



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Phân tích đa tiêu chí trong thành lập bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng

Đỗ Thị Phương Thảo ^{1,*}, Nguyễn Mạnh Hải ¹, Vũ Khánh Linh ¹, Nguyễn Danh Đức ¹

Khoa Trắc địa - Bản đồ và Quản lý đất đai, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 15/3/2017
Chấp nhận 15/7/2017
Đăng online 31/8/2017

Từ khóa:

MCA
Dự báo cháy
Ba Vì
GIS
AHP

Cảnh báo và ngăn chặn cháy rừng nhằm bảo vệ hệ sinh thái rừng là cần thiết và phải được quản lý, giám sát hiệu quả. GIS là một công cụ phân tích không gian kết hợp với phân tích đa tiêu chí có thể dự báo, đánh giá mức độ, nguy cơ cháy rừng xảy ra ở đâu và khi nào. Khu vực thực nghiệm là huyện Ba Vì, nơi có vườn Quốc gia tự nhiên và diện tích rừng lớn nhất Hà Nội cần bảo tồn. Chín nhân tố, được chia theo các nhóm vật liệu cháy, tác nhân gây cháy, tác nhân thời tiết và nhân tố tự nhiên chiết xuất từ dữ liệu viễn thám, bản đồ địa hình, mô hình số độ cao (DEM) được gán trọng số khác nhau tùy mức độ ảnh hưởng theo phương pháp phân tích thứ bậc (AHP). Bản đồ kết quả dự báo nguy cơ cháy rừng được thể hiện bằng bốn mức độ: thấp, trung bình, cao và rất cao, sau đó được so sánh với hệ thống quản lý cháy toàn cầu (Global Fire Management System). Kết quả cho thấy khu vực cỏ, cây bụi, rừng thông, keo,... và gần khu dân cư là nơi xác suất dễ xảy ra cháy rừng cao hơn tại thời điểm mùa khô (chiếm 8.92% tổng diện tích) nên cần triển khai trước các biện pháp phòng cháy rừng.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Ba Vì là huyện có diện tích rừng tự nhiên lớn nhất của Hà Nội. Quanh chân núi Ba Vì có 15 đơn vị đang khai thác du lịch. Xung quanh vườn quốc gia Ba Vì chủ yếu là người dân tộc sinh sống, việc dùng lửa còn bất cẩn, thiếu kiểm soát khi làm nương rẫy, vào rừng đốt ong, đốn củi, sưởi ấm gia súc,... nên luôn tiềm ẩn nguy cơ cháy rừng dẫn đến việc phòng chống cháy rừng là cực kỳ quan trọng. Hiện trạng rừng ở Ba Vì lại có khối lượng thực bì lớn, các trảng cỏ, rừng

giang, nứa, tre, cỏ tranh, lau sậy khá nhiều, chính vì vậy, vườn quốc gia Ba Vì được xếp vào diện nguy cơ xảy ra cháy rừng cao, theo thống kê các vụ cháy rừng trong 3 năm qua, vườn quốc gia Ba Vì đã xảy ra 7 vụ cháy. Thực tiễn cho thấy, ngoài yếu tố khách quan như sét đánh (chưa xảy ra) thì nguyên nhân chính gây cháy rừng là do con người. Do vậy để hạn chế cháy rừng, việc cần thiết và cấp bách là phải lập các bản đồ dự báo, xác định các khu vực, vị trí có nguy cơ xảy ra cháy cao giúp các cấp chính quyền địa phương tăng cường tuyên truyền, vận động cộng đồng dân cư sống gần rừng nâng cao ý thức trách nhiệm về công tác bảo vệ, phòng cháy chữa cháy rừng.

*Tác giả liên hệ

E-mail: dothiphuongthao@humg.edu.vn

Những năm gần đây, công nghệ GIS đã trở thành một công cụ hữu ích và mạnh mẽ trong quản lý hợp lý tài nguyên rừng và các yếu tố hỏa hoạn (Luis and Carlos, 2008; Yakubu et al., 2015). GIS còn là một công cụ quan trọng để tích hợp dữ liệu không gian, dữ liệu thuộc tính trong phân tích nên có thể xem xét nhiều tác nhân ảnh hưởng tới cháy rừng gồm cả các yếu tố tự nhiên và yếu tố con người để lập ra các bản đồ chi tiết, chính xác hơn về dự báo nguy cơ cháy rừng. Cùng với sự phát triển của công nghệ GIS, phân tích đa tiêu chí (Multi-Criteria Analysis, MCA) ngày càng trở nên phổ biến vì nó liên quan đến quá trình so sánh phân cấp bậc để đưa ra một ma trận trọng số quyết định các yếu tố nào quan trọng hơn gây ra hỏa hoạn (Dao Thi Thanh Huyen, Vu Anh Tuan, 2008). Có hàng ngàn bài báo khoa học tập trung vào lĩnh vực nghiên cứu này với nhiệm vụ quan trọng là tìm ra các yếu tố gây cháy và tính toán các trọng số. Một nghiên cứu được thực hiện rất sớm bởi Chuvieco và Congalton (Chuvieco and Congalton, 1989) áp dụng công nghệ viễn thám và công nghệ GIS để lập bản đồ cảnh báo một khu vực cháy rừng ở Tây Ban Nha sử dụng hình ảnh vệ tinh Landsat TM làm cơ sở phân loại thảm thực vật và xác định các nhân tố khác, có năm yếu tố ảnh hưởng được xếp hạng theo tầm quan trọng lần lượt là: thảm thực vật, độ dốc, hướng, khoảng cách đến giao thông và độ cao, do đó theo nghiên cứu này loại thực vật là quan trọng nhất. Nghiên cứu từ Vadrevu et al., (2011), cũng sử dụng phân tích MCA để xử lý bốn nhóm thông số là: địa hình, thảm thực vật, khí hậu và các yếu tố kinh tế xã hội. Với nghiên cứu này, khí hậu đã được thêm vào vì diện tích khu vực nghiên cứu lớn. Để đánh giá các thông số, nghiên cứu sử dụng quy trình phân cấp thứ bậc tính ra các trọng số cho từng yếu tố. Thông số kinh tế xã hội có trọng số cao hơn các thông số địa hình, có nghĩa là các hoạt động của con người được coi là yếu tố quan trọng nhất gây cháy rừng. Ở Việt Nam, Lưu Thế Anh và nnk (2014), sử dụng ảnh Landsat ETM chụp năm 2011 xác định tám tham số: loại rừng, nhiệt độ, lượng mưa, vận tốc gió, độ dốc, hướng địa hình, khoảng cách đến nương rẫy và khoảng cách tới dân cư làm đầu vào trong mô hình GIS để cảnh báo nguy cơ cháy rừng gây ô nhiễm môi trường khói bụi của tỉnh Đắk Lắk. Vũ Thành Minh và nnk (2016), sử dụng ảnh Landsat 8 OLI chiết

tách các yếu tố gây cháy tại vườn quốc gia Chàm Chim gồm: mật độ sinh khối, loại hình lớp phủ, độ ẩm lá, nhiệt độ bề mặt, khoảng cách nguồn nước và khu dân cư sau đó cho điểm, gán trọng số và chồng chập các bản đồ chuyên đề thể hiện bản đồ nhạy cảm cháy. Các phương pháp này cũng có nhiều hạn chế là chưa tính hết các nhân tố ảnh hưởng đến cháy rừng, phải thu thập được các số liệu đo thực tế cùng thời điểm ảnh viễn thám nên sẽ gặp nhiều khó khăn.

Với mong muốn góp phần tìm kiếm phương pháp dự báo nguy cơ cháy rừng có hiệu quả, đơn giản và nhanh chóng, bài báo trình bày phương pháp tích hợp ảnh vệ tinh và phân tích đa tiêu chí từ hệ thống thông tin địa lý (GIS) để thành lập bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng ở khu vực huyện Ba Vì nhằm xác định các khu vực có khả năng cháy rừng, giúp cán bộ sở lâm nghiệp, các cơ quan chức năng có thể ngăn ngừa, giảm thiểu hoặc có những biện pháp hành động phòng tránh hỏa hoạn trong mùa thường xảy ra cháy rừng cao.

2. Khu vực nghiên cứu

Ba Vì là huyện thuộc vùng bán sơn địa, phía tây bắc Hà Nội, diện tích là 424km² với hơn 265 nghìn người gồm các dân tộc Kinh, Mường, Dao sinh sống tập trung chủ yếu ở vùng đồng bằng ven sông, còn nhiều dân sống tại vùng đệm của Vườn Quốc gia vẫn giữ tập quán đốt rừng làm nương rẫy, mùa đông đốt lửa sưởi ấm cho gia súc. Địa hình của huyện thấp dần từ phía tây nam sang phía đông bắc, chia thành 3 tiểu vùng khác nhau: vùng núi, vùng đồi gò, vùng đồng bằng ven sông. Vùng núi chiếm 47,5% diện tích, trong đó có Vườn Quốc gia Ba Vì với một số đỉnh núi có độ cao trên 1000m, độ dốc khá lớn, càng lên cao độ dốc càng tăng nên việc đi lại là không thuận lợi. Trên khu vực vườn Quốc gia Ba Vì có rất ít suối, khả năng giữ nước là rất thấp, đặc biệt khi vào mùa khô. Khí hậu khu vực nóng ẩm, nhiệt đới gió mùa, chia thành hai mùa rõ rệt: mùa mưa từ cuối tháng 4 đầu tháng 5 đến tháng 10, mùa khô từ tháng 11 đến cuối tháng 4. Lượng mưa hàng năm dao động trong khoảng 2500 mm. Nhiệt độ trung bình năm khoảng 23,4°C. Tháng 5 đến tháng 8 là thời gian nóng nhất trong năm, nhiệt độ có thể đến 37°C. Vào những ngày thời

tiết rất khô hanh, độ ẩm trong không khí ở đây rất thấp.

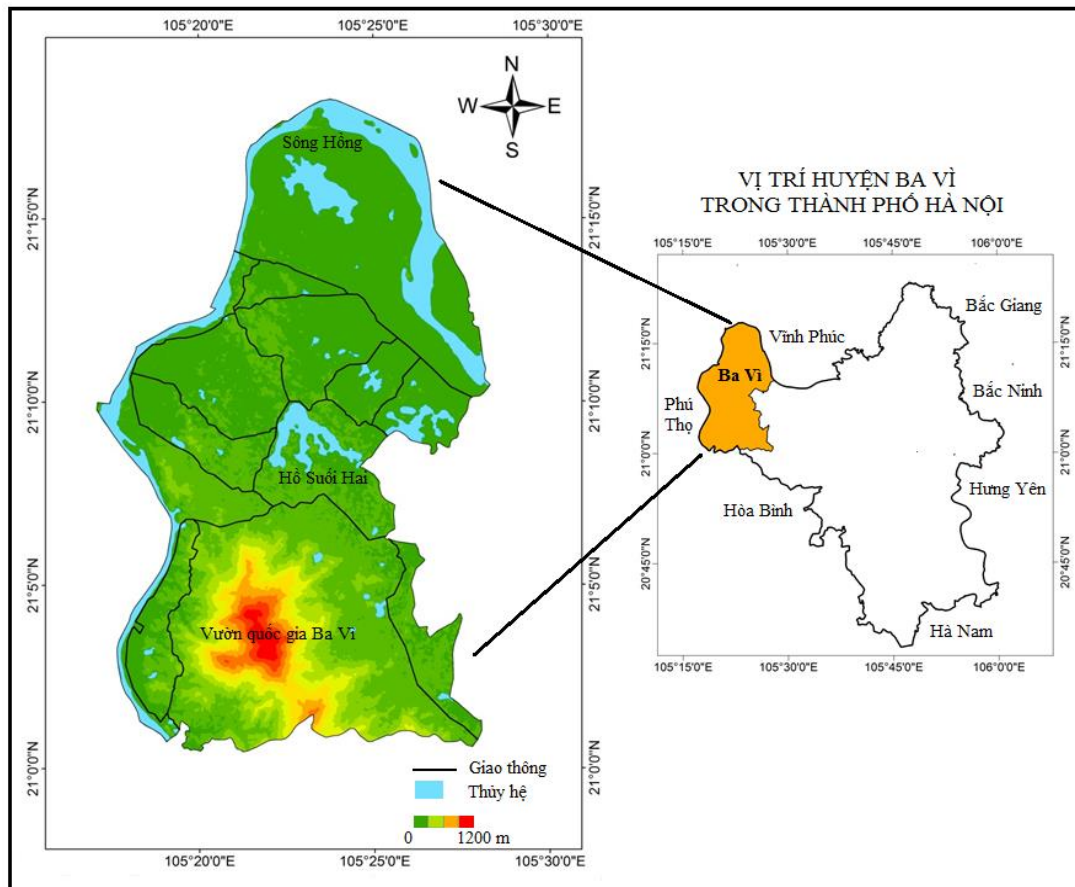
Theo thống kê của Chi cục Kiểm lâm Hà Nội, tổng diện tích đất lâm nghiệp của huyện Ba Vì là 11.160,3 ha, đất có rừng là 10.224,6 ha, diện tích rừng tự nhiên là 1.754,8 ha, rừng trồng là 8.465,8 ha. Rừng tự nhiên được phủ xanh bằng các loại thảm thực vật đa dạng, phong phú, có nhiều loài cây họ dầu và cây lá rộng, thường rụng lá nhiều vào mùa đông, rất dễ cháy.

3. Phương pháp và dữ liệu

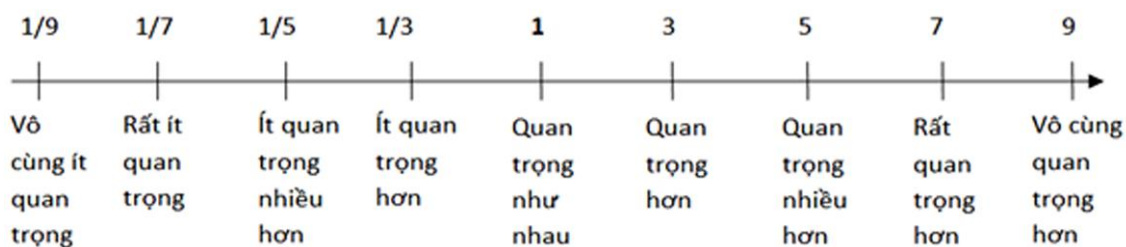
3.1. Phương pháp nghiên cứu

Để xác định nơi có thể xảy ra cháy rừng cần phải xem xét các yếu tố như: nguồn nhiên liệu dễ bắt lửa, các yếu tố là tác nhân gây ra cháy và các yếu tố bổ sung như khí hậu, địa hình tác động thêm. Nhiều nghiên cứu chỉ tính đến các vụ cháy rừng do con người gây ra và

nhiều nghiên cứu lại thiên về các vật liệu dễ cháy như kiểu và đặc điểm của rừng (Luis and Carlos, 2008). MCA là một công nghệ mạnh mẽ để đưa ra quyết định phức tạp như trên (Krishna et al., 2009). Tùy thuộc vị trí đặc điểm khu vực nghiên cứu, các tiêu chí phù hợp hoặc tối ưu (các biến) được đưa ra phân tích cụ thể (Yakubu et al., 2015). Các biến có thể được chia thành nhiều nhóm, ảnh hưởng đến xác suất có thể xảy ra cho đối tượng. Bản đồ cho biết xác suất đối tượng được gọi là bản đồ các yếu tố, cộng với sự giúp đỡ của phân tích thứ bậc xác định trọng số (Analytic Hierarchy Process, AHP) cho mỗi yếu tố, bản đồ các yếu tố cuối cùng được tạo ra bằng cách nhân mỗi bản đồ với trọng số của chúng và tổng hợp lại với nhau (Khalil et al., 2014). Bản đồ kết quả thu được bằng cách nhân các bản đồ các yếu tố cuối cùng. Do vậy, trong quá trình xử lý MCA, tầm quan trọng của các biến được quyết định bằng cách xác định trọng số các yếu tố ảnh hưởng.

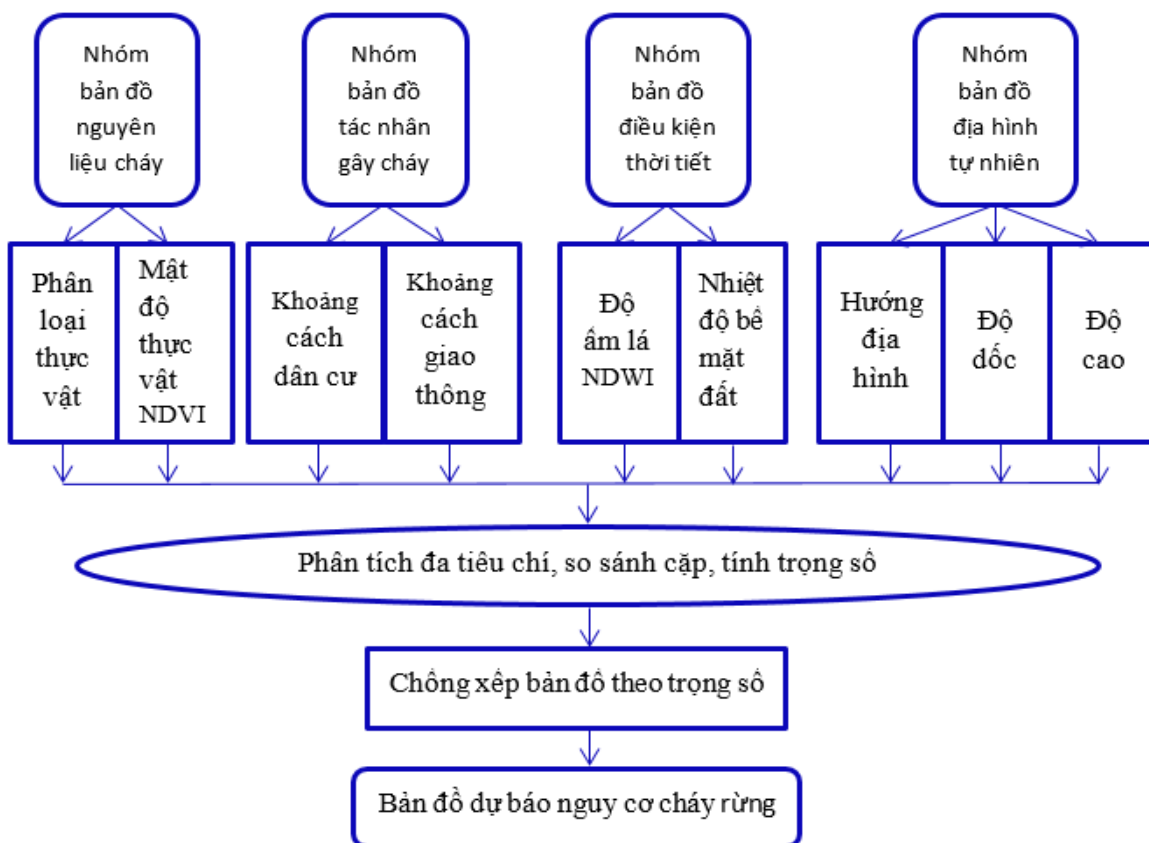


Hình 1. Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu.



với điểm 2, 4, 6, 8 là trung gian giữa các mức nêu trên

Hình 2. Cách cho điểm so sánh cặp trong phương pháp AHP.



Hình 3. Sơ đồ phương pháp thành lập bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng ứng dụng phân tích

AHP là phương pháp xác định trọng số được phát triển bởi Saaty (1977), đây là công nghệ mạnh sử dụng trong việc ra các quyết định phức tạp và sử dụng rộng rãi trong phân tích dựa trên GIS. Một ma trận so sánh cặp được sử dụng để ước lượng trọng số của các biến. Tầm quan trọng của các biến được các chuyên gia cho điểm so sánh theo cặp. Các số liệu quy mô để so sánh tầm quan trọng của các biến thể hiện trong hình 2. AHP cũng cung cấp cách xác định mức độ nhất quán của các chuyên gia thông qua tỉ số nhất quán

(Consistency Ratio, CR) phải nhỏ hơn hoặc bằng 10% thì ma trận so sánh cặp mới được sử dụng còn nếu giá trị CR này lớn hơn 10% thì cần phải thẩm định lại quá trình so sánh cặp hoặc loại bỏ ý kiến.

Đối với khu vực Ba Vì, để có bản chất khách quan tự nhiên và cả các hoạt động của con người ảnh hưởng đến cháy rừng, các yếu tố xem xét được chia thành bốn nhóm: (1) vật liệu gây cháy, (2) tác nhân gây cháy, (3) nhân tố thời tiết và (4) địa hình tự nhiên, trong mỗi nhóm lại có các yếu tố thành phần đặc trưng

riêng có thể chiết xuất từ các nguồn dữ liệu khác nhau. Biểu đồ thể hiện mô hình phương pháp MCA được trình bày trong Hình 3.

3.2. Chuẩn bị dữ liệu

a. Dữ liệu ảnh viễn thám

Dữ liệu chính dùng trong nghiên cứu này là ảnh viễn thám Landsat 8 OLI_TIR chụp ngày 01/6/2016 thuộc mùa khô là mùa dễ cháy rừng được tải về từ trang điện tử của cơ quan địa chất Hoa Kỳ (USGS). Ngoài ra, dữ liệu Quickbird có độ phân giải siêu cao (0.6m) cùng thời điểm cũng được sử dụng như là tài liệu hỗ trợ trong quá trình chọn mẫu phân loại lớp phủ bề mặt và trong quá trình kiểm tra kết quả sau phân loại.

b. Dữ liệu bản đồ địa hình

Bộ dữ liệu Bản đồ địa hình tỉ lệ 1:25.000 hiện chính năm 2014 (gồm các mảnh F-48-67-B-c; F-48-67-B-d; F-48-67-D-a; F-48-67-D-b; F-48-67-D-c; F-48-67-D-d) được sử dụng làm tài liệu hỗ trợ trong quá trình xác định các mẫu giải đoán ảnh; thành lập bản đồ nền cơ sở địa lý cho các bản đồ chuyên đề thể hiện các yếu tố gây cháy.

c. Dữ liệu khảo sát thực địa

Dữ liệu thực địa thu thập vào tháng 4 năm 2017 được sử dụng để xác định các lớp phủ khác nhau; để kiểm tra độ chính xác bản đồ phân loại lớp phủ bề mặt. Khảo sát thực địa trên cơ sở tuyến được thành lập từ bản đồ địa hình và ảnh viễn thám tại một số địa điểm khác nhau nhằm kiểm chứng tính chính xác của phân loại lớp phủ bề mặt.

d. Dữ liệu mô hình số độ cao (DEM)

Dữ liệu DEM số hiệu 20170319115818-668013565, độ phân giải 30m được sử dụng để phân vùng độ cao, xác định độ dốc và hướng địa hình của khu vực nghiên cứu.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Nhóm bản đồ nguyên liệu cháy

Bản đồ phân loại lớp phủ: Lớp phủ bề mặt được phân loại từ ảnh Landsat 8 theo 6 lớp khác nhau: (1) nông nghiệp, (2) cây trồng lâu

năm, (3) rừng trồng ổn định (bạch đàn thông keo), (4) cỏ, cây bụi, (5) dân cư và (6) thủy hệ bằng phương pháp có kiểm định kết hợp điều tra mặt đất. Loại thực vật, khu vực đất nông nghiệp, khu vực dân cư có quan hệ chặt chẽ với nguy cơ cháy rừng, tuy nhiên loại thực vật có ảnh hưởng lớn nhất đối với sự xuất hiện lửa. Các khu rừng thông, keo, cỏ, cây bụi có nguy cơ cháy tối đa vì dễ bắt lửa, được gán nhãn riêng biệt theo 4 cấp độ nhạy cảm (Hình 4a).

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index): Mật độ lớp phủ thực vật trên mặt đất đại diện bằng chỉ số thực vật NDVI, được tính từ ảnh Landsat 8 theo công thức $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$. Trong đó NIR là kênh ảnh cận hồng ngoại, RED là kênh đỏ (vùng hấp thụ và phản xạ cao nhất chất diệp lục của thực vật). Sử dụng NDVI là một biến lập bản đồ nguy cơ cháy rừng do hiệu ứng thực vật trong việc bắt lửa rừng hoặc xác định thảm thực vật khô có khả năng cháy cao (Hình 4b).

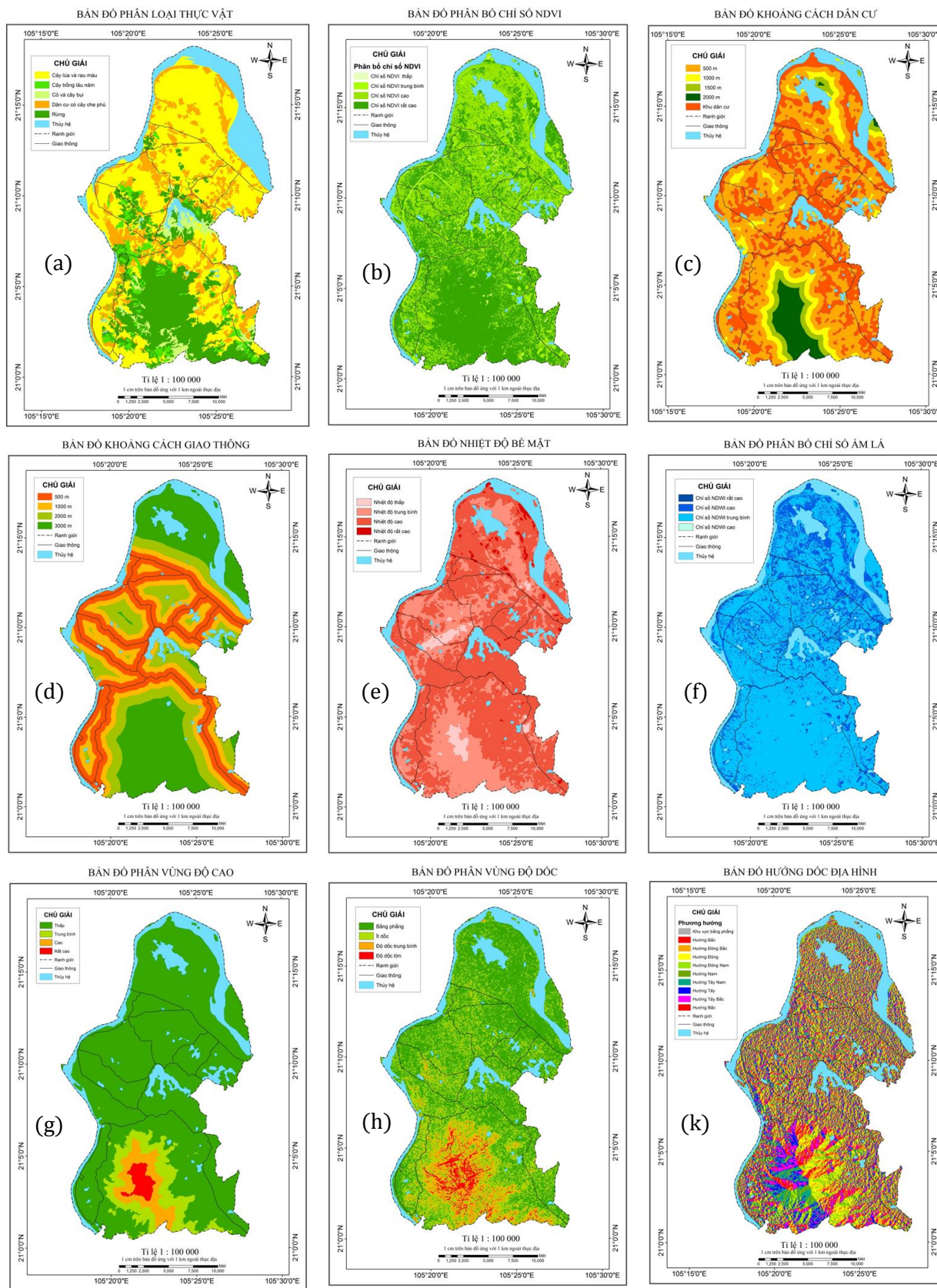
4.2. Nhóm bản đồ tác nhân gây cháy

Bản đồ khoảng cách tới dân cư: được thành lập từ bản đồ địa hình và phân loại khoảng cách như Bảng 1. Nhân tố con người được coi là một phần quan trọng của tác động cháy rừng. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng các vùng có mật độ dân số cao hơn sẽ phụ thuộc nhiều hơn vào tài nguyên rừng, do đó, rừng gần khu vực dân sinh sống sẽ có khả năng cháy cao hơn (Hình 4c).

Bản đồ khoảng cách tới giao thông: tại khu vực có nhiều hoạt động du lịch quanh vườn Quốc gia Ba Vì sẽ dễ xuất hiện các nguy hiểm tiềm ẩn (đi bộ, hút thuốc, cắm trại,...). Hệ thống giao thông được xét trong nghiên cứu này là tuyến đường chính bao quanh khu vực có rừng được chiết tách từ bản đồ địa hình rồi tính và phân loại khoảng cách gần rừng có thể gây cháy (Hình 4d).

4.3. Nhóm bản đồ điều kiện thời tiết

Bản đồ nhiệt độ bề mặt: Nhiệt độ bề mặt được ước tính thông qua hai bước và theo các công thức được đề xuất đối với ảnh Landsat 8.

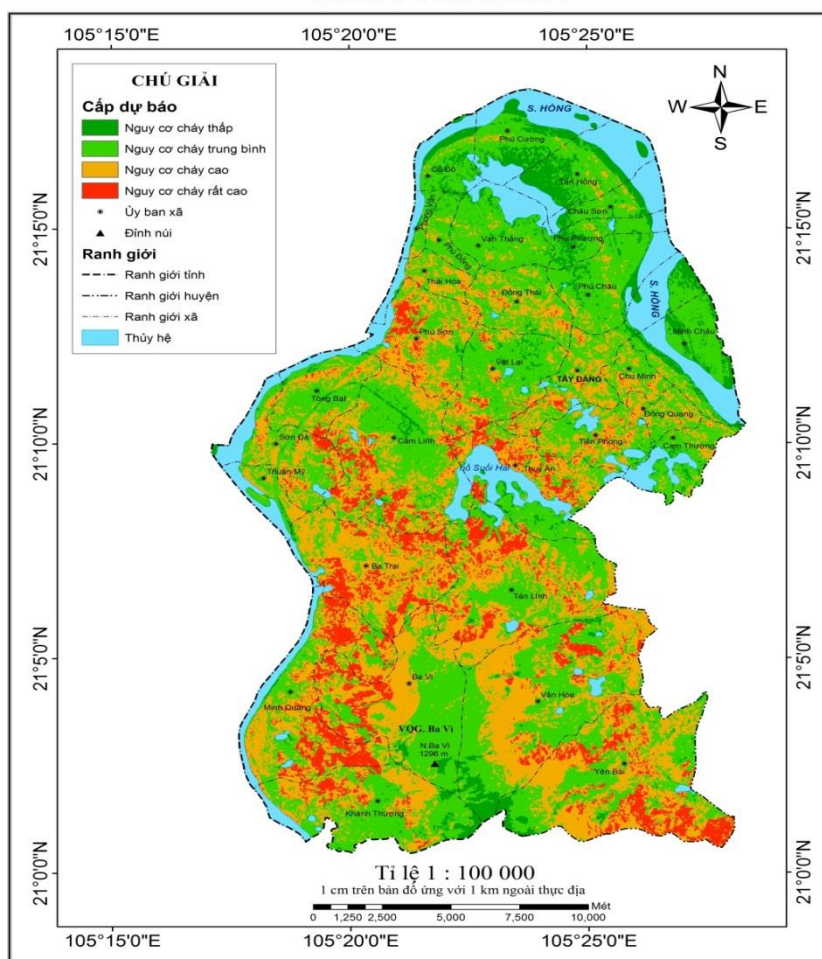


Hình 4 Các bản đồ thành phần xác định khả năng cháy rừng khu vực Ba Vì.

Bảng 1. Cấp độ ảnh hưởng tới cháy rừng và trọng số cho các bản đồ thành phần.

Bản đồ thành phần	Trọng số	Đối tượng	Cho điểm	Mức ảnh hưởng
Lớp phủ	0,30	Cây trồng lâu năm	1	Thấp
		Dân cư, nông nghiệp	2	Trung bình
		Rừng bạch đàn thông keo	3	Cao
		Cỏ và cây bụi,	4	Rất cao
Khoảng cách dân cư	0,15	> 2000 m	1	Thấp
		1500 m	2	Trung bình
		1000 m	3	Cao
		500 m	4	Rất cao
Khoảng cách giao thông	0,11	> 3000 m	1	Thấp
		2000 m	2	Trung bình
		1000 m	3	Cao
		500 m	4	Rất cao
Nhiệt độ bề mặt	0,05	22° C đến 24° C	1	Thấp
		24,1° C đến 26° C	2	Trung bình
		26,1° C đến 30° C	3	Cao
		30,1° C đến 34° C	4	Rất cao
Chỉ số NDVI	0,21	< 0	1	Thấp
		0 đến 0,2	2	Trung bình
		0,21 đến 0,3	3	Cao
		0,31 đến 0,55	4	Rất cao
Chỉ số ẩm lá	0,07	> 0	1	Thấp
		- 0,31 đến 0	2	Trung bình
		- 0,41 đến - 0,3	3	Cao
		- 0,5 đến - 0,4	4	Rất cao
Phân vùng độ cao	0,02	690 m đến 1264 m	1	Thấp
		360 m đến 690 m	2	Trung bình
		130 m đến 360 m	3	Cao
		Dưới 130 m	4	Rất cao
Phân vùng độ dốc	0,03	0 đến 1,5°	1	Thấp
		1,51 đến 3,5°	2	Trung bình
		3,51 đến 6,5°	3	Cao
		6,51 đến 21,5°	4	Rất cao
Hướng dốc địa hình	0,05	Đông Bắc, Đông	1	Thấp
		Bắc, Đông Nam	2	Trung bình
		Nam, Tây Bắc	3	Cao
		Tây, Tây Nam	4	Rất cao

BẢN ĐỒ DỰ BÁO NGUY CƠ CHÁY RỪNG HUYỆN BA VÌ
THÁNG 6 NĂM 2016



Hình 5. Bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng.

Bộ ảnh Landsat 8 có hai kênh hồng ngoại nhiệt dùng để tính nhiệt độ là kênh 10 và kênh 11. Vì thiếu các giá trị thực đo để hiệu chỉnh nhiệt độ, nghiên cứu này chỉ sử dụng kênh ảnh 10 vì khoảng bước sóng kênh 10 hẹp, giúp bức xạ phản xạ lại có độ phân giải cao, nhờ đó mà sự khác biệt nhiệt độ giữa các loại bề mặt được nhận biết rõ ràng. Nhiệt độ cao làm nhiên liệu khô hơn nên dễ bị cháy hơn (Hình 4e).

Bản đồ độ ẩm lá: Để xác định độ ẩm trong thực vật, chỉ số nước NDWI (Normalized Difference Water Index) thường được áp dụng. Khoảng bước sóng tối ưu để tính NDWI dùng cho độ ẩm lá là từ 0,86 μm đến 1,24 μm, do đó NDWI được tính toán bằng công thức $NDWI = (NIR - MIR) / (NIR + MIR)$. Đối với Landsat 8, kênh ảnh 5 (NIR) và kênh 6 (MIR) là hai kênh

ảnh thích hợp nhất để tính độ ẩm lá thực vật (Hình 4f).

4.4. Nhóm bản đồ địa hình tự nhiên

Bản đồ phân vùng độ cao: được xem là yếu tố ảnh hưởng đến cháy rừng vì độ cao liên quan đến lượng mưa và nhiệt độ. Lượng mưa thường tăng lên với sự gia tăng độ cao. Do đó, xác suất cháy ít hơn ở vùng cao hơn. Mặt khác, càng cao dẫn đến nhiệt độ thấp hơn, nghĩa là sẽ có khả năng cháy thấp hơn ở vùng cao hơn (Hình 4g).

Bản đồ phân vùng độ dốc: là yếu tố cực kỳ quan trọng có ảnh hưởng lớn đến tốc độ cháy khi nó đang lan rộng. Dốc cao thì độ lan rộng nhanh hơn là dốc thấp bởi quá trình đối lưu hiệu quả hơn (Hình 4h).

Bản đồ hướng địa hình: là một trong những yếu tố có một mối quan hệ mạnh mẽ với ánh sáng mặt trời và gió. Theo đặc điểm địa lý của vùng nghiên cứu, ánh sáng mặt trời chiếu từ hướng tây, tây nam dẫn đến nhiệt độ ở phía đó cao hơn so với các sườn núi phía khác. Bản đồ hướng địa hình được chuyển đổi từ dữ liệu DEM để phân cấp theo hướng ưu tiên khác nhau (Hình 4k).

4.5. Bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng

Bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng là một bản đồ kết hợp của cả dữ liệu khách quan cũng như chủ quan (ý kiến đánh giá từ chuyên gia). Bản đồ các yếu tố thành phần sẽ được cho điểm, phân tích AHP và nhân trọng số. Trọng số các nguyên nhân gây ra nguy cơ cháy khác nhau, ở mức độ thứ nhất của hệ thống phân cấp là kiểu loại thảm thực vật, chỉ số NDVI, sau đó là khoảng cách đến dân cư, giao thông, tiếp đến là do ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm lá, cuối cùng là ảnh hưởng địa hình khu vực với độ cao, độ dốc và hướng địa hình (Bảng 1). Các trọng số này được tính toán dựa trên ma trận kết hợp các phán đoán thu được từ các chuyên gia về lĩnh vực lâm nghiệp và có tỷ lệ nhất quán thấp hơn 0,1 cho khu vực nghiên cứu.

Trong bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng, các cấp cảnh báo được xếp hạng từ rất thấp đến rất cao (Bảng 2) dựa theo Quyết định 127/QĐ-BNN- KL về xếp hạng nguy cơ cháy của Cục kiểm lâm ban hành ngày 11 tháng 12 năm 2000. Những kết quả này chỉ ra các khu vực xã Quang Minh, xã Ba Trại và phía tây xã Ba Vì cho thấy nguy cơ hỏa hoạn từ "cao đến rất cao" so với các xã khác có giá trị nguy cơ hỏa hoạn "trung bình đến thấp". Ngoài ra, nguy cơ hỏa hoạn khác nhau từ "trung bình đến cao" cho các khu vực khác nhau của cùng một xã, chẳng hạn như đối với các xã dưới chân núi vườn Quốc gia Ba Vì. Diện tích nguy cơ cháy rừng cần cảnh báo theo bản đồ chiếm 8,92% tổng diện tích, diện tích này có thể xê dịch tùy thuộc vào tiêu chí nào được ưu tiên đề xuất.

Độ chính xác của bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng được kiểm tra bằng cách sử dụng một trong số các bản đồ dự báo cháy sẵn có là bản đồ quản lý toàn cầu về hỏa hoạn (Global Fire Management System) trích cho khu vực nghiên cứu và phủ lên bản đồ dự báo nguy cơ

cháy rừng để đánh giá độ chính xác tổng thể. Mặc dù việc so sánh trực tiếp giữa hai bản đồ này không hoàn toàn hợp lệ do tính thời gian, không gian và tính năng động của các sự kiện hỏa hoạn, tuy nhiên cũng khẳng định được khả năng tiên đoán của bản đồ dự báo nguy cơ cháy rừng khu vực Ba Vì.

Bảng 2: Các mức độ dự báo nguy cơ cháy rừng.

Cấp	Nguy cơ cháy	Diện tích (ha)	Phần trăm (%)
I	Thấp	6461,19	15,69
II	Trung bình	17846,55	43,34
III	Cao	13196,43	32,05
IV	Rất cao	3670,20	8,92

5. Kết luận

Nguyên nhân dẫn đến cháy rừng rất đa dạng, mặc dù số lượng đám cháy đã xảy ra không đáng kể trên khu vực nghiên cứu nhưng việc xây dựng các bản đồ dự báo nguy cơ cháy theo hướng phân tích đa tiêu chí là cần thiết để từ đó các cấp quản lý cần phải có quy hoạch đúng đắn về giao thông, dân cư hoặc xây dựng hàng rào phòng cháy xung quanh khu vực có nguy cơ cháy cao.

Cách tiếp cận kết hợp viễn thám, GIS và tích hợp đa tiêu chí sử dụng phân tích thứ bậc AHP có thể được sử dụng hiệu quả để dự báo khu vực dễ cháy rừng từ một số yếu tố cơ bản. Trong nghiên cứu này, nguy cơ hỏa hoạn ở khu vực rừng vườn Quốc gia Ba Vì được phân tích theo ưu thế loại thảm thực vật, con người, điều kiện khí hậu và địa hình tự nhiên. Kết quả khá hữu ích trong việc mô tả các vùng "nguy cơ hỏa hoạn" ở cấp địa phương cũng có thể được sử dụng như là một công cụ để giải quyết mối quan tâm về nguy cơ hỏa hoạn quy mô toàn quốc hoặc lớn hơn. Các bản đồ yếu tố thành phần liên quan có thể linh hoạt thay đổi tùy theo dữ liệu được cung cấp và tùy theo đặc điểm địa lý của khu vực nghiên cứu để tăng độ chính xác dự báo nguy cơ cháy trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

Chuvieco, E. and Congalton, R. G., 1989. Application of remote sensing and geographic information system to forest fire hazard mapping. *Remote Sens. Environ*, 29, 147-159.

- Dao Thi Thanh Huyen and Vu Anh Tuan, 2008. Applying GIS and Multi-criteria evaluation in forest fire risk zoning in Son La province, Vietnam. *International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences*.
- Global Fire Management System: <http://geonetwork4.fao.org/firemap/>
- Khalil V. K., Khalil O., and Siavash S. K., 2014. Forest Fire Risk Assessment Using Multi -Criteria Analysis Criteria Analysis: A Case Study Kaleybar Forest s: A Case Study Kaleybar Forests. *International Conference on Agriculture, Environment and Biological Sciences (ICFAE'14)* June 4-5, 2014 Antalya (Turkey).
- Krishna P. V., Anuradha E. and Badarinath K. V. S., 2009. Fire risk evaluation using multicriteria analysis - a case study, *Environ Monit Assess*, DOI 10.1007/s10661-009-0997-3.
- Luis Diaz-Balteiro and Carlos Romero, 2008. Review: Making forestry decisions with multiple criteria: A review and an assessment. *Forest Ecology and Management* 255, 3222–3241.
- Lưu Thế Anh, Trần Anh Tuấn, Hoàng Thị Huyền Ngọc và Lê Bá Biên, 2014. Ứng dụng tư liệu ảnh viễn thám và công nghệ GIS thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng tỉnh Đắk Lắk. *Tạp chí Các khoa học về trái đất*, 36(3), 252-261.
- Saaty T.L., 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15, 234-281.
- Suryabagavan K. V., Alemu M. and Balakrishnan M., 2016. GIS-based multi-criteria decision analysis for forest fire susceptibility mapping: a case study in Hareenna forest, southwestern Ethiopia. *Tropical Ecology* 57(1): 33-43.
- Vadrevu, K. P., Eaturu, A. and Badarinath, K. V. S., 2011. Fire risk evaluation using multicriteria analysis - a case study. *Environ Monit Assess*, 166, 223-239.
- Vũ Thành Minh và Lê Thị Thu Hiền, 2015, Ứng dụng GIS và viễn thám để thành lập bản đồ nhạy cảm cháy tại Vườn Quốc gia Tràm Chim, *Tạp chí phát triển KH&CN* tập 18 số T16, 221-235.
- Yakubu I., Mireku-Gyimah D. and Duker A. A., 2015. Review of methods for modelling forest fire risk and hazard. *African Journal of Environmental Science and Technology*, Vol 9(3), pp 155-165.

ABSTRACT

Multi-criteria analysis in mapping of forest fire risk prediction

Thao Phuong Thi Do ^{1,*}, Hai Manh Nguyen ¹, Linh Khanh Vu ¹, Duc Danh Nguyen ¹

¹ Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam.

Warning and preventing forest fires to protect forest ecosystems is essential and must be managed and monitored effectively. GIS is a superior spatial analysis tool combined with a multi-criteria analysis that predicts and assesses where and when forest fire risks occur. The experimental area is Ba Vi district, where the natural national park was located as the largest forest acreage in Ha Noi that needs to be preserved. Nine factors, divided into groups of combustible materials, fire agents, weather agents, and natural elements extracted from remote sensing data, topographic maps, Digital Elevation Models (DEMs) were assigned different weights depending on the level of influence, according to Analytic Hierarchy Process (AHP). The result map of forest fire occurrence prediction is presented in four levels: low, medium, high and very high, then compared to the Global Fire Management System. The result showed grass, shrubs, pine forest, acacia, etc. and area that near the residential has the higher probability of forest fires at dry season (8.92% of total area), needs to perform effective forest fire prevention first.

Keywords: MCA, fire forecast, Ba Vi, GIS, AHP.