, chữa cháy rừng, *Quyết định số 127/2000-QĐ-BNN-KL ngày 11 tháng 12 năm 2000 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.*

[2]. Trần Xuân Trường (2023). Nghiên cứu xây dựng các mô hình Deep Learning mới sử dụng dữ liệu viễn thám và địa tin học phục vụ phát hiện và dự báo nguy cơ cháy rừng, Đề tài NCKH mã số: B-2021-MDA-13.

[3]. Gargiulo, M., Dell'Aglio, D.A.G., Iodice, A., Riccio, D., Ruello, G. A CNN-based super-resolution technique for active fire detection on Sentinel-2 data. In Proceedings of the 2019 PhotonIcs & Electromagnetics Research Symposium-Spring (PIERS-Spring), Rome, Italy, 17 - 20 June 2019; pp. 418 - 426. [CrossRef].

[4]. Kaplan, G., Yigit Avdan, Z. Space-borne air pollution observation from Sentinel-5P Tropomi: Relationship between pollutants, geographical and demographic data. Int. J. Eng. Geosci. 2020, 5, 130 - 137. [CrossRef].

[5]. Lasaponara, R., Proto, A.M., Aromando, A., Cardettini, G., Varela, V., Danese, M. On the mapping of burned areas and burn severity using self organizing map and Sentinel-2 data. IEEE Geosci. Remote Sens. Lett. 2019, 17, 854 - 858. [CrossRef].

[6]. Seydi, S.T., Akhoondzadeh, M., Amani, M., Mahdavi, S. Wildfire damage assessment over Australia using Sentinel-2 imagery and MODIS land cover product within the google earth engine cloud platform. Remote Sens. 2021, 13, 220. [CrossRef].

[7]. Filipponi, F. BAIS2: Burned area index for Sentinel-2. Multidiscip. Digit. Publ. Inst. Proc. 2018, 2, 364. [CrossRef].

[8]. Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA Spec. Publ. 1974, 351, 309.

[9]. Viana-Soto, A., Aguado, I., Martínez, S. Assessment of post-fire vegetation recovery using fire severity and geographical data in the Mediterranean region (Spain). Environments 2017, 4, 90. [CrossRef]Remote Sens. 2022, 14, 1727 17 of 19.

[10]. Meneses, B.M. Vegetation recovery patterns in burned areas assessed with landsat 8 OLI imagery and environmental biophysical data. Fire 2021, 4, 76. [CrossRef].

[11]. García, M.J.L., Caselles, V. Mapping burns and natural reforestation using thematic mapper data. Geocarto Int. 1991, 6, 31 - 37. [CrossRef].

[12]. Roy, D.P., Zhang, H.K., Ju, J., Gomez-Dans, J.L., Lewis, P.E., Schaaf, C.B., Kovalskyy, V. A general method to normalize Landsat reflectance data to nadir BRDF adjusted reflectance. Remote Sens. Environ. 2016, 176, 255 - 271. [CrossRef].

[13]. Pepe, M., Parente, C. Burned area recognition by change detection analysis using images derived from Sentinel-2 satellite: The case study of Sorrento Peninsula, Italy. J. Appl. Eng. Sci. 2018, 16, 225 - 232. [CrossRef].

[14]. Dindaroglu, T., Babur, E., Yakupoglu, T., Rodrigo-Comino, J., Cerdà, A. Evaluation of geomorphometric characteristics and soil properties after a wildfire using Sentinel-2 MSI imagery for future fire-safe forest. Fire Saf. J. 2021, 122, 103318. [CrossRef].

[15]. Vanderhoof, M.K., Hawbaker, T.J., Teske, C., Ku, A., Noble, J., Picotte, J. Mapping wetland burned area from Sentinel-2 across the Southeastern United States and its contributions relative to Landsat 8 (2016 - 2019). Fire 2021, 4, 52. [CrossRef].

NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

Trụ sở chính:
Số 85 - Nguyễn Chí Thanh, P. Láng Hạ, Q. Đống Đa, Tp. Hà Nội
Tel: (84-4) 3835 5958, 3834 3646, 3773 4371
Fax: (84-4) 3834 4610 E-mail: qlxb@bando.com.vn
Website: www.bando.com.vn
Chi nhánh tại Hà Nội:
Số 14 - Pháo Đài Láng, P. Láng Thượng, Q. Đống Đa, Tp. Hà Nội
Chi nhánh tại Tp. Hồ Chí Minh:
30 Đường số 3, Khu phố 4, P. An Khánh, Tp. Thủ Đức, Tp. Hồ Chí Minh

TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI THẢO KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MỚI TRONG THU NHẬN, XỬ LÝ, CẬP NHẬT VÀ CHIA SẺ DỮ LIỆU ĐỊA KHÔNG GIAN

Đối tác liên kết: Viện Khoa học Đo đạc Bản đồ

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Phó Tổng giám đốc điều hành: Lê Minh Hải

Biên tập viên: Lê Anh Sơn

Chịu trách nhiệm nội dung: Ban Khoa học

Biên tập nội dung: Nguyễn Thanh Thủy

Trình bày bìa và thiết kế in: Trần Việt Cường

Lê Chí Thịnh

Lê Lan Lam

Số lượng in 140 cuốn, khổ 19 x 27 cm; In tại Công ty TNHH Quảng cáo In ấn Lộc Phát

Địa chỉ cơ sở in: Số 71, ngõ 161, đường Nguyễn Xiển, phường Hạ Đình, quận Thanh Xuân, thành phố Hà Nội

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 4333-2023/CXBIPH/01-822/BaĐ

Số quyết định xuất bản: 59/QĐ-NXBTNMT

In xong và nộp lưu chiểu: Quý 4 năm 2023

Mã số ISBN: 978-604-952-953-5

Sách không kinh doanh

ISBN: 978-604-982-953-6

