

# Nghiên cứu trượt lở đất Ở CÁC HUYỆN MIỀN NÚI NGHỆ AN

■ PGS.TS. Trần Thị Tuyền, ThS. Nguyễn Thị Thúy Hà  
TS. Vũ Văn Lương, TS. Hoàng Anh Thế, ThS. Võ Thị Thu Hà  
Trường Đại học Vinh



Trượt lở đất là loại thiên tai nguy hiểm, khó lường

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trượt lở đất là loại thiên tai nguy hiểm, khó lường, gây thiệt hại nghiêm trọng về tài sản và tính mạng con người. Trượt lở đất là hiện tượng tự nhiên phức tạp, chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như điều kiện địa chất, địa hình, khí hậu, thủy văn, thổ nhưỡng và hoạt động của con người. Đó là quá trình thay đổi trạng thái ứng suất - biến dạng của khối đất trên sườn dốc dẫn đến sự phân tách và chuyển động của khối đất xuống dưới sườn dốc, trong khi vẫn duy trì sự tiếp xúc liên tục giữa khối đất trượt và mặt đất bên dưới [1]. Hiện tượng này có thể xảy ra bất ngờ hoặc từ từ trong thời

gian dài. Cơ quan địa chất Hoa Kỳ (USGS) đã phân chia trượt lở đất thành 10 loại, trong đó có 5 loại chính là: rơi (falls), lật (topples), trượt (slide), trượt lan truyền (lateral spread) và chảy (flow) [2]. Trên thế giới, một số phương pháp tiếp cận nghiên cứu trượt lở đất đã được sử dụng, bao gồm điều tra thực địa, kỹ thuật viễn thám, phân tích địa kỹ thuật và mô hình hóa. Các kỹ thuật viễn thám, chẳng hạn như phân tích ảnh vệ tinh, ảnh hàng không cung cấp thông tin có giá trị

về các đặc điểm liên quan đến lở đất như độ dốc, thay đổi lớp phủ mặt đất và biến dạng bề mặt đất. Phân tích địa kỹ thuật liên quan đến việc mô tả đặc tính của đất và đá, phân tích độ ổn định và đánh giá các yếu tố góp phần gây ra trượt lở đất. Kỹ thuật mô hình hóa mô phỏng trượt lở đất bằng cách xem xét các tính chất vật lý của vật liệu liên quan, đặc điểm địa hình và các ngoại lực tác động lên sườn dốc. Ở Việt Nam, các nghiên cứu về trượt lở đất và các biện pháp chống trượt lở đất đã có từ những năm 1960 nhưng chưa đem lại kết quả cao vì các nghiên cứu chủ yếu đang dựa vào kinh nghiệm thực tiễn, chưa ứng dụng các công nghệ hiện đại. Những năm 80 trở lại đây, trượt lở đất được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu với tiếp cận mới và phương pháp nghiên cứu hiện đại. Một số kết quả nghiên cứu về trượt lở đất ở các tỉnh phía Bắc như Lào Cai, Yên Bái, Hòa Bình,... bước đầu đã thu được kết quả khả quan. Các nghiên cứu đã thành lập được bản đồ dự báo trượt lở đất với việc ứng dụng các công nghệ hiện đại như viễn thám, hệ thống thông tin địa lý (GIS). Gần đây, mô hình trí tuệ nhân tạo đã phát triển mạnh mẽ và được ứng dụng vào nghiên cứu thiên tai, trong đó có trượt lở đất [3,5,6].

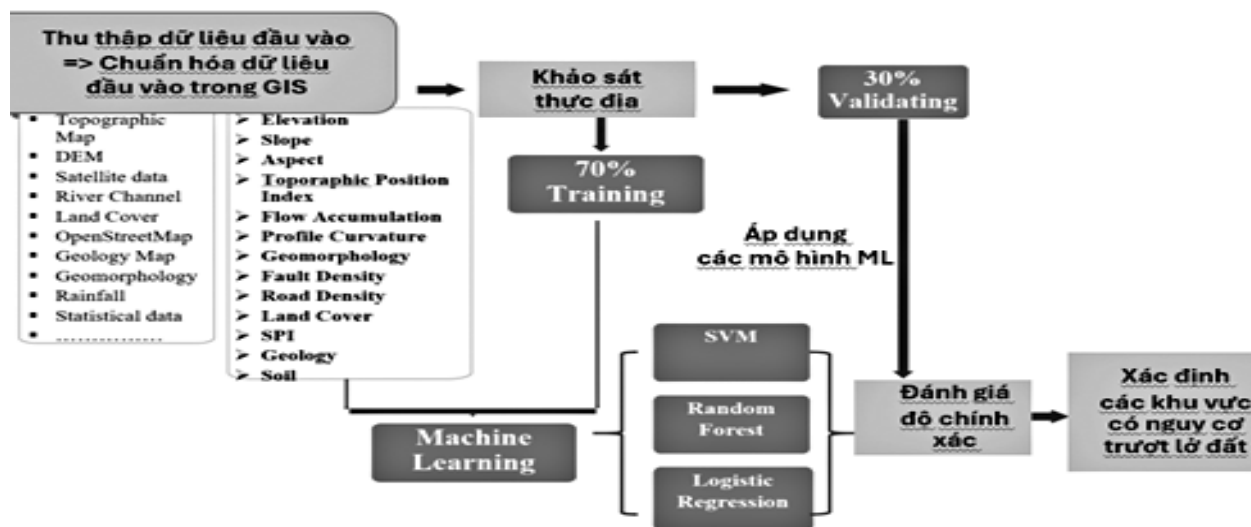
Miền Tây Nghệ An chiếm 85% diện tích toàn tỉnh Nghệ An, bao gồm 11 huyện. Khu vực này gồm hệ thống núi thuộc dãy Bắc Trường Sơn có địa hình phân hóa phức tạp, đồi núi bị chia cắt mạnh bởi hệ thống sông, suối, địa hình có độ dốc lớn, đất có độ dốc lớn hơn  $8^\circ$  chiếm gần 80% diện tích tự nhiên, đặc biệt có trên 38% diện tích có độ dốc lớn hơn  $35^\circ$ . Khí hậu nhiệt đới gió mùa, chia thành hai mùa khá rõ rệt là mùa mưa và mùa khô, lượng mưa trung bình hằng năm từ 1.400mm đến 2.400mm. Những năm gần đây, trượt lở đất xảy ra ở miền núi Nghệ An với tần suất ngày càng tăng, trong đó tập trung chủ yếu ở các huyện: Kỳ Sơn, Tương Dương, Quế Phong, Quỳnh Châu, gây thiệt hại lớn về người, tài sản, sinh kế và môi trường sinh thái. Đây là các huyện có địa hình

phức tạp, với hơn 90% diện tích là núi, trong đó có nhiều dãy núi cao trên 2000m như: dãy Pu Xai Lai Leng thuộc xã Nậm Cắn có đỉnh cao 2.711m, là ngọn núi cao nhất của Nghệ An và cả hệ Trường Sơn; Pu Soong (2.365m), Pu Tông (2.345m), Pu Long (2.176m). Trên cơ sở khảo sát hiện trạng trượt lở đất tại các huyện miền núi, nghiên cứu này ứng dụng các tư liệu viễn thám GIS và mô hình trí tuệ nhân tạo để đánh giá trượt lở đất ở các huyện miền núi cao của tỉnh Nghệ An, gồm: Quế Phong, Quỳnh Châu, Kỳ Sơn, Tương Dương.

## **II. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **1. Dữ liệu nghiên cứu**

Nghiên cứu đã thu thập các số liệu về điều kiện địa hình, thủy văn, địa mạo, địa chất và kinh tế - xã hội của khu vực nghiên cứu, bao gồm: Dữ liệu địa hình SRTM DEM phiên bản 4 (<http://srtm.csi.cgiar.org>); Bản đồ địa mạo; Bản đồ đứt gãy địa chất khu vực nghiên cứu; Bản đồ giao thông được trích từ Open Street Map (<https://www.openstreetmap.org>); Dữ liệu lượng mưa hàng ngày (CHIRPS) được sử dụng để tính Chỉ số lượng mưa tiêu chuẩn hóa (SPI); Dữ liệu che phủ đất được lấy miễn phí từ bộ dữ liệu Dynamic World V1 Land Use/Land Cover (LULC) toàn cầu có nguồn gốc từ dữ liệu vệ tinh Sentinel-2. Tất cả các lớp đầu vào được xử lý ở độ phân giải 30m, phù hợp với dữ liệu vệ tinh và GIS có sẵn cho khu vực nghiên cứu. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng sử dụng dữ liệu huấn luyện đa giác về trượt lở đất của khu vực nghiên cứu được tạo ra từ khảo sát thực địa vào tháng 7 năm 2023 cho quá trình lập mô hình và kiểm chứng (Hình 1).



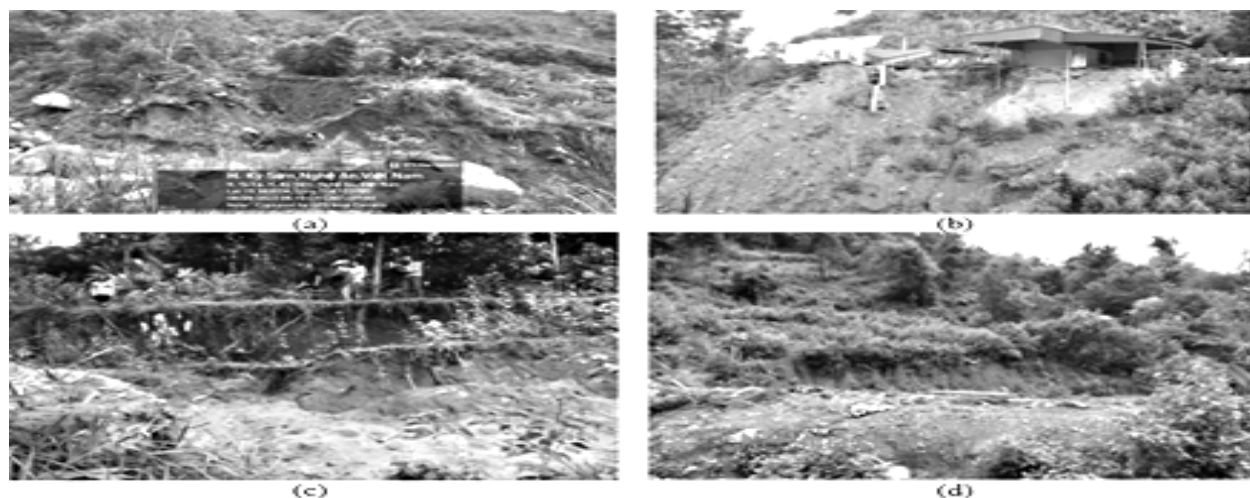
Hình 1. Quy trình nghiên cứu

## 2. Phương pháp nghiên cứu

- *Phương pháp nghiên cứu thực địa*: Khảo sát, đo đạc tại các điểm trượt lở đất được tiến hành tại các xã thuộc 4 huyện Kỳ Sơn, Tương Dương, Quế Phong, Quỳnh Châu. Thiết bị sử dụng là máy toàn đạc điện tử kết hợp máy định vị GPS cầm tay. Công tác khảo sát bao gồm phỏng vấn người dân; khảo sát địa chất, thủy văn, thực phủ; đo đạc tọa độ, xác định khối lượng, diện tích các khối sạt lở, phân tích đặc điểm khối trượt, các yếu tố gây trượt tại từng điểm trượt.

- *Phương pháp xử lý dữ liệu không gian*: Qua kết quả khảo sát và các lý thuyết đã nghiên cứu, thực hiện phân tích các thông số gây trượt lở đất. Dựa trên việc xem xét nghiên cứu trước đây về đánh giá mức độ

nhạy cảm với trượt lở đất và đánh giá điều kiện địa phương của khu vực nghiên cứu, các yếu tố gây trượt lở đất được xác định là tham số đầu vào cho mô hình học máy. Độ cao là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến trượt lở đất ở một khu vực. Dựa trên nguồn dữ liệu độ cao địa hình đã thu thập, chúng tôi đã trích xuất các thông số của địa hình như độ dốc, hướng, độ cong mặt cắt và chỉ số vị trí địa hình (TPI). Các dữ liệu về yếu tố vật lý của trượt lở đất được coi là các số liệu về địa mạo, thủy văn, địa chất và lượng mưa được sử dụng trực tiếp làm dữ liệu đầu



Hình 2. Khảo sát thực địa tại các điểm đã xảy ra trượt lở đất

vào cho mô hình trượt lở đất. Tham số thủy văn được sử dụng trong nghiên cứu này với vai trò là tích lũy dòng chảy (được tạo ra từ cơ sở dữ liệu SRTM DEM). Yếu tố địa chất trong nghiên cứu này liên quan đến bản đồ đứt gãy của khu vực nghiên cứu. Dựa trên bản đồ phân bố đứt gãy, sử dụng phân tích không gian trong GIS, mật độ đứt gãy đã được tính toán cho từng đơn vị diện tích, sau đó áp dụng tham số này cho mô hình trượt lở đất của khu vực nghiên cứu. Bên cạnh đó, lớp phủ mặt đất và hệ thống giao thông là các yếu tố kinh tế - xã hội có ảnh hưởng lớn đến trượt lở đất. Dữ liệu che phủ đất được cung cấp từ bộ dữ liệu Dynamic World V1 LULC toàn cầu và Bản đồ đường giao thông được sử dụng từ OSM được sử dụng để tính toán lớp phủ và mật độ đường. Những yếu tố này có ảnh hưởng đáng kể đến xác suất trượt lở do khảo sát thực địa của chúng tôi ghi nhận rằng trượt lở đất thường xảy ra ở những khu vực không có thảm thực vật che phủ và dọc hai bên đường. Phần mềm được sử dụng để xử lý các dữ liệu và chuẩn hóa dữ liệu không gian này là QGIS 3.431 với sự hỗ trợ của GEE.

- *Mô hình học máy để lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất:* Việc lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất là một thách thức vì sự thay đổi mức độ trượt lở đất phụ thuộc vào các hệ số khác nhau. Để dự đoán trượt lở đất, mối quan hệ giữa trượt lở đất trong quá khứ và trượt lở đất trong tương lai đã được thiết lập thông qua các mô hình toán học, bằng cách phân tích mối quan hệ thống kê giữa sự xuất hiện của các vụ trượt lở đất trong quá khứ và các yếu tố nguy cơ gây ra trượt lở đất. Trong nghiên cứu này, 11 yếu tố gây ra trượt lở đất và dữ liệu đào tạo khảo sát thực địa đã được sử dụng trong mô hình học máy để ước tính sơ đồ trọng số và tạo ra bản đồ nguy cơ trượt lở đất. Ba thuật toán học máy truyền thống

bao gồm Rừng ngẫu nhiên (RF), Máy vector hỗ trợ (SVM) và Hồi quy logistic (LR) đã được sử dụng để lập bản đồ mức độ nhạy cảm với lở đất. RF dựa trên ý tưởng sử dụng nhiều cây quyết định khi các mẫu và biến huấn luyện được chọn ngẫu nhiên. Ưu điểm quan trọng nhất của RF là giúp xử lý nhanh và chính xác hơn ngay cả trong dữ liệu viễn thám nhiều chiều. SVM cũng đã chứng minh tính hiệu quả của nó trong việc xử lý dữ liệu viễn thám phức tạp. Hồi quy logistic (LR) được coi là mô hình chuẩn cho nghiên cứu so sánh dựa trên lý thuyết thống kê. Đánh giá độ chính xác của các thuật toán học máy khác nhau được thực hiện bằng phương pháp thống kê. Ba mô hình ML chính đã được áp dụng trong nghiên cứu này bao gồm SVM, RF và LR. Độ chính xác tổng thể (OA) và chỉ số Kappa đã được sử dụng để đánh giá độ chính xác của từng thuật toán ML.

### **III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

#### **1. Hiện trạng trượt lở đất tại các huyện miền núi tỉnh Nghệ An**

##### **1.1. Khái quát chung về hiện trạng sạt lở ở khu vực nghiên cứu**

Hầu hết các điểm sạt lở chủ yếu dọc theo các tuyến đường giao thông vào các bản dân sinh của các xã, như: bản Tùng Hương, bản Sơn Hà (xã Tam Quang, Tương Dương), bản Lả (xã Lự Minh, Tương Dương), bản Hòa Sơn, Bình Sơn, Sơn Hà (xã Tà Cạ, Kỳ Sơn), bản Huồi Thum (xã Na Ngoi, Kỳ Sơn)... Các điểm sạt có kích thước lớn, chiều dài từ 50m đến 250m. Tại các điểm sạt lở, đất đá lăn xuống đường giao thông gây nguy hiểm cho người và các phương tiện lưu thông trên đường. Các nhà dân bên đường cũng chịu sự nguy hiểm lớn khi đất đá trên đồi bị sạt lở lăn thẳng vào nhà (nhà ông Vi Văn Thọ - bản Tùng Hương, xã Tam Quang,

Tương Dương). Tại khu tái định cư tại xã Lượng Minh, huyện Tương Dương (đang xây dựng) xuất hiện tình trạng sụt lún, nứt gãy kè đá, chiều dài đoạn kè đứt gãy khoảng 35m. Dọc theo tuyến đường từ quốc lộ 7A dẫn vào UBND xã Tà Cạ, huyện Kỳ Sơn, phía bên trái tuyến đường có nhiều điểm sạt lở nghiêm trọng, kích thước lớn, chiều dài từ 50-150m. Tại các điểm sạt lở, đất đá lăn xuống đường giao thông gây nguy hiểm cho người và các phương tiện lưu thông trên đường. Khu dân cư ảnh hưởng lớn của các điểm sạt lở thuộc các bản: Hòa Sơn, Hòa Bình, Sơn Hà, xã Tà Cạ huyện Kỳ Sơn, một số ngôi nhà đã bị vùi lấp/cuốn trôi, chỉ còn lại nền nhà cũ (Hình 2.d).

Tại các khu vực trượt lở, lớp vỏ phong hóa tương đối dày (10-20m). Đá bị phong hóa gãy thành các mảnh nhỏ, rất dễ phá hủy. Trên đó là lớp thực phủ thực vật nghèo nàn, chủ yếu là các cây bụi cao từ 0.5-3m và rừng trồng (chủ yếu là keo). Ở khu vực Bình Sơn, Tà Cạ, huyện Kỳ Sơn, hoạt động canh tác nông nghiệp trên sườn dốc (quan trắc được từ  $45^{\circ}$ - $75^{\circ}$ ), thuộc vùng đầu nguồn, đã bị trượt lở nghiêm trọng (Hình 2a, c).

### 1.2. Một số điểm sạt lở đặc trưng

#### a. Điểm trên đường giao thông

*Vị trí:* nằm bên tuyến đường nhựa nối từ quốc lộ 7A đi vào bản Tùng Hương, xã Tam Quang.

*Tọa độ:* Kinh độ:  $104.677546^{\circ}$ ; Vĩ độ:  $19.109889^{\circ}$ .

*Kích thước khối trượt:* Khối trượt có chiều cao

30,4m; độ dốc 82%; chiều dài chân khối trượt là 60,2m; diện tích bề mặt khối trượt khoảng  $2000m^2$ .

*Địa chất:* Đá phong hóa nứt vỡ nhiều, dễ trượt lở theo dạng đá lăn.

*Thực phủ:* Phía trên điểm trượt là rừng cây cao khoảng 3m, xen lẫn cây bụi. Rễ cây bám nông.

*Nước ngầm:* Đất khô, không thấy dấu hiệu có nước ngầm tại điểm trượt.

*Đặc điểm khối trượt:* Nhiều khối đá kích thước 40-50cm lăn xuống, tràn ra đường. Mức độ nguy hiểm cao. Không có dấu hiệu nước ngầm chảy ra từ khối trượt. Nguyên nhân sạt lở theo nhận định là do nền địa chất có thành phần chủ yếu đá phong hóa dễ bị nứt vỡ nên đất yếu (Hình 3).

#### b. Điểm trượt lở trong khu dân cư, bản Tùng Hương - xã Tam Quang

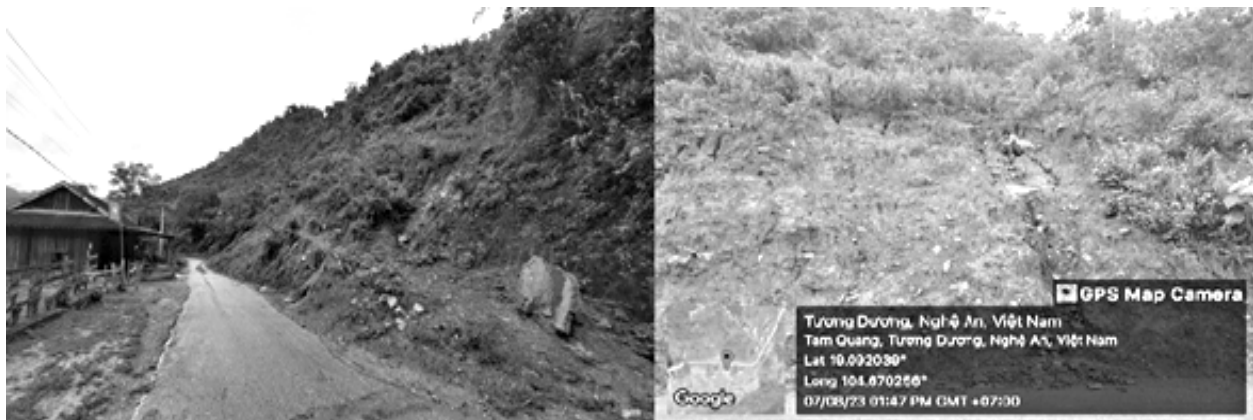
*Vị trí:* Trước nhà ông Vi Văn Thọ, bản Tùng Hương - xã Tam Quang.

*Tọa độ:* Kinh độ:  $104.670256^{\circ}$ ; Vĩ độ:  $19.092039^{\circ}$ .

*Kích thước khối trượt:* Khối trượt có chiều cao 16,2m; độ dốc 75%; chiều dài chân khối trượt là 65,7m; diện tích bề mặt khối trượt khoảng  $950m^2$ .



Hình 3. Điểm vào bản Tùng Hương - xã Tam Quang - huyện Tương Dương



Hình 4. Điểm trước nhà ông Vi Văn Thọ, bản Tùng Hương - xã Tam Quang

**Địa chất:** Đất đồi xen lẫn đá vụn đã bị phong hóa, dày khoảng 15m. Đất yếu, kết cấu không chặt.

**Thực phủ:** Phía trên điểm trượt là rừng cây cao khoảng 3m xen lẫn cây bụi. Rễ cây nông.

**Nước ngầm:** Có dấu hiệu nước ngầm tích trữ trong đất. Trên bề mặt khối trượt có những vị trí xuất hiện nước ngầm xuất lộ.

**Đặc điểm khối trượt:** Khối đất trượt lớn, ngay sát đường giao thông và trước nhà dân, mức độ nguy hiểm cao. Lớp thực phủ không dày, rễ nông. Đất yếu, nước ngầm lớn, mưa nhiều sẽ ngấm vào đất làm đất nhão ra và dễ gây sạt lở (Hình 4).

c. Điểm bản Lả - xã Lượng Minh - huyện Tương Dương

**Vị trí:** trên đường vào bản Lả - xã Lượng Minh.

**Tọa độ:** Kinh độ: 104.418905<sup>0</sup>; Vĩ độ: 19.302541<sup>0</sup>.

**Kích thước khối trượt:** Khối trượt có chiều cao 28,7m; độ dốc 85%; chiều dài chân khối trượt là

164,5m; diện tích bề mặt khối trượt khoảng 3700m<sup>2</sup>.

**Địa chất:** Đất đồi xen lẫn đá bị phong hóa mạnh, dễ gãy vỡ. Kết cấu đất không chặt, dễ bị sạt lở.

**Thực phủ:** Phía trên điểm trượt là rừng cây cao khoảng 3m xen lẫn cây bụi. Rễ cây nông.

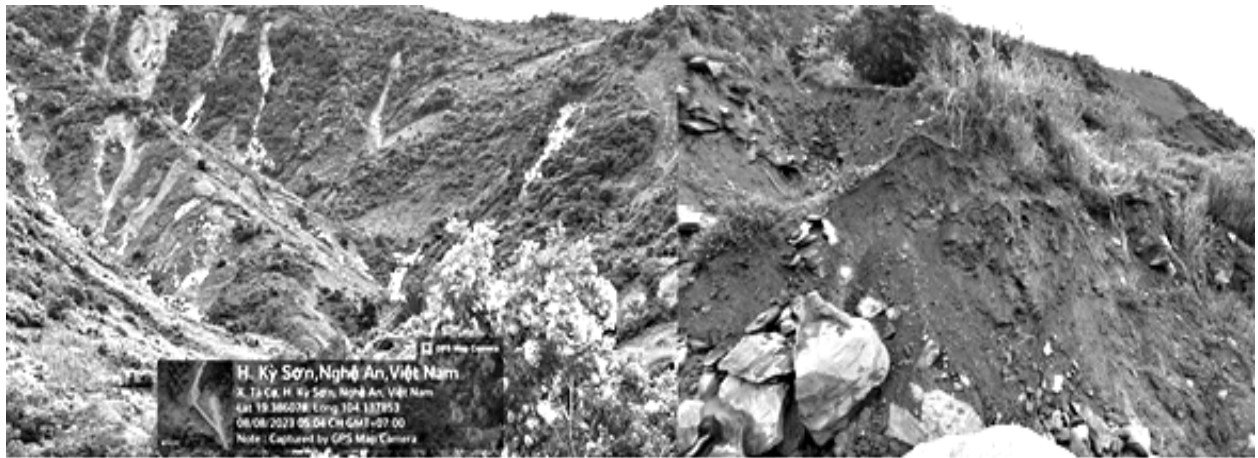
**Nước ngầm:** Đất khô, không thấy dấu hiệu có nước ngầm chảy ra tại điểm trượt.

**Đặc điểm khối trượt:** Khối trượt có chiều dài lớn, diện tích rộng. Nhiều khối đá kích thước 50-70cm lăn xuống, tràn ra đường. Mức độ nguy hiểm cao. Không có dấu hiệu nước ngầm chảy ra từ khối trượt. Nguyên nhân sạt lở có thể do nền địa chất có nhiều đá phong hóa bị gãy vỡ, đất yếu nên dễ gây sạt lở (Hình 5).



Hình 5. Điểm bản Lả - xã Lượng Minh - huyện Tương Dương





Hình 6. Khu vực rừng đầu nguồn xã Tà Cạ, xã Bình Sơn 2, huyện Kỳ Sơn

*d. Khu vực rừng đầu nguồn xã Tà Cạ, xã Bình Sơn 2, huyện Kỳ Sơn*

*Vị trí:* Bao quanh phía Tây xã Tà Cạ, thuộc xã Bình Sơn 2.

*Tọa độ:* Kinh độ: 104.137853<sup>0</sup>; Vĩ độ: 19.386078<sup>0</sup>.

*Thực phủ:* Rừng bị chặt phá nhiều để làm nương rẫy. Đất trống, không có cây rừng giữ nước.

*Hiện trạng sạt lở:* Đất đồi bị xói mòn, cuốn trôi nhiều do không có cây giữ nước, giữ đất. Đất mềm, chịu sự xói mòn nhiều của các đợt lũ. Rất dễ bị sạt lở nếu có mưa lớn. Đây là khu vực tháng 10 năm 2022 xảy ra vụ lũ quét lớn, gây thiệt hại nghiêm trọng về người và tài sản cho 2 bản Hòa Sơn và Sơn Hà, cùng khu vực thị trấn Mường Xén, huyện Kỳ Sơn (Hình 6).

*e. Các điểm sạt lở trên tuyến đường vào UBND xã Tà Cạ, huyện Kỳ Sơn*

*Vị trí:* Dọc tuyến đường giao thông nối từ đường QL7 vào UBND xã Tà Cạ có rất nhiều điểm sạt lở.

*Tọa độ:* Kinh độ: 104.120368<sup>0</sup>; Vĩ độ: 19.411903<sup>0</sup>.

*Thực phủ:* Chủ yếu cây bụi, rẫy nông. Không có cây cao, cây lâu năm để giữ nước.

*Hiện trạng sạt lở:* Dọc đường có các khối đất đá kích thước lớn 80-100cm lăn xuống đường giao thông. Tại khu vực khảo sát, lớp vỏ phong hóa dày, đã dễ gãy vỡ gây trượt. Thêm vào đó, tại khối trượt xuất hiện mạch nước ngầm phun thành dòng chảy nhỏ, làm nhão lớp đất, gây sạt lở (Hình 7).



Hình 7. Trên tuyến đường vào UBND xã Tà Cạ, huyện Kỳ Sơn

2. Nguy cơ trượt lở đất ở khu vực nghiên cứu

Dựa trên kết quả khảo sát thực địa về tình hình trượt lở đất của khu vực nghiên cứu được thực hiện vào tháng 7 và tháng 11 năm 2023, chúng tôi đã chia dữ liệu thành hai nhóm với tỷ lệ 70% và 30% để huấn luyện mô hình và đánh giá độ chính xác. Độ chính xác của các mô hình đánh giá trượt lở đất

(SVM, RF và LR) được đánh giá bằng độ chính xác tổng thể (OA) và hệ số Kappa (Bảng 1). Theo đó, mô hình Random Forest (RF) có độ chính xác cao nhất với OA = 0.944 và Hệ số Kappa = 0.576, tiếp đó là SSVM và LR.

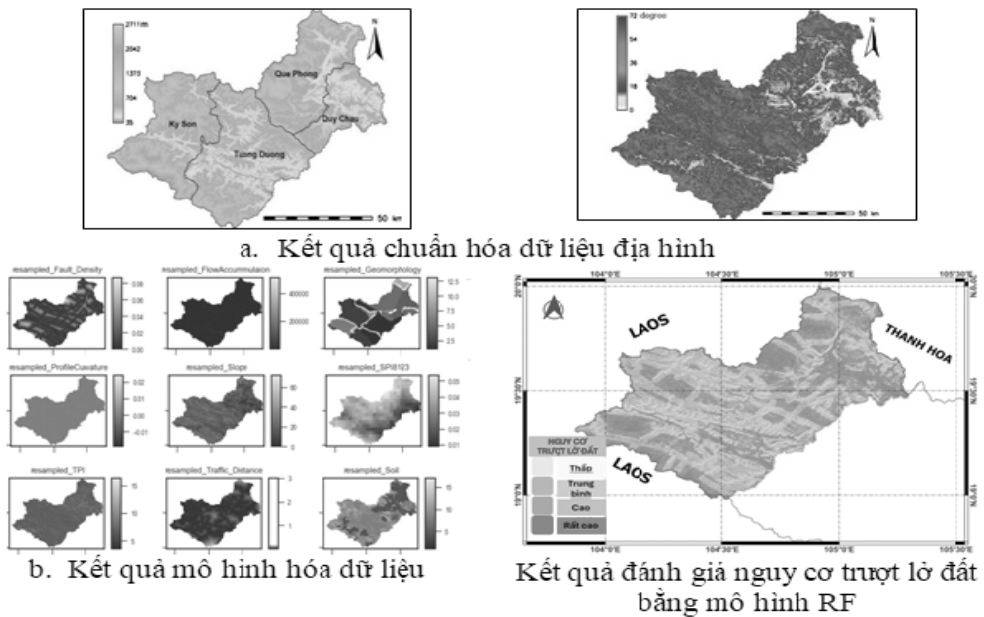
**Bảng 1. Độ chính xác của các mô hình/thuật toán Machine learning trong đánh giá trượt lở đất ở khu vực nghiên cứu**

|                            | RF    | SVM   | LR    |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| Độ chính xác tổng thể (OA) | 0.944 | 0.936 | 0.918 |
| Hệ số Kappa                | 0.576 | 0.513 | 0.297 |

Với độ chính xác cao nhất, mô hình RF đã được lựa chọn để đánh giá trượt lở đất ở một số huyện miền núi tỉnh Nghệ An. Kết quả cho thấy chỉ số nhạy cảm với trượt lở đất của khu vực này nằm trong khoảng từ 0,14 đến 0,44. Dựa trên các giá trị nhạy cảm trượt lở đất này, chúng tôi đã phân loại thành 4 mức chính gồm thấp, trung bình, cao và rất cao (Bảng 2). Bản đồ nhạy cảm trượt lở đất sử dụng phương pháp RF được thể hiện trên Hình 8. Theo đó, có 56,66% diện tích nghiên cứu ở mức độ nhạy cảm cao (Bảng 2). Xét ở mức độ cao và rất cao, có hơn

70% diện tích khu vực nghiên cứu ở mức độ nhạy cảm trượt lở đất cao và cực cao. Đây cũng là khu vực đã từng xảy ra các vụ trượt lở đất quy mô lớn ở huyện miền núi tỉnh Nghệ An cần có trách nhiệm cấp bách.

Hình 8 và bảng 2 chỉ ra rằng, khu vực có mức độ nhạy cảm cao và rất cao chiếm diện tích đáng kể, 64,71% diện tích khu vực nghiên cứu. Đây là những khu vực có độ dốc lớn, lượng mưa tập trung khá lớn, thảm thực vật nghèo nàn.



Hình 8. Kết quả đánh giá và phân vùng trượt lở đất ở các huyện miền núi cao tỉnh Nghệ An



**Bảng 2. Diện tích các mức độ nguy cơ trượt lở đất ở khu vực nghiên cứu**

| <b>Nguy cơ ra trượt lở đất</b> | <b>Thấp</b> | <b>Trung bình</b> | <b>Cao</b> | <b>Rất cao</b> |
|--------------------------------|-------------|-------------------|------------|----------------|
| <b>Chỉ số</b>                  | 0.14 - 0.22 | 0.21-0.28         | 0.28-0.35  | >0.4           |
| <b>Diện tích (ha)</b>          | 62762.94    | 208677.8          | 435855.56  | 61940.75       |
| <b>Tỉ lệ (%)</b>               | 8.16        | 27.13             | 56.66      | 8.05           |

#### **IV. KẾT LUẬN**

Trượt lở đất là một hiện tượng thiên tai nghiêm trọng, ảnh hưởng rất lớn đến đời sống người dân và môi trường tự nhiên. Nghiên cứu này đã khảo sát hiện trạng và đánh giá, phân vùng nguy cơ trượt lở đất ở 4 huyện vùng núi cao phía Tây tỉnh Nghệ An gồm: Kỳ Sơn, Tương Dương, Quế Phong và Quỳnh Châu. Nghiên cứu này đã tích hợp viễn thám và GIS trong phương pháp học máy, cập nhật nhanh chóng và chính xác dữ liệu về các yếu tố trượt lở đất cho khu vực nghiên cứu. Mặc dù các mô hình SVM, RF và LR cho thấy hiệu quả tương đối về tính nhạy cảm trượt lở của khu vực nghiên cứu nhưng RF là thuật toán tối ưu trong

nghiên cứu trường hợp này với các giá trị OA và Kappa tốt nhất. Kết quả đánh giá và khảo sát cho thấy mức độ nghiêm trọng của trượt lở ở khu vực này. Mật độ các điểm sạt lở tương đối nhiều, quy mô sạt lở có những điểm rất lớn, chiều dài chân khối trượt lên đến hơn 150m, ảnh hưởng nghiêm trọng đến tài sản, tính mạng và môi trường sinh thái. Kết quả phân vùng nguy cơ trượt lở đất cung cấp cho các cơ quan quản lý cơ sở dữ liệu để quy hoạch khu dân cư, sản xuất và có các giải pháp ứng phó với thiên tai này trong mùa mưa./.

#### **Tài liệu tham khảo:**

1. A. Kazeev and G. Postoev. "Landslide investigations in Russia and the former USSR". Natural Hazards vol 88, pp 81-101, 2017.
2. L. Highland, "Landslide types and processes," 2004.
3. Pham, B.T.; Tien Bui, D.; Pham, H.V.; Le, H.Q.; Prakash, I.; Dholakia, M.B. "Landslide Hazard Assessment Using Random SubSpace Fuzzy Rules Based Classifier Ensemble and Probability Analysis of Rainfall Data: A Case Study at Mu Cang Chai District, Yen Bai Province (Viet Nam)". J. Indian Soc. Remote Sens. 2016, 1-11.
4. Trần Viết Khanh, Nguyễn Lê Duy, Lê Minh Hải, Phương Hữu Khiêm. "Ứng dụng mô hình trọng số thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở đất tỉnh Thái Nguyên". Tạp chí khoa học và công nghệ Thái Nguyên, tr 72-83, 2021.
5. Tien Bui, D., Tuan, T. A., Hoang, N.-D., Thanh, N. Q., Nguyen, D. B., Van Liem, N., & Pradhan, B.,. Spatial prediction of rainfall-induced landslides for the Lao Cai area (Vietnam) using a hybrid intelligent approach of least squares support vector machines inference model and artificial bee colony optimization. Landslides, 14(2), 447-458, 2017.
6. Nguyen, P. T., Tuyen, T. T., Shirzadi, A., Pham, B. T., Shahabi, H., Omidvar, E. & Bui, D. T. (2019). Development of a novel hybrid intelligence approach for landslide spatial prediction. Applied Sciences, 9(14), 2824.