

Ứng dụng viễn thám và GIS thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng phục vụ phòng chống, giảm thiểu thiệt hại do cháy rừng tại tỉnh Sơn La, Việt Nam

Nguyễn Ngọc Thạch¹, Đặng Ngô Bảo Toàn², Phạm Xuân Cảnh^{1,*}

¹Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Quy Nhơn

Nhận ngày 07 tháng 6 năm 2017

Chỉnh sửa ngày 21 tháng 6 năm 2017; Chấp nhận đăng ngày 22 tháng 9 năm 2017

Tóm tắt: Sơn La là tỉnh miền núi Tây Bắc Việt Nam có nhiều dân tộc sinh sống, tỉnh có diện tích 14.125 km², chiếm 4,27% tổng diện tích Việt Nam. Diện tích đất lâm nghiệp chiếm 73% tổng diện tích tự nhiên của tỉnh với 357.000 ha rừng, trong đó có 4 khu rừng đặc dụng và bảo tồn thiên nhiên. Hàng năm có hàng trăm đám cháy rừng xảy ra, gây nhiều thiệt hại cho tự nhiên, kinh tế và môi trường sinh thái của tỉnh. Do tác động của biến đổi khí hậu mà cháy rừng có xu hướng gia tăng trong những năm gần đây. Với mục đích thành lập bản đồ cảnh báo nguy cơ cháy rừng, đề tài đã phân tích cơ chế, nguyên nhân gây cháy rừng và xây dựng cơ sở dữ liệu liên quan tới cháy rừng bao gồm nhiều lớp thông tin về tự nhiên và kinh tế xã hội, trong đó có nhiều lớp thông tin khai thác từ tư liệu ảnh Landsat 7. Phương pháp chuyên gia được áp dụng trong đánh giá, kết hợp với phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) của Saaty để xác định trọng số của các tham số liên quan tới cháy rừng. Đề tài đã áp dụng phương pháp MCA, xây dựng được hàm đa chỉ tiêu với 9 tham số và xử dụng hàm này để xây dựng bản đồ cảnh báo nguy cơ cháy rừng cấp tỉnh tỉ lệ 1:100.000. Kiểm chứng kết quả bằng phương pháp phân tích tương quan hồi quy, giá trị xác định bội R² đạt 0,71. Bản đồ đã được sử dụng phục vụ cho việc lập kế hoạch phòng chống cháy rừng cho tỉnh Sơn La.

Từ khóa: Nguy cơ cháy rừng, đa chỉ tiêu, AHP, GIS.

1. Đặt vấn đề

1.1. Tính cấp thiết

Cháy rừng và sự suy giảm tài nguyên rừng không chỉ là vấn đề bức xúc của riêng Việt Nam mà là vấn đề chung của toàn cầu. Cháy rừng là hiểm họa thường xuyên xảy ra gây thiệt

hại nặng nề cả về mặt kinh tế xã hội và mặt chất lượng cuộc sống con người [1].

Theo thống kê của FAO (báo cáo của CDP năm 2016) [2], hàng năm khoảng 906 tỉ USD đã bị thiệt hại bởi sự mất rừng do cháy (báo cáo của CDP năm 2016). Nghiên cứu về biến đổi khí hậu cho thấy cháy rừng sẽ nhanh chóng trở thành vấn đề của nhiều quốc gia vì khí hậu thay đổi dẫn đến En Ni-nô sẽ hoạt động thường xuyên hơn, cường độ mạnh hơn, do đó cháy rừng sẽ xảy ra nhiều hơn [3].

*Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-948989688.

Email: xuancanhhus@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4088>

Ở Việt Nam, trong những năm gần đây, nhiều vụ cháy rừng lớn xảy ra gây nhiều tổn thất nghiêm trọng về kinh tế và môi trường, làm thiệt hại nghiêm trọng hệ sinh thái và góp phần làm gia tăng ô nhiễm môi trường xung quanh. Theo thống kê của Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn, tính đến tháng 12 năm 2016, đã xảy ra 2.792 vụ cháy, trong đó có 388 vụ cháy rừng với 3.309 ha rừng bị cháy (tăng gấp 3 lần so với năm 2015). Vì vậy, vấn đề hết sức bức xúc đặt ra cho mỗi địa phương có rừng là phải tiến hành những biện pháp thích hợp, trong đó có việc lập bản đồ cảnh báo nguy cơ và xây dựng kế hoạch phòng chống cháy rừng.

1.2. Mục tiêu và cơ sở tài liệu nghiên cứu

Mục tiêu nghiên cứu của đề tài là áp dụng phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (MCA) để phân tích đánh giá mối liên quan của các yếu tố tự nhiên và xã hội đến nguy cơ cháy rừng và áp dụng mô hình xử lý không gian để thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng tỉ lệ 1:100.000 cho quy mô không gian của toàn tỉnh Sơn La.

Cơ sở tài liệu để thực hiện nghiên cứu bao gồm: Dữ liệu nền địa hình tỉ lệ 1: 100.000 do Bộ tài nguyên môi trường thành lập; Dữ liệu rừng, dân cư, hiện trạng tài sản khai thác từ số Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, số Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sơn La, có hiệu chỉnh và bổ sung từ nguồn tư liệu ảnh Landsat; Số liệu khí tượng khai thác từ Đài Khí tượng Thủy văn trung ương.

2. Cơ sở khoa học của việc thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng

2.1. Nguy cơ cháy rừng và dự báo nguy cơ cháy rừng

Đám cháy chỉ xuất hiện khi có 3 yếu tố kết hợp với nhau: nhiệt, oxy và năng lượng cháy cơ bản (nhiên liệu). Thêm vào đó, nếu các yếu tố như độ ẩm thấp, gió mạnh, địa hình và hướng gió thuận lợi thì đám cháy sẽ phát triển nhanh chóng. Khi thiếu một trong 3 yếu tố này, đám

cháy không thể xảy ra, nhưng khi kết hợp cả 3 yếu tố này thì cháy là một điều khó tránh khỏi. Cháy rừng là một sản phẩm tương tác giữa các yếu tố môi trường với nhau, bao gồm nhiên liệu (cây rừng), địa hình, thời tiết và lửa. Cường độ và tốc độ lan rộng của một đám cháy phụ thuộc vào số lượng và sự sắp xếp của nhiên liệu, độ ẩm của nhiên liệu, tốc độ gió gần khu vực cháy, địa hình và độ dốc [4-6].

Nguy cơ cháy rừng là thuật ngữ dùng để chỉ khả năng xảy ra cháy rừng với tất cả các loại rừng [7], thường được chia thành những cấp nguy cơ khác nhau từ ít xảy ra cháy rừng, đến nguy cơ cháy lớn. Dự báo nguy cơ cháy rừng là việc xác định cấp nguy cơ cháy cho các loại rừng. Nguy cơ cháy trước hết phụ thuộc vào điều kiện thời tiết. Thời tiết càng nóng, khô và càng kéo dài thì nguy cơ cháy rừng càng cao. Nguy cơ cháy rừng cũng phụ thuộc vào đặc điểm trạng thái rừng. Những trạng thái rừng có nhiều cây có dầu, nhiều cây bụi dây leo, nhiều cành khô lá rụng khi gặp thời tiết khô hạn sẽ dễ cháy hơn những trạng thái rừng khác. Vì vậy, người ta thường căn cứ vào kết quả phân tích đặc điểm thời tiết và đặc điểm trạng thái rừng để dự báo nguy cơ cháy rừng.



Hình 1. Quy ước về thông tin cảnh báo nguy cơ cháy rừng theo chỉ số Nestrop [8-10].

2.2. Xác định các nhân tố môi trường ảnh hưởng đến cháy rừng

Những phân tích dưới đây về các nhân tố môi trường ảnh hưởng đến cháy rừng sẽ cung

cấp cơ sở khoa học cho việc đánh giá mức độ nhạy cảm với cháy rừng cho từng lớp thông tin.

- Địa hình

Địa hình bao gồm các yếu tố: độ dốc, hướng sườn, độ cao tuyệt đối. Địa hình không thể thay đổi tại một thời điểm nhưng cấu tạo của địa hình sẽ ảnh hưởng đến sự thay đổi về nhiên liệu và điều kiện không khí. Cường độ bức xạ mặt trời lớn nhất khi độ dốc vuông góc với mặt trời. Ở phía bắc bán cầu, các hướng dốc nam, tây nam thuận lợi để bắt cháy và lan rộng do những hướng này nhận được nhiều ánh nắng mặt trời hơn và sẽ có độ ẩm thấp và nhiệt độ nhiên liệu cao hơn hướng bắc và hướng đông. Ban ngày gió mạnh hơn ở hướng sườn nam và tây.

Ở vùng núi cao địa hình thường khô hạn kéo dài, nắng nhiều và dao động nhiệt độ lớn hơn rất nhiều so với thấp; ở sườn dốc, do khác hướng phơi nên năng lượng nhận được là khác nhau và các dòng đối lưu phát triển mạnh so với các vùng bằng phẳng. Ở độ dốc 15 - 20° ngọn lửa được truyền đi gần như là liên tục. Ngược lại, nếu độ dốc giảm xuống thì mức độ lan rộng của đám cháy cũng giảm [6]. Các điều kiện địa hình tạo ra có ảnh hưởng trực tiếp đến điều kiện bốc hơi nước của vật liệu cháy hoặc chi phối quy mô, tốc độ lan rộng các đám cháy rừng. Ở vùng núi phía bắc, từ độ cao 900 mét trở lên, có thể hay gặp băng giá làm chết khô lá và cây nên cũng là nơi có nguy cơ cháy cao [6, 11, 12].

- Nhiên liệu cháy

Nhiên liệu là mấu chốt quan trọng trong tam giác lửa. Nhiên liệu không phải là nguyên nhân cháy nhưng nó làm thay đổi mức độ cháy, ảnh hưởng đến sự dễ bắt lửa cũng như kích thước và cường độ của đám lửa. Nhiên liệu cháy được miêu tả trong các thời kì của cả trạng thái nhiên liệu và loại nhiên liệu. Trạng thái nhiên liệu đề cập đến độ ẩm của nhiên liệu, cho dù cây sống hay chết. Loại nhiên liệu bao gồm đặc tính vật lý của nhiên liệu, thành phần của nhiên liệu và nhóm nhiên liệu. Đặc tính vật lý của nhiên liệu ảnh hưởng đến cách nhiên liệu cháy bao gồm số lượng, kích thước, sự liên kết và sắp xếp của vật liệu [7, 11, 13]. Đối với rừng, các đặc tính

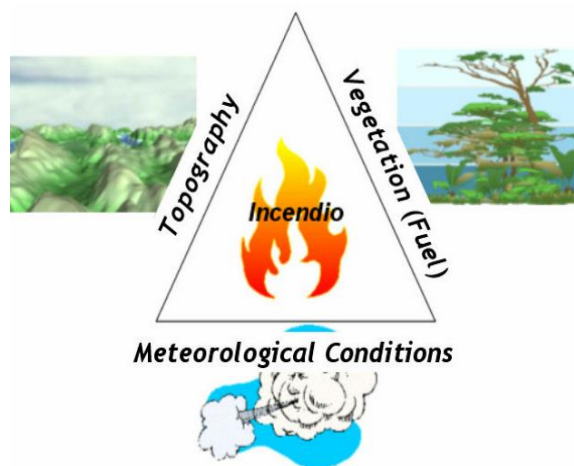
này liên quan tới đặc điểm các loại rừng khác nhau.

Độ ẩm của vật liệu: là khối lượng nước được cấu thành theo khối lượng đơn vị của nhiên liệu khô và được xác định chủ yếu bởi loại nhiên liệu và thời tiết. Nó cũng có thể được xác định bằng tỷ lệ phần trăm trọng lượng khô của nhiên liệu [14-16]. Ảnh hưởng quan trọng nhất của độ ẩm đối với cháy là tác dụng của hơi nước thoát ra từ nhiên liệu cháy. Nó làm giảm lượng oxy xung quanh chất cháy dẫn đến làm giảm tốc độ của quá trình cháy. Các loại thực vật và mật độ của chúng ảnh hưởng tới điều kiện độ ẩm và nguyên nhân cháy. Thực vật chứa thấp hơn 10% độ ẩm có thể gây ra cháy [15, 17].

- Thời tiết

Cháy rừng liên quan mật thiết đến thời tiết và khí hậu [11, 12]. Ngoài chỉ số Nesterop [4, 5], có thể thấy các tham số quan trọng nhất của thời tiết ảnh hưởng đến cháy rừng là nhiệt độ không khí, độ ẩm tương đối và tốc độ gió.

- Nhiệt độ không khí đóng một vai trò quan trọng gây ra cháy rừng. Ảnh hưởng trực tiếp của nó lên nhiệt độ của vật liệu và làm cho lượng nhiệt năng cần thiết tăng lên đến điểm bắt lửa.



Hình 2. Tam giác môi trường cháy rừng.

- Độ ẩm không khí: độ ẩm tương đối của khí quyển thấp và độ ẩm mặt đất bị giảm do bốc hơi sẽ là điều kiện thuận lợi cho cháy rừng.

- Tốc độ gió: tỷ lệ đốt cháy chịu ảnh hưởng bởi tỷ lệ oxy cung cấp vào nguồn lửa nên tốc độ gió cũng là 1 yếu tố ảnh hưởng lớn đến quá trình cháy. Khi tốc độ gió tăng lên, ngọn lửa lan vào những vật liệu trên bề mặt gây ra nóng sơ bộ và mức độ lây lan tăng dần lên. Điều đó khẳng định rằng tốc độ gió tăng là nguyên nhân làm tăng mức độ lan tỏa của lửa và cường độ cháy cao hơn [6, 11, 18].

- Tác động của con người

Các nhân tố cần thiết để xảy ra cháy là sự có mặt của các vật liệu dễ cháy và nguồn lửa. Các nguồn lửa gây ra cháy có thể bắt nguồn từ tự nhiên (như giông sét) hoặc do con người. Tuy nhiên, những nguyên nhân cháy tự nhiên chưa phải là mối quan tâm lớn của nghiên cứu cháy rừng. Hầu hết các vụ cháy đều do hoạt động của con người và đó cũng chính là trọng tâm cho những nghiên cứu trong thời gian gần đây [3, 17]. Các nguyên nhân gây cháy do con người có thể được phân chia gồm nguyên nhân trực tiếp gây cháy do phương pháp canh tác nương rẫy truyền thống và nguyên nhân gián tiếp [4, 5, 6] là các hoạt động của con người nhằm đem lại lợi ích kinh tế song lại có khả năng làm tăng nguy cơ cháy như khai thác gỗ, đốt tổ ong lấy mật, phát triển đường bộ, tái định cư, làm nương rẫy.

Hầu hết các vùng rừng có tiếp giáp với khu dân cư và sản xuất nông nghiệp thì nạn đốt nương làm rẫy sẽ ít được kiểm soát chặt chẽ, hoặc trong rừng có nhiều đường mòn đi lại, có các diêm du lịch sinh thái trong rừng thì việc quản lý nguồn lửa là hết sức khó khăn [1, 6, 9, 13].

- Nguyên nhân gây lửa do yếu tố khác: giông sét, các vật liệu có khả năng hội tụ ánh sáng (ở Việt Nam còn do vật liệu chiến tranh), do than cháy ngấm...

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Để triển khai đề tài, các phương pháp nghiên cứu về cháy rừng đã được áp dụng bao gồm:

- Tổng hợp, thu thập và xử lý thông tin, tài liệu liên quan tới cháy rừng: tài liệu thống kê cháy rừng, tài liệu khí hậu, tài liệu rừng, tài liệu thống kê về xã hội học...

- Phương pháp bản đồ được sử dụng nhằm khẳng định tính không gian, tính lãnh thổ của các dữ liệu địa lý về tọa độ địa lý về quy luật phân bố và mối tương quan giữa các yếu tố nội dung nghiên cứu.

- Phương pháp viễn thám: sử dụng để khai thác thông tin về điểm nóng trên các kênh hồng ngoại nhiệt và xây dựng cơ sở dữ liệu về rừng thông qua kết quả phân loại, giải đoán ảnh hoặc các ảnh chỉ số.

- Phương pháp GIS: Với nhiều phần mềm GIS khác nhau như: ArcGIS, QGIS, phương pháp phân tích không gian đa chỉ tiêu trong GIS (Multi Criteries Analysis - MCA) được sử dụng trong xử lý tích hợp các thông tin liên quan tới cháy rừng: phân tích nguyên nhân và sự tương tác hệ thống giữa các loại tham số gây cháy rừng, tính toán trọng số của từng tham số và tích hợp trong mô hình chung để xây dựng bản đồ về nguy cơ cháy rừng. Bản đồ nguy cơ cháy rừng được thực hiện theo hàm tích hợp đa chỉ tiêu sau:

$$NCR = \sum_{i=1}^n ([w]_i x_i) \quad (2)$$

Ở đây:

NCR - Nguy cơ cháy rừng. Bản đồ này được chia thành 5 mức tương ứng với 5 cấp nguy cơ cháy rừng

w_i : Trọng số của lớp (i)

x_i : x yếu tố (i)

n: số lượng các chỉ tiêu (từ 1-n)

Trong nghiên cứu, tùy điều kiện của mỗi khu vực địa lý, hoặc tùy theo tư liệu thực tế và tỉ lệ nghiên cứu mà số lượng các tham số lựa chọn và chỉ tiêu đánh giá có thể khác nhau.

3. Kết quả nghiên cứu áp dụng cho tỉnh Sơn La

3.1. Đặc điểm tự nhiên và kinh tế xã hội liên quan tới cháy rừng tại tỉnh Sơn La

Sơn La là tỉnh miền núi Tây Bắc Việt Nam, tỉnh có diện tích 14.125 km² chiếm 4,27% tổng diện tích Việt Nam, đứng thứ 3 trong số 63 tỉnh thành phố. Tọa độ địa lý: 20°39' - 22°02' vĩ độ Bắc và 103°11' - 105°02' kinh độ Đông. Nằm cách Hà Nội 320 km trên trục Quốc lộ 6 Hà Nội - Sơn La - Điện Biên, là một tỉnh nằm sâu trong nội địa. Địa giới: phía bắc giáp các tỉnh Yên Bái, Điện Biên, Lai Châu; phía đông giáp các tỉnh Phú Thọ, Hoà Bình; phía tây giáp với tỉnh Điện Biên; phía nam giáp với tỉnh Thanh Hóa và tỉnh Huaphanh (Lào); phía tây nam giáp tỉnh Luangprabang (Lào). Sơn La có đường biên giới quốc gia dài 250 km, chiều dài giáp ranh với các tỉnh khác là 628 km. Toàn tỉnh có 12 đơn vị hành chính (1 thành phố, 11 huyện) với 12 dân tộc. Tỉnh Sơn La có 12 dân tộc anh em chung sống, dân số ở Sơn La tính đến năm 2012 là khoảng 1.134.300 người, mật độ dân số 80 người/km², trong đó dân tộc Thái chiếm 54%, dân tộc Kinh 18%, dân tộc Mông 12%, dân tộc Mường 8,4%, dân tộc Dao 2,5%, còn lại là các dân tộc: Khơ Mú, Xinh Mun; Kháng, La Ha, Lào, Tày và Hoa, nghề nghiệp chủ yếu là

sản xuất nông lâm nghiệp và đốt rẫy làm nương rẫy là tập quán đã có từ lâu đời.

Sơn La có độ cao trung bình 600 - 700m so với mặt biển, núi cao nhất là núi Pha Luông, có độ cao gần 2.000m. Địa hình bị chia cắt nhiều, 97% diện tích tự nhiên thuộc lưu vực sông Đà, sông Mã, có 2 cao nguyên là Cao nguyên Mộc Châu và Cao nguyên Sơn La có địa hình tương đối bằng phẳng.

Sơn La có khí hậu cận nhiệt đới ẩm vùng núi, mùa đông phi nhiệt đới lạnh khô, mùa hè nóng ẩm, mưa nhiều. Do địa hình bị chia cắt sâu và mạnh nên hình thành nhiều tiểu vùng khí hậu, cho phép phát triển một nền sản xuất nông - lâm nghiệp phong phú. Thống kê nhiệt độ trung bình năm của Sơn La có xu hướng tăng trong 20 năm lại đây với mức tăng 0,5°C - 0,6°C, nhiệt độ trung bình năm của Thành phố Sơn La là 21,1°C, Yên Châu 23°C; lượng mưa trung bình năm có xu hướng giảm (thành phố Sơn La 1.402 mm, Mộc Châu 1.563 mm); độ ẩm không khí trung bình năm cũng giảm. Tình trạng khô hạn vào mùa đông, gió tây khô nóng vào những tháng cuối mùa khô đầu mùa mưa (tháng 3-4) là yếu tố gây ảnh hưởng tới sản xuất nông nghiệp của tỉnh. Sương muối, mưa đá, lũ quét là yếu tố bất lợi về mặt khí hậu. Ở Sơn La, từ độ cao 900 mét trở lên, vào mùa đông có thể hay gặp băng giá làm chết khô lá và cây nên cũng là nơi có nguy cơ cháy cao.



Hình 3. Khu vực nghiên cứu: tỉnh Sơn La và cảnh quan đặc trưng ở Sơn La.

Bảng 1. Diện tích rừng tỉnh Sơn La năm 2015

ID	Loại Rừng	Diện tích (ha)
1	Dân cư	4873
2	Đất nông nghiệp, đất khác	390917.7
3	Đất trồng	605797
4	Mặt nước	25728.4
5	Núi đá không cây	7147.6
6	Rừng hỗn giao gỗ tre nứa	16928.3
7	Rừng lá rộng thường xanh giàu	11023
8	Rừng lá rộng thường xanh nghèo	62970.8
9	Rừng lá rộng thường xanh phục hồi	368903.2
10	Rừng lá rộng thường xanh trung bình	46886.7
11	Rừng núi đá	91500.3
12	Rừng tre nứa	56748
13	Rừng trồng	19147.9

Nguồn: Viện Điều tra Quy hoạch rừng

Rừng của Sơn La khá đa dạng với diện tích đất lâm nghiệp chiếm 73% tổng diện tích tự nhiên của tỉnh. Diện tích rừng của tỉnh có 357.000 ha, độ che phủ của rừng đạt khoảng 41% (năm 2015) bao gồm chủ yếu là rừng tự nhiên lá rộng thường xanh, tre nứa và rừng trồng. Rừng Sơn La có nhiều loại động, thực vật quý hiếm và các khu rừng đặc dụng có giá trị nghiên cứu khoa học và phục vụ du lịch sinh thái trong tương lai. Có 4 khu rừng đặc dụng bảo tồn thiên nhiên: Xuân Nha (Mộc Châu) 38.000 ha, Sốp Cộp 27.700 ha, Cópia (Thuận Châu) 9.000 ha, Tà Xùa (Bắc Yên) 16.000 ha. Khi sương muối, băng giá xuất hiện, với rừng thường xanh và tre nứa, cành và lá sẽ bị chết khô, tạo nên nguy cơ cháy rừng rất cao [19].

Rừng trồng chủ yếu là thông, keo các loại được trồng tập trung ở vùng núi thấp và bãi bằng, dưới tán rừng là các loài cây bụi (sim, mua, trầm, chổi, lau sậy) về mùa khô rất dễ bắt lửa. Rừng keo trồng chủ yếu ở sườn dưới và chân đồi, sinh trưởng và phát triển tốt. Tất cả các loại rừng thông, keo và một số rừng tự

nhiên, rừng tre núi đá phân bố trên cao ở tỉnh Sơn La là rừng trọng điểm dễ cháy. Rừng trọng điểm dễ cháy hiện nay trên địa bàn tỉnh Sơn La có 252.805 ha. Tập trung chủ yếu ở 4 khu rừng đặc dụng, dọc hai bên đường quốc lộ, tỉnh lộ, rừng phòng hộ cho các công trình thủy điện vừa và nhỏ, thủy điện Sơn La và dọc lưu vực sông Đà. Vào mùa khô, thời tiết thường có nắng nóng và gió tây thổi mạnh, độ ẩm xuống mức thấp, lá cây rụng xuống cộng với tầng thảm mục lâu ngày bị phơi nắng tạo thành lớp vật liệu rất dễ cháy, nhất là các khu rừng nguyên sinh có thảm thực vật dày bị khô, dễ cháy và khó chữa.

3.2. Hiện trạng về cháy rừng ở Sơn La

Theo thông kê, từ năm 2001 đến năm 2015, toàn tỉnh Sơn La đã xảy ra 327 vụ cháy, diện tích cháy 1005,9 ha (mức độ thiệt hại khoảng 20%) [8]. Các điểm cháy rừng tập trung nhiều nhất tại huyện Mường La, Sốp Cộp và vùng ven thành phố Sơn La (hình 4).

3.3. Xây dựng bản đồ nguy cơ cháy rừng

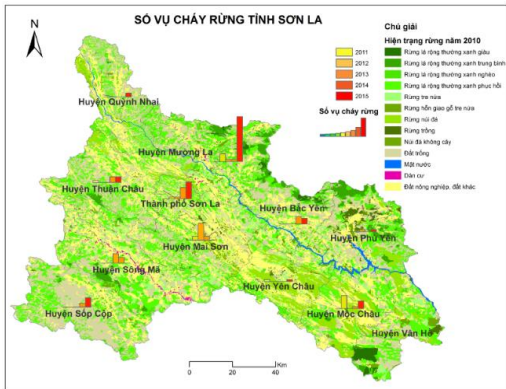
Tiếp cận theo nguyên tắc phân tích đa chỉ tiêu MCA, bản đồ nguy cơ cháy rừng được thành lập theo công thức (2). Trong đó, các lớp thông tin được thành lập bằng phương pháp viễn thám hoặc từ nhiều nguồn khác nhau. Thang đánh giá cho mỗi lớp được xây dựng theo ý kiến chuyên gia kết hợp kiểm tra thực địa. Công việc này cũng được áp dụng trong việc xác định trọng số của từng lớp theo phương pháp AHP.

Quy trình xử lý thông tin

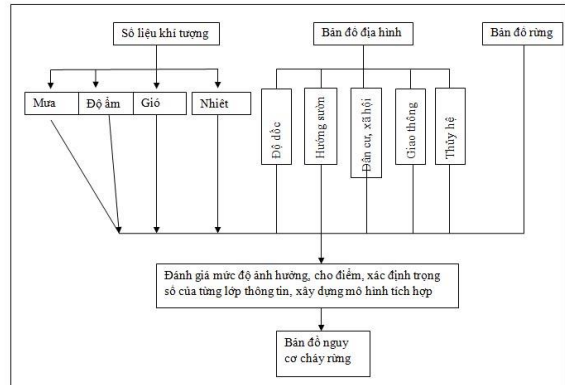
Quy trình xử lý thông tin để thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng được thể hiện trong hình 5.

Trong quy trình, các tham số được xem xét đưa vào mô hình đánh giá và tích hợp bao gồm các lớp thông tin về tự nhiên và cả xã hội. Về tự nhiên gồm: loại rừng (bản đồ rừng 1: 100.000) thành lập bằng phương pháp viễn thám, độ cao, độ dốc địa hình, hướng sườn, mật độ sông suối (phân tích từ bản đồ địa hình 1: 100.000), tổng số giờ nắng/ năm, tổng lượng mưa/ năm, nhiệt

độ cực đại/ năm, độ ẩm cực tiểu/ năm, hướng gió thịnh hành, (tách từ số liệu khí tượng 33 năm). Thông tin về xã hội bao gồm: điểm dân cư, dân tộc, đường giao thông các cấp, vị trí hộ làm nghề rừng, vị trí nương rẫy (nguồn khai thác từ số liệu thống kê của tỉnh).



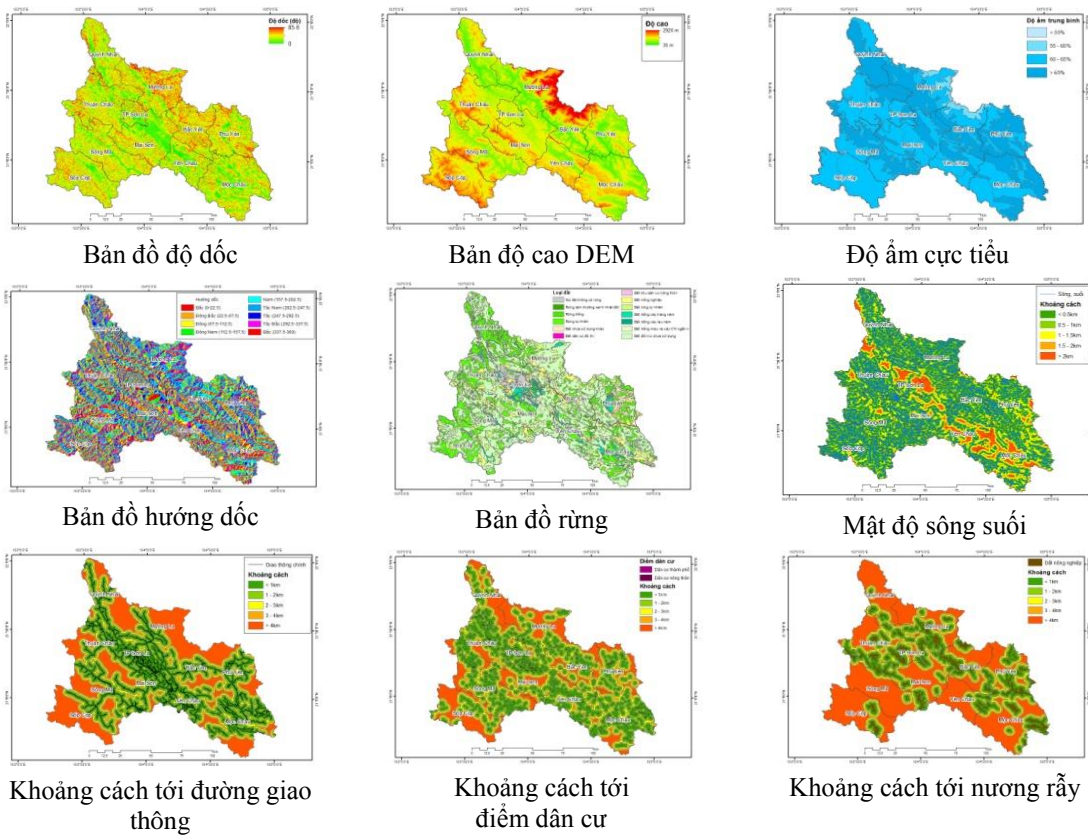
Hình 4. Bản đồ tổng hợp các vụ cháy rừng trên địa bàn tỉnh Sơn La (2011 - 2015)

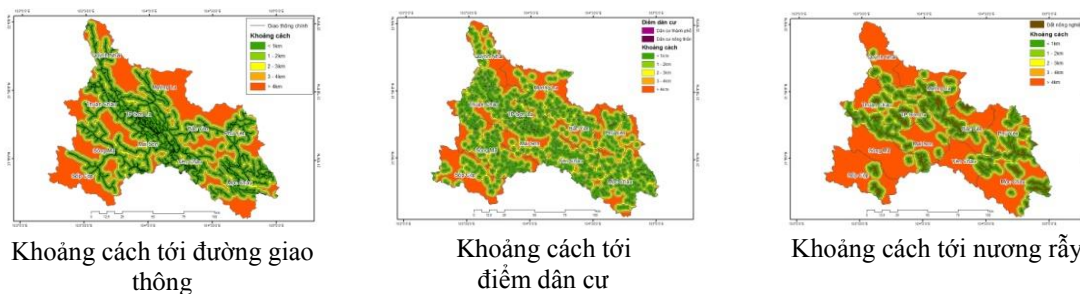


Hình 5. Quy trình triển khai xây dựng bản đồ nguy cơ cháy rừng.

Tạo cơ sở dữ liệu về cháy rừng

Dữ liệu được xử lý bằng phần mềm ARCGIS và chuẩn hóa theo chuẩn ISO TC211 ở tỉ lệ 1: 100.000 (hình 6).





Hình 6. Các lớp thông tin cho thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng tỉnh Sơn La.

Các lớp thông tin bao gồm có:

- Dữ liệu mô hình số độ cao (DEM), độ dốc và hướng dốc được chiết xuất từ bản đồ địa hình 1: 100.000.
- Dữ liệu rừng khai thác từ chi cục kiểm lâm tỉnh được hiệu chỉnh và bổ sung bằng ảnh vệ tinh Landsat.
- Dữ liệu về phân bố dân cư và tính khoảng cách tới khu dân cư.
- Dữ liệu về hiện trạng đất nương rẫy và tính khoảng cách tới đất nương rẫy.
- Dữ liệu về giao thông và tính khoảng cách tới các loại đường giao thông
- Dữ liệu về sông suối và tính mật độ sông suối khu vực nghiên cứu.

- Dữ liệu độ ẩm cực tiểu trung bình tháng xây dựng từ số liệu các trạm đo khu vực nghiên cứu (số liệu thống kê 33 năm từ Đài Khí tượng Thủy văn trung ương).

Đánh giá các lớp thông tin cho nguy cơ gây cháy rừng

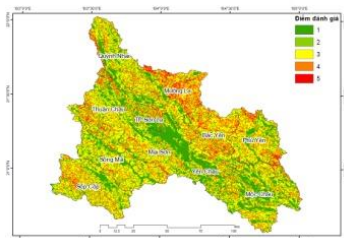
Theo những phân tích ở mục 2.3, việc đánh giá theo thang 5 điểm được thực hiện độc lập cho 9 lớp thông tin của tỉnh Sơn La cụ thể như bảng 3.

Sau khi xử lý bằng GIS thu được 9 lớp dữ liệu mới, mỗi lớp dữ liệu có các giá trị từ 1 đến 5 thể hiện mức độ ảnh hưởng tới việc phát sinh tai biến cháy rừng tăng dần (hình 7).

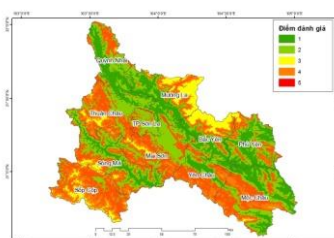
Bảng 2. Bảng đánh giá nguy cơ cháy cho lớp thông tin rừng

Mức độ đánh giá	Độ dốc	Độ cao (m)	KC tới giao thông (km)	Hướng dốc	Loại rừng	KC tới sông suối (m)	Độ ẩm %	KC tới Khu dân cư Km	KC tới nương rẫy m
1	0-8°	1600- =<1900	<0.5	Bắc Đông Nam	DK DC IIIa1 IIIa3 NN ONT TC IVb Chè	<200	60- 100	1-1.5	>=400
2	8°-15°	1300- =<1600	0.5-1	Đông Bắc	Ia	200-400	55- =<60	1.5-=<2	350- =<400
3	15°-	1100-	1-1.5	Đông	HG	400-600	50-	2-=<2,5	300-

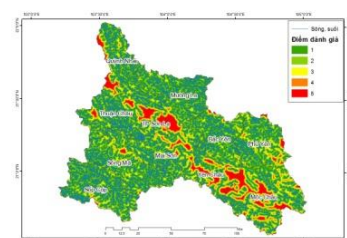
	25°	=<1300		Nam	Ic IIa IIa2 IIb Nường rẫy, Thông	=<55		=<350	
4	25°- 45°	1100- =<120	1.5-2	Tây Nam Tây Bắc	Ib Nửa Tre	600-800	45- =<50	2.5-=<3	200- =<300
5	>45°	1200- =<1300	>2	Tây	Loi NR RT	>800	<45	>=3	0- =<200



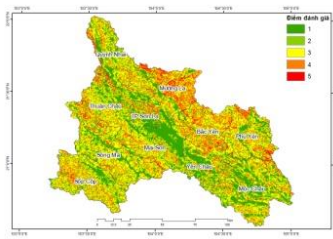
Đánh giá theo độ dốc



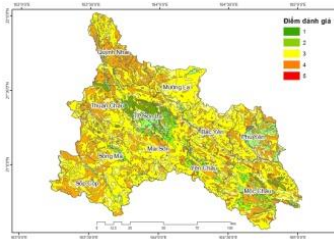
Đánh giá theo độ cao



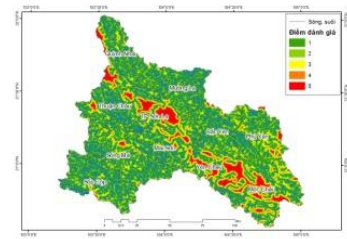
Đánh giá theo khoảng cách tới đường giao thông



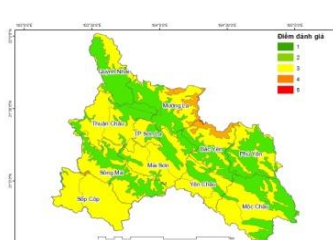
Đánh giá theo hướng dốc



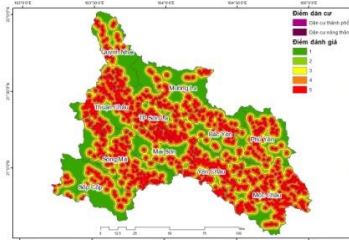
Đánh giá theo loại rừng



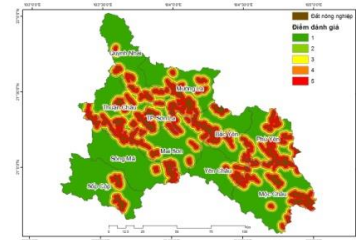
Đánh giá theo khoảng cách tới sông suối



Đánh giá theo độ ẩm cực tiểu



Đánh giá theo khoảng cách tới khu dân cư



Đánh giá theo khoảng cách tới nương rẫy

Hình 7. Các lớp thông tin đánh giá cho thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng tỉnh Sơn La.

3.4. Xác định trọng số của các hợp phần tham gia vào nguy cơ cháy rừng

Để xác định trọng số của các hợp phần, nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích so sánh theo cặp (AHP) do Saaty nghiên cứu và sau đó phát triển từ những năm 80, đây là một phương pháp tính toán trọng số áp dụng cho các bài toán ra quyết định đa chỉ tiêu [20]. Trong nghiên cứu này, ý kiến của nhiều chuyên gia [5, 6, 11, 18] được tham khảo để xây dựng ma trận so sánh cho 9 lớp thông tin có liên quan đến việc hỗ trợ xây dựng bản đồ phân vùng trọng

điểm cháy bao gồm: rừng (R), độ ẩm (ĐA), độ cao (ĐC), khoảng cách tới đường giao thông (GT), độ dốc (ĐD), mật độ sông suối (SS), hướng dốc (HD), khoảng cách tới nương rẫy (NR), khoảng cách tới khu dân cư (DC).

Kết quả so sánh có hệ số nhất quán $CR = CI/RI = 0.095/1.46 = 0.065 < 0.1$ đảm bảo độ tin cậy trong tính toán [20].

Trong đó: CI là chỉ số nhất quán ngẫu nhiên, RI là chỉ số ngẫu nhiên xác định theo n (số lượng nhân tố).

Bảng 3. Ma trận so sánh các chỉ tiêu phân vùng trọng điểm nguy cơ cháy rừng

Chỉ tiêu	R	ĐA	ĐC	GT	ĐD	SS	HD	NR	DC
R	1.00	2.00	9.00	4.00	7.00	8.00	3.00	8.00	5.00
ĐA	0.50	1.00	8.00	3.00	7.00	8.00	2.00	6.00	4.00
ĐC	0.11	0.13	1.00	0.14	0.25	0.33	0.13	0.50	0.25
GT	0.25	0.33	7.00	1.00	4.00	6.00	0.50	6.00	3.00
ĐD	0.14	0.14	4.00	0.25	1.00	2.00	0.20	0.50	0.25
SS	0.13	0.13	3.03	0.17	0.50	1.00	0.13	0.33	0.14
HD	0.33	0.50	7.69	2.00	5.00	8.00	1.00	5.00	3.00
NR	0.13	0.17	2.00	0.17	2.00	3.00	0.20	1.00	0.33
DC	0.20	0.25	4.00	0.33	4.00	7.00	0.33	3.00	1.00

Bảng 4. Ma trận tính trọng số các chỉ tiêu phân vùng trọng điểm nguy cơ cháy rừng

Chỉ tiêu	R	ĐA	ĐC	GT	ĐD	SS	HD	NR	DC	Tổng	Trọng số
R	0.34	0.43	0.22	0.18	0.25	0.18	0.41	0.25	0.20	2.46	0.27
ĐA	0.17	0.22	0.20	0.18	0.20	0.18	0.27	0.19	0.27	1.86	0.21
ĐC	0.04	0.03	0.02	0.42	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.56	0.06
GT	0.11	0.07	0.00	0.06	0.14	0.14	0.07	0.19	0.20	0.98	0.11
ĐD	0.04	0.03	0.10	0.01	0.03	0.07	0.02	0.02	0.01	0.33	0.04
SS	0.04	0.03	0.07	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.22	0.02
HD	0.11	0.11	0.20	0.12	0.17	0.18	0.14	0.22	0.20	1.44	0.16
NR	0.04	0.04	0.07	0.01	0.06	0.07	0.02	0.03	0.02	0.36	0.04
DC	0.11	0.05	0.10	0.02	0.14	0.16	0.05	0.09	0.07	0.79	0.09

3.5. Phương trình tích hợp nguy cơ cháy và bản đồ kết quả

Với trọng số được xác định trên bảng 6, phương trình hàm tính nguy cơ cháy với 9 tham số cụ thể như sau:

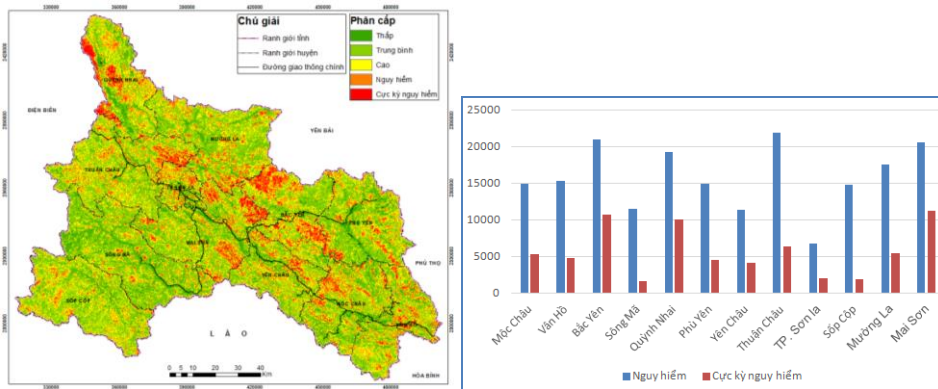
$$CR = R*0.27 + ĐA*0.21 + ĐC*0.06 + GT*0.11 + ĐD*0.04 + SS*0.02 + HD*0.16 + NR*0.04 + DC*0.09 \quad (3)$$

Kết quả tính toán được phân thành 5 cấp tương ứng với nguy cơ cháy rừng thấp, trung bình, cao, nguy hiểm và cực kỳ nguy hiểm (hình 8).

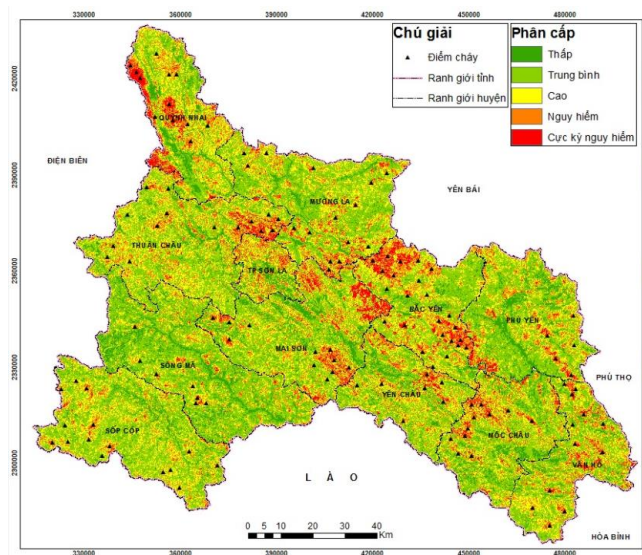
3.6. Đánh giá độ tin cậy của mô hình

Để đánh giá độ tin cậy của bản đồ kết quả, nghiên cứu này đã thống kê tổng số vụ cháy rừng từ năm 2011 đến năm 2015 theo từng huyện (bảng 6) và đánh giá sự tương quan của tổng số điểm cháy với tổng diện tích nguy cơ cháy rừng cấp 4 và 5 của mỗi huyện.

Kết quả cho thấy có sự tương quan tỉ lệ thuận (hệ số xác định bội $R^2 = 0.711$) giữa số điểm cháy và diện tích vùng có nguy cơ cảnh báo cháy mức 4 và 5 (hình 10).



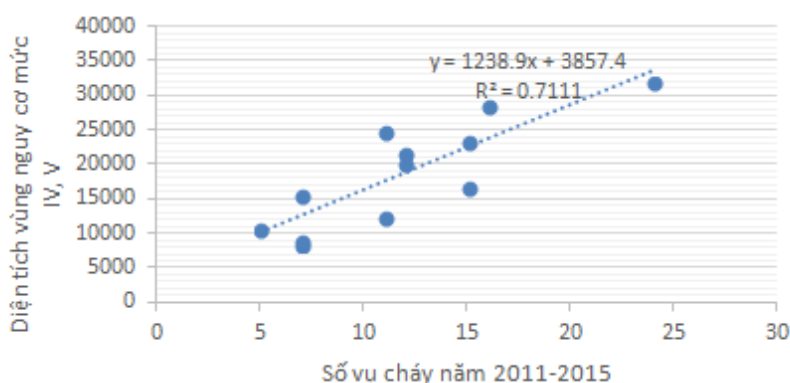
Hình 8. Bản đồ nguy cơ cháy rừng tỉnh Sơn La và thống kê theo huyện



Hình 9. Bản đồ phân bố các vụ cháy tại Sơn La từ năm 2011-2015 trên nền bản đồ nguy cơ cháy rừng. (nguồn: Chi cục kiểm lâm tỉnh Sơn La).

Bảng 5. So sánh số vụ cháy rừng từ năm 2011 đến 2015 tỉnh Sơn La và bản đồ nguy cơ cháy rừng

STT	Huyện	2011	2012	2013	2014	2015	$\sum_{2011}^{2015} 5 \text{ năm}$	Diện tích vùng nguy cơ mức IV, V (ha)
1	Mộc Châu	0	1	1	1	8	11	12342.4
2	Vân Hồ	0	0	1	1	10	12	20237.7
3	Bắc Yên	2	1	3	2	16	24	31793.2
4	Sông Mã	0	1	1	1	4	7	8310.3
5	Quỳnh Nhai	1	0	1	2	8	12	21423.5
6	Phù Yên	1	0	0	2	2	5	10589.8
7	Yên Châu	0	2	1	1	3	7	15604.9
8	Thuận Châu	2	3	0	2	10	16	28339.2
9	TP. Sơn la	1	1	0	2	3	7	8879.5
10	Sốp Cộp	1	1	2	3	8	15	16699.2
11	Mường La	0	1	5	3	6	15	23165.2
12	Mai Sơn	2	3	0	1	5	11	24833.8



Hình 10. Quan hệ giữa số điểm cháy thực tế và diện tích khu vực có nguy cơ cao (cảnh báo cấp IV, V) trên bản đồ dự báo.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy tích hợp công nghệ GIS và công cụ phân tích đa chỉ tiêu (MCA) với các lớp thông tin có liên quan đến khả năng cháy rừng như: độ ẩm, hướng gió, loại rừng, độ dốc, độ cao, hướng dốc, mật độ sông suối, nương rẫy, đất thổ cư, đường giao thông chính, đường mòn... cho phép thành lập bản đồ nguy cơ cháy rừng với độ chính xác đảm bảo độ tin cậy.

Hệ số tương quan chưa thật cao do số liệu thống kê chưa thật đầy đủ. Tuy nhiên, hầu hết các điểm cháy trong quá khứ đều nằm trong diện tích có nguy cơ cháy cao cho thấy độ chính xác đó là chấp nhận được. Đối với dự báo nguy cơ cháy rừng, nguy cơ cháy không có nghĩa là chắc chắn sẽ xảy ra. Vì vậy, việc áp dụng phương pháp bán định lượng AHP và phương pháp chuyên gia trong đánh giá là phương pháp phù hợp.

Để nâng cao giá trị ứng dụng trong dự báo cháy rừng, kết quả của nghiên cứu đã cung cấp tư liệu bản đồ nguy cơ cháy rừng cho từng đơn vị hành chính cấp huyện, cấp xã, phục vụ công tác phòng chống cháy rừng tỉnh Sơn La.

Xu hướng phát triển công nghệ dự báo cháy rừng là chuyển từ nửa tự động sang hoàn toàn tự động trong cả quá trình cập nhật thông tin, xử lý dữ liệu đa nguồn, trong đó có tư liệu viễn thám trực tuyến. Việc truyền tin cảnh báo nguy cơ cháy rừng có thể sử dụng đa phương tiện bao gồm công nghệ Web GIS, kết hợp tin nhắn, bảng điện tử và các phương pháp truyền thống.

Lời cảm ơn

Bài báo được thực hiện với sự tài trợ của đề tài khoa học do chính tập thể tác giả chủ trì và thực hiện có tên: “Nghiên cứu xây dựng mô hình và hệ thống dự báo thời tiết tiêu vùng và cảnh báo nguy cơ lũ quét, cháy rừng và sâu bệnh nông nghiệp cấp huyện vùng Tây Bắc” Mã số: KHCN-TB.13C/13-18 thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ trọng điểm cấp Nhà nước giai đoạn 2013-2018 mang tên “Khoa học và Công nghệ phục vụ phát triển bền vững vùng Tây Bắc - Việt Nam”. Tập thể tác giả bày tỏ lòng cảm ơn chân thành tới sự tài trợ của chương trình.

Tài liệu tham khảo

- [1] FAO. Fire Management – Global Assessment 2006. A Thematic Study Prepared in the Framework of the Global Forest Resources Assessment 14 2005. FAO, Rome. Retrieved on December 4, 2009 from <http://www.fao.org/docrep/009/a0969e/a0969e00.htm>, 2007.
- [2] Andre, J.C.S. and Viegas D.X., "A strategy to Model the Average Fireline Movement of a Light to Medium Intensity Surface Forest Fire", Proc. 2nd Int. Conf. Forest fire research, Coimbra, Nov. 1994.
- [3] Beer T.: "The Interaction of Wind and Fire, Boundary-Layer Meteorology", Vol. 54, pp. 287-308, 1991.
- [4] Patankar S.V.: "Numerical Heat Transfer and Fluid Flow", Hemisphere Publ. Corp., New York, 1980.
- [5] Phạm Ngọc Hưng, "Natural Disasters, Forest Fires and Solutions for Forest Fire Prevention and Fight in Vietnam", Publishing House. Agriculture, Hanoi. 2001.
- [6] USDA Forest Service Research. Forest fire risk maps: a GIS open source application – a case study in Norwest of Portugal
- [7] Guofan Shao, DAI Limin, HAO Zhanqing, TANG Lei & WANG Hui Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China. Mapping forest fire risk zones with spatial data and principal component analysis XU Dong.
- [8] <http://sotnmt.sonla.gov.vn/NewsDetail.aspx?id=43>
- [9] Jain, A., S.A. Ravan, R.K. Singh, K.K. Das, and P. S. Roy. Forest fire risk modelling using remote sensing and geographic information systems. Current Science 70:928-933. 1996.
- [10] Keane et al. A method for mapping fire hazard and risk across multiple scales and its application in fire management. Mapping fire hazard. May 2008.
- [11] Lê Đình Thơm, Cơ sở khoa học hiệu chỉnh cấp dự báo cháy rừng các tỉnh Bắc Trung bộ, Cục kiểm lâm - Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn.
- [12] Phung Nam Thang et al. Forest fire forecasting and control system, case study in Ha Noi. Journal of Agriculture and Rural Development, No 285. Rothermel R.C., "A Mathematical Model for Predicting Fire Spread in Wildland. 2016.
- [13] Hardwick, P. E., H. Lachowski, J. Forbes, R. J. Olson, K. Roby, and J. Fites. 1998. Fuel loading and risk assessment Lassen National Forest. Pages 328-339 in J. D. Greer, editor. Proceedings of the seventh Forest Service remote sensing applications conference. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, Maryland, USA, Nassau Bay, Texas, USA.
- [14] Keane, R. E., M. G. Rollins, and Z. Zhu. Using simulated historical time series to prioritize fuel treatments on landscapes across the United States: the LANDFIRE prototype project. Ecological Modelling 204:485-502. 2007.
- [15] Mahmud Mastura, Forest Fire Monitoring and Mapping in South East Asia, Department of Geography, Universiti Kebangsaan Malaysia. National Seminar on LUCC and GOF (NASA/EOC), Bangi. 1999

- [16] Nguyen Cao Tung, Forest Inventory and Planning Institute, Applied research, assay, development of a number of modules for monitoring forest resource development and forest resource management, Hanoi. 2007
- [17] N.kuter et all. Forest fire risk mapping by Kernel density estimation. Croat.j.for. Eng.32, 2. Pg 599-610. 2011.
- [18] Le Thanh Ha. Spatial Interpolation of Meteorologic Variables in Vietnam using the Kriging Method. Journal of Information Processing Systems Vol.11, No.1. 2015.
- [19] Tổng cục kiểm lâm: <http://www.kiemlam.org.vn>
- [20] Saaty, T.L., "An exposition of the AHP in reply to the paper Remarks on the Analytic Hierarchy Process", Management Science, 36(3), 259-268. 32. 1990.

Remote Sensing and GIS Application to Establish a Forest Fire Risk Map for Planning of Forest Fire Prevention and Mitigation in Son La Province, Vietnam

Nguyen Ngoc Thach¹, Dang Ngo Bao Toan², Pham Xuan Canh¹

¹VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

²Quy Nhon University

Abstract: Son La is a mountainous province in the Northwest of Vietnam with many ethnic groups, and has an area of 14,125 km², accounting for 4.27% of the total area of Vietnam. The forest land accounts for 73% of the total natural area of the province with 357,000 ha of forest. Among this having 4 areas of special use and the natural reserve forest. Every year, hundreds of forest fires cause huge natural, economic and ecological damages to the province. Due to the climate change, forest fires tend to increase in recent years. In order to prevent the fires, warning maps of the forest fire risk are needed. The research has analyzed mechanism and causes of the forest fires, and built a forest fire-related database with multi-layers of natural, social and economic information, in these, some layers were extracted from the Landsat 7 images. The expert method was applied for assesment and Saaty's Hierarchical Analysis (AHP) methods were applied to determine the weight for separated parameters related to forest fires. The research applied the MCA method to build a multi-indicator function with 9 parameters for establishing the forest fire risk map at the scale of 1:100,000 for provincial levels. In verifying the results by regression correlation analysis, the R² value reached 0.71. These maps have been used for the purpose of forest fire prevention planning for Son La province.

Keywords: Forest fire, multi-criteries, AHP, the fire triangle, planing.