

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GIS VÀ VIỄN THĂM XÂY DỰNG BẢN ĐỒ TIỀM NĂNG LŨ QUÉT TỈNH SON LA

Kiều Văn Hoan¹, Nguyễn Hà Trang², Nguyễn Phương Thúy¹
và Nguyễn Hữu Thanh¹

¹*Khoa Địa lý, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*

²*Trường Trung học Cơ sở Ngô Sĩ Liên,*

Tóm tắt. Sơn La là tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam thường xuyên xảy ra lũ quét. Lũ quét được hình thành do tác động tổng hợp của nhiều nhân tố như độ dốc địa hình, hiện trạng sử dụng đất, loại đất, độ che phủ rừng kết hợp với mưa lớn gây ra nhiều thiệt hại về người và tài sản. Hiện nay hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System - GIS) và viễn thám được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực trong đó có cảnh báo thiên tai. Trong nghiên cứu này tác giả sử dụng công nghệ GIS và viễn thám để xây dựng bản đồ tiềm năng lũ quét tỉnh Sơn La trên cơ sở phân tích tác động của các nhân tố độ dốc, hiện trạng sử dụng đất, đất, độ tàn che rừng theo mô hình đánh giá tiềm năng lũ quét (Flash Flood Potential Index – FFPI). Từ kết quả thu được xác định các khu vực có nguy cơ cao xảy ra lũ quét nhằm chủ động phòng chống, giảm thiểu thiệt hại của thiên tai.

Từ khóa: Lũ quét, GIS và viễn thám, ảnh vệ tinh Landsat, chỉ số tiềm năng lũ quét FFPI, chỉ số độ tàn che rừng.

1. Mở đầu

Lũ quét là thiên tai xuất hiện ở hầu khắp các nước trên thế giới trong đó có Việt Nam. Lũ quét được hình thành do sự tổng hợp của các nhân tố gây nên như: đặc điểm địa hình, địa mạo, lượng mưa, lớp phủ thực vật, kết cấu đất... Thêm vào đó, với việc diện tích rừng đầu nguồn bị suy giảm và biến đổi khí hậu làm cho lũ quét xảy ra thường xuyên và khó dự báo hơn. Trong điều kiện $\frac{3}{4}$ diện tích là đồi núi, khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa, lũ quét là thiên tai nghiêm trọng xảy ra ở vùng đồi núi của Việt Nam. Các trận lũ quét cuốn trôi nhà cửa, tài sản, làm nhiều người thiệt mạng và gián đoạn hoạt động sản xuất được ghi nhận ở các tỉnh miền núi như: Lai Châu, Sơn La, Yên Bái, Hòa Bình,... Trước tình hình đó, công tác dự báo, phòng chống lũ quét cần được tiến hành chính xác, khẩn trương để giảm thiểu tối đa thiệt hại. Sơn La là tỉnh ở miền núi phía Bắc Việt Nam có độ cao, độ dốc địa hình khá lớn kết hợp với mật độ sông suối dày đặc và sự suy giảm tài nguyên rừng làm cho tình hình lũ quét diễn biến phức tạp. Trong những

Ngày nhận bài: 1/4/2019. Ngày sửa bài: 9/7/2019. Ngày nhận đăng: 21/7/2019.

Tác giả liên hệ: Kiều Văn Hoan. Địa chỉ e-mail: kieuvanhoan@hnue.edu.vn

năm vừa qua, trên địa bàn Sơn La ghi nhận nhiều trận lũ quét có quy mô lớn, gây ra nhiều thiệt hại về người và tài sản [1, 2].

Hệ thống thông tin địa lý và viễn thám là công cụ rất mạnh trong việc xây dựng và đánh giá những tác động của các tai biến thiên nhiên trong đó có lũ quét. Những nghiên cứu về lũ quét dựa vào công nghệ GIS và viễn thám theo mô hình FFPI đã được nghiên cứu bởi các tác giả Gregory E. Smith (2010) [3], Jeffrey Zogg (2013) [4]; Roxana Tincu (2018) [5] sử dụng dữ liệu độ dốc, loại đất, loại hình sử dụng đất, loại đất, lớp phủ thực vật nhằm xây dựng được bản đồ tiềm năng lũ quét và hỗ trợ cho công tác dự báo và có tính chất định lượng (không gian, diện tích) trên các khu vực nghiên cứu.

Nghiên cứu về chỉ số tàn che đã được các tác giả M.V.K. Sivakumar, P.S. Roy, K. Harmsen, and S.K. Saha [2, 6, 11] sử dụng trong các bài toán về cảnh báo cháy rừng dựa trên các chỉ số mối quan hệ giữa các điều kiện rừng và chỉ số AVI (Advanced Vegetation Index), BI (Bare Soil), SI (Shadow Index) tính toán từ ảnh viễn thám.

Nghiên cứu của nhóm tác giả dựa trên mô hình tính toán chỉ số tiềm năng lũ quét FFPI Greg Smith (2010) có những điều chỉnh phù hợp với những điều kiện thực tế của khu vực nghiên cứu của Việt Nam, kết hợp với chỉ số tàn che (*Forest Canopy Density-FCD*) để xây dựng bản đồ tiềm năng lũ quét đảm bảo độ tin cậy và chính xác là cơ sở tham khảo trong qui hoạch, phân bố dân cư góp phần giảm thiểu những thiệt hại về người và tài sản, sử dụng hợp lý và bảo vệ tài nguyên [6, 7, 8, 11].

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu

Để xây dựng được bản đồ tiềm năng lũ quét tỉnh Sơn La nghiên cứu sử dụng các dữ liệu về mô hình số độ cao, loại đất và hiện trạng sử dụng đất, ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI ghép trên 4 tấm ảnh 127-045, 127 – 046, 128 – 045 và 128 – 046^[9]. Ảnh vệ tinh Landsat sau khi thu thập được hiệu chỉnh phổ, hiệu chỉnh hình học và cắt theo phạm vi khu vực nghiên cứu.

Bảng 1. Các nguồn dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu

STT	Tên dữ liệu
1	Mô hình số độ cao DEM ^[10]
2	Tài nguyên đất tỉnh Sơn La tỉ lệ 1:100 000
3	Hiện trạng sử dụng đất tỉnh Sơn La năm 2015 tỉ lệ 1:100 000.
4	Ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI độ phân giải 30m ngày 30-05-2015

2.2. Phương pháp nghiên cứu

FFPI là mô hình định lượng xác định nguy cơ phát sinh lũ quét trên cơ sở dựa vào những đặc tính vốn có của địa bàn nghiên cứu như độ dốc, kết cấu đất, loại hình sử dụng đất, độ tàn che của thực vật. Dưới đây là quy trình xây dựng mô hình FFPI (Hình 1).

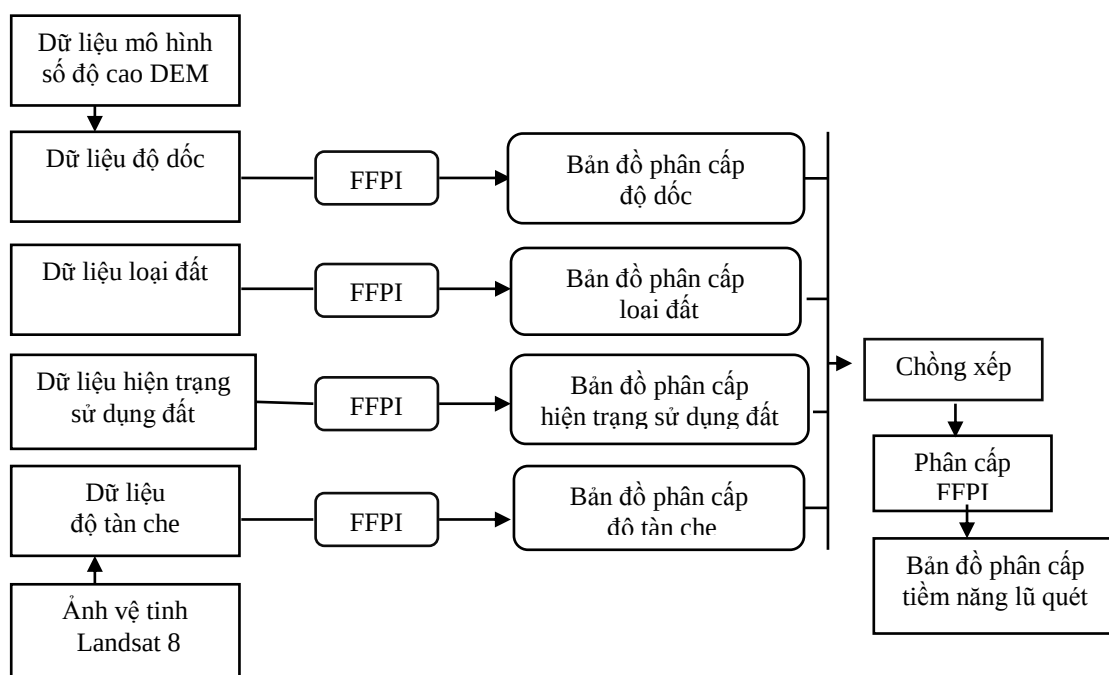
Để xây dựng bản đồ tiềm năng lũ quét tỉnh Sơn La tác giả tiến hành thu thập các dữ liệu và sử dụng phương pháp GIS và viễn thám để xử lý ảnh vệ tinh và phân cấp FFPI

cho từng nhân tố thành phần: độ dốc, loại đất, hiện trạng sử dụng đất, độ tàn che rừng. Mỗi lớp dữ liệu sẽ được gán giá trị FFPI từ 1 đến 10, giá trị nhỏ nhất là 1, giá trị lớn nhất là 10. Mỗi thành phần được gán vào mô hình có trọng số và chồng xếp để ra được bản đồ tiềm năng lũ quét. Giá trị nhỏ nhất là 1 tương ứng với khu vực ít chịu ảnh hưởng nhất và giá trị lớn nhất là 10 tương ứng với khu vực có tiềm năng xảy ra lũ quét cao nhất. Dựa trên mô hình của Greg Smith, tác giả lựa chọn công thức để áp dụng vào địa bàn nghiên cứu tỉnh Sơn La dưới đây, nhân tố độ dốc có trọng số 1.5, các nhân tố còn lại có trọng số là 1. Công thức^[2,4,5]:

$$FFPI = \frac{1.5(M) + L + S + V}{4.5}$$

Trong đó: M = Độ dốc; L = Hiện trạng sử dụng đất; S = Loại đất; V = Độ che phủ rừng

4.5 = Tổng trọng số do độ dốc có trọng số là 1.5



Hình 1. Quy trình xây dựng mô hình FFPI^[2]

2.2. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

2.2.1. Khu vực nghiên cứu

Sơn La là tỉnh miền núi nằm ở phía tây bắc Việt Nam, địa hình chủ yếu là đồi núi, độ dốc lớn, mưa tập trung theo mùa, mùa mưa có tổng lượng mưa lớn do kết hợp với ảnh hưởng của bão và áp thấp nhiệt đới; mật độ sông suối dày đặc, độ dốc lớn; diện tích rừng bị suy giảm ở một số khu vực. Các đặc điểm tự nhiên như trên làm cho Sơn La là một trong những thường xuyên xảy ra lũ quét. Bên cạnh đó, kinh tế - xã hội tỉnh Sơn La đã có bước phát triển rất rõ rệt, tuy nhiên nền kinh tế còn phụ thuộc nhiều vào nông

ngiệp, đời sống nhân dân ở nhiều khu vực còn khó khăn, cơ sở hạ tầng còn nhiều hạn chế. Chính bởi vậy, trong điều kiện xảy ra lũ quét sẽ gây ra thiệt hại lớn.

2.2.2. Kết quả và thảo luận

2.2.2.1. Xây dựng bản đồ phân cấp FFPI cho nhân tố độ dốc

Trong bài nghiên cứu độ dốc được sử dụng theo đơn vị % trong đó thì mức độ FFPI càng cao thì độ dốc càng lớn. Bản đồ phân cấp FFPI theo độ dốc được thể hiện ở Hình 3.

Bảng 2. Phân cấp FFPI theo độ dốc (%) [2, 4]

Độ dốc	FFPI	Độ dốc	FFPI
90 - 100 và >100	10	40-50	5
80-90	9	30-40	4
70-80	8	20-30	3
60-70	7	10- 20	2
50-60	6	<10	1

2.2.2.2. Xây dựng bản đồ phân cấp FFPI cho nhân tố đất

Thành phần cơ giới của các loại đất khác nhau ảnh hưởng tới khả năng thấm và thoát nước. Các loại đất có thành phần cơ giới là cát, thịt pha cát có khả năng thấm và thoát nước nhanh nên tiềm năng xảy ra lũ quét không lớn. Các khu vực đá không thấm nước, các loại đất có nhiều sét, limon khả năng thấm nước kém nên tiềm năng xảy ra lũ quét lớn. Phân cấp FFPI càng cao khả năng xảy ra lũ quét càng lớn. Bản đồ phân cấp FFPI theo loại đất được thể hiện ở Hình 4.

Bảng 3. Phân cấp FFPI loại đất [4]

Class	Thành phần cơ giới	FFPI	Class	Thành phần cơ giới	FFPI
Water	Mặt nước	1	Sandy Clay Loam	Thịt pha cát và sét	7
Sand	Cát	2	Silty Clay Loam	Thịt pha sét và limôn	7
Loamy Sand	Cát pha thịt	4	Clay Loam	Thịt pha sét	8
Sandy Loam	Thịt pha cát	3	Sandy Clay	Sét pha cát	7
Silty Loam	Thịt pha Limôn	4	Silty Clay	Sét pha limôn	8
Silt	Limôn	5	Clay	Sét	9
Loam	Thịt	6	Bedrock/Impervious	Núi đá/ không thấm nước	10

Bảng 4. Phân cấp FFPI loại đất tỉnh Sơn La

Nhóm đất	Thành phần cơ giới	FFPI
Sông, hồ	Mặt nước	1
Đất feralit trên đá cát	Thịt pha cát	3
Đất feralit trên phù sa cổ	Cát pha thịt	4
Đất feralit trên đá vôi	Thịt	6
- Đất feralit trên đá macma - Đất feralit đá sét và đá biến chất - Đất mùn alit núi cao	Thịt pha sét	8
Núi đá	Đá không thấm nước	10

2.2.2.3. Xây dựng bản đồ phân cấp FFPI theo loại hình sử dụng đất

Bảng 5. Phân cấp FFPI loại hình sử dụng đất [4]

Class	Loại hình sử dụng đất	FFPI	Class	Loại hình sử dụng đất	FFPI
Water	Mặt nước.	1	Mixed Forest	Rừng hỗn giao	4
Developed/ Open Space	Đất nông thôn.	7	Shrub/Scrub	Cây bụi	6
Developed/ Low	Vùng ngoại thành.	8	Grass	Đất có cỏ	6
Developed/ Medium	Vùng đô thị hóa trung bình.	9	Pasture Hay	Đồng cỏ chăn nuôi	5
Developed/ Heavy	Vùng đô thị hóa cao	10	Cultivated	Đất trồng trọt	5
Barren Land	Đất trống	9	Woody Wetlands	Đất ngập nước có rừng	2
Deciduous Forest	Rừng rụng lá theo mùa	5	Herbaceous Wetlands	Đất ngập nước có cỏ	2
Evergreen Forest	Rừng thường xanh	3			

Khu vực đô thị có mức FFPI cao (8, 9, 10) do nhà cao tầng, đường xá, các công trình xây dựng có mật độ dày đặc ngăn cản quá trình thấm của nước, làm tăng dòng chảy tràn. Ở các khu vực có rừng đặc biệt là rừng thường xanh thì nước được giữ lại nhiều hơn ở tán lá cây, đi theo thân cây và ngấm xuống lòng đất nên FFPI ở mức độ thấp. Mặt nước và các vùng đất ngập nước tiềm năng xảy ra lũ quét nhỏ nhất được gán cấp 1. FFPI càng cao thì khả năng xảy ra lũ quét càng lớn. Bản đồ phân cấp FFPI theo loại hình sử dụng đất được thể hiện ở Hình 5.

Bảng 6. Phân cấp FFPI loại hình sử dụng đất tỉnh Sơn La

Loại hình sử dụng đất	FFPI	Loại hình sử dụng đất	FFPI
- Sông suối, mặt nước nuôi trồng thủy sản.	1	- Đất ở nông thôn	7
- Rừng phòng hộ, rừng đặc dụng	3	- Đất chuyên dùng	8
- Rừng trồng; đất trồng cây lâu năm	4	- Đất ở đô thị, đất chuyên dùng	9
- Đất trồng lúa; đất trồng cây hàng năm; đất nông nghiệp khác.	5	- Đất chưa sử dụng, núi đá	10

2.2.2.4. Xây dựng bản đồ phân cấp FFPI cho nhân tố độ tàn che

- *Chuyển đổi giá trị xám (DN) sang giá trị phổ (radiance)*. Ảnh vệ tinh sau khi được tải về được chuyển đổi từ giá trị cấp độ xám sang giá trị phổ và chuyển về đúng góc chiếu của tia sáng Mặt Trời ở địa bàn nghiên cứu. Ảnh được tổ hợp màu và cắt theo ranh giới tỉnh Sơn La.

Công thức chuyển đổi: $L\lambda = MLQ_{cal} + AL$.^[8]

Trong đó: $L\lambda$: Hệ số phản xạ ở tầng trên cùng của khí quyển theo giá trị phổ

ML: Hệ số đối với từng kênh ảnh trong metadata đính kèm.

AL: Hệ số được thêm vào đối với từng kênh ảnh trong metadata đính kèm.

Qcal: Giá trị số của kênh ảnh.

- *Chỉ số thực vật AVI (Advanced Vegetation Index)* dùng để đánh giá tình trạng thảm thực vật rừng (kiểm tra lượng diệp lục của cây trồng). Chỉ số AVI đối với ảnh Landsat 8 được tính theo công thức^[3]:

$$AVI = \sqrt[3]{(B5 + 1) * (65536 - B4) * (B5 - B4)}$$

Trong đó: AVI: Chỉ số thực vật. B5: Kênh hồng ngoại gần. B4: Kênh đỏ.

- *Chỉ số đất trống BI (Bare Soil Index)* được xây dựng dựa trên tính tương hỗ cao giữa trạng thái đất trống và trạng thái thảm thực vật cho phép đánh giá hiện trạng lớp phủ thực vật. BI đối với ảnh Landsat 8 được tính theo công thức^[3]:

$$BIO = \frac{(B6+B4)-(B5+B2)}{(B6+B4)+(B5+B2)} \quad BI = BIO*100+100$$

Trong đó: BI: Chỉ số đất trống. B4: Kênh đỏ. B2: Kênh xanh.

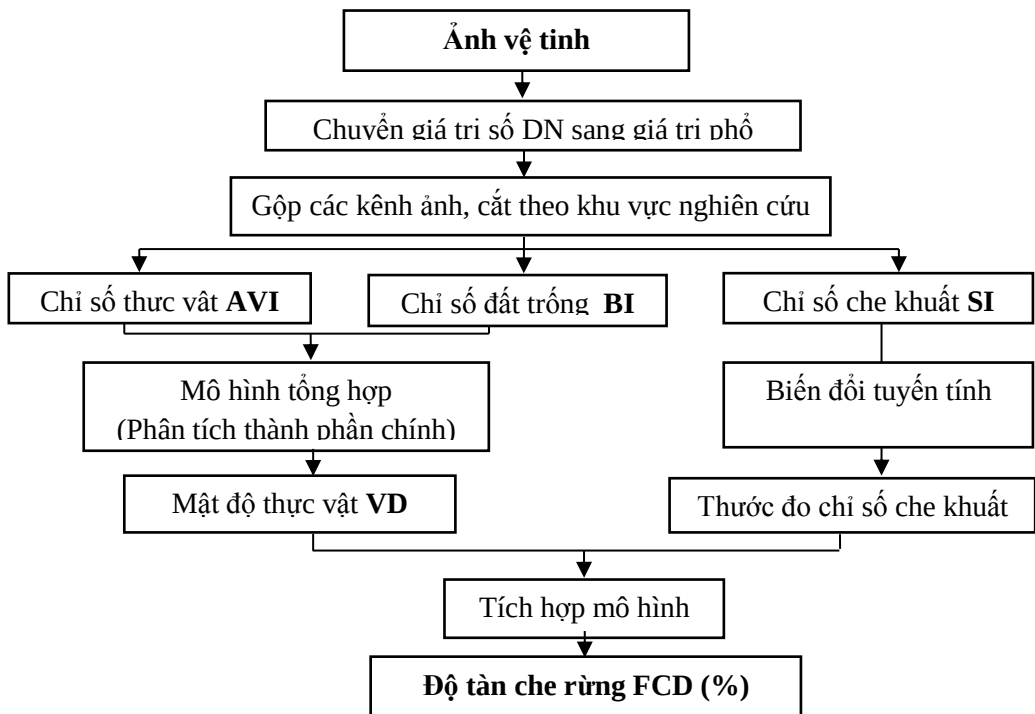
B5: Kênh hồng ngoại gần. B6: Kênh hồng ngoại sóng ngắn

- *Mật độ thực vật VD (Vegetation Density)* là thủ tục để tổng hợp AVI và BI. Phương pháp được sử dụng là phân tích thành phần chính vì về cơ bản thì BI và AVI có tương quan nghịch.

- *Tính chỉ số che khuất SI (Shadow Index)* được xây dựng dựa trên sự sắp xếp tán trong các khu rừng tạo ra các kiểu bóng khác nhau ảnh hưởng đến phản ứng quang phổ. SI được tính toán dựa trên thông tin những kênh phổ nhìn thấy được^[3]:

$$SI = \sqrt[3]{((65536 - B2) * (65536 - B3) * (65536 - B4))}$$

Trong đó: SI: chỉ số che khuất. B2: Kênh xanh lơ. B3: Kênh lục. B4: Kênh đỏ



Hình 2. Sơ đồ quy trình thực hiện mô hình độ tàn che FCD [6]

Từ chỉ số che khuất SI, chỉ số che khuất được biến đổi tuyến tính ra thước đo chỉ số che khuất SSI (Scaled Shadow Index). Ở những nơi mà giá trị SSI bằng không, giá trị che khuất thấp nhất bằng 0% và ngược lại.

- Độ tàn che FCD (Forest Canopy Density) được xác định dựa trên quá trình tích hợp chỉ số mật độ thực vật VD và thước đo chỉ số che khuất SSI bằng công thức^[3]:

$$FCD = \sqrt{VD * SSI + 1} - 1 \text{ (Đơn vị: \%)}$$

- Phân cấp FFPI theo độ tàn che

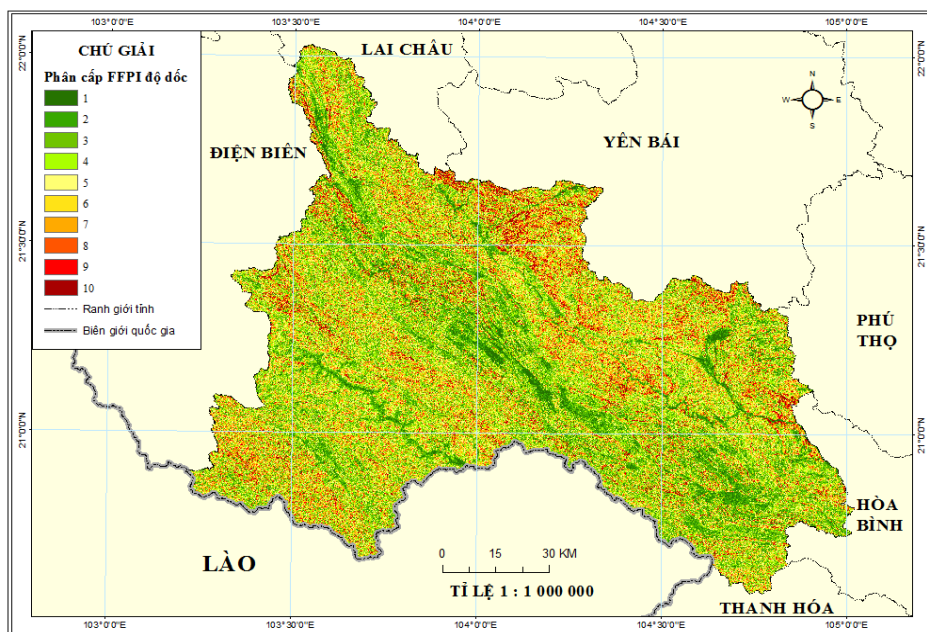
Bảng 7. Phân cấp FFPI theo độ tàn che rừng (%)

Độ tàn che	FFPI	Độ tàn che	FFPI
1 – 9	10	49 – 59	5
10 – 19	9	59 – 69	4
19 – 29	8	69 – 79	3
29 – 39	7	79 – 89	2
39 – 49	6	89 – 100	1

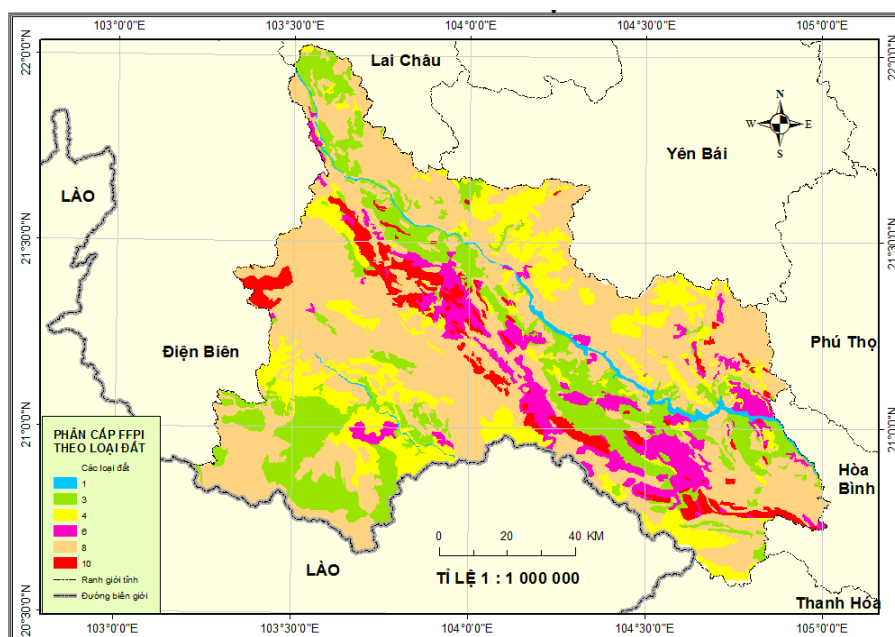
Độ tàn che có quan hệ mật thiết với lũ quét. Chỉ số tiềm năng lũ quét được gán giá trị dựa trên hiện trạng rừng. Giá trị chỉ số lũ quét tiềm năng thấp tương ứng với nơi mà có rừng (đặc biệt là rừng giàu) độ che phủ phủ lớn, và ngược lại. Độ tàn che có tỉ lệ % càng lớn thì cấp FFPI càng nhỏ và ngược lại, cấp FFPI cao nhất cho tỉ lệ độ tàn che thấp.

2.2.2.5. Xây dựng bản đồ tiềm năng lũ quét

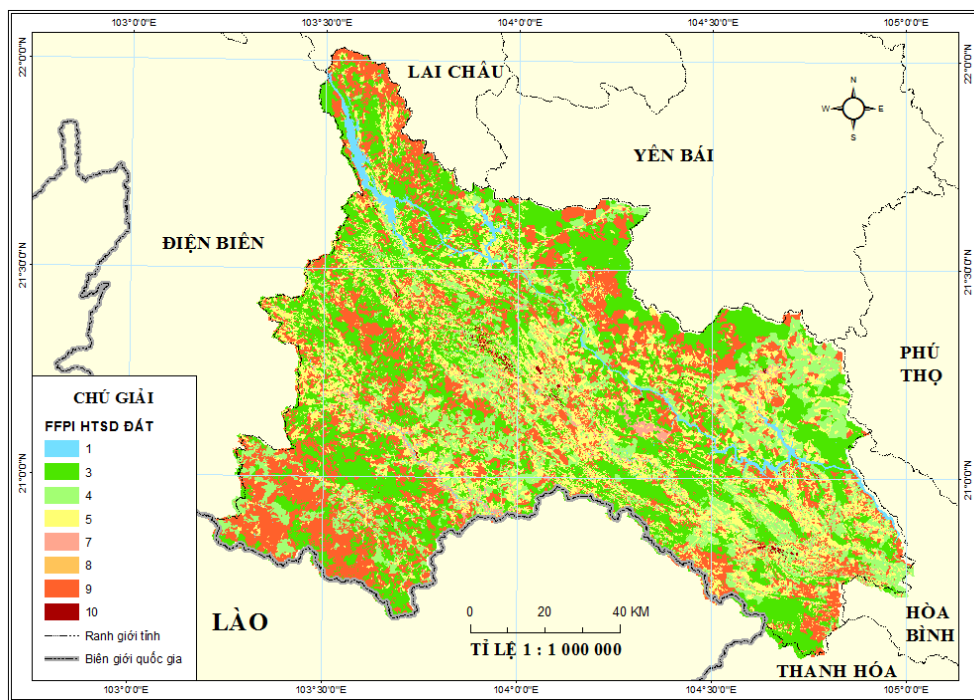
Bản đồ tiềm năng lũ quét tại tỉnh Sơn La được thành lập trên cơ sở tính toán theo công thức có gắn trọng số từ các lớp bản đồ thành phần. Kết quả phân cấp FFPI các nhân tố:



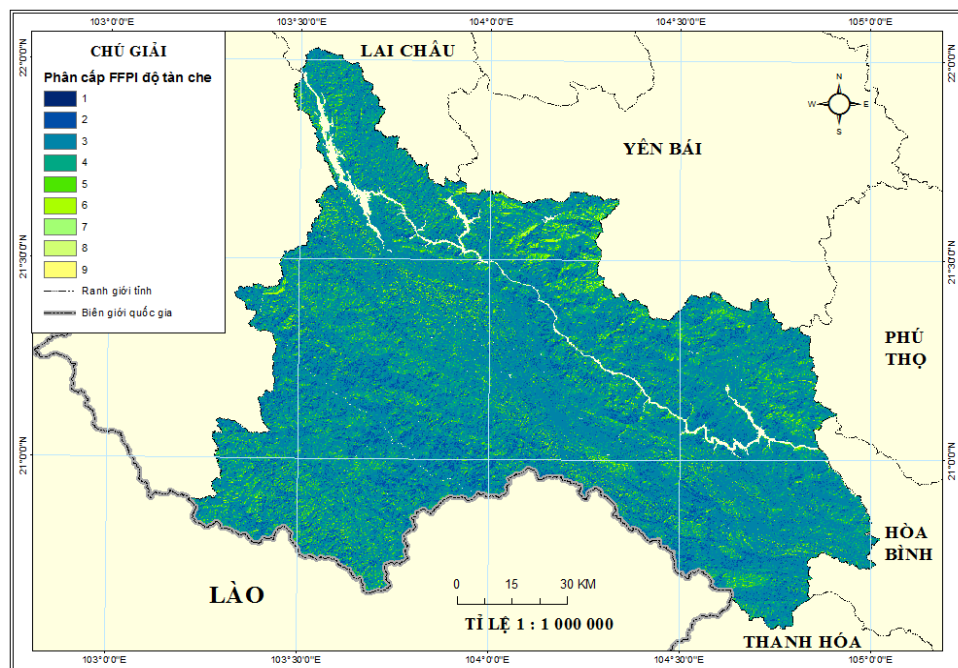
Hình 3. Phân cấp FFPI theo độ dốc



Hình 4. Phân cấp FFPI theo loại đất



Hình 5. Phân cấp FFPI theo loại hình sử dụng đất



Hình 6. Phân cấp FFPI theo độ tàn che

Sau khi chồng xếp bản đồ của các nhân tố thành phần theo mô hình trọng số kết quả thu được FFPI về tiềm năng lũ quét từ 1.22222 đến 9.1111. Cấp FFPI càng cao thì tiềm

năng xảy ra lũ quét càng lớn. Trên cơ sở đó tác giả phân loại ra 5 mức độ xảy ra lũ quét: rất thấp (FFPI nhỏ hơn 2), thấp (FFPI từ 2-4), trung bình (FFPI từ 4-6), cao (FFPI từ 6-8), rất cao (FFPI lớn hơn 8).

Phần lớn tỉnh Sơn La có tiềm năng lũ quét ở mức trung bình chiếm 61,0% diện tích toàn tỉnh. Đây là khu vực có phân cấp độ dốc FFPI trung bình 4,5,6, chủ yếu nằm trên đất có rừng, đất trồng cây lâu năm với các loại đất feralit trên đá sét và đá biến chất, đất mùn alit núi cao,... độ tàn che phổ biến từ 50 đến 70%.

Bảng 8. Tiềm năng lũ quét tỉnh Sơn La theo diện tích

Tiềm năng lũ quét	Diện tích (km ²)	Tỉ lệ % diện tích toàn tỉnh
Rất thấp	501,1	3,6
Thấp	2476,6	17,5
Trung bình	8620,3	61,0
Cao	2471,5	17,5
Rất cao	53,7	0,4



Hình 7. Bản đồ tiềm năng lũ quét tỉnh Sơn La

Khu vực có mức độ tiềm năng lũ quét cao và rất cao chiếm 17,9% phân bố rộng, tập trung nhiều hơn ở phía đông bắc, tây bắc của tỉnh. Những khu vực tiềm năng lũ quét

cao là khu vực có độ dốc địa hình lớn, FFPI cấp 8,9,10 với độ dốc >70%, chủ yếu là đất trống, đất chưa sử dụng, núi đá với độ tàn che rừng thấp <30%.

Tiềm năng lũ quét ở Sơn La còn có sự khác nhau giữa các huyện. Ở tất cả các huyện thì chiếm tỉ lệ lớn nhất là tiềm năng lũ quét ở mức trung bình, chiếm khoảng trên 50% diện tích. Tiềm năng lũ quét cao và rất cao chiếm tỉ lệ lớn nhất ở huyện Mường La, chiếm hơn ¼ diện tích toàn huyện (28,3%), riêng tiềm năng rất cao chiếm tỉ lệ lớn nhất so với các huyện trong tỉnh (1,2%), thực tế đây cũng là huyện thường xuyên xảy ra lũ quét.

Bảng 9. Thống kê diện tích (km²) và tỉ lệ % diện tích tiềm năng xảy ra lũ quét theo các huyện

Tên hành chính	Rất thấp		Thấp		Trung bình		Cao		Rất Cao	
	Diện tích	Tỉ lệ	Diện tích	Tỉ lệ	Diện tích	Tỉ lệ	Diện tích	Tỉ lệ	Diện tích	Tỉ lệ
TP. Sơn La	0,5	0,1	54,0	16,7	212,0	65,6	54,6	17,0	2,0	0,6
Bắc Yên	46,0	4,2	128,3	11,7	638,1	58,0	281,4	25,7	4,8	0,4
Mai Sơn	10,0	0,7	220,6	15,5	980,8	68,7	212,5	14,9	2,7	0,2
Mộc Châu	1,1	0,1	302,4	28,2	660,5	61,6	106,7	10,0	1,0	0,1
Mường La	69,3	4,9	136,9	9,6	815,3	57,1	387,4	27,2	16,5	1,2
Phù Yên	83,8	6,8	159,5	12,9	806,6	65,4	182,7	14,8	1,6	0,1
Quỳnh Nhai	89,1	8,4	290,9	27,5	521,3	49,4	145,4	13,8	9,3	0,9
Sông Mã	25,9	1,6	266,6	16,3	1066,8	65,0	278,5	17,0	2,1	0,1
Sốp Cộp	51,1	3,5	274,7	18,6	848,6	57,6	294,5	20,0	4,4	0,3
Thuận Châu	46,8	3,0	211,8	13,9	932,9	60,8	334,8	21,8	7,0	0,5
Vân Hồ	66,4	6,7	133,6	13,6	651,9	66,4	129,4	13,1	1,6	0,2
Yên Châu	11,1	1,3	297,2	34,6	485,4	56,6	63,7	7,4	0,4	0,1

3. Kết luận

Lũ quét là thiên tai vô cùng nguy hiểm và khó dự báo trước. Bởi vậy nghiên cứu cảnh báo lũ quét có vai trò quan trọng trong việc phòng chống thiên tai nhằm giảm nhẹ thiệt hại. Bản đồ tiềm năng lũ quét được nhóm tác giả thành lập dựa trên công nghệ GIS

và viễn thám để phân tích các dữ liệu về độ dốc, loại đất, loại hình sử dụng đất và độ tàn che rừng. Dựa theo kết quả phân tích tác giả đã tiến hành phân cấp tiềm năng xảy ra lũ quét tỉnh Sơn La theo năm mức độ: rất thấp, thấp, trung bình, cao, rất cao. Bản đồ tiềm năng lũ quét tỉnh Sơn La có thể là nguồn tư liệu tham khảo để xây dựng các dự án quy hoạch lãnh thổ và quy hoạch môi trường, đặc biệt là trong việc phòng chống và giảm thiểu thiên tai và ổn định đời sống của người dân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lã Thanh Hà, 2016. *Những điều cần biết về lũ quét*. Nxb Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
- [2] Kieu Van Hoan, Vu Thi Hong Ngoc, 2017. *Application of remote sensing and GIS building potential of plash flood map in Lai Chau*. International scientific conference. Hanoi.
- [3] Gregory E. Smith, 2010. *Developing of a Flash Flood Potential Index using physiographic data sets within a geographich information system*.
- [4] Jeffrey Zogg (Senior Service Hydrologist WFO Des Moines, Iowa), 2013. *The Flash Flood Potential Index at WFO Des Moines, Iowa*.
- [5] Roxana Tincu, Gabriel Lazar, and Iuliana Lazar, 2018. *Modified Flash Flood Potential Index in order to estimate areas with predisposition to water accumulation*, Open Geosciences, formerly Central European Journal of Geosciences.
- [6] Kiều Văn Hoan, 2015. *Ứng dụng viễn thám và GIS đánh giá nguy cơ cháy rừng tỉnh Lai Châu giai đoạn 2000 – 2014*. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, số 4.
- [7] Liliana ZAHARIA1, Romulus COSTACHE, 2017. *Mapping flood and flooding potential indices: a methodological approach to identifying areas susceptible to flood and flooding risk*. Case study: the Prahova catchment (Romania), Higher Education Press and Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [8] Flash Flood Index., 2014. http://www.netmaptools.org/Pages/NetMapHelp/3_11_flash_flood_index.htm
- [9] Dữ liệu ảnh viễn thám: Earthexplorer.usgs.gov
- [10] Dữ liệu số độ cao DEM: <http://www.diva-gis.org/gdata>
- [11] M.V.K. Sivakumar, P.S. Roy, K. Harmsen, and S.K. Saha, 2004. *Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology*. Published by World Meteorological Organisation 7bis, Avenue de la Paix 1211 Geneva 2, Switzerland.
- [12] A. Rikimaru, P.S.Roy, S.Miyatake, 2002. *Tropical forest cover density mapping*. International Society for Tropical Ecology, 39-47.

ABSTRACT

Application of GIS and Remote Sensing in mapping the potential of flash flood in Son La Province, Vietnam.

Kieu Van Hoan¹, Nguyen Ha Trang²,
Nguyen Phuong Thuy¹ and Nguyen Huu Thanh¹

¹*Faculty of Geography, Hanoi National University of Education,*

²*Ngo Si Lien Secondary School.*

Son La is a mountainous province in the North of Vietnam, which experiences *frequently* flash floods. Flash floods are formed by the combination of multiple factors such as heavy rains, slope, land use, soil type, and forest cover, which cause thousands of deaths and damage to property. In the recent years, Geographic Information Systems (GIS) and Remote sensing have been widely applied in many fields especially in flash flood warning. In this study, GIS and Remote sensing were used to map the potential of flash flood in Son La province depending on the flash flood potential index (FFPI). This index aims to quantitatively describe the risk of flash flooding depending on analysing the relationship between inherent characteristics of specific areas such as slope, land cover, land use and soil type. From the obtained results, the high risk of flash flood was identified, which contributes to proactively preventing and mitigating flash flood consequences.

Keywords: Flash flood, GIS and Remote sensing, Landsat satellite image, Flash Flood Potential Index (FFPI), Forest Canopy *Density Index* (FCD).