Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ – Engineering and Technology 2024, 6(SI7):189-201

Open Access Full Text Article

Bài nghiên cứu

Ứng dụng phương pháp tần suất tỷ lệ trong xây dựng sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở khu vực Quảng Bình

Bùi Văn Bình[1,2,*], Bùi Trường Sơn[1,2], Nguyễn Thị Nụ[1,2]

TÓM TẮT

Phương pháp tần suất tỷ lệ đã và đang được áp dụng phổ biến trong việc thành lập sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở cho nhiều vùng ở Việt Nam và trên Thế giới. Phương pháp này đã cho thấy được mức độ tin cậy cao trong việc đánh giá nguy cơ trượt lở. Trong bài báo này, phương pháp tần suất tỷ lệ được lựa chọn để xây dựng sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở cho khu vực Quảng Bình. Các dữ liệu được sử dụng cho mục đích đánh giá nguy cơ trượt lở bao gồm sơ đồ kiểm kê trượt lở, sơ đồ phân bố thạch học, mật độ đứt gãy, lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất, độ dốc địa hình, cao độ địa hình, hướng dốc sườn dốc, sơ đồ sử dụng đất, mật độ phân cắt ngang, mật độ phân cắt sâu và khoảng cách đến đường giao thông. Sơ đồ nguy cơ trượt lở được thành lập bằng phương pháp tần suất tỷ lệ dựa trên sự tích hợp các trọng số của tất cả các yếu tố ảnh hưởng bằng công cụ phân tích không gian trong ArcGIS 10.5. Sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở được phân làm 5 mức độ nguy cơ trượt lở khác nhau như rất yếu, yếu, trung bình, mạnh và rất mạnh. Mức độ tin cậy của kết quả nghiên cứu đã được đánh giá dựa trên đường cong AUC. Giá trị AUC cho việc huấn luyện và kiểm tra mô hình lần lượt là 91,2% và 84,6%.

Từ khoá: trượt lở, tần suất tỷ lệ, GIS, AUC, Quảng Bình

[1]Bộ môn Địa chất công trình, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

[2]Nhóm nghiên cứu Địa chất công trình và Địa môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

Liên hệ

Bùi Văn Bình, Bộ môn Địa chất công trình, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

Nhóm nghiên cứu Địa chất công trình và Địa môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

Email: buivanbinh@humg.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 08-10-2023
- Ngày chấp nhận: 27-2-2024
- Ngày đăng: 31-12-2024

DOI : 10.32508/stdjet.v6iSI7.1271

Check for updates

Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

VNUHCM PRESS

GIỚI THIỆU CHUNG

Trượt lở là một loại hình tai biến địa chất xảy ra do sự dịch chuyển của các khối đất, đá trên sườn dốc xuống dưới chân sườn dốc. Trượt lở bị chi phối bởi các điều kiện khí hậu, địa mạo, địa chất và địa chất thủy văn cũng như hoạt động kinh tế công trình của con người. Hiện tượng này đã và đang gây ra nhiều thiệt hại về người và công trình. Ở nước ta, trượt lở đã gây ra những thiệt hại rất to lớn ở các tỉnh miền núi phía Bắc và các tỉnh miền Trung. Trong những năm gần đây, do sự biến đổi khí hậu, hiện tượng trượt lở ở khu vực Quảng Bình xảy ra với tần suất và quy mô ngày càng lớn gây thiệt hại rất lớn về kinh tế. Do đó, cần có những nghiên cứu để đánh giá mức độ nhạy cảm trượt lở để làm cơ sở khoa học cho việc cảnh báo nhằm giảm thiểu những rủi ro do trượt lở gây ra. Sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở cung cấp những thông tin hữu ích trong việc quản lý rủi ro trượt lở. Nó chỉ ra các khu vực có các nguy cơ xảy ra trượt lở khác nhau. Sơ đồ này được thành lập dựa trên công tác dự báo không gian trượt lở với giả thiết rằng các khối trượt trong tương lai sẽ xảy ra với cùng các điều kiện như trong quá khứ. Vì vậy, nguy cơ trượt lở được đánh giá thông qua các mối quan hệ không gian giữa một loạt các yếu tố ảnh hưởng với các khối trượt đã xảy ra trước đó. Hiện nay, có nhiều phương pháp có thể được sử dụng để đánh giá nguy cơ trượt lở bao gồm phương pháp tần suất tỷ lệ (FR), phương pháp phân tích thứ bậc (AHP), phương pháp hồi quy logistic, phương pháp học máy…Trong đó, phương pháp tần suất tỷ lệ (FR) được sử dụng rộng rãi trong việc đánh giá nguy cơ trượt lở với kết quả đáng tin cậy. Bài báo đã áp dụng phương pháp tần suất tỷ lệ để thành lập sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở khu vực Quảng Bình. Việc đánh giá độ tin cậy của kết quả nghiên cứu được thực hiện dựa trên đường cong AUC và chỉ số mật độ trượt lở (LDI).

ĐẶC ĐIỂM KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Quảng Bình nằm ở khu vực Bắc Trung Bộ của Việt Nam với diện tích tự nhiên khoản 7.999 km^2. Tọa độ địa lý phần đất liền Quảng Bình với điểm cực Bắc$18^0$05’12” vĩ độ Bắc, điểm cực Nam $17^0$05’02” vĩ độ Bắc, điểm cực Đông $106^0$59’37” kinh độ Đông và điểm cực Tây $105^0$36’55” kinh độ Đông. Ranh giới phía Bắc giáp với tỉnh Hà Tĩnh. Phía Tây giáp với Lào, phía Nam giáp Quảng Trị và phía Đông giáp biển đông. Quảng Bình là tỉnh ven biển tương đối hẹp và hướng dốc địa hình nói chung là từ Tây sang Đông với diện tích vùng đồi núi chiếm khoảng 85% diện tích toàn tỉnh [1]. Khu vực miền núi có độ dốc lớn và mức độ phân cắt địa hình rất phức tạp.

Mặt khác, Quảng Bình nằm trung vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa. Mùa mưa thường từ tháng 9 đến

Trích dẫn bài báo này: Bình B V, Sơn B T, Nụ N T. **Ứng dụng phương pháp tần suất tỷ lệ trong xây dựng sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở khu vực Quảng Bình**. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.* 2024; 6(SI7):189-201.

tháng 11 với lượng mưa trung bình từ 1.600 đến 2.800mm/năm[2]. Đặc điểm địa chất khu vực Quảng Bình tương đối phức tạp bao gồm các nhóm đá phiến, đá trầm tích chiếm phần lớn diện tích khu vực, ngoài ra còn có đá vôi và đá thuộc các phức hệ magma. Nhiều hệ thống đứt gãy, uốn nếp lớn chi phối địa hình và đặc điểm địa chất và thủy văn khu vực nghiên cứu như nếp lồi Đồng Hới, Đại Đủ, Si Thượng, nếp lõm Rào Nậy, Quy Đạt, Phong Nha[2]. Các hệ thống đứt gãy chính có các phương khác nhau như Tây Bắc - Đông Nam, á kinh tuyến và Đông Bắc -Tây Nam trong đó nổi bật nhất là hệ thống đứt gãy Rào Nậy thuộc hệ thống cấp I. Với đặc điểm địa hình, địa chất phức tạp cũng như lượng mưa trung bình năm lớn, khu vực Quảng Bình thường xuyên xảy ra trượt lở quy mô lớn mỗi khi vào mùa mưa lũ.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nguồn dữ liệu

Việc phân tích không gian đánh giá nguy cơ trượt lở đòi hỏi phải phân tích tổng hợp cũng như tích hợp được các yếu tố có ảnh hưởng đến trượt lở phù hợp. Các dữ liệu thường được khai thác từ nhiều nguồn khác nhau từ việc khảo sát thực địa, thu thập từ các đề tài, dự án, bài báo khoa học cũng như từ các nguồn ảnh vệ tinh. Trong bài báo này, 10 dữ liệu được tích hợp trong việc đánh giá nguy cơ trượt lở như Hình 1. Các nguồn dữ liệu liên quan đến kiểm kê các điểm trượt lở được thực hiện thông qua công tác khảo sát thực địa, nghiên cứu ảnh vệ tinh Google Earth và từ các đề tài, đề án điều tra, đánh giá thành lập bản đồ hiện trạng trượt lở đất đá tỷ lệ 1:50.000 khu vực miền núi Quảng Bình[3]. Sơ đồ địa chất và khoáng sản tờ Quảng Bình tỷ lệ 1:50.000 được thành lập bởi Lê Tiến Dũng và nnk (2003) dựa trên cơ sở tổng hợp các tài liệu xuất bản và lưu trữ của cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam và các số liệu nghiên cứu thực địa đã được sử dụng để thành lập sơ đồ phân bố các loại thạch học và mật độ đứt gãy trong khu vực nghiên cứu. Các ảnh vệ tinh Sentinel 2 được sử dụng để phân tích và thành lập sơ đồ mật độ che phủ của thảm thực vật. Độ cao, độ dốc, hướng dốc sườn dốc cũng như mạng lưới sông suối được trích xuất từ mô hình số độ cao với độ phân giải 10x10m từ đề án điều tra, đánh giá thành lập bản đồ hiện trạng trượt lở đất đá tỷ lệ 1:50.000 khu vực miền núi Quảng Bình[3]. Lượng mưa và cường độ mưa từ năm 1970 đến năm 2022 đã thu thập tại 39 trạm phân bố ở khu vực Quảng Bình và các trạm lân cận ở khu vực Quảng Trị và Hà Tĩnh[2]. Các dữ liệu thu thập đã được đánh giá, phân tích và có độ phân giải phù hợp với mục tiêu đề ra.

Sơ đồ kiểm kê trượt lở

Sơ đồ kiểm kê trượt lở là cách thức hệ thống hóa các khối trượt đã được ghi nhận trong khu vực nghiên cứu theo một hệ tọa độ nhất định cũng như quy mô và đặc điểm của từng khối trượt. Các khối trượt được ghi nhận thông qua công tác khảo sát thực địa, ảnh vệ tinh Google Earth, ảnh viễn thám và thu thập từ các nguồn đề tài và dự án đã được công bố. Từ việc khảo sát thực địa trực tiếp, gián tiếp thông qua phân tích ảnh cũng như các nguồn dữ liệu khác, 325 điểm trượt đã được biên tập và thể hiện dưới dạng sơ đồ kiểm kê trượt lở sử dụng công cụ ArcGIS 10.5. Nhằm mục đích phân tích cũng như kiểm tra việc dự báo nguy cơ trượt lở, 70% (227 khối trượt) các khối trượt được lựa chọn ngẫu nhiên được sử dụng cho việc huấn luyện mô hình nhạy cảm trượt lở và 30% (98 khối trượt) còn lại được sử dụng để kiểm tra tính đúng đắn của kết quả nghiên cứu. Sơ đồ kiểm kê trượt lở được thể hiện như Hình 2.

Mô hình tần suất tỷ lệ (FR)

Phương pháp tần suất tỷ lệ là một trong những phương pháp được sử dụng rộng rãi và rất phổ biến khi đánh giá nguy cơ trượt lở không chỉ ở Việt Nam mà còn ở trên Thế giới. Phương pháp này tính toán dựa trên tỷ số của diện tích trong đó trượt lở xảy ra trong tổng diện tích khu vực nghiên cứu. Phương pháp tần suất trượt lở (FR) thiết lập mỗi quan hệ định lượng tần suất xuất hiện của các điểm trượt lở trong mỗi vùng không gian của từng yếu tố phân tích. Về mặt toán học, tần suất trượt lở (FR) là tỷ số giữa diện tích trượt lở trên tổng diện tích nghiên cứu[2,4,5] và được tính theo công thức 1.

$$FR_{ij} = \frac{E/F}{M/L} \quad (1)$$

Trong đó: i là các yếu tố gây trượt j là lớp dữ liệu thứ j trong phân tố i nào đó; FR_{ij} là tần suất trượt lở của lớp thứ j trong yếu tố I E là số lượng các pixel trượt lở trong mỗi lớp trong mỗi yếu tố; F là tổng số lượng các pixel trượt lở trong vùng nghiên cứu; M là số lượng các pixel của mỗi lớp trong mỗi yếu tố; L là tổng số lượng các pixel trong vùng nghiên cứu.

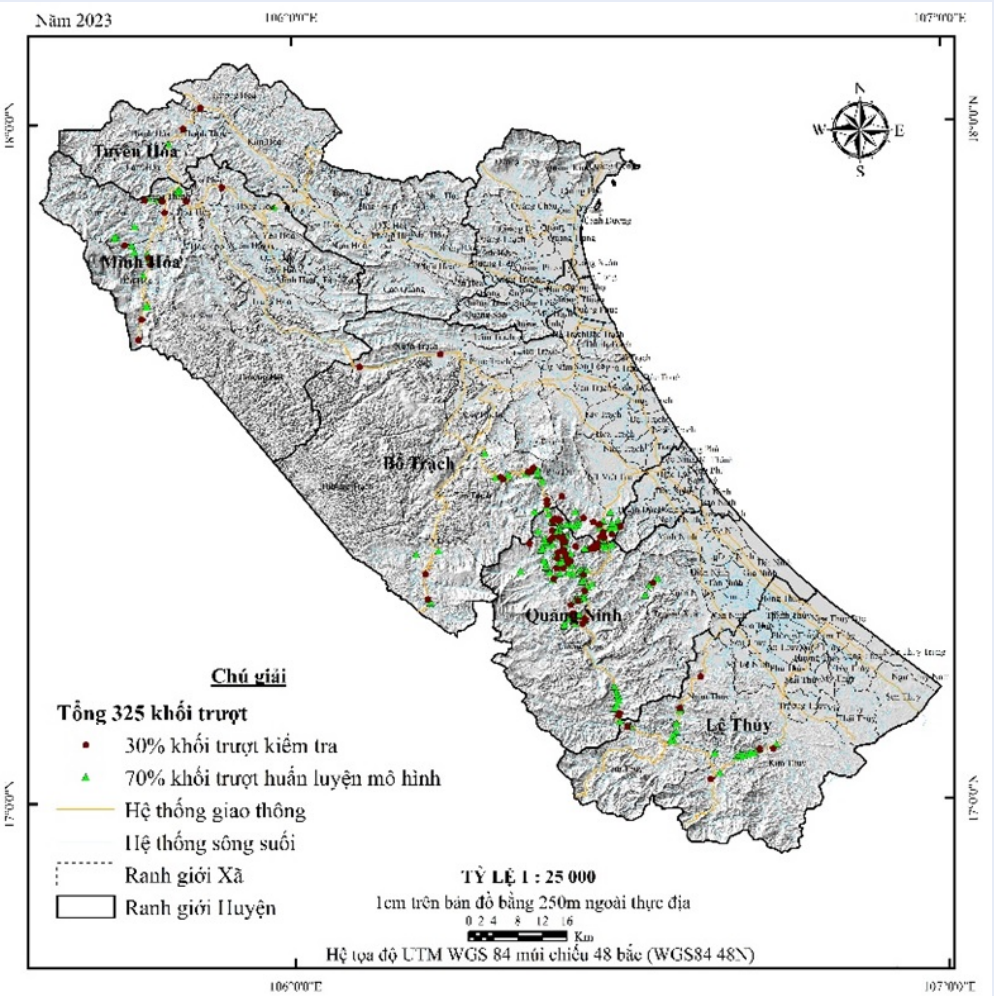
Dựa vào tần suất trượt lở tính toán trong từng lớp dữ liệu j của mỗi yếu tố i, trọng số của từng yếu tố (Wi) được tính toán theo công thức 2.

$$W_i = \frac{MaxFR_i - MinFR_i}{Min(Max\,FR - MinFR)} \quad (2)$$

Trong đó: $MaxFR_i$ là tần suất trượt lớn nhất trong yếu tố i; $MinFR_i$ là tần suất trượt nhỏ nhất trong yếu tố i; Min(MaxFR - MinFR) là hiệu số nhỏ nhất trong các yếu tố gây trượt.



Hình 1: Các yếu tố ảnh hưởng và nguồn tài liệu phân tích



Hình 2: Sơ đồ kiểm kê trượt lở

Dựa vào sơ đồ hiện trạng trượt lở và các yếu tố ảnh hưởng, các giá trị diện tích của các lớp trong từng yếu tố gây trượt và diện tích trượt lở tương ứng trong mỗi lớp giá trị đã được xác định để tính toán tần suất trượt lở trong mỗi lớp cũng như tính toán trọng số của từng yếu tố ảnh hưởng.

Từ giá trị tần suất tính toán trong từng yếu tố gây trượt (FR_{ij}) và trọng số (Wi) của từng yếu tố, giá trị định lượng mức độ nhạy cảm trượt (LSI) có thể được tính toán như công thức 3.

$$LSI = \sum_{i,j=1}^{n,m} FR_{ij} \times W_i \quad (3)$$

Trong đó: LSI (Landslide Susceptibility Index) là chỉ số nhạy cảm trượt lở; W_i là trọng số gắn cho lớp thành phần I; n là số các lớp thành phần lựa chọn cho quá trình phân tích; m là mức độ phân cấp trong mỗi lớp thành phần. Sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở được thành lập dựa vào việc phân chia các khoảng giá trị LSI.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Các yếu tố ảnh hưởng đến trượt lở

Yếu tố lượng mưa: Lượng mưa, cường độ mưa là yếu tố chính gây ra hiện tượng trượt lở. Trên cơ sở số liệu mưa thu được ở 39 trạm đo từ năm 2006 đến năm 2022. Lượng mưa trung bình 3 tháng mùa mưa đã được dùng để phân tích ảnh hưởng của lượng mưa đến khả năng gây ra trượt lở. Căn cứ vào vị trí các trạm đo mưa và lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất trong năm, sơ đồ đẳng lượng mưa được xây dựng bằng phương pháp nội suy Kriging trong GIS. Sơ đồ lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất được chia thành 5 lớp với các khoảng giá trị lần lượt là <1.300mm, 1.300-1.350mm, 1.350-1.400mm, 1.400-1.450mm và >1.450mm như Hình 3a. Kết quả phân tích cho thấy rằng khi lượng mưa trung bình 3 tháng mùa mưa lớn hơn 1300mm thì hiện tượng trượt lở xảy ra rất mạnh mẽ, tương ứng với tần suất tỷ lệ là 0,818.

Yếu tố độ dốc địa hình: Độ dốc địa hình khu vực nghiên cứu được chia thành 7 lớp tương ứng với các khoảng độ dốc khác nhau. Các lớp độ dốc bao gồm < 5°, 5 - 15°, 15 - 25°, 25 - 35°, 35 - 45°, 45 - 60° và > 60°, như Hình 3b. Quá trình điều tra trượt lở cho thấy rằng trượt lở chủ yếu xảy ra với độ dốc địa hình từ 15° đến 45°. Những khu vực có độ dốc địa hình lớn hơn 45° mức độ trượt lở thấp hơn đáng kể so với độ dốc địa hình từ 15° - 45°. Điều này là do các thành tạo đá vôi góp phần hình thành nên độ dốc địa hình lớn. Mặt khác, ở những khu vực địa hình dốc quá trình bóc mòn của vỏ phong hóa thường diễn ra mạnh hơn nên vỏ phong hóa tương đối mỏng. Ở khu vực đồi núi với góc dốc từ 15° - 45° thường bắt gặp sự phân bố của các thành tạo trầm tích lục nguyên, biến chất bị phong hóa mãnh liệt, cộng với ít bị bóc mòn do tác dụng của mưa, nên trượt lở diễn ra rất mạnh trong khoảng độ dốc địa hình này. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng khoảng 85% các khối trượt xảy ra trong khu vực có độ dốc từ 15 đến 45°. Tỷ lệ tần suất trượt lở đối với các khoảng độ dốc 15 -25°, 25 - 35° và 35 - 45° lần lượt là 0,294, 0,324 và 0,202 theo thứ tự.

Yếu tố thạch học: Đặc điểm thạch học quyết định đến cường độ cũng như tính thấm và sản phẩm phong hóa của đá gốc. Thạch học là một trong những yếu tố quan trọng khi phân tích trược lở . Trong khu vực nghiên cứu chứa đựng 28 phân vị địa tầng với 5 loại thành phần thạch học chính đó là các trầm tích đệ tứ bở rời; trầm tích lục nguyên với thành phần là cuội kết, cát kết, đến sét bột kết; trầm tích sinh hóa; đá biến chất với đặc trưng là các loại đá phiến sét, phiến sericit, và các loại đá magma bao gồm đá magma xâm nhập, đá mạch và phun trào. Các hệ tầng, và sự phân bố của chúng được thể hiện trong Hình 3c. Kết quả điều tra trượt lở cho thấy rằng khu vực phân bố đá phiến sét, và đá magma nơi có địa hình dốc, vỏ phong hóa dày tần suất trượt lở rất mạnh. Mật độ trượt lở xảy ra rất mạnh ở những khu vực phân bố đá phiến sét, đá phiến sericit của hệ tầng Long Đại với tần suất trượt lở là 0,286, và khu vực phân bố đá magma thuộc phức hệ Trường Sơn với tần suất là 0,377. Do điều kiện khí hậu thuận lợi, lượng mưa trung bình hàng năm lớn, chiều dày vỏ phong hóa của các thành tạo đá phiến sét và các phức hệ magma trong khu vực nghiên cứu khá dày. Kết quả khảo sát thực địa cũng cho thấy rằng, các khối trượt xảy ra trong vỏ phong hóa từ đá magma đều thuộc dạng mặt trượt cung tròn hình trụ. Kiểu này phổ biến xảy ra ở các vị trí có vỏ phong hóa dày. Trong các thành tạo đá phiến, các khối trượt xảy ra chủ yếu với 2 hình thức chính đó là trượt cung tròn hình trụ và trượt theo bề mặt phân phiến tại những vị trí đá có thế nằm cùng hướng với hướng dốc của sườn dốc. Ở khu vực phân bố đá vôi hầu như không ghi nhận hiện tượng trượt lở.

Yếu tố mật độ đứt gãy: Chỉ số mật độ đứt gãy đã được sử dụng để nghiên cứu mối liên hệ giữa các yếu tố kiến tạo cụ thể là đứt gãy đến trượt lở. Các hệ thống đứt gãy được thu thập từ bản đồ địa chất 1/50 000 tờ Quảng Bình. Sau đó tính toán mật độ đứt gãy trên một đơn vị diện tích vùng nghiên cứu. Mật độ đứt gãy được chia thành 5 lớp như sau 0 m/km^2, >1.000 m/km^2, 1.000 – 2.000m/km^2, 2.000 – 3.000m/km^2 và > 3000m/km^2 như Hình 3d. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng mật độ đứt gãy có ảnh hưởng mạnh mẽ đến hiện tượng trượt lở. Mật độ các điểm trượt lở cũng như tần suất trượt lở tương ứng với lớp giá trị mật độ đứt gãy được thể hiện trong Bảng 1.

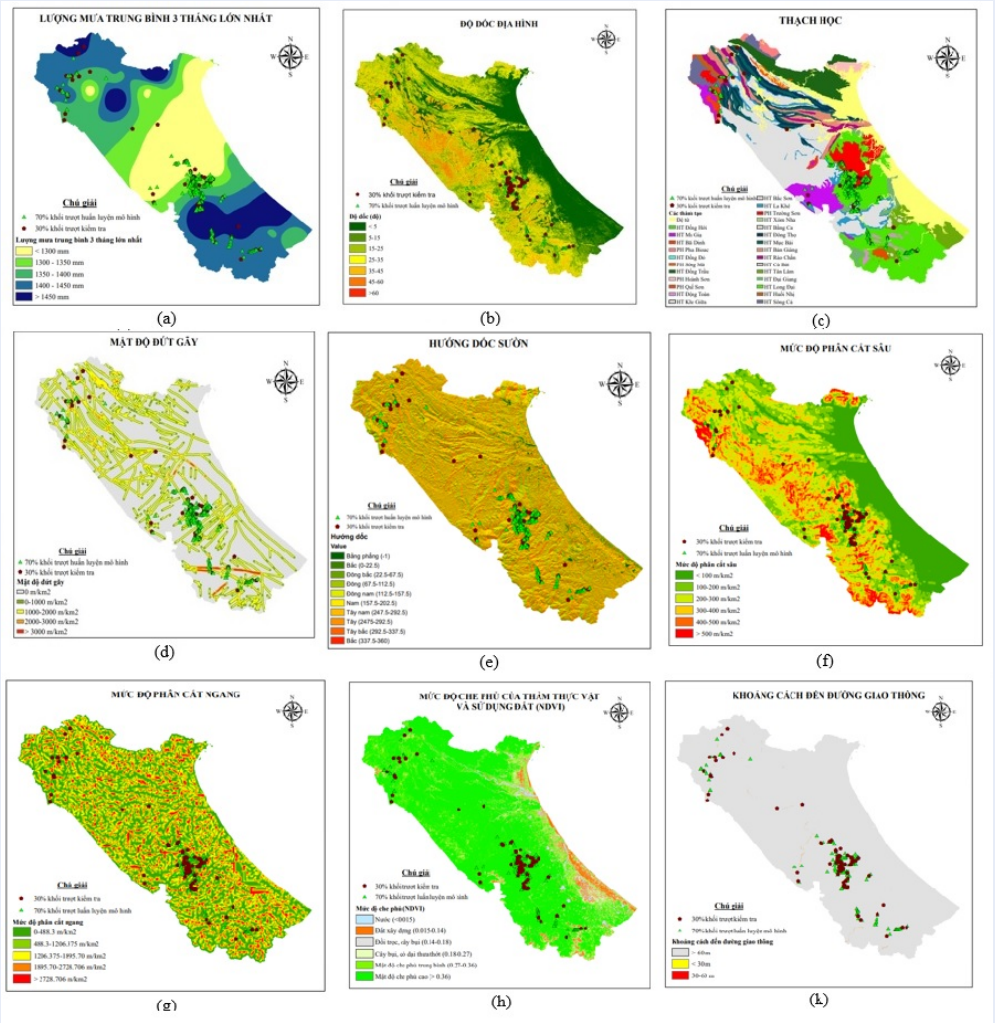
Yếu tố hướng dốc: Hướng dốc của các sườn dốc, mái dốc thể hiện hướng dốc chính của bề mặt địa hình. Tùy vào điều kiện tự nhiên của các khu vực nghiên cứu, một số hướng của bề mặt địa hình sẽ bị tác động mạnh mẽ của các yếu tố như bức xạ của mặt trời, gió, mưa và sóng biển, sông, hồ. Điều này sẽ ảnh hưởng đến độ ẩm, mức độ phong hóa cũng như mức độ biến đổi tính chất cơ lý của đất đá trên các sườn dốc với các hướng khác nhau. Hướng dốc địa hình được tính toán dựa vào dữ liệu mô hình số độ cao (DEM) với độ phân giải là 10m. Sơ đồ hướng dốc được chia thành 9 lớp: Bằng phẳng (-1°), Bắc (337,5 - 360° và 0 - 22,5°), Đông Bắc (22,5 – 67,5°), Đông (67,5 – 112,5°), Đông Nam (112,5 - 157,5°), Nam (157,5 - 202,5°), Tây Nam (202,5 – 247,5°), Tây (247,5 - 292,5°) và Tây Bắc (292,5 – 337,5°) như Hình 3e. Mật độ trượt lở với sườn dốc hướng Nam, Tây Nam và Tây là lần lượt là 0,132, 0,160 và 0,193 như Bảng 1. Mặt khác, các hướng gió thịnh hành trong mùa mưa ở khu vực Quảng Bình chủ yếu là Tây Nam, Đông Nam, hướng Nam và hướng Tây. Sự hoạt động của các luồng gió mang theo hơi ẩm, mưa tác động lên các hướng sườn đón gió gây ẩm ướt, bão hòa sườn dốc thúc đẩy hiện tượng trượt xảy ra. Hướng chủ đạo của các luồng gió trong mùa mưa chi phối đang kể đến sự ảnh hưởng của trượt lở liên quan đến hướng sườn dốc.

Yếu tố phân cắt sâu: Độ phân cắt sâu địa hình là đặc trưng phản ánh thế năng của đất đá do yếu tố chênh lệch cao độ địa hình gây ra. Sơ đồ phân cắt sâu được xây dựng từ dữ liệu mô hình số độ cao (DEM) bằng cách tính độ chênh cao địa hình giữa các ô pixel liền kề nhau. Để xây dựng sơ đồ phân cắt sâu cần tạo lớp thông tin chứa giá trị độ chênh cao địa hình trên mỗi đơn vị diện tích là 1km^2 (m/km^2). Mức độ phân cắt sâu được chia thành 6 lớp tương ứng với các giá trị lần lượt là < 100, 100 - 200, 200 - 300, 300 - 400, 400 - 500 và > 500 m/km^2. Kết quả nghiên cứu cho thấy mức độ phân cắt sâu từ 100 - 200, 200 - 300 và 300 - 400 m/km^2 tần suất trượt lở cao nhất lần lượt là 0,225, 0,33 và 0,279, như Bảng 1. Phần lớn các khu vực địa hình có mức độ phân cắt từ 100 đến 400 m/km^2 chủ yếu phân bố các thành tạo đá trầm tích lục nguyên, biến chất và magma, các khu vực này có địa hình từ 25 đến 45°, nên vỏ phong hóa tương đối dày. Khu vực có mức độ phân cắt địa hình >500m/km^2 chủ yếu phân bố các thành tạo đá vôi, với độ dốc địa hình lớn và chiều dày vỏ phong hóa mỏng. Điều này lý giải cho lý do tần suất trượt lở thấp hơn ở khu vực có mức độ phân cắt địa hình cao nhất.

Yếu tố phân cắt ngang: Mức độ phân cắt ngang của địa hình thể hiện mức độ phân cắt địa hình bởi các dòng chảy hay hệ thống thủy văn khu vực. Mức độ phân cắt ngang địa hình được xây dựng từ dữ liệu mô hình số độ cao (DEM). Mạng lưới thủy văn nhận được từ DEM có thể được kiểm tra bằng hệ thống sông suối nhận được từ sơ đồ hệ thống sông suối khu vực nghiên cứu. Sau khi chuẩn hóa mạng lưới thủy văn, mật độ phân cắt ngang được tính toán dựa trên tổng chiều dài mạng lưới sông suối trên một đơn vị diện tích. Trong nghiên cứu này, mức độ phân cắt ngang được chia thành 5 lớp dựa vào thuật toán Nature Break trong GIS. Sơ đồ mật độ phân cắt ngang được thể hiện như Hình 3g. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng các khối trượt phân bố khá đồng đều với các mức độ phân cắt ngang của địa hình như trong Bảng 1. Điều này cho thấy rằng chỉ một phần nhỏ các khối trượt xảy ra có liên quan đến hoạt động của dòng chảy.

Yếu tố mức độ che phủ thảm thực vật (NDVI): mức độ che phủ NDVI đã được thành lập dựa trên ảnh Sentinel. Dựa trên phân tích ảnh, 6 mức độ che phủ đã được chỉ ra như trong Hình 3h. Kết quả nghiên cứu cho thấy trượt lở xảy ra trong khu vực đồi trọc cây bụi và khu vực cây bụi thưa thớt với tần suất trượt lở lần lượt là 0,473 và 0,246. Những khu vực có mức độ che phủ cao, trượt lở ít được ghi nhận.

Yếu tố khoảng cách đến đường giao thông: Hoạt động xây dựng công trình trên mái dốc có tác động mạnh, ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình trượt đất đá là hoạt động xây dựng đường giao thông. Mối liên hệ giữa khoảng cách đến đường giao thông và trượt lở được giả thiết rằng trượt lở đất đá phát sinh do hoạt động cắt xén đường giao thông, cắt xén sườn dốc và hệ thống thoát nước không phù hợp. Mật độ xuất hiện các tuyến đường giao thông và khoảng cách từ đường giao thông đang xét ra 2 bên taluy. Yếu tố ảnh hưởng của đường giao thông được thành lập dựa vào sự kết hợp giữa khoảng cách tới đường giao thông và độ dốc của taluy xung quanh. Khoảng cách đến đường giao thông được phân chia theo các khoảng cách lần lượt là < 30m, 30 - 60m và > 60m. Sơ đồ thể hiện yếu tố ảnh hưởng của đường giao thông được thể hiện như Hình 3k. Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc cắt xén sườn dốc có ảnh hưởng rất lớn tới ổn định của mái dốc, điều này được thể hiện thông qua giá trị tần suất trượt lở với cạnh đường giao thông với khoảng cách < 30m và 30 - 60m lần lượt là 0,572 và 0,414. Kết quả này cho thấy rằng, phạm vi xung quanh đường giao thông, nơi chịu tác động của các biện pháp thi công cắt xén sườn dốc có ảnh hưởng đáng kể đến trượt lở.



Hình 3: Các yếu tố ảnh hưởng. (a). Lượng mưa trung bình 3 tháng mùa mưa; (b)-Độ dốc địa hình; (c)- Thạch học; (d) – Mật độ đứt gãy; (e) – Hướng dốc sườn dốc; (f) – mức độ phân cắt sâu; (g) – Mức độ phân cắt ngang; (h) -mức độ che phủ thảm thực vật (NDVI) và (k) – khoảng cách đến đường giao thông.

Bảng 1: Tần suất trượt lở và trọng số của các yếu tố ảnh hưởng [2]

Các yếu tố ảnh hưởng	Lớp dữ liệu của các yếu tố	% số pixel của mỗi lớp	% Số pixel trượt lở trong mỗi lớp	Tỷ số trượt lở trong mỗi lớp	Tần suất trượt lở (FRij)	Trọng số (Wi)
Lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất	< 1300 mm	25,02	5,2	0,208	0,031	4,086
	1300-1350 mm	13,93	75,47	5,418	0,818	
	1350-1400mm	17,71	7,76	0,438	0,066	
	1400-1450 mm	29,62	7,29	0,246	0,037	
	> 1450 mm	13,71	4,27	0,311	0,047	
Độ dốc địa hình	0° - 5°	24,64	0	0,000	0,000	1,683
	5° - 15°	17,25	13,72	0,795	0,142	
	15° - 25°	22,04	36,23	1,644	0,294	
	25° - 35°	20,43	37,02	1,812	0,324	
	35° - 45°	10,71	12,11	1,131	0,202	
	45° - 60°	4,37	0,91	0,208	0,037	
	> 60°	0,55	0	0,000	0,000	
Thạch học	Đệ tứ	15,58	0	0,000	0,000	1,957
	Hệ tầng Đồng Hới	0,41	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Mụ Giạ	4,15	1,35	0,325	0,024	
	Hệ tầng Bãi Dinh	1,12	2,43	2,170	0,159	
	Phức hệ Phia Bioac	0,66	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Đồng Đỏ	0,02	0	0,000	0,000	
	Phức hệ Sông Mã	0,48	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Đồng Trầu	6,28	0	0,000	0,000	
	Phức hệ Hoành Sơn	0,94	0	0,000	0,000	
	Phức hệ Quế Sơn	0,44	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Động Toàn	0,7	0,07	0,100	0,007	
	Hệ tầng Khe Giữa	0,01	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Bắc Sơn	21,37	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng La Khê	3,67	4,89	1,332	0,098	
	Phức hệ Trường Sơn	4,36	22,36	5,128	0,377	

Continued on next page

Table 1 continued

	Hệ tầng Xóm Nha	0,13	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Bằng Ca	0,87	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Đông Thọ	3,77	0,23	0,061	0,004	
	Hệ tầng Mục Bài	3,83	0,04	0,010	0,001	
	Hệ tầng Bản Giàng	3,88	0,2	0,052	0,004	
	Hệ tầng Rào Chắn	1,99	0,17	0,085	0,006	
	Hệ tầng Cù Bài	0,28	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Tân Lâm	3,41	0,26	0,076	0,006	
	Hệ tầng Đại Giang	1,67	0,04	0,024	0,002	
	Hệ tầng Long Đại	17,29	67,2	3,887	0,286	
	Hệ tầng Huổi Nhị	0,54	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Sông Cả	2,13	0,76	0,357	0,026	
Mật độ đứt gãy m/km2	0	63,58	56,95	0,896	0,225	1,645
	0 - 1000	18,55	24,36	1,313	0,330	
	1000 - 2000	16,06	17,8	1,108	0,279	
	2000 - 3000	1,44	0,87	0,604	0,152	
	> 3000	0,37	0,02	0,054	0,014	
Hướng dốc	Bằng phẳng (-1)	1,13	0	0,000	0,000	1,000
	Bắc (0-22,5)	6,69	3,05	0,456	0,052	
	Đông Bắc (22,5-67,5)	14	9,52	0,680	0,078	
	Đông (67,5-112,5)	12,72	12,37	0,972	0,111	
	Đông Nam (112,5-157,5)	12,33	11,28	0,915	0,104	
	Nam (157,5-202,5)	12,16	14,11	1,160	0,132	
	Tây Nam (202,5-247,5)	11,9	16,71	1,404	0,160	
	Tây (247,5-292,5)	10,84	18,31	1,689	0,193	
	Tây Bắc (292,5-337,5)	11,93	11,12	0,932	0,106	

Continued on next page

Table 1 continued

	Bắc (337,5-360)	6,29	3,54	0,563	0,064	
Mức độ phân cắt sâu địa hình m/km^2	< 100	23,44	0	0,000	0,000	1,762
	100-200	19,38	10,05	0,519	0,097	
	200-300	26,01	45,96	1,767	0,331	
	300-400	18,64	33,74	1,810	0,339	
	400-500	9,05	9,67	1,069	0,200	
	> 500	3,47	0,59	0,170	0,032	
Mức độ phân cắt ngang m/km2	0 - 488,3	30,98	33,12	1,069	0,248	1,315
	488,3 - 1206,375	26,06	39,02	1,497	0,347	
	1206,375 - 1895,7	22,65	15,96	0,705	0,163	
	1895,7 - 2728,706	15,52	9,97	0,642	0,149	
	> 2728,706	4,78	1,93	0,404	0,094	
Mức độ che phủ của thảm thực vật và sử dụng đất	Nước (< 0,015)	1,93	0	0,000	0,000	2,455
	Đất xây dựng (0,015-0,14)	4,01	3,31	0,825	0,077	
	Đồi trọc cây bụi (0,14-0,18)	1,08	5,48	5,074	0,473	
	Cây bụi, cỏ dại thưa thớt (0,18-0,27)	5,29	13,96	2,639	0,246	
	Mật độ che phủ trung bình (0,27-0,36)	11,95	16,66	1,394	0,130	
	Mật độ che phủ cao (>0,36)	75,74	60,59	0,800	0,075	
Khoảng cách đến	> 60 m	99,86	95,19	0,953	0,014	2,900
	30-60 m	0,07	2,02	28,857	0,414	
	< 30 m	0,07	2,79	39,857	0,572	

Sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở

Sơ đồ phân vùng dự báo trượt lở đất đá khu vực Quảng Bình được xây dựng theo nguyên tắc chồng xếp tích hợp các bản đồ thành phần có trọng số với sự trợ giúp của công nghệ GIS 10.5. Kết quả được thể hiện ở Bảng 2. Đó là sự tích hợp của các bản đồ thành phần của các yếu tố đã được lựa chọn (tất cả đều ở dạng raster). Giá trị LSI nằm trong khoảng từ 0,50 đến 9,09 và được chia thành 5 lớp thể hiện mức độ nguy cơ trượt lở khác nhau, với nguy cơ: Rất yếu (0,5 - 1,96), Yếu (1,96 - 3,44), Trung bình (3,44 - 4,85), Mạnh (4,85 - 5,50), Rất mạnh (5,50 - 9,09) bằng cách sử dụng thuật toán chia lớp Nature Breaks trong GIS . Tổng diện tích khu vực nghiên cứu khoảng 8.065 km^2, trong đó diện tích vùng nguy cơ trượt lở chiếm khoảng 6131,635 km^2 tương đương với 76,03% diện tích khu vực, vùng nguy cơ trượt lở thấp khoảng 1151,13 km^2 (14,27%), vùng nguy cơ trượt lở trung bình khoảng 453,26 km^2 (5,62%), vùng nguy cơ trượt lở mạnh khoảng 269,60 km^2 (3,34%) và vùng nguy cơ trượt lở rất mạnh khoảng 59,38 km^2 (0,74%).

Kết quả thành lập và phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá tỉnh Quảng Bình được thể hiện trên Hình 4.

Đánh giá mô hình phân vùng nhạy cảm trượt bằng đường cong AUC

Việc kiểm tra mức độ đúng đắn của sơ
đồ phân vùng nhạy cảm trượt sử dụng AUC được chia thành đường cong chất lượng huấn luyện mô hình và đường cong kiểm tra mô hình. Đường cong chất lượng huấn luyện mô hình chỉ ra mức độ đúng đắn của sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt với các khối trượt đã xảy ra trong quá khứ (70% khối trượt dùng để huấn luyện mô hình). Đường cong kiểm tra mô hình phản ánh khả năng dự báo của sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt với nguy cơ trượt lở trong tương lai. Để kiểm tra khả năng dự báo của sơ đồ, chúng tôi sử dụng 30% khối trượt đã được lựa chọn ngẫu nhiên trong tổng số 325 khối trượt. Sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt được chia thành 100 lớp giá trị và được sắp xếp theo thứ tự giảm dần. Sau đó, chồng chập sơ đồ LSI với các khối trượt dùng để huấn luyện và kiểm tra mô hình một cách lần lượt để tính toán phần trăm tích lũy của các khối trượt tương ứng với phần trăm diện tích của sơ đồ phân LSI. Kết quả của các đường AUC huấn luyện và kiểm tra mô hình được thể hiện trong Hình 5. Diện tích dưới các đường cong huấn luyện và dự báo lần lượt là 0,912 và 0,846. Điều này chỉ ra rằng sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở đất đá rất phù hợp với các điểm trượt dùng để huấn luyện và kiểm tra mô hình. Sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt có chất lượng tốt.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã sử dung phương pháp tần suất tỷ lệ để thành lập sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở dựa trên 9 yếu tố ảnh hưởng được xem xét. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng các yếu tố lượng mưa, mức độ che phủ của thảm thực vật, độ dốc địa hình, thành phần thạch học là những yếu tố có ảnh hưởng mạnh mẽ đến trượt lở khu vực Quảng Bình. Sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở được chia thành 5 cấp độ nguy cơ trượt lở như rất yếu, yếu, trung bình, mạnh và rất mạnh tương ứng với các giá trị LSI từ 0,5 - 1,96, 1,96 - 3,44, 3,44 - 4,85, 4,85 - 5,50 và 5,50 - 9,09. Diện tích nguy cơ xảy ra trượt lở mạnh khoảng 269km^2 chiếm 3,34% diện tích khu vực nghiên cứu. Khu vực có nguy cơ rất mạnh khoảng 59 km^2 chiếm 0,74% khu vực nghiên cứu.

Phương pháp đường cong AUC đã chỉ ra mức độ tin cậy cao của kết quả nghiên cứu với giá trị AUC là 91,2% cho huấn luyện mô hình và 84,6% khi kiểm tra chất lượng sơ đồ dự báo.

Phương pháp tần suất tỷ lệ phù hợp, đảm bảo độ tin cậy cho việc đánh giá nguy cơ trượt lở ở khu vực Quảng Bình. Phương pháp phù hợp để đánh giá nguy cơ trượt lở cho các khu vực khác ở Việt Nam

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Các tác giả có tên trong bài xác nhận không có liên kết hoặc liên quan đến bất kỳ tổ chức hoặc thực thể nào có bất kỳ lợi ích tài chính nào (như thù lao; trợ cấp giáo dục; tham gia vào văn phong diễn giả; tư cách thành viên) hoặc lợi ích phi tài chính (như các mối quan hệ cá nhân hoặc nghề nghiệp, liên kết, kiến thức hoặc niềm tin) về chủ đề hoặc tài liệu được thảo luận trong bài này

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

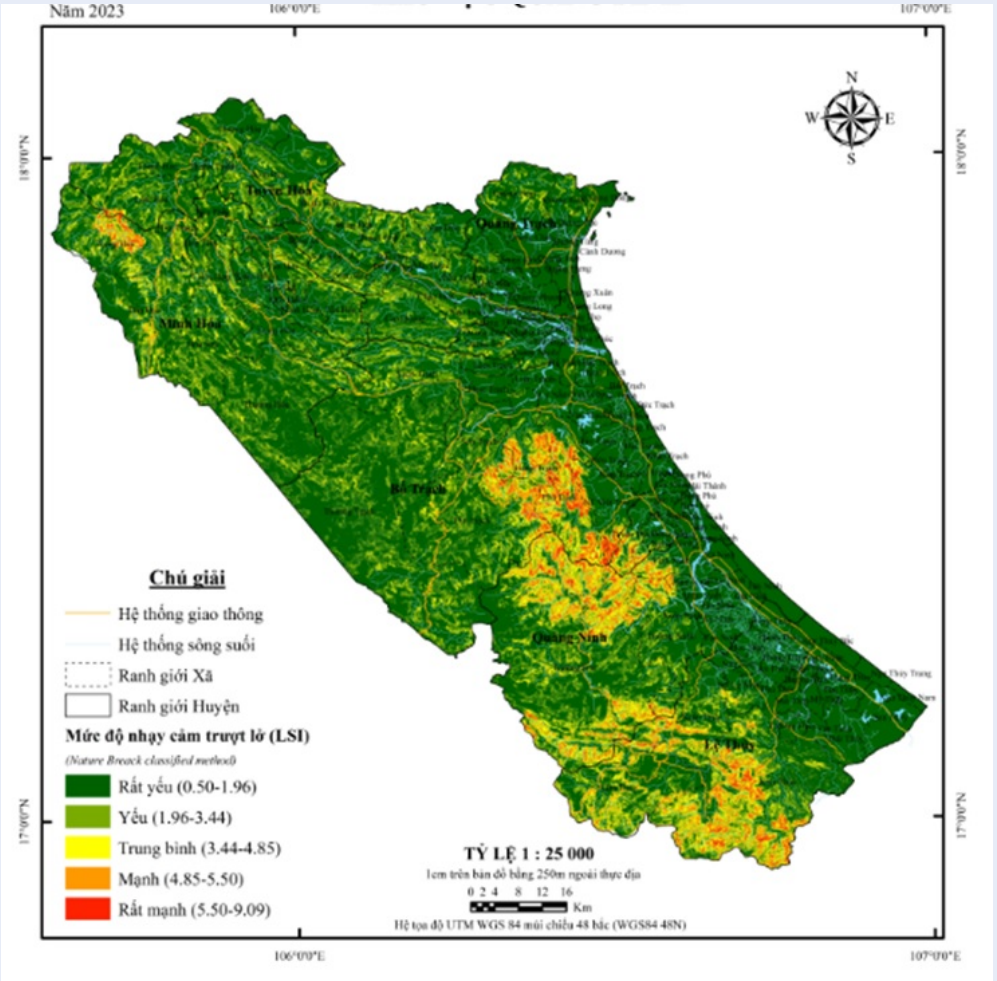
Đóng góp của tác giả Bùi Văn Bình - lập đề cương, xây dựng và hoàn thiện bản thảo, thực địa; Bùi Trường Sơn – Chỉnh sửa, thực địa, góp ý và chuẩn hóa bản thảo; Nguyễn Thị Nụ - chỉnh sửa tóm tắt, thực địa, chỉnh sửa một số nội dung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

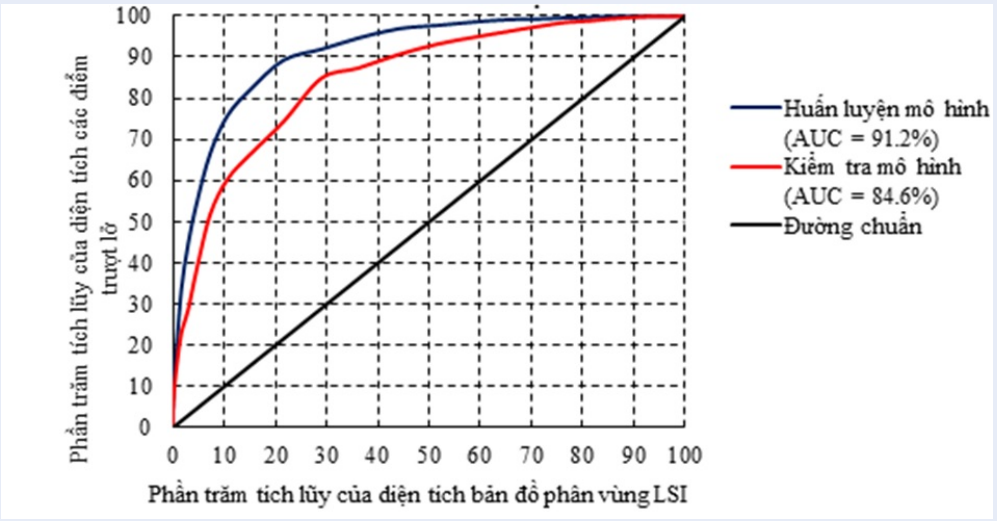
1. Nguyễn ĐL. Nghiên cứu các quá trình dịch chuyển trọng lực đất đá trên sườn dốc, mái dốc của các tuyến đường giao thông Tây Quảng Bình và đề xuất các giải pháp phòng chống. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật; 2012;.
2. Bùi TS, nnk. Nghiên cứu và đề xuất các giải pháp phòng, tránh tai biến địa chất trên địa bàn tỉnh Quảng Bình. Đề tài Khoa học công nghệ cấp tỉnh Quảng Bình; 2023;.
3. Trịnh XH. Báo cáo kết quả điều tra và thành lập ban đồ hiện trạng trượt lở đất đá tỷ lệ 1:50.000 khu vực miền núi tỉnh Quảng Bình. Sản phẩm của Đề án Điều tra, đánh giá và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá các vùng miền núi Việt Nam; 2017;.
4. Bonham-Carter G. Geographic information systems for geoscientists: modeling with GIS. 1994;Available from: https://doi.org/10.1016/C2013-0-03864-9.

Bảng 2: Phân cấp nguy cơ trượt đất đá theo chỉ số nhạy cảm trượt LSI

Phân nhóm	Cấp độ nguy cơ tai biến trượt	Giá trị LSI	Màu thể hiện trên sơ đồ	Diện tích (km2)	% diện tích
Chỉ số nhạy cảm trượt LSI	Rất yếu	0,5-1,96	Xanh thẫm	6131,635	76,03
	Yếu	1,96-3,44	Xanh ngọc	1151,1257	14,27
	Trung bình	3,44-4,85	Vàng	453,2601	5,62
	Mạnh	4,85-5,50	Da cam	269,6028	3,34
	Rất mạnh	5,50-9,09	Đỏ	59,3764	0,74



Hình 4: Sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở đất đá khu vực nghiên cứu



Hình 5: Đường cong chất lượng huấn luyện mô hình và dự báo của mô hình tần suất

5. Pradhan B, Lee S, Buchroithner MF. Remote sensing and GIS-based landslide susceptibility analysis and its cross-validation in three test areas using a frequency ratio model. Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation. 2010;17-32;.

Science & Technology Development Journal – Engineering and Technology 2024, 6(SI7):189-201

Open Access Full Text Article

Research Article

Application of frequency ratio model for the establishment of the landslide susceptibility map in Quang Binh

Bui Van BINH[1,2,*], Bui Truong SON[1,2], Nguyen Thi NU[1,2]

ABSTRACT

The frequency ratio method has been widely applied in establishing the landslide susceptibility maps for many regions in Vietnam and around the world. This method has shown a reasonable reliability in assessing landslide susceptibility. In this study, the frequency ratio model was chosen to assess a landslide susceptibility map in Quang Binh. Data used for the purpose of landslide assessment include landslide inventory, Geological lithology, fault density, maximum 3-month average rainfall, slope, elevation, aspect, NDVI, horizontal cleavage density, deep cleavage density, and distance from the road. The landslide susceptibility map was established based on the frequency ratio model based on the integration of the weights of all influencing factors using the spatial analysis tool in ArcGIS 10.5. The landslide susceptibility level is divided into 5 different levels such as very weak, weak, medium, high, and very high. The reliability of the research results was evaluated based on the AUC curve. The AUC values for training and testing the model are 91.2% and 84.6%, respectively.

Key words: landslides, rate frequency, GIS, AUC, Quang Binh

[1]*Department of Engineering Geology, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

[2]*Researching group of Engineering Geology and Geo-environment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

Correspondence

Bui Van BINH, Department of Engineering Geology, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Researching group of Engineering Geology and Geo-environment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Email: buivanbinh@humg.edu.vn

History

- Received: 08-10-2023
- Accepted: 27-2-2024
- Published Online: 31-12-2024

DOI : 10.32508/stdjet.v6iSI7.1271

Check for updates

Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.

VNUHCM PRESS

Cite this article : BINH B V, SON B T, NU N T. **Application of frequency ratio model for the establishment of the landslide susceptibility map in Quang Binh**. *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology* 2024; 6(SI7):189-201.