

SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM ĐỂ XÂY DỰNG BẢN ĐỒ CHÁY RỪNG TẠI HUYỆN MƯỜNG NHÉ, TỈNH ĐIỆN BIÊN

Nguyễn Xuân Linh^{1,2}, Phùng Văn Khoa², Lê Thái Sơn²

¹Trường Đại học Phòng cháy Chữa cháy

²Trường Đại học Lâm nghiệp

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2022.3.094-101>

TÓM TẮT

Việc xây dựng bộ dữ liệu về lịch sử cháy rừng luôn là hoạt động cần thiết trong công tác quản lý lửa rừng, đặc biệt với các khu vực xảy ra cháy hàng năm. Trong đó, việc đưa ra các bản đồ cháy rừng thể hiện được rõ ràng về cả quy mô cũng như phân bố của các đám cháy mà không báo cáo hay các cuộc phỏng vấn nào có thể đạt được. Hơn nữa, việc khoanh vẽ các đám cháy đã xảy ra trong quá khứ theo phương pháp truyền thống là không thể thực hiện được. Nghiên cứu đã xác định các diện tích cháy rừng trên cơ sở dữ liệu ảnh Sentinel-2 với sự hỗ trợ của Google Earth Engine, với hai điểm chính: (1) Thu thập, xây dựng bộ dữ liệu về cháy rừng trên địa bàn huyện Mường Nhé trong giai đoạn 2016 - 2019; (2) Ứng dụng công nghệ viễn thám để xây dựng bản đồ cháy rừng trong giai đoạn 2016 - 2019 cho khu vực huyện Mường Nhé, tỉnh Điện Biên. Chỉ số dNBR được tính toán nhằm thể hiện sự biến động chỉ số NBR trong khoảng thời gian trước và sau khi xảy ra cháy rừng. Kết quả nghiên cứu đã đưa ra bản đồ cháy rừng tại khu vực nghiên cứu trong giai đoạn 2016-2019 và thông tin tổng hợp về các diện tích cháy. Trong đó, diện tích cháy rừng xác định được là 189,36 ha với diện tích nhỏ nhất phát hiện được là 0,23 ha và lớn nhất là 10,45 ha. Kết quả của nghiên cứu có giá trị ứng dụng rất lớn trong công tác quản lý lửa rừng tại khu vực nghiên cứu và cả khu vực Tây Bắc nói chung.

Từ khóa: Cháy rừng, Google Earth Engine, NBR, Sentinal-2, viễn thám.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cải thiện việc quản lý các khu vực rừng dễ bị cháy đòi hỏi các phương pháp khách quan và có thể lặp lại để định lượng và lập bản đồ tác động của đám cháy nhằm lập kế hoạch cho các công tác phòng và chữa cháy trong tương lai và các biện pháp khác liên quan đến giảm thiểu nguy cơ cháy rừng và bảo tồn đa dạng sinh học. Cháy rừng có thể làm thay đổi một số thuộc tính của thảm thực vật và đất, một số trong số đó có thời gian tồn tại ngắn và có tác động nhỏ đến hoạt động sinh thái của lâm phần (ví dụ: loại bỏ vật liệu rơi rụng trên bề mặt thảm khô), trong khi một số khác có thể tồn tại lâu dài và làm thay đổi toàn bộ các đặc điểm cơ bản của cả hệ thống thảm thực vật (ví dụ: sự thay đổi thành phần loài thực vật, phá hủy toàn bộ hệ sinh thái rừng) (Bradstock et al., 2002; Gill et al., 1981; Johnson & Miyanishi, 2001). Chính vì vậy, việc xây dựng bộ dữ liệu về lịch sử cháy rừng luôn là hoạt động cần thiết trong công tác quản lý lửa rừng, đặc biệt với các khu vực xảy ra cháy hàng năm. Trong đó, việc đưa ra các bản đồ cháy rừng thể hiện được rõ ràng về cả quy mô cũng như phân bố của các đám cháy mà không báo cáo hay các cuộc phỏng vấn nào có thể đạt được. Trong khi việc khoanh vẽ các đám cháy đã xảy

ra trong quá khứ là không thể thực hiện được.

Huyện Mường Nhé, tỉnh Điện Biên là một địa bàn biên giới xa trung tâm, địa hình hiểm trở, cơ sở hạ tầng còn đặc biệt hạn chế và điều kiện kinh tế khó khăn. Bên cạnh đó, khu vực này còn thường xuyên xảy ra các hiện tượng như lũ quét, sạt lở đất và đặc biệt là cháy rừng, gây nhiều thiệt hại cho kinh tế xã hội của địa phương. Đặc biệt, huyện Mường Nhé có tỷ lệ cao là người dân là đồng bào dân tộc thiểu số, trình độ giáo dục còn hạn chế dẫn đến việc tiếp diễn các tập tục canh tác lạc hậu và kém bền vững. Trong đó, việc đốt nương làm rẫy một cách tự phát vẫn diễn ra thường xuyên chính là nguyên nhân chủ yếu dẫn đến cháy rừng. Vì vậy, rất cần thiết phải có sự theo dõi các diện tích cháy rừng để đưa ra các biện pháp phòng cháy rừng phù hợp để giảm thiểu số vụ cháy có thể xảy ra.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả tập trung vào hai điểm chính: (1) Thu thập, xây dựng bộ dữ liệu về cháy rừng trên địa bàn huyện Mường Nhé trong giai đoạn 2016 - 2019; (2) Ứng dụng công nghệ viễn thám để xây dựng bản đồ cháy rừng trong giai đoạn 2016 - 2019 cho khu vực huyện Mường Nhé, tỉnh Điện Biên. Kết quả của nghiên cứu góp

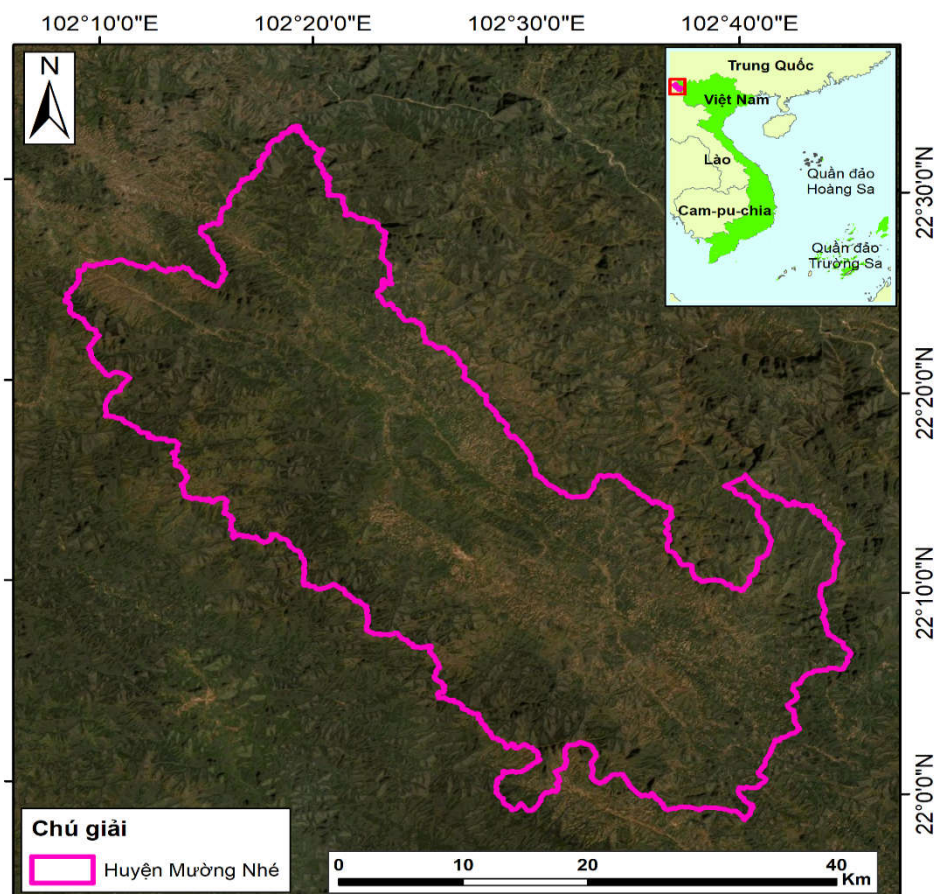
phần làm cơ sở khoa học cho việc phân tích nguyên nhân và đưa ra các giải pháp hạn chế nguy cơ cháy rừng trên các khu vực thường xuyên xảy ra cháy hàng năm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các đám cháy rừng trong giai đoạn 2016 - 2019 tại huyện Mường Nhé, tỉnh Điện Biên (Hình 1). Huyện Mường Nhé có đặc điểm khí hậu nhiệt đới gió mùa núi

cao, mùa Đông tương đối lạnh và ít mưa; mùa hạ nóng, mưa nhiều, chịu ảnh hưởng của gió Tây khô nóng. Nhiệt độ trung bình hàng năm từ 21 – 23⁰C. Lượng mưa hàng năm trung bình từ 1.300 - 2.000 mm, phân hóa mạnh mẽ theo mùa, mùa khô kéo dài từ tháng 10 đến tháng 4 năm sau. Mùa cháy rừng tại huyện Mường Nhé kéo dài từ tháng 1 đến tháng 4 hàng năm, trong đó cao điểm nhất vào các tháng 3 và 4 (nguồn: Hạt kiểm lâm huyện Mường Nhé).



Hình 1. Khu vực nghiên cứu

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thu thập dữ liệu

a) Dữ liệu thứ cấp

Thu thập tài liệu thứ cấp liên quan: Bản đồ địa hình, bản đồ kiểm kê rừng và các báo cáo tình hình cháy rừng trong giai đoạn 2016 – 2019 do Hạt kiểm lâm huyện Mường Nhé cung cấp. Nguồn tư liệu viễn thám được sử dụng là ảnh Sentinel-2 với độ phân giải không gian là 10 m và độ phân giải thời gian khoảng 05 ngày.

Dữ liệu viễn thám Sentinel-2 tại khu vực nghiên cứu (thuộc cảnh ảnh T47QRE) trong khoảng thời gian từ 01/01/2016 đến 17/05/2019

được thu thập thông qua công cụ Google Earth Engine (GEE). Tổng cộng có 16 cảnh ảnh được sử dụng trong phân tích. Các ảnh này đã được tiền xử lý, hiệu chỉnh và đưa về giá trị phản xạ bề mặt (Surface Reflectance – SR) trên GEE nhằm thuận tiện cho việc thu thập các dữ liệu ảnh phù hợp với các khoảng thời gian xảy ra cháy rừng tại các điểm theo báo cáo trên thực tế. Nghiên cứu đã sử dụng mã GEE có sẵn sử dụng thuật toán loại bỏ mây dựa vào chuỗi giá trị các kênh ảnh tại mỗi pixel. Các đám mây và bóng của chúng bị xóa khỏi tất cả các hình ảnh của Dữ liệu Sentinel-2. Các đám mây được xác định

từ tập dữ liệu xác suất đám mây S2 (s2cloudless) và bóng của chúng được xác định bằng phép chiếu đám mây kết hợp với các điểm ảnh có phản xạ cận hồng ngoại (NIR) thấp (<https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/community/sentinel-2-s2cloudless>).

b) Điều tra ngoại nghiệp

Nghiên cứu tiến hành phỏng vấn người dân sống gần rừng và trực tiếp tham gia chữa cháy rừng, các tổ đội bảo vệ rừng địa phương để có thêm dữ liệu về các vị trí đã xảy ra cháy rừng trong giai đoạn nghiên cứu. Điều tra ngoại nghiệp cũng được thực hiện để xác nhận thông tin tại các vị trí đã được xác định xảy ra cháy rừng trên thực tế theo các báo cáo tình hình cháy rừng do Hạt kiểm lâm cung cấp. Vị trí các đối tượng cháy rừng được xác định bằng GPS MAP64s.

2.2.2. Phương pháp xây dựng bản đồ cháy rừng

Nghiên cứu sử dụng Chỉ số hỏa hoạn (Normalised Burn Ratio – NBR) để phân tích các khu vực cháy rừng. NBR là một trong những chỉ số viễn thám được sử dụng rộng rãi nhất để lập bản đồ mức độ nghiêm trọng của các đám cháy, đặc biệt là cháy rừng (Epting et al., 2005; Key & Benson, 2006).

Các ảnh chỉ số NBR tại khu vực nghiên cứu được so sánh tại hai thời điểm trước và sau khi xảy ra cháy, sau đó được tính toán trực tiếp trên GEE để tiết kiệm thời gian xử lý và dung lượng lưu trữ dữ liệu, tính toán dựa vào công thức:

$$NBR = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$$

Trong đó: Đối với ảnh Sentinel-2, NIR (kênh cận hồng ngoại) là Band 8A; SWIR (kênh hồng ngoại sóng ngắn) là Band 12. Giá trị của chỉ số NBR nằm trong khoảng -1 ÷ 1. Giá trị NBR cao cho biết thảm thực vật khỏe mạnh trong khi giá

trị thấp cho thấy đất trống và các khu vực bị cháy gần đây (Escuin et al., 2008).

Để xác định các diện tích cháy rừng, nghiên cứu sử dụng chỉ số biến động dNBR (Key & Benson, 2002) được tính theo công thức:

$$dNBR = 1000 \times (NBR_{T1} - NBR_{T2})$$

Trong đó, NBR_{T1} và NBR_{T2} lần lượt là giá trị NBR tại thời điểm trước và sau khi xảy ra cháy rừng.

Chỉ số dNBR được tính toán bằng công cụ Raster Calculator trên ArcGIS 10.4.1. Nghiên cứu sử dụng ngưỡng chỉ số dNBR cung cấp bởi Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (United States Geological Survey – USGS) để khoanh vùng các diện tích cháy rừng tương ứng với các vị trí được ghi nhận cháy. Trong đó, các điểm ảnh được xác định cháy rừng khi có giá trị dNBR nằm trong khoảng từ 100 đến 1300. Các khu vực không bị cháy thường được quy cho các giá trị gần bằng không (Lutes et al., 2006). Tập hợp các điểm ảnh sẽ được gộp lại thành vùng (polygon) và thể hiện trong bản đồ cháy rừng.

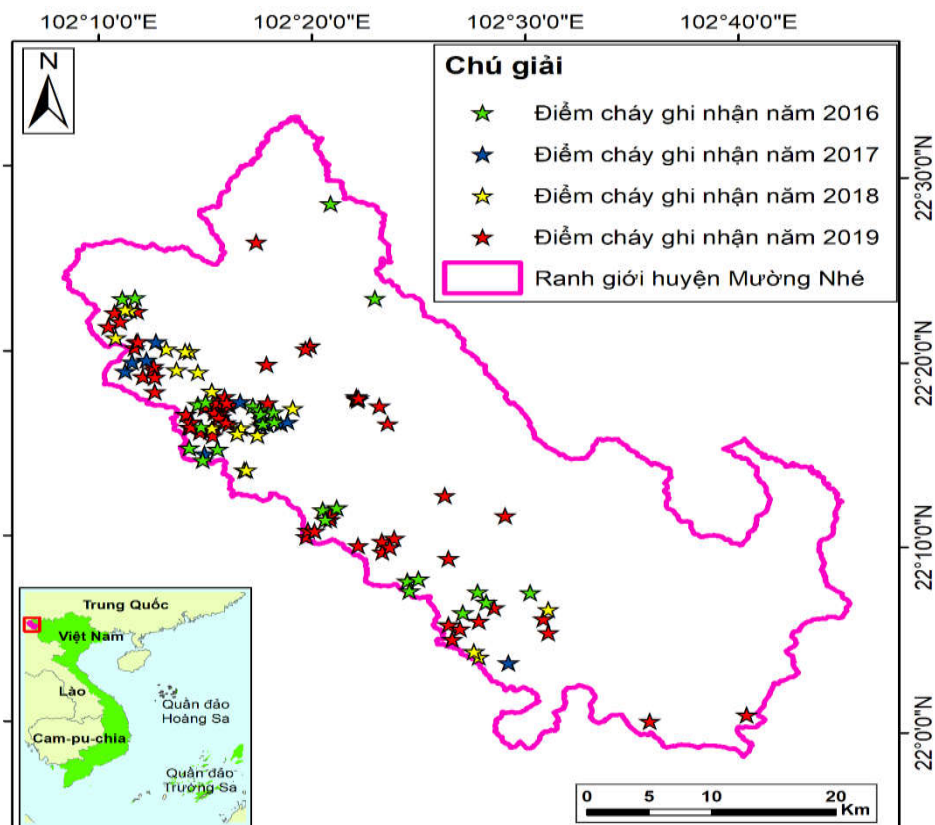
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thu thập dữ liệu điểm cháy rừng

Theo kết quả tổng hợp từ các báo cáo tình hình cháy rừng kết hợp với phỏng vấn người dân bản địa, tổng cộng có 125 điểm mẫu cháy rừng đã được ghi nhận trong giai đoạn 2016 – 2019 (Bảng 1), có phân bố như ở Hình 2. Trong đó, các địa bàn tập trung nhiều vụ cháy nhất là các xã Mường Nhé (25 vụ), Sín Thầu (26 vụ) và Leng Su Sìn (48 vụ). Các vụ cháy này thường nằm ở các khu vực có địa hình dốc gần phía biên giới Việt-Lào. Theo báo cáo về diện tích không đầy đủ cho các vụ cháy, chỉ tính riêng cho các vụ cháy có báo cáo về diện tích, các vụ cháy xảy ra trên địa bàn huyện trong khoảng thời gian phân tích có diện tích biến động từ 0,2 đến 10 ha.

Bảng 1. Số vụ cháy rừng được ghi nhận

STT	Năm	Số vụ cháy rừng
1	2016	68
2	2017	19
3	2018	12
4	2019	26
	Tổng	125

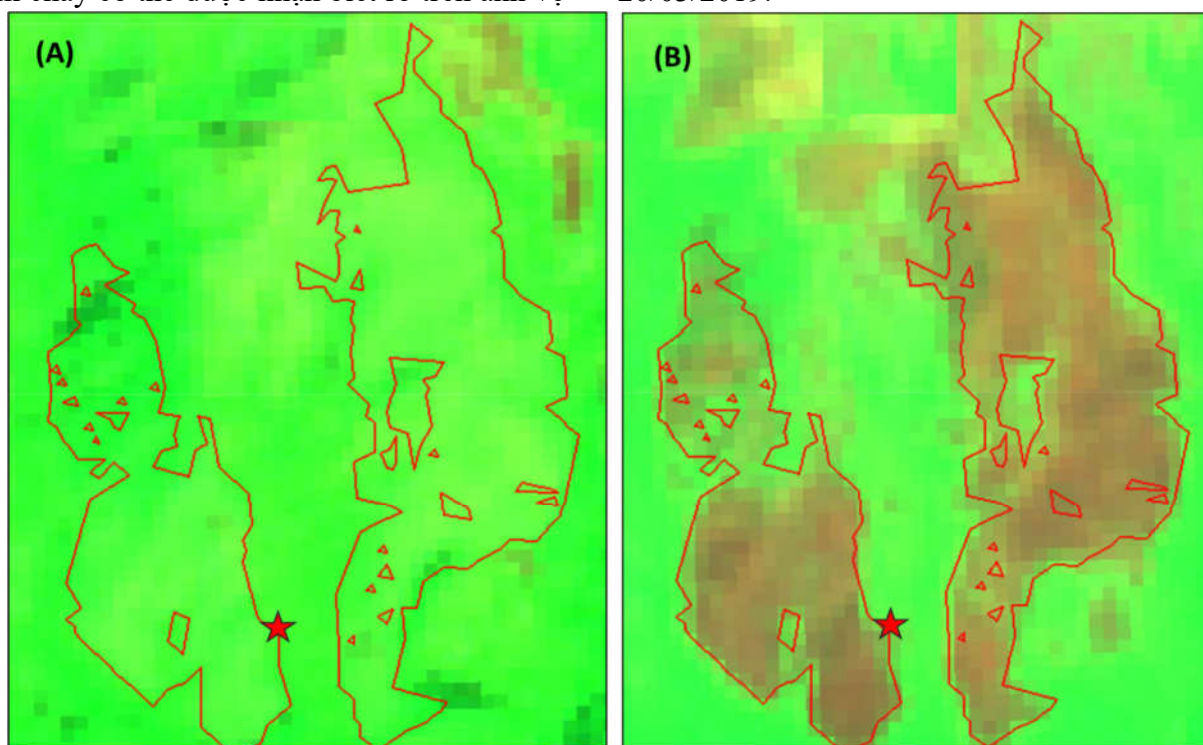


Hình 2. Phân bố các điểm cháy ghi nhận tại khu vực nghiên cứu

3.2. Ứng dụng chỉ số dNBR xác định các diện tích cháy rừng

Các diện tích cháy rừng tương ứng với các điểm cháy có thể được nhận biết rõ trên ảnh vệ

thình Sentinel-2 với tổ hợp màu RGB: 12-8A-4 như ví dụ trong Hình 3 với điểm cháy có tọa độ 22°21'36''B - 102°10'48''Đ, xảy ra cháy ngày 20/03/2019.

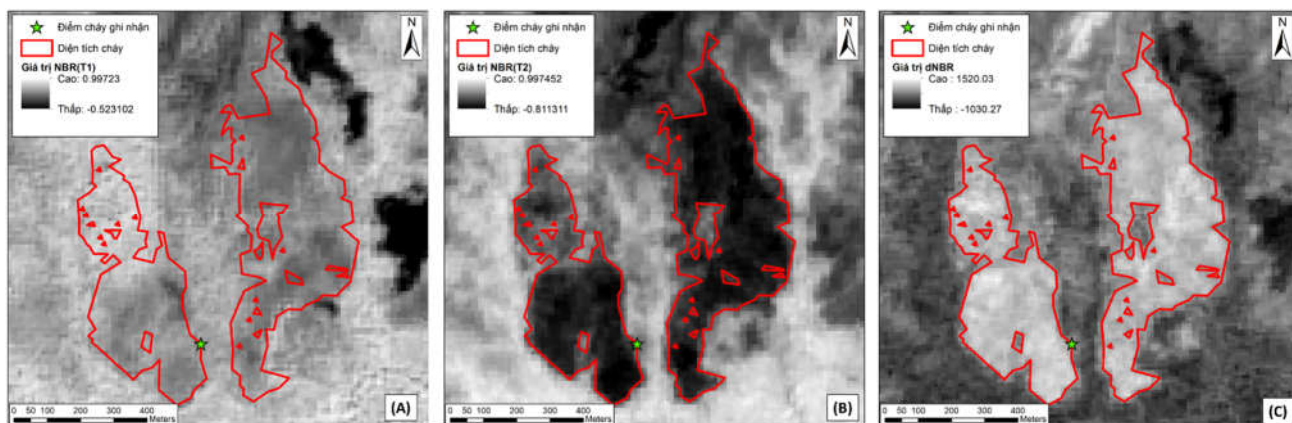


Hình 3. Các vùng mẫu mất rừng tại tọa độ 22°21'36''B - 102°10'48''Đ

Ảnh tổ hợp màu Sentinel-2 (RGB: 12-8A-4) trên GEE tại thời điểm trước (A – Sentinel 2A ngày 13/03/2019) và sau (B – Sentinel 2A ngày 28/03/2019) khi cháy.

Áp dụng ngưỡng chỉ số dNBR được khuyến nghị bởi Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ, các điểm ảnh được xác định cháy rừng khi có giá trị dNBR nằm trong khoảng từ 100 đến 1300. Các điểm ảnh này được phân tích và gộp thành các diện tích cháy rừng được khoanh vẽ tự động. Ví

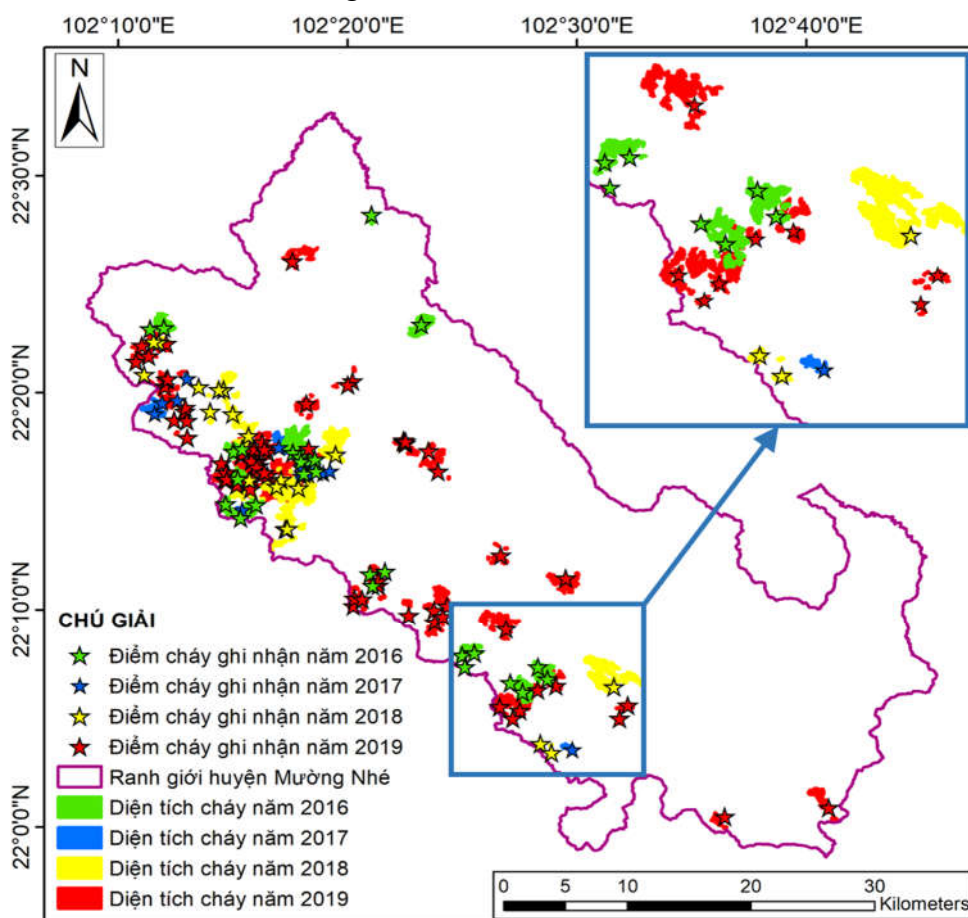
dụ tương ứng cho trường hợp diện tích cháy rừng ở Hình 3 được thể hiện ở Hình 4. Các lớp dữ liệu chỉ số NBR được tính toán cho các thời điểm cụ thể, thể hiện rõ sự biến động chỉ số tại khu vực cháy rừng.



Hình 4. Ảnh chỉ số NBR tại khu vực điểm cháy trước (A) và sau (B) khi xảy ra cháy rừng và chỉ số dNBR tương ứng (C)

Kết quả thể hiện rõ sự thay đổi của chỉ số NBR trên các khu vực mất rừng, cả về mặt giá trị của chỉ số và mặt hiển thị (Hình 4A, B). Qua đó, chỉ số dNBR có sự khác biệt rõ rệt giữa các

khu vực cháy và các khu vực lân cận (Hình 4C). Từ việc sử dụng chỉ số dNBR, bản đồ cháy rừng qua các năm được thể hiện như Hình 5.



Hình 5. Kết quả xây dựng bản đồ cháy rừng tại huyện Mường Nhé

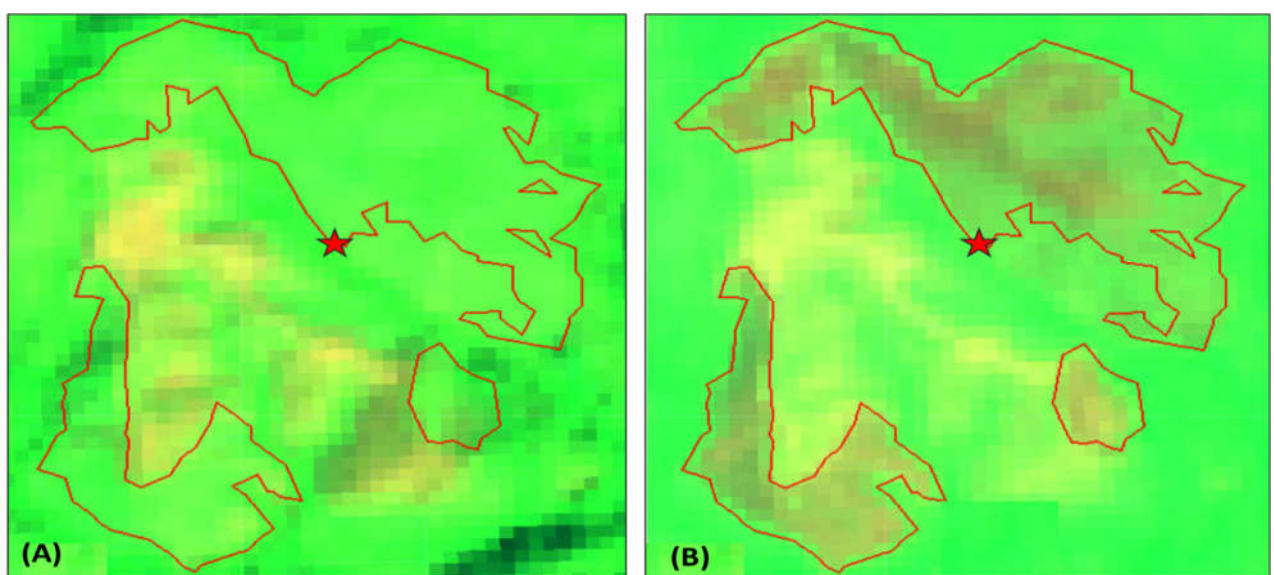
Bảng 2. Tổng hợp diện tích vùng cháy xác định bằng dNBR

STT	Năm	Số vụ cháy rừng	Tổng diện tích (ha)	Diện tích nhỏ nhất (ha)	Diện tích lớn nhất (ha)
1	2016	68	31,10	0,32	3,82
2	2017	19	13,62	0,44	3,72
3	2018	12	20,41	0,32	3,98
4	2019	26	124,23	0,23	10,45
Tổng		125	189,36		

Kết quả cho thấy, diện tích cháy rừng không quá lớn (189,36 ha) với diện tích nhỏ nhất phát hiện được là 0,23 ha (23 pixels) và lớn nhất là 10,45 ha (1045 pixels). Các vụ cháy phát hiện chủ yếu là các diện tích nhỏ, vùng này phân bố rải rác. Với dữ liệu thu thập gồm có 125 vụ cháy rừng, toàn bộ các vụ cháy này đều được phát hiện trên dữ liệu ảnh Sentinel-2, tương đương độ chính xác 100%, khi có báo cáo vị trí xảy ra cháy. Tuy nhiên, kết quả xác định diện tích cháy rừng cần phải được kiểm chứng trong các nghiên cứu tiếp theo do chỉ cần một sự thay đổi nhỏ đến giá trị phản xạ phổ của đối tượng rừng cũng dẫn đến giá trị NBR thay đổi và giá trị dNBR có thể nằm ngoài ngưỡng dNBR xác định cháy rừng một cách không chính xác. Các nguyên nhân này có thể do các hiện tượng tán xạ trong khí quyển, các tầng mây mỏng, và đặc biệt là do bóng đổ của địa hình giống như khu vực các sườn núi cao phía tây của huyện. Các yếu tố này có thể được giảm thiểu khi tận dụng độ phân giải thời gian lớn của ảnh Sentinel-2 để kết hợp các ảnh chụp ở các thời gian khác nhau

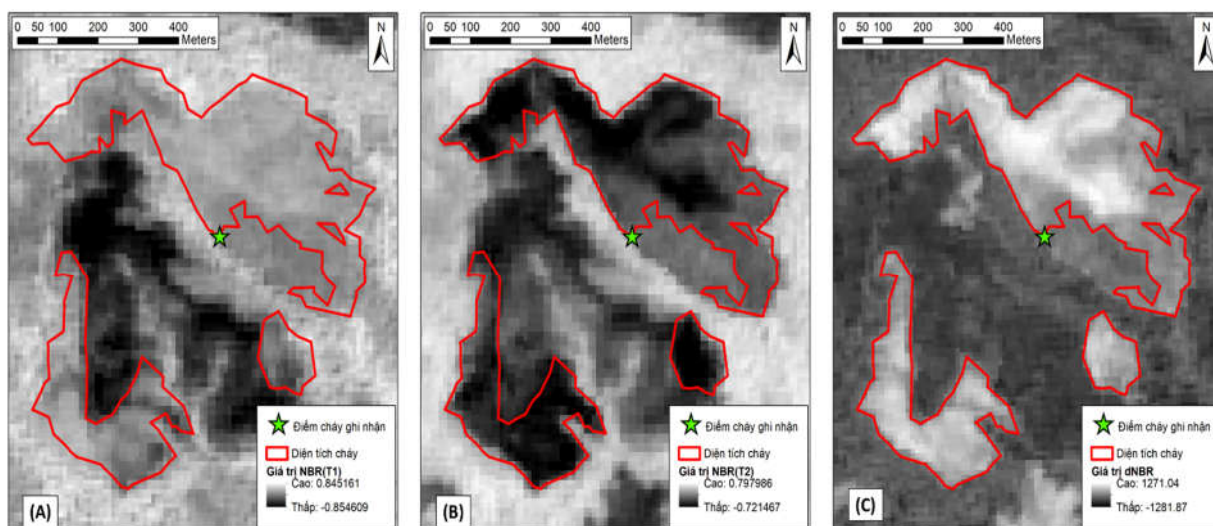
trong ngày ở các ảnh chụp kế tiếp nhau sau khi xảy ra cháy, trong khi thực vật khó có thể phát triển trong thời gian ngắn như vậy.

Một vấn đề cần lưu ý nữa là chỉ số dNBR trong nghiên cứu này mới chỉ phát hiện chính xác đám cháy khi có thông tin về điểm cháy được ghi nhận thực tế. Hay nói một cách khác, nguyên nhân gây ra việc biến động tài nguyên rừng và giá trị chỉ số NBR thay đổi đã được ấn định từ trước. Chỉ số dNBR không thể cho chúng ta biết nguyên nhân thay đổi giá trị NBR là gì, dẫn đến khả năng rất lớn sẽ nhầm lẫn giữa khu vực cháy rừng và các khu vực mất rừng do các lý do khác. Ví dụ trong Hình 6 có diện tích mất rừng do khai thác (Hình 6A) và sau đó xuất hiện thêm diện tích cháy rừng (Hình 6B). Có thể thấy, các diện tích mất rừng do khai thác có sự khác biệt rõ rệt về màu sắc so với khu vực cháy rừng (i.e. màu vàng nhạt so với màu nâu đen). Nhưng trong Hình 7A-B, xu hướng về giá trị NBR hầu như không có sự khác biệt nhiều giữa hai khu vực này.



Hình 6. Các vùng mất rừng tại tọa độ 22°15'25''B - 102°15'45''Đ

Ảnh tổ hợp màu Sentinel-2 (RGB: 12-8A-4) trên GEE tại thời điểm trước (A – Sentinel 2A ngày 25/02/2018) và sau (B – Sentinel 2A ngày 12/03/2018) khi cháy



Hình 7. Ảnh chỉ số NBR tại khu vực điểm cháy trước (A) và sau (B) khi xảy ra cháy rừng và chỉ số dNBR tương ứng (C) với ví dụ ở Hình 6

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã thành công trong việc xây dựng bản đồ và xác định diện tích cháy rừng dựa trên chỉ số viễn thám NBR kết hợp với các ứng dụng mới công nghệ địa không gian (Google Earth Engine) và kết quả báo cáo điểm cháy. Kết quả nghiên cứu đã tính toán và đưa ra bản đồ cháy rừng tại khu vực nghiên cứu trong giai đoạn 2016-2019. Kết quả cho thấy rất khả quan trong việc sử dụng chỉ số viễn thám NBR để xây dựng được bản đồ cháy khi có thông tin một cách tương đối về vị trí xảy ra cháy. Kết quả nghiên cứu cũng có triển vọng áp dụng tại các khu vực Tây Bắc và các khu vực có điều kiện tương đồng.

Một cách tương đối, chu kỳ lặp 05 ngày của tư liệu ảnh có thể giúp xác định sớm diện tích cháy rừng ngay khi điều kiện môi trường chưa cho phép các hoạt động điều tra hiện trường. Tuy nhiên, để nâng cao hiệu quả của quy trình, rút ngắn thời gian phát hiện, cần có thêm các nghiên cứu kết hợp đồng thời ảnh Sentinel 2 với các tư liệu ảnh khác như Landsat, SPOT... để có thể nâng cao độ phân giải thời gian cũng như độ chính xác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bradstock, R. A., Williams, J. A., & Gill, A. M. (Eds.). (2002). *Flammable Australia - Ecology and biodiversity of a continent*. Cambridge: Cambridge

University press.

2. Epting, J., Verbyla, D., & Sorbel, B. (2005). Evaluation of remotely sensed indices for assessing burn severity in interior Alaska using Landsat TM and ETM+. *Remote Sensing of Environment*, 96, pp. 328–339.

3. Escuin, S. Navarro, R. & Fernández, P. (2008). Fire severity assessment by using NBR (Normalized Burn Ratio) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) derived from LANDSAT TM/ETM images. *International Journal of Remote Sensing*, 29:4, pp. 1053-1073. DOI: 10.1080/01431160701281072

4. Gill, A. M., Groves, R. H., & Noble, I. R. (Eds.). (1981). *Fire and the Australian biota*. Canberra: Australian Academy of Science.

5. Johnson, E. A., & Miyanishi, K. (Eds.). (2001). *Forest fires: Behavior and ecological effects*. San Diego: Academic Press.

6. Key, C.H., & Benson, N.C. (2002). Measuring and remote sensing of burn severity, US Geological Survey Wildland Fire Workshop, 31 October to 3 November 2000, Los Alamos, NM, USGS Open-File Report: 2-11.

7. Key, C. H., & Benson, N. C. (2006). Landscape assessment (LA). In D. C. Lutes, R. E. Keane, J. F. Caratti, C. H. Key, N. C. Benson, S. Sutherland, & L. J. Gangi (Eds.), FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD (pp. LA-1-55). Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

8. Lutes, D., Keane, R., Caratti, J., Key, C., Benson, N., Sutherland, S., & Gangi, L. (2006). FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System. General Technical Report, United States Department of Agriculture. Retrieved from <https://doi.org/10.2737/RMRS-GTR-164>.

APPLYING REMOTE SENSING TECHNOLOGY IN FOREST FIRE MAPPING IN MUONG NHE DISTRICT, DIEN BIEN PROVINCE

Nguyen Xuan Linh^{1,2}, Phung Van Khoa², Le Thai Son²

¹University of Fire Prevention and Fighting

²Vietnam National University of Forestry

SUMMARY

Building a dataset on the history of forest fires is a necessary activity in forest fire management, especially in areas where fires occur annually. In particular, forest fire mapping clearly shows both the size and the distribution of the fires that no reports or interviews can provide. Furthermore, it is not possible to delineate fires that have occurred in the past by traditional methods. The study identified forest fire areas on the Sentinel-2 image database with the support of Google Earth Engine, with two main points: (1) Collecting and building a data set on forest fires in Muong Nhe district in the period 2016 - 2019; (2) Applying remote sensing technology to build forest fire maps in the period 2016 - 2019 for the area of Muong Nhe district, Dien Bien province. The dNBR index is calculated to show the changes of the Normalized Burn Ratio (NBR) index before and after a forest fire. The research results have provided a map of forest fires in the study area in the period 2016-2019 and general information on the burning areas. In which, the identified forest fire area is 189.36 ha with the smallest detected area of 0.23 ha and the largest of 10.45 ha. The results of the study have great value in forest fire management in the study area and the Northwest region in general.

Keywords: Forest fire Nam Kading, Google Earth Engine, NBR, remote sensing, Sentinel-2.

Ngày nhận bài : 04/5/2022

Ngày phản biện : 08/6/2022

Ngày quyết định đăng : 20/6/2022