



KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023
THỪA THIÊN HUẾ, NGÀY 28 & 29 THÁNG 9 NĂM 2023

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

- PREDICTION OF COLLAPSES WHEN TUNNELING THROUGH FAULTS
Quang Phich Nguyen, Quang Minh Nguyen, Trong Tam Nguyen, Dong Xuan Tu479
- VAI TRÒ CÁC NHÂN TỐ NHÂN SINH ĐỐI VỚI CÁC TAI BIẾN ĐỊA CHẤT Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG
Đào Hồng Hải, Nguyễn Việt Kỳ, Bùi Trọng Vinh, Nguyễn Hữu Sơn, Trần Lê Thế Diễn.....486
- DEFINING OPTIMAL DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) RESOLUTION FOR LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY ASSESSMENT IN LAOCAI CITY, LAOCAI PROVINCE
Binh Van Duong, Igor Konstantinovich Fomenko, Kien Trung Nguyen, Ha Ngoc Thi Pham, Dang Hong Vu, Olga Nikolaevna Sirotkina.....496
- HIỆN TRẠNG VÀ XU THẾ PHÁT TRIỂN HIỆN TƯỢNG NÚT, TRƯỢT LỞ ĐẤT ĐÁ KHU VỰC PHÚ GIA, HUYỆN PHÚ LỘC, TỈNH THỪA THIÊN HUẾ
Trần Hữu Tuyên, Nguyễn Thị Thủy, Hoàng Ngô Tự Do, Hoàng Hoa Thám504
- ẢNH HƯỞNG CỦA CƯỜNG ĐỘ MƯA ĐẾN SỰ ỔN ĐỊNH CỦA MÁI DỐC - LẤY VÍ DỤ Ở QUẢNG BÌNH, VIỆT NAM
Bùi Văn Bình, Bùi Trường Sơn, Nguyễn Thị Nụ, Nguyễn Thành Dương, Phạm Thị Việt Nga.....514
- NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP NÂNG CAO KHẢ NĂNG KHÁNG HÓA LÔNG CỦA NỀN ĐẤT
Đặng Quang Huy, Bùi Anh Thắng, Ngô Thị Hương Trang, Nguyễn Trọng Dũng, Ngô Xuân Nam.....524
- NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC SỰ CỐ THÂM HẠ LƯU ĐẬP ĐẤT CÔNG TRÌNH HỒ CHỨA NƯỚC ĐẠN KIA, LẠC DƯƠNG, LÂM ĐỒNG
Nguyễn Thị Nụ, Bùi Trường Sơn, Lê Thanh Tùng.....532
- NGUY CƠ LŨ Bùn ĐÁ KHU VỰC QUẢNG BÌNH
Bùi Văn Bình, Bùi Trường Sơn, Nguyễn Thị Nụ, Nguyễn Thành Dương, Nguyễn Văn Hùng.....540
- ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG RUNG CHẤN DO NỔ Mìn ĐẾN HIỆN TƯỢNG SỤT ĐẤT KHU VỰC XÃ PHONG XUÂN, HUYỆN PHONG ĐIỀN, TỈNH THỪA THIÊN HUẾ
Trần Hữu Tuyên, Nguyễn Thị Thủy, Hoàng Ngô Tự Do, Hoàng Hoa Thám549
- ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ XUẤT HIỆN SÓNG THẦN DO KHÓI TRƯỢT TIỀM NĂNG TẠI KHU VỰC HỒ CHỨA NƯỚC VẠN HỘI, TỈNH BÌNH ĐỊNH
Phạm Văn Tiền, Lê Hồng Lượng, Trần Thanh Nhân, Trần Trung Hiếu, Đinh Thị Quỳnh, Nguyễn Khắc Hoàng Giang, Đào Minh Đức, Nguyễn Thành Dương, Đỗ Minh Ngọc, Phạm Huy Dũng.....556
- NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM MỘT SỐ KHÓI TRƯỢT QUY MÔ LỚN Ở TỈNH BÌNH ĐỊNH
Đinh Thị Quỳnh, Đỗ Minh Đức, Đào Minh Đức, Phạm Văn Tiền, Nguyễn Hữu Hà, Nguyễn Kim Long.....565
- MỘT VÀI ĐẶC ĐIỂM TRƯỢT NÔNG BỜ DỐC NỀN ĐƯỜNG ĐÀO TRÊN ĐƯỜNG Ô TÔ VÙNG NÚI BẮC BỘ
Nguyễn Việt Tiệp, Nguyễn Đức Mạnh, Mai Sỹ Hùng574

Chủ đề IV. TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ CHUYỂN ĐỔI SỐ

- TÍNH TOÁN LƯỢNG MƯA THIẾT KẾ ỨNG VỚI CÁC KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU PHỤC VỤ ĐÁNH GIÁ, DỰ BÁO TIÊU THOÁT LŨ CHO KHU VỰC RẠCH BÀU HẠ, TP. TUY HÒA, TỈNH PHÚ YÊN
Vũ Thu Hiền, Dương Thị Thanh Thủy, Kiều Thị Vân Anh, Trần Vũ Long, Đào Đức Bằng.....584

NGUY CƠ LŨ Bùn ĐÁ KHU VỰC QUẢNG BÌNH

Bùi Văn Bình*, Bùi Trường Sơn, Nguyễn Thị Nụ,
Nguyễn Thành Dương, Nguyễn Văn Hùng

Nhóm nghiên cứu Địa chất công trình và Địa môi trường

Trường Đại học Mở - Địa chất

* Tác giả chịu trách nhiệm: buivanbinh@humg.edu.vn

Tóm tắt

Lũ bùn đá là một trong những loại hình tai biến địa chất nguy hiểm do những tác động của chúng đến cơ sở hạ tầng, gây ra những thiệt hại nghiêm trọng, những tổn thất về người và của. Việc dự báo nguy cơ xảy ra lũ bùn đá là một công tác quan trọng trong việc giảm thiểu rủi ro do lũ bùn đá gây ra. Khu vực Quảng Bình là nơi có địa hình dốc, mức độ phân cắt địa hình lớn và lượng mưa trung bình trong các tháng mùa mưa lớn. Để dự báo nguy cơ xảy ra lũ bùn đá nhằm giảm thiểu thiệt hại do lũ bùn đá gây ra ở các khu vực miền núi tỉnh Quảng Bình, nhóm nghiên cứu đã tiến hành xây dựng sơ đồ nguy cơ xảy ra lũ bùn đá dựa trên phương pháp tỷ lệ. Nghiên cứu đã sử dụng 8 yếu tố ảnh hưởng bao gồm: lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất, độ dốc địa hình, cao độ địa hình, thành phần thạch học, chỉ số ẩm ướt địa hình, thảm thực vật và sử dụng đất, diện tích lưu vực cấp 1, 2, 3 và sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở. Kết quả nghiên cứu đã thành lập được sơ đồ phân vùng nguy cơ xảy ra lũ bùn đá khu vực tỉnh Quảng Bình. Mức độ nguy cơ xảy ra lũ bùn đá được chia thành 3 cấp lần lượt là vùng có nguy cơ thấp, vùng có nguy cơ trung bình, và vùng có nguy cơ cao. Khu vực có nguy cơ cao thường phân bố ở các thung lũng sông suối thuộc xã Hóa Thanh, Trọng Hóa, Lâm Hóa và Dân Hóa huyện Minh Hóa và các khu vực Xu Biên, Pa Thà xã Trường Sơn, huyện Quảng Ninh.

Từ khóa: lũ bùn đá; phương pháp AHP; hệ thống thông tin địa lý.

1. Mở đầu

Lũ bùn đá là một trong những loại hình tai biến địa chất gây ra những thiệt hại nghiêm trọng về người và của ở các khu vực miền núi. Lũ bùn đá có thể được hình thành do sự nghẽn dòng tại một số các thung lũng sông có cấu tạo dạng nút thắt cổ chai ở phần thượng lưu, khi đó các vật liệu thô được tích tụ lại tại vị trí nút thắt. Vào mùa mưa khi một lượng nước lớn đổ về có thể phá hủy và cuốn trôi các vật liệu tích tụ trước đó ở vị trí nút thắt tạo thành dòng lũ bùn đá làm phá hủy các công trình khi dòng lũ đi qua. Một dạng lũ bùn đá khác cũng có thể được hình thành trên các thung lũng sông suối do hiện tượng trượt lở gây ra. Hiện tượng trượt lở tạo ra các nguồn vật liệu thô cho dòng lũ, dưới tác dụng của động năng dòng chảy mùa mưa lũ, nó có thể mang theo các vật liệu thô xuống dưới hạ lưu. Thực tế, những khu vực thung lũng sông, suối có sự phân bố trượt lở lớn có thể liên quan đến mức độ nhạy cảm lũ bùn đá. Sharir và nnk (2022) đã phân tích mức độ nhạy cảm lũ bùn đá ở lưu vực sông Panataran, Kg Melangkap Malaysia. Nghiên cứu đã dựa vào các điểm trượt lở xảy ra ở lưu vực sông và các yếu tố ảnh hưởng để phân vùng nhạy cảm lũ bùn đá. Angillieri (2020) đã tiến hành lập bản đồ phân vùng nhạy cảm lũ bùn đá bằng phương pháp tỷ số tần suất.

Ở Việt Nam, lũ bùn đá xảy ra phổ biến ở các tỉnh miền núi phía Bắc và một số khu vực miền núi ở các tỉnh Bắc Trung bộ và Trung Trung bộ. Phan Đông Pha và nnk (2014) đã sử dụng phương pháp AHP để lập bản đồ nguy cơ lũ quét và lũ bùn đá khu vực Tây Nguyên. Ở khu vực Quảng Bình, sau đợt mưa kỷ lục vào tháng 10 năm 2020, hiện tượng trượt chảy xảy ra rất mạnh mẽ trên các sườn dốc tự nhiên dọc theo các thung lũng sông suối từ đó làm phát sinh các dòng lũ bùn đá. Mặc dù, lũ bùn đá phát sinh ở những thung lũng giữa núi, nơi có mật độ dân cư thưa thớt, nhưng công tác nghiên cứu dự báo nguy cơ lũ bùn đá cũng cần được nghiên cứu. Theo đề xuất của sở khoa học công nghệ tỉnh Quảng Bình, nhóm nghiên cứu đã tiến hành lập sơ đồ phân vùng nguy cơ lũ bùn đá trên địa bàn tỉnh Quảng Bình để làm cơ sở cho công tác

giảm thiểu rủi ro do lũ bùn đá gây ra cũng như làm cơ sở để hoạch định công tác quy hoạch của tỉnh. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu xây dựng sơ đồ dự báo nguy cơ xảy ra lũ bùn đá khu vực Quảng Bình tỷ lệ 1:25.000.

2. Phương pháp nghiên cứu

Dựa vào các nghiên cứu lũ bùn đá trên Thế giới và Việt Nam, các yếu tố gây phát sinh, phát triển lũ bùn đá bao gồm lượng mưa, cường độ mưa, các yếu tố liên quan đến dòng chảy, yếu tố địa hình, yếu tố địa chất, yếu tố liên quan đến các hoạt động địa chất động lực công trình và các yếu tố thảm thực vật... Các yếu tố này bao hàm toàn diện các khía cạnh có ảnh hưởng đến khả năng phát sinh, phát triển lũ bùn đá. Do đó, việc nghiên cứu lũ bùn đá yêu cầu phải có cách tiếp cận đa chiều, với khả năng phân tích, tổng hợp ảnh hưởng của từng yếu tố nghiên cứu. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu lựa chọn cách tiếp cận đa chỉ tiêu dựa vào một tập hợp các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng phát sinh, phát triển lũ bùn đá để lập sơ đồ nguy cơ lũ bùn đá.



Hình 1. Lũ bùn đá hình thành do hiện tượng trượt tháng 10/2020 ở Quảng Bình.

Phương pháp so sánh cặp (phương pháp tỷ lệ) được sử dụng để đánh giá vai trò của từng yếu tố trong mối quan hệ tổng hợp của các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng phát sinh, phát triển lũ bùn đá. Phương pháp này dựa vào sự đánh giá cho điểm của các chuyên gia đối với các lớp dữ liệu trong mỗi yếu tố và cho điểm đối với mỗi yếu tố được sử dụng. Dựa vào điểm số của các chuyên gia, trọng số của từng yếu tố sẽ được tính toán.

Sự phân bố trong không gian của các lớp giá trị trong mỗi yếu tố được thành lập và quản lý bởi hệ thống thông tin địa lý GIS thông qua phần mềm ARCGIS 10.5. Trị số nhạy cảm lũ bùn đá (H_{LBD}) là tổng của các tích giữa giá trị lớp thứ i trong yếu tố j và trọng số của yếu tố thứ j theo công thức 1.

$$H_{LBD} = \sum_{i,j=1}^{n,m} LBD_{ij} \times W_j \quad (1)$$

Trong đó, H_{LBD} là chỉ số nhạy cảm lũ bùn đá; W_j là trọng số của yếu tố thứ j ; và LBD_{ij} là giá trị của lớp thứ i trong yếu tố thứ j .

Trong nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng 8 yếu tố để xây dựng bản đồ nguy cơ lũ bùn đá, lũ quét bao gồm lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất, độ dốc địa hình, cao độ địa hình, thành phần thạch học, chỉ số ẩm ướt địa hình, thảm thực vật và sử dụng đất, diện tích lưu vực cấp 1, 2, 3 và sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở. Mỗi yếu tố được phân thành các lớp, trong đó mỗi lớp có ảnh hưởng khác nhau đến sự phát sinh, phát triển của lũ bùn đá, lũ quét. Việc cho điểm của các yếu tố và cho điểm cho từng lớp giá trị trong các yếu tố được thực hiện bằng cách tham vấn ý kiến của các chuyên gia kết hợp với các đánh giá về hiện trạng một số vị trí ghi nhận lũ bùn đá ở Quảng Bình cũng như đặc điểm của các yếu tố ảnh hưởng đến lũ bùn đá ở Tây Nguyên (Phan Đông Pha (2014). Quá trình thực hiện được thử dần với các điểm số của từng chuyên gia. Phương án hợp lý nhất sẽ được lựa chọn cho việc đề xuất sơ đồ phân vùng lũ bùn đá

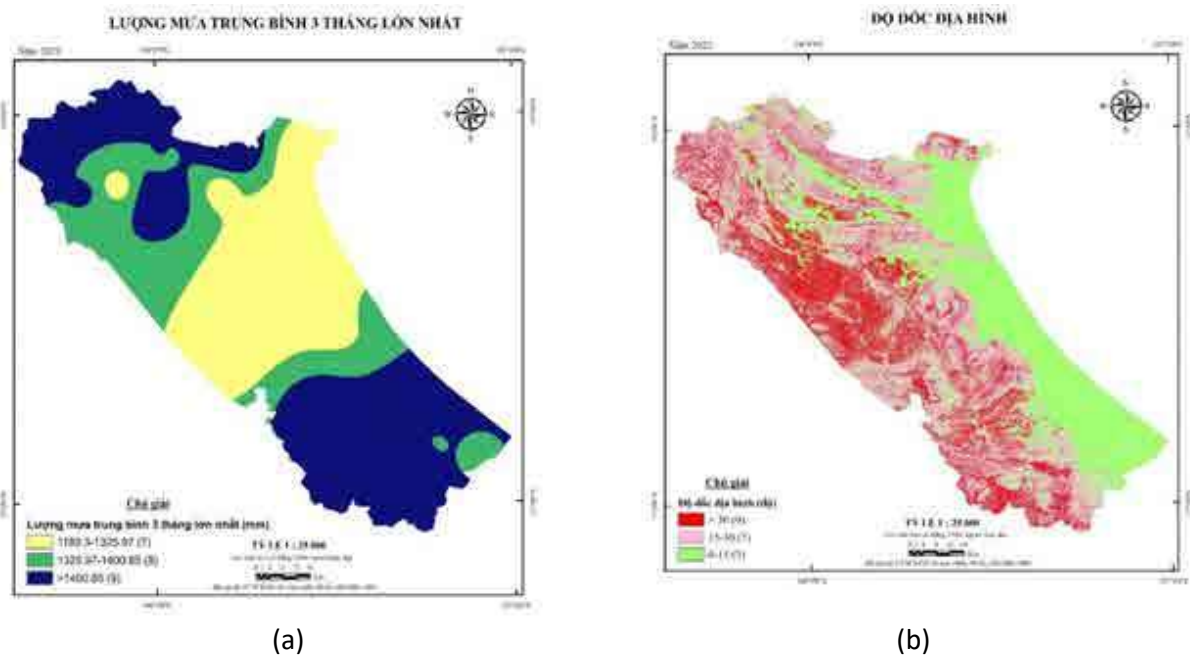
Nguồn số liệu được nhóm nghiên cứu sử dụng như sau:

- Bản đồ địa chất và khoáng sản tờ Quảng Bình, tỷ lệ 1/50.000. Bản đồ được thành lập trên cơ sở nền Bản đồ địa chất 1/200.000 và tổng hợp các tài liệu xuất bản các đề tài khoa học và lưu trữ của Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, các số liệu nghiên cứu của học công nghệ.
- Bản đồ địa hình và mô hình số độ cao DEM có độ phân giải 10×10 m năm 2017 của Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản.
- Lượng mưa từ 1970 - 2022 từ Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
- Mức độ che phủ của thảm thực vật và sử dụng đất (NDVI) từ 2020 - 2022, độ phân giải 10×10 m từ United States Geological Survey (USGS).
- Sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở khu vực tỉnh Quảng Bình được lấy từ đề tài khoa học công nghệ cấp tỉnh Quảng Bình năm 2023 do PGS.TS Bùi Trường Sơn chủ trì.
- Bản đồ mạng lưới sông suối năm 2022 từ ảnh viễn thám kết hợp với bản đồ địa hình và DEM.
- Điều tra hiện trạng trượt lở năm 2000 - 2022 từ nguồn đề tài NCKH, điều tra thực địa kết hợp với phân tích ảnh viễn thám.

3. Kết quả và thảo luận

Các yếu tố dùng để phân vùng lũ bùn đá, lũ quét được chia lớp và cho điểm số mỗi lớp như sau:

Yếu tố lượng mưa: Yếu tố lượng mưa được nhóm nghiên cứu thể hiện là lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất. Sơ đồ phân bố lượng mưa dựa trên kết quả thu thập của 39 trạm đo mưa ở tỉnh Quảng Bình và các tỉnh lân cận như Hà Tĩnh và Quảng Trị. Lượng mưa từ các trạm đo mưa sử dụng thuật toán nội suy Kriging trong phần mềm hệ thống thông tin địa lý GIS sau đó áp dụng phương pháp chia ngưỡng natural break. Lượng mưa được phân cấp thành 3 mức với lượng mưa từ 1189,3 - 1325,97 mm; 1325,97 - 1400,85 mm và > 1400,85 mm. Do lượng mưa là một trong những nguyên nhân chính gây phát sinh lũ quét lũ bùn đá, nên nhóm nghiên cứu đã cho điểm số của yếu tố lượng mưa là 9 điểm và các lớp trong yếu tố lượng mưa là 7, 8, và 9 theo thứ tự, được thể hiện trong hình 2a.



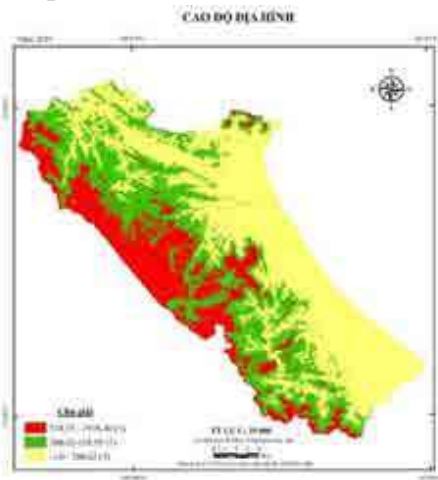
Hình 2. Các yếu tố ảnh hưởng lũ bùn đá (còn tiếp).

Yếu tố độ dốc địa hình: Độ dốc của sườn dốc là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến động năng của dòng chảy gây ra bào xói và vận chuyển các dòng lũ bùn đá. Yếu tố độ dốc sườn dốc được chia thành 3 lớp bao gồm $0 - 15^\circ$, $15 - 30^\circ$ và $> 30^\circ$. Điểm số của mỗi lớp được xác định lần lượt là 3, 7, và 9 theo thứ tự. Giá trị điểm số của lớp được xác định là 7 điểm.

Yếu tố cao độ địa hình lưu vực: Cao độ địa hình lưu vực phản ánh đặc điểm thể năng cũng như động năng của dòng chảy. Ở những khu vực có cao độ lớn động năng và thể năng dòng chảy lớn, những khu vực này thường có khả năng cao phát sinh lũ bùn đá và lũ quét. Ở những khu vực có cao độ địa hình nhỏ thì thường là những nơi có khả năng xảy ra ngập lụt. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu đã phân chia cao độ địa hình gồm 3 mức theo phương pháp Nature break bao gồm -1,0 - 200,62 m, 200,62 - 518,55 m và > 518,55 m. Điểm số của mỗi lớp lần lượt là 3, 5 và 7. Điểm số của yếu tố cao độ địa hình được xác định là 3 điểm.

Yếu tố thạch học: Thành phần thạch học của đất đá thể hiện cường độ tương đối, cũng như khả năng phong hóa của các loại thạch học này. Các loại thạch học khác nhau có mức độ phong hóa khác nhau. Các sản phẩm phong hóa từ đá gốc là nguồn vật liệu hình thành lên lũ bùn đá. Dựa vào đặc điểm, tính chất cũng như thành phần của các thành tạo trong khu vực nghiên cứu, nhóm nghiên cứu chia các thành tạo đất đá thành 5 nhóm chính bao gồm trầm tích bờ rời; trầm tích lục nguyên, trầm tích sinh hóa, đá magma và đá biến chất có thành phần là phiến sét, phiến sericit. Điểm số lần lượt của các lớp thạch học này là 9, 5, 1, 3 và 7 theo thứ tự. Điểm số của yếu tố thạch học được xác định là 5 điểm.

Yếu tố chỉ số ẩm ướt địa hình: Chỉ số ẩm ướt địa hình (TWI) thể hiện độ ẩm ở trạng thái ổn định, phản ánh mối quan hệ giữa nguồn cung cấp nước lưu vực và hệ thống thoát nước của lưu vực. Yếu tố này được chia thành 3 lớp là - 8,76 - 5,95; 5,95 - 10,13 và 10,13 - 38,66. Điểm số của các lớp lần lượt là 1, 3 và 5 theo thứ tự. Điểm số của yếu tố được xác định là 1.

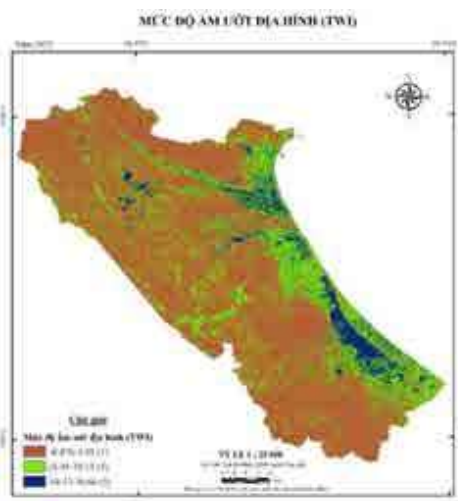


(c)

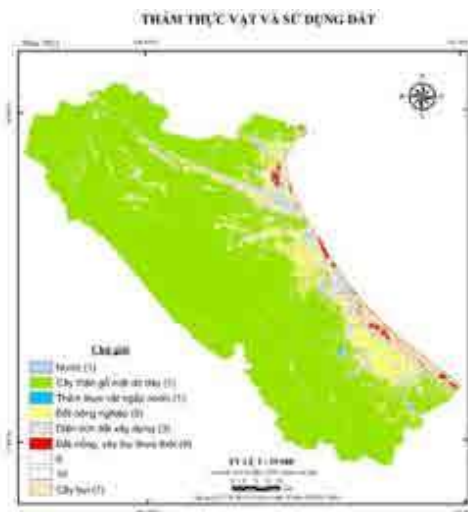


(d)

Hình 2. Các yếu tố ảnh hưởng lũ bùn đá (còn tiếp).



(e)

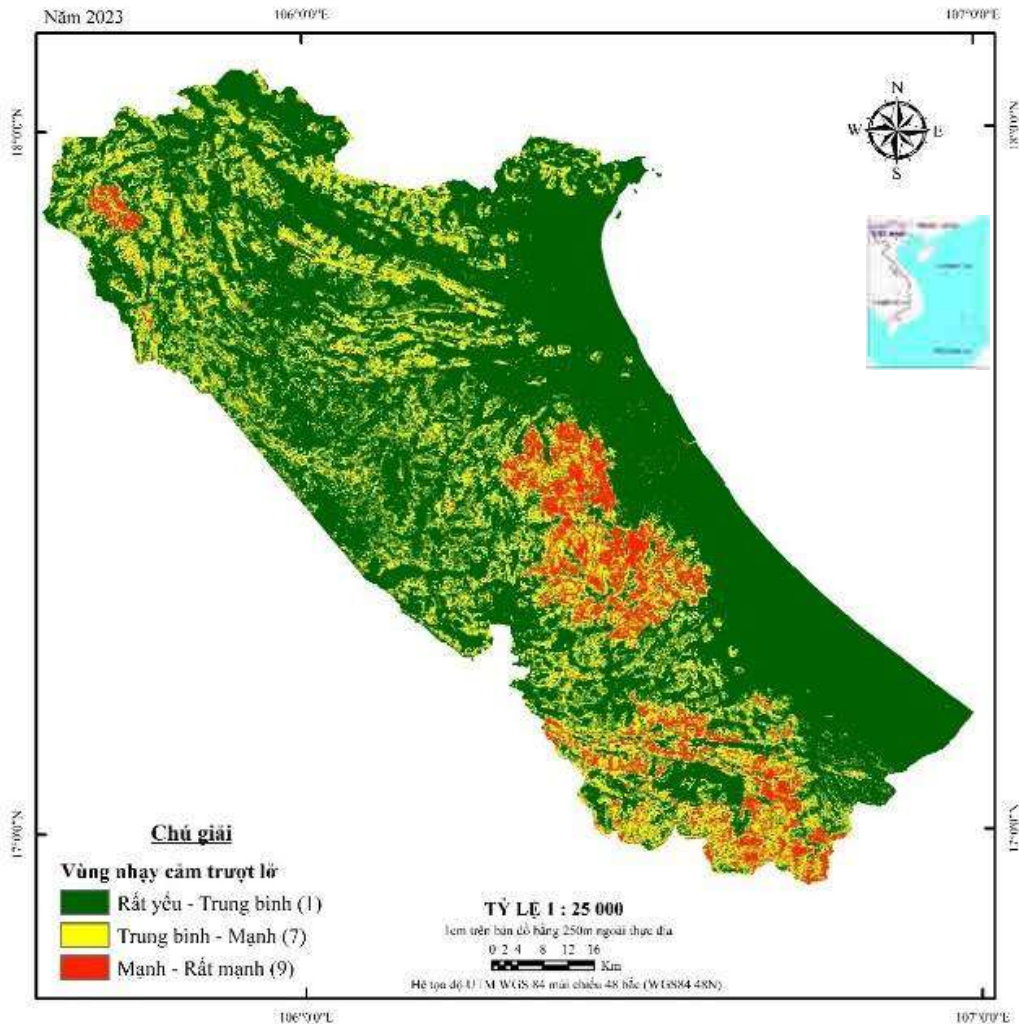


(f)

Hình 2. Các yếu tố ảnh hưởng lũ bùn đá (còn tiếp).

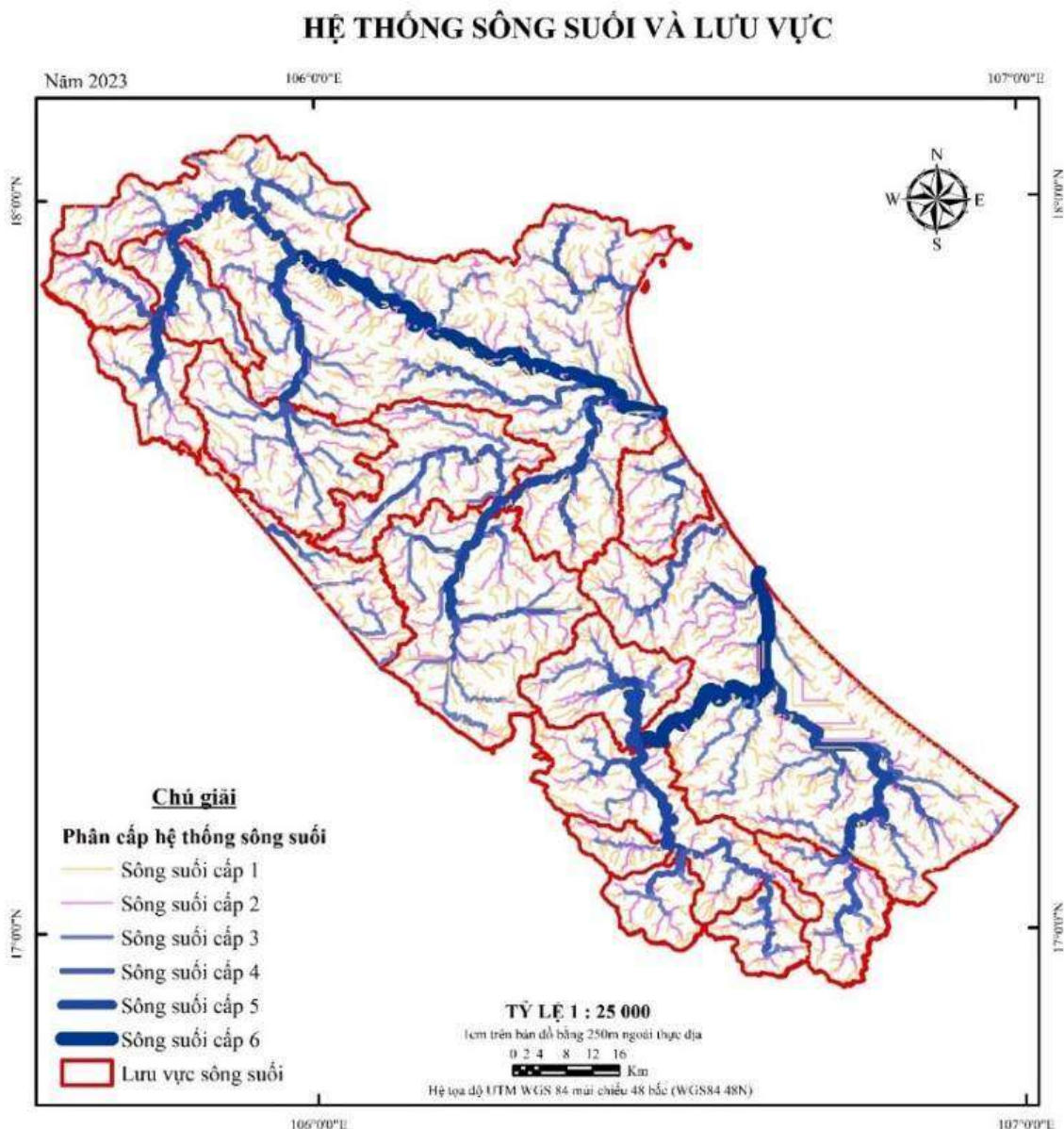
Yếu tố thảm thực vật và sử dụng đất: Mức độ che phủ của thảm thực vật và bản đồ sử dụng đất thường được sử dụng là một trong những yếu tố cơ bản trong việc dự báo lũ quét, lũ bùn đá. Mức độ che phủ của thảm thực vật ảnh hưởng đến khả năng xói mòn bề mặt địa hình, cũng như thời gian tập trung nước trên toàn bộ lưu vực. Mật độ che phủ càng lớn thì khả năng chống xói mòn bề mặt địa hình cũng như kéo dài thời gian tập trung nước trên toàn bộ lưu vực càng lớn và ngược lại. Dựa vào yếu tố thảm thực vật và bản đồ sử dụng đất, nhóm nghiên cứu đã đánh giá điểm số cho các lớp trên bản đồ và điểm số của yếu tố được xác định là 5 điểm.

Yếu tố phân vùng nhạy cảm trượt lở: Nguồn vật liệu hình thành nên lũ bùn đá thường bắt nguồn từ các hiện tượng trượt lở trên các lưu vực sông suối. Vì vậy, yếu tố nhạy cảm trượt lở thường được sử dụng trong việc phân vùng nguy cơ lũ bùn đá. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu đã sử dụng sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở (Bùi Trường Sơn và nnk, 2023) để tiến hành phân vùng lũ bùn đá. Dựa vào mức độ nhạy cảm trượt lở đã được phân chia ở trên, chúng tôi tiến hành xác định các điểm số của mỗi lớp gồm vùng nhạy cảm rất yếu đến trung bình là 1 điểm, trung bình đến mạnh là 7 điểm và mạnh đến rất mạnh là 9 điểm. Yếu tố nhạy cảm trượt lở được xác định là 9 điểm như trong hình 2g.



Hình 2g. Các yếu tố ảnh hưởng lũ bùn đá.

Yếu tố dòng chảy lưu vực: Dòng chảy lưu vực là một trong những yếu tố chính quyết định đến sự hình thành của lũ quét, lũ bùn đá. Theo Phan Đông Pha và nnk (2014), lũ quét, lũ bùn đá chủ yếu xảy ra tại các dòng hay lưu vực tương ứng với các cấp sông suối cấp 1, 2 và 3. Với các cấp lưu vực (cấp dòng) cao hơn (4, 5 và 6) thì chỉ xảy ra lũ lụt thông thường. Do đó, nhóm nghiên cứu đã khoanh vùng lưu vực nguy cơ lũ bùn đá, lũ quét ở các lưu vực cấp 1, 2 và 3. Các cấp dòng và lưu vực tương ứng đã được thể hiện như hình 3.



Hình 3. Các cấp sông suối (cấp dòng) và lưu vực.

Căn cứ vào các tài liệu phân vùng tai biến địa chất khu vực Bắc Trung bộ, và một số kết quả nghiên cứu lũ quét, lũ bùn đá ở Việt Nam và trên thế giới, nhóm nghiên cứu đã tiến hành cho điểm các lớp và các yếu tố như bảng 1.

Dựa vào trọng số của từng yếu tố đã được xác định ở trên, nhóm nghiên cứu đã tiến hành tính toán giá trị trọng số của từng yếu tố. Trọng số của mỗi yếu tố được xác định bằng phương pháp phân tích so sánh cặp của Saaty (AHP) (Saaty, 1989). Mức độ quan trọng và trọng số của các yếu tố được thể hiện như bảng 2.

Bảng 1. Các yếu tố ảnh hưởng đến lũ bùn đá, lũ quét

Yếu tố	Lớp	Điểm số lớp (LQ _{ij})	Điểm số yếu tố
Lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất (mm) (LM)	1189,3 - 1325,97	7	9
	1325,97 - 1400,85	8	
	1400,85 - 1666,70	9	
Độ dốc địa hình (độ) (DD)	0 - 15	3	7
	15 - 30	7	
	> 30	9	

Yếu tố	Lớp	Điểm số lớp (LQ _{ij})	Điểm số yếu tố
Cao độ (m) (CD)	-1 - 200,6	3	3
	200,62 - 518,55	5	
	518,55 - 1976,40	7	
Thạch học (TH)	Trầm tích bờ rời	9	5
	Trầm tích lục nguyên	5	
	Trầm tích sinh hóa	1	
	Đá magma	3	
	Đá biến chất (phiến sét)	7	
Chỉ số ẩm ướt địa hình (TWI)	- 8,76 - 5,95	1	1
	5,95 - 10,13	3	
	10,13 - 38,66	5	
Thảm thực vật và sử dụng đất (LULC)	Nước	1	5
	Cây thân gỗ mật độ dày	1	
	Thảm thực vật ngập nước	1	
	Đất nông nghiệp	3	
	Diện tích xây dựng	5	
	Đất trồng, cây bụi thưa thớt	9	
	Cây bụi	7	
Bản đồ phân vùng trượt lở (LSI)	Rất yếu - Trung bình	1	9
	Trung bình - Mạnh	7	
	Mạnh - Rất mạnh	9	

Từ các tính toán ở trên, mức độ trượt nhảy cảm lũ bùn đá được tính toán dựa trên điểm số của từng lớp giá trị trong mỗi yếu tố và trọng số của mỗi lớp như công thức 2.

$$H_{LBD} = \sum_{i,j=1}^{n,m} LQ_{ij} \times W_i \quad (2)$$

Với LQ_{ij} là giá trị của mỗi lớp giá trị trong từng yếu tố; W_i là trọng số của mỗi lớp giá trị. Sơ đồ giá trị nhảy cảm lũ bùn đá (H_{LBD}) được thể hiện như trên hình 4a.

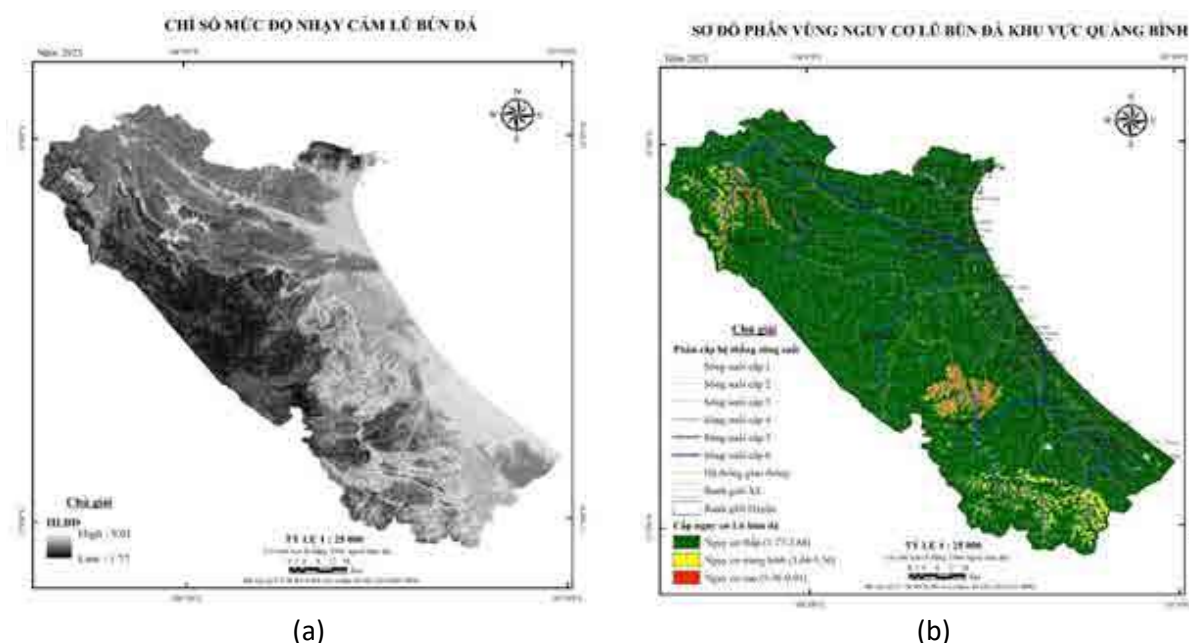
Như phân tích ở trên, khu vực có nguy cơ lũ bùn đá, lũ quét thường xảy ra ở các lưu vực sông cấp 1, 2 và 3. Dựa vào sơ đồ lưu vực sông hình 3 và sơ đồ chỉ số nhảy cảm lũ bùn đá, nhóm nghiên cứu đã tiến hành trích suất các chỉ số nhảy cảm ứng với các lưu vực sông cấp 1, 2 và 3. Chỉ số lũ bùn đá ở các khu vực lưu vực sông cấp 4, 5 và 6 sẽ được loại loại bỏ. Vì theo nghiên cứu của Phan Đông Pha và nnk (2014) khi nghiên cứu tại biến địa chất ở khu vực Bắc Trung bộ đã chỉ ra rằng chỉ có các lưu vực sông cấp 1, 2 và 3 mới có nguy cơ xảy ra lũ bùn đá. Các lưu vực cấp cao hơn 4, 5 và 6 thì chỉ có nguy cơ ngập lụt. Kết quả nghiên cứu đã thành lập được sơ đồ phân vùng nguy cơ xảy ra lũ bùn đá theo 3 cấp như hình 4b.

Dựa trên việc phân tích từ ảnh viễn thám, kết hợp với phương pháp thực địa khi xem xét mức độ che phủ, trượt lở đất đá dọc theo các lưu vực sông, suối và phương pháp chuyên gia để khoanh vùng dự báo nguy cơ lũ bùn đá khu vực nghiên cứu. Kết quả phân vùng nguy cơ lũ bùn đá khu vực nghiên cứu được thể hiện trên hình 4b. Kết quả phân vùng cho thấy khu vực khe giữa núi, thung lũng sông suối, (dòng chảy tạm thời) đi qua các xã Hóa Thanh, Trọng Hóa, Lâm Hóa và Dân Hóa huyện Minh Hóa và các khu vực Xu Biên, Pa Thà xã Trường Sơn, huyện Quảng Ninh, tỉnh Quảng Bình có nguy cơ xảy ra lũ bùn đá. Đây cũng là những khu vực có nguy cơ trượt lở đất đá cao. Ngoài ra, kết quả phân vùng cũng cho thấy một số khu vực có nguy cơ lũ lụt như lưu vực sông Gianh, lưu vực sông Côn, lưu vực sông Nhật Lệ, các xã Quảng Phương, Quảng Thanh, Cao Quảng, Quy Hóa, Minh Hóa và Tân Hóa.

Bảng 2. Bảng tính trọng số của các yếu tố

	LM (9)	DD (7)	CD (3)	TH (5)	TWI (1)	LULC (5)	LSI (9)	Trọng số (Wi)
LM (9)	1,00	1,29	3,00	1,80	9,00	1,80	1,00	0,23
DD (7)	0,78	1,00	2,33	1,40	7,00	1,40	0,78	0,18
CD (3)	0,33	0,43	1,00	0,60	3,00	0,60	0,33	0,08
TH (5)	0,56	0,71	1,67	1,00	5,00	1,00	0,56	0,13
TWI (1)	0,11	0,14	0,33	0,20	1,00	0,20	0,11	0,03
LULC (5)	0,56	0,71	1,67	1,00	5,00	1,00	0,56	0,13
LSI (9)	1,00	1,29	3,00	1,80	9,00	1,80	1,00	0,23

(LL - lượng mưa, DD - độ dốc, CD - Cao độ, TH - Thạch học, TWI - Chỉ số ẩm ướt địa hình, LULC - Mục độ che phủ và sử dụng đất, LSI - Yếu tố nhạy cảm trượt).



Hình 4. a) Sơ đồ giá trị nhạy cảm H_{LBD} ; b) Sơ đồ phân vùng nhạy cảm lũ bùn đá.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã sử dụng 8 yếu tố chính ảnh hưởng đến việc phát sinh phát triển lũ bùn đá để thực hiện xây dựng sơ đồ phân vùng nguy cơ lũ bùn đá bao gồm lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất, yếu tố độ dốc địa hình, cao độ địa hình, thạch học, thảm thực vật, chỉ số ẩm ướt bề mặt địa hình, bản đồ sử dụng đất, sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở. Dựa vào phương pháp chuyên gia để cho điểm số kết hợp với phương pháp thử dần để tìm ra mô hình điểm số tối ưu nhất, trong đó trọng số của các yếu tố được tính toán bao gồm lượng mưa và mức độ nhạy cảm trượt lở là 0,23, độ dốc địa hình là 0,18, yếu tố thạch học, yếu tố thảm thực vật và sử dụng đất là 0,13, yếu tố cao độ địa hình là 0,08 và yếu tố chỉ số ẩm ướt địa hình là 0,03. Kết quả nghiên cứu cho thấy yếu tố lượng mưa và yếu tố nhạy cảm trượt lở đóng vai trò quan trọng nhất trong việc hình thành lũ bùn đá. Mặt khác, sự ảnh hưởng của các lưu vực sông cũng là một trong những yếu tố quan trọng hình thành nên lũ bùn đá. Kết quả nghiên cứu đã tích hợp 8 yếu tố quan trọng để thành lập sơ đồ phân vùng nhạy cảm lũ bùn đá. Mức độ nhạy cảm lũ bùn đá khu vực tỉnh Quảng Bình được phân làm 3 cấp tương ứng với các khu vực có nguy cơ thấp, khu vực có nguy cơ trung bình và khu vực có nguy cơ cao. Phần lớn diện tích khu vực nghiên cứu có nguy cơ thấp, khu vực có nguy cơ cao thường tập trung tại các thung lũng sông suối ở khu vực miền núi xã Hóa Thanh, Trọng Hóa, Lâm Hóa và Dân Hóa huyện Minh Hóa và các khu vực Xu Biên, Pa Thà xã Trường Sơn, huyện Quảng Ninh. Khu vực này cũng trùng với các khu vực có mật độ trượt lở lớn.

Tài liệu tham khảo

- Angillieri, M. Y. E., 2020. Debris flow susceptibility mapping using frequency ratio and seed cells, in a portion of a mountain international route, Dry Central Andes of Argentina. *Catena*, 189, 104504.
- Bùi Trường Sơn và nnk, 2023. Nghiên cứu và đề xuất các giải pháp phòng, tránh tai biến địa chất trên địa bàn tỉnh Quảng Bình. Đề tài Khoa học công nghệ cấp tỉnh Quảng Bình.
- Đông Pha Phan và nnk, 2014. Bản đồ nguy cơ lũ quét - lũ bùn đá khu vực Tây Nguyên. *Tạp chí Các khoa học về Trái đất*, vol. 36, pp. 365-372.
- Sharir, K., Lai, G. T., Simon, N., Ern, L. K., Madran, E., & Roslee, R., 2022. Debris flow susceptibility analysis using a bivariate statistical analysis in the Panataran River, Kg Melangkap, Sabah, Malaysia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1103, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.
- Saaty, T. L., 1989. Group decision making and the AHP. *The analytic hierarchy process: applications and studies*, 59-67.

Debris flow susceptibility mapping in Quang Binh area

Bui Van Binh*, Bui Truong Son, Nguyen Thi Nu, Nguyen Thanh Duong, Nguyen Van Hung

Hanoi University of Mining and Geology

**Corresponding author: buivanbinh@hmg.edu.vn*

Abstract

Quang Binh area is a steep, high degree of terrain dissection and average rainfall in the months of the heavy rainy season. In order to forecast the risk of debris flow and mitigate the damage caused by debris flow in mountainous areas of Quang Binh province, we have established the debris flow susceptibility mapping based on AHP method. The study used 8 main factors including the maximum 3-month mean rainfall, slope, Terrain elevation, Lithology, Topographic wetness index, Land use and land cover as well as Level 1, 2 and 3 watershed area and landslide hazard zoning map. The research results have established a map of the debris flow susceptibility in Quang Binh province. The susceptible level is divided into 3 levels, respectively, low-susceptible, medium-susceptible, and high-susceptible areas. High-susceptible areas are usually distributed in the river valleys of Hoa Thanh, Trong Hoa, Lam Hoa and Dan Hoa communes, Minh Hoa district and Xu Bien and Pa Tha areas, Truong Son commune, Quang Ninh district.

Keywords: *Debris flow, AHP method, Geographic information system.*