

# ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ TRƯỢT LỞ ĐẤT Ở KHU VỰC MIỀN NÚI TỈNH THỪA THIÊN HUẾ BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH ĐA TIÊU CHÍ VÀ CÔNG NGHỆ GIS

Hà Văn Hành, Nguyễn Quang Việt, Trương Đình Trọng, Nguyễn Phước Gia Huy

*Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế*

## **Tóm tắt:**

*Đánh giá nguy cơ trượt lở đất để có các biện pháp phòng tránh thiên tai và phục vụ quy hoạch phát triển là rất cần thiết, nhất là những vùng đồi núi nhiệt đới ẩm như khu vực miền núi tỉnh Thừa Thiên Huế. Để đánh giá nguy cơ trượt lở đất, công nghệ GIS và phương pháp phân tích đa tiêu chí (MCA) đã được áp dụng để tính toán chỉ số nhạy cảm trượt lở đất. Trong nghiên cứu, 09 tiêu chí ảnh hưởng đến khả năng trượt lở đất đã được lựa chọn: Độ dốc, hướng sườn, độ lồi lõm sườn, chỉ số ẩm ướt địa hình, chỉ số năng lượng dòng chảy, lượng mưa trung bình các tháng mùa mưa, thạch học, khoảng cách đến trục giao thông và thảm phủ bề mặt đất, sau đó tiến hành chồng xếp các bản đồ đơn tính để tính toán chỉ số LIS và thông qua kết quả tính toán đã phân chi lãnh thổ nghiên cứu thành 05 cấp nguy cơ trượt lở.*

*Từ khóa: Đánh giá nguy cơ trượt lở đất, phân tích đa tiêu chí, GIS*

## **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Trượt lở đất được xem là một trong những tai biến địa chất phổ biến với khoảng 9% thảm họa thiên nhiên xảy ra trên thế giới liên quan đến dạng tai biến này (Christos Chalkias và nnk, 2014). Mặc dù con người đã đạt nhiều thành tựu trong khoa học và công nghệ, nhưng trượt lở đất vẫn tiếp tục diễn ra và gây ra những thiệt hại về kinh tế, con người và môi trường.

Khu vực nghiên cứu gồm 02 huyện Nam Đông và A Lưới thuộc miền núi tỉnh Thừa Thiên Huế với diện tích 1.368,14 km<sup>2</sup>. Lãnh thổ kéo dài từ 15<sup>0</sup>59'30" đến 16<sup>0</sup>23'20" vĩ Bắc và từ 107<sup>0</sup>00'56" đến 107<sup>0</sup> 53'00" kinh Đông. Địa hình chủ yếu là núi thấp chiếm 59,63%, khu vực núi trung bình chiếm 19,92% và gò đồi chiếm 20,46%. Phần lớn nham thạch được cấu tạo bởi đá biến chất giàu alumosilicat và thạch anh, đá trầm tích lục nguyên giàu alumosilicat và thạch anh. Khí hậu có 2 mùa rõ rệt, mùa mưa tập trung từ tháng IX đến tháng XII chiếm hơn 70% lượng mưa cả năm, lượng mưa năm dao động 3.400 – 4.000 mm, số ngày mưa khoảng 200 – 220 ngày [1]. Thảm phủ rừng tự nhiên chiếm diện tích lớn với 69,46%, số diện tích còn lại là khu vực chưa có rừng, rừng trồng, cây nông nghiệp và đất chuyên dùng.

Xu thế ứng dụng viễn thám và GIS vào nghiên cứu trượt lở đi sâu vào phát triển kỹ thuật trong việc thành lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất. Các nghiên cứu này nhằm phát hiện và khoanh vùng, giám sát, phân tích trượt lở và cảnh báo tai biến. C.J. Van Westen gần đây đã tổng hợp các công cụ sử dụng GIS trong phân tích, nghiên cứu rủi ro trượt lở đất. Việc ước tính cường độ và khả năng trượt lở đất đòi hỏi một lượng lớn nguồn thông tin liên quan đến: Địa hình bề mặt, lớp dưới địa tầng (subsurface stratigraphy), nước dưới đất và sự biến động của nó theo thời gian, cường độ cắt nén (shear strength) của đất đá, cường độ và khả năng xảy ra của các nhân tố thúc đẩy trượt lở (triggering factors) như lượng mưa và động đất... Tất cả những nhân tố này đòi hỏi để tính toán sự ổn định của sườn dốc, nhưng lại có sự biến động lớn theo thời gian và thực tế ít khi xác định được toàn bộ các thông số [9]. Nếu tất cả những thông số này đều được xác định chi tiết, việc phát sinh trượt lở, khu vực trượt lở

cho một giai đoạn nhất định đều có thể thực hiện. Carrara và nnk (1999) đã tổng quan về ứng dụng công nghệ GIS trong việc dự đoán và giám sát nguy cơ trượt lở và đã chỉ ra những ưu và nhược điểm: Quá trình xử lý GIS sẽ khách quan và chính xác hơn so với khảo sát thực địa cho việc lập bản đồ bởi các chuyên gia; quá chú trọng vào những kỹ thuật mới trong việc phân tích nguy cơ trượt lở nhưng ít quan tâm đến thu thập thông tin, dữ liệu có độ tin cậy. Hiện nay theo thống kê, nguồn cơ sở dữ liệu DEM đã được ứng dụng rất nhiều trong nghiên cứu trượt lở như: GLOBE hoặc GTOP030 (độ phân giải 30 m), ASTER, InSar được sử dụng để nghiên cứu sự thay đổi bề mặt, Lidar được sử dụng để đo đạc độ gồ ghề bề mặt, hoặc khoanh vi những khu vực sạt lở sâu (Agliardi, 2002) [9]. Việc ứng dụng nhiều phương pháp toán học kết hợp với GIS, phân tích đa tiêu chí (Multi-criteria analysis – MCA) ảnh hưởng đến trượt lở đất là một trong những hướng nghiên cứu khá thông dụng. Anata và nnk (2013) đã sử dụng nhiều phương pháp thống kê 2 biến (different bivariate statistic) để đánh giá trượt lở ở Nepal. Mateble và nnk (2015) sử dụng Frequency ratio model để tính toán trọng số cho các nhân tố ảnh hưởng trượt lở, từ đó tính toán chỉ số nhạy cảm trượt lở đất (Landslide Susceptibility Index – LSI), kiểm tra kết quả dự đoán bằng đường cong ROC. Qiqing và nnk (2015) cũng sử dụng GIS sử dụng phương pháp Certainty factor và index of entropy model để thành lập bản đồ trượt lở đất, kiểm chứng kết quả bằng đường cong ROC....

Mai Thành Tân (2014), khi nghiên cứu trượt lở đất ở Thừa Thiên Huế đã áp dụng công nghệ GIS để đánh giá quan hệ giữa các nhân tố gây trượt lở với các điểm xảy ra trượt lở, trong đó phân cấp mức độ trượt của các nhân tố theo các mức khác nhau dựa vào tần suất phân bố của các điểm trượt lở đã xảy ra thay vì sử dụng phương pháp trọng số theo Saaty dựa vào ý kiến chuyên gia [2]. Nguyễn Hoàng Khánh Linh và nnk đã sử dụng phương pháp AHP (Analytic hierarchy process) và GIS để xây dựng bản đồ rủi ro do trượt lở đất ở huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên Huế dựa vào tổ hợp các nhân tố: Độ dốc, hướng sườn, loại đất, lượng mưa, mật độ giao thông, sông suối và thảm phủ [5].

Để đánh giá nguy cơ trượt lở đất ở khu vực nghiên cứu, trên cơ sở dữ liệu bản đồ số, công nghệ GIS được sử dụng để xác định các nhân tố gây trượt lở đất. Trong nghiên cứu, mô hình dữ liệu độ cao DEM được xem như là nguồn dữ liệu đầu vào quan trọng trong phân tích các yếu tố địa mạo sườn: Độ dốc, hướng sườn, độ lồi lõm sườn (thông qua thông số Plan curvature), thủy văn sườn (Chỉ số ẩm ướt địa hình – Topographic Wetness Index TWI và Chỉ số Stream Power Index – SPI). Ngoài ra, các thông số liên quan đến thạch học (L), thảm phủ đất (LC) và khoảng cách đến trục giao thông (GT) cũng được đưa vào đánh giá. Sau đó, phân tích đa tiêu chí AHP được sử dụng để xác định tầm quan trọng của các nhân tố ảnh hưởng đến khả năng trượt lở đất ở khu vực nghiên cứu và công cụ GIS cho phép chồng xếp các bản đồ đơn tính với các nhân tố cùng với trọng số tương ứng. Kết quả chồng xếp raster sẽ xác định những khu vực có nguy cơ trượt lở đất theo 05 cấp.

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

### **2.1. Dữ liệu**

Để phục vụ đánh giá khả năng trượt lở đất ở khu vực nghiên cứu, các dữ liệu đầu vào được sử dụng bao gồm:

- Mô hình số độ cao DEM 30 mét (Digital Elevation Model) được nội suy từ Bản đồ địa hình tỉnh Thừa Thiên Huế tỉ lệ 1/25.000.
- Bản đồ địa chất tỉnh Thừa Thiên Huế tỉ lệ 1/200.000.
- Bản đồ rừng tỉnh Thừa Thiên Huế năm 2017 tỉ lệ 1/50.000.

- Bản đồ giao thông tỉnh Thừa Thiên Huế tỉ lệ 1/25.000.
- Dữ liệu khí tượng thủy văn tỉnh Thừa Thiên Huế giai đoạn 1973 - 2000, tọa độ các trạm khí tượng, trạm đo mưa ở tỉnh Thừa Thiên Huế và Quảng Trị.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### a. Phân tích đa tiêu chí

Phương pháp này xác định các yếu tố có thể gây nguy cơ trượt lở đất, sau đó dựa vào ý kiến chuyên gia để so sánh mức độ quan trọng giữa các yếu tố để xác định trọng số. Quá trình trượt lở chịu ảnh hưởng bởi rất nhiều yếu tố tác động liên quan đến địa hình, thạch học, khí hậu, thảm phủ... Do đó, trên cơ sở tham khảo các công trình nghiên cứu, kết hợp cơ sở dữ liệu sẵn có, 09 chỉ tiêu đã được lựa chọn để phân tích.

Bảng 1. Mức độ quan trọng theo thang so sánh của Saaty

Mức độ	Định nghĩa
1	Quan trọng bằng nhau
3	Quan trọng có sự trội hơn một ít
5	Quan trọng nhiều hơn
7	Rất quan trọng, dễ nhận thấy sự khác biệt ảnh hưởng
9	Cực kỳ quan trọng, lấn át hoàn toàn
2, 4, 6, 8	Mức trung gian giữa các mức trên

Để xác định mức độ quan trọng của các tiêu chí ảnh hưởng đến nguy cơ trượt lở đất, phương pháp AHP và phương pháp tham vấn ý kiến chuyên gia được áp dụng để xác định mức độ quan trọng giữa các tiêu chí.

Dựa vào kết quả so sánh cặp giữa các tiêu chí theo thang điểm so sánh cặp đôi của Saaty, việc xây dựng ma trận tính toán trọng số của từng tiêu chí (trọng số cấp 1) sẽ được tiến hành, đáp ứng yêu cầu CR < 10%. Tương tự, trọng số cấp 2 cũng được sử dụng để tính toán mức độ quan trọng của các ngưỡng phân cấp trong từng chỉ tiêu đơn lẻ (Kết quả phân cấp và trọng số được thể hiện ở bảng 2).

### b. Tích hợp công nghệ GIS và phân tích đa tiêu chí để xác định nguy cơ trượt lở đất

Các tiêu chí đánh giá được xử lý ở dạng vector sau đó chuyển sang dạng raster với độ phân giải 30 m. Mô hình DEM được sử dụng để nội suy thành độ dốc (đơn vị tính bằng độ), hướng sườn (Aspect) bằng phần mềm ArcGIS. Phần mềm SAGA được sử dụng để thành lập bản đồ các thông số PL, TWI, SPI từ nguồn dữ liệu DEM. Sau đó, các tiêu chí được phân cấp và gán giá trị điểm đánh giá. Chỉ số LSI được tính toán theo công thức (1) bằng Raster Calculator. Quá trình ứng dụng GIS và phân tích đa tiêu chí cho nghiên cứu được trình bày ở hình 1.

Sau khi xác định trọng số và điểm đánh giá thành phần của từng tiêu chí, chỉ số nguy cơ trượt lở đất được tính toán dựa vào tổng điểm đánh giá từng tiêu chí và trọng số theo công thức sau:

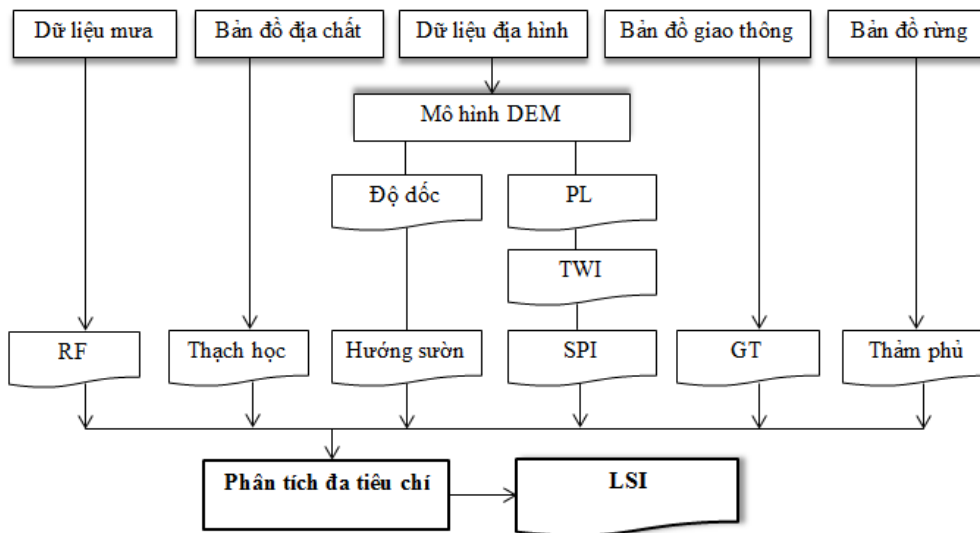
$$LSI = (t_1m_1+t_2m_2+t_3m_3+...+t_nm_n) \quad (1)$$

Trong đó: LSI: Chỉ số nguy cơ trượt lở đất

$t_1, t_2...t_n$ : Trọng số cấp 1 của tiêu chí thứ 1, 2... thứ n

$m_1, m_2...:$  Trọng số cấp 2 của tiêu chí thứ 1, 2... thứ n

Sau đó, chỉ số nguy cơ trượt lở đất được phân thành 05 cấp theo phương pháp Jenks natural break trong ArcGIS thể hiện mức độ nguy cơ trượt lở đất.



Hình 1. Sơ đồ ứng dụng GIS và phân tích đa tiêu chí trong nghiên cứu

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Phân tích đa tiêu chí các nhân tố ảnh hưởng đến nguy cơ trượt lở đất

Dựa vào cơ sở dữ liệu ở khu vực, 09 tiêu chí chi phối đến nguy cơ xảy ra trượt lở đã được lựa chọn, bao gồm: Độ dốc, hướng sườn, độ lồi lõm sườn, Chỉ số ẩm ướt địa hình, Chỉ số năng lượng dòng chảy, lượng mưa trung bình các tháng mùa mưa, thạch học (L), khoảng cách đến trục giao thông (GT) và thâm phủ đất (LC). Để phân tích mức độ quan trọng của các nhân tố đối với trượt lở đất, việc tham vấn ý kiến chuyên gia đã được thực hiện theo thang so sánh mức độ quan trọng của Saaty (bảng 1) giữa các nhân tố (trọng số cấp 1), và giữa các ngưỡng phân cấp trong từng nhân tố (trọng số cấp 2).

Bảng 2. Phân cấp và trọng số các tiêu chí ảnh hưởng đến nguy cơ trượt lở đất

STT	Chỉ tiêu	Trọng số cấp 1	Phân cấp chỉ tiêu	Trọng số cấp 2
1	Độ dốc địa hình - SL	0,31	$< 8^0$	0,059
			8 - $15^0$	0,081
			15 - $25^0$	0,142
			25 - $35^0$	0,261
			$> 35^0$	0,456
2	Hướng sườn - AS	0,04	Northeast và East	0,059
			North và Northwest	0,081
			South và West	0,142
			Southeast	0,261
			Southwest	0,456
3	Độ lồi lõm sườn - PL	0,09	Lồi (PL $> 0$ )	0,163
			Thẳng (PL = 0)	0,297
			Lõm (PL $< 0$ )	0,540
4	Chỉ số ẩm ướt của địa hình - TWI	0,11	$< 2$	0,059
			2-4	0,081

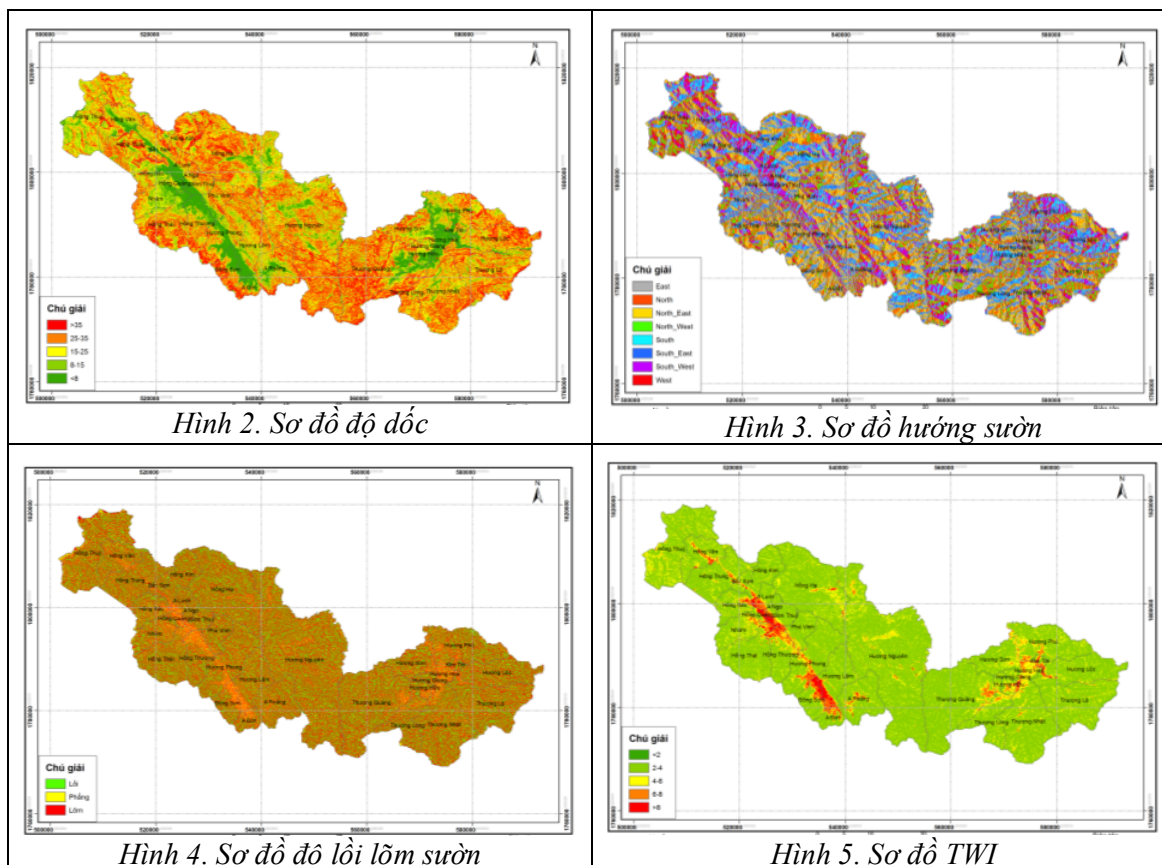
			4-6	0,142
			6-8	0,261
			> 8	0,456
5	Chỉ số năng lượng dòng chảy - SPI	0,11	< 1.800	0,059
			1.800 – 11.000	0,081
			11.000 – 27.000	0,142
			27.000 – 64.000	0,261
			> 64.000	0,456
6	Lượng mưa trung bình các tháng mùa mưa - RF	0,20	< 400 mm	0,059
			400 - 450 mm	0,081
			450 - 500 mm	0,142
			500 - 550 mm	0,261
			> 550 mm	0,456
7	Đặc điểm thạch học - L	0,03	Đá xâm nhập axit, trung tính	0,094
			Đá biến chất giàu alumosilicat và thạch anh	0,146
			Đá xâm nhập mafic, siêu mafic	0,269
			Đá trầm tích lục nguyên giàu alumosilicat và thạch anh	0,491
8	Khoảng cách đến đường giao thông - GT	0,07	> 400 mm	0,059
			300 – 400 mm	0,081
			200 – 300 mm	0,142
			100 – 200 m	0,261
			< 100 m	0,456
9	Thảm phủ bề mặt đất - LC	0,04	Rừng tự nhiên	0,059
			Rừng trồng	0,081
			Đất chuyên dùng	0,142
			Chưa rừng	0,261
			Nông nghiệp	0,456

### 3.2. Các nhân tố ảnh hưởng đến nguy cơ trượt lở đất

#### a. Nhóm các nhân tố địa hình

Độ dốc ảnh hưởng trực tiếp đến độ ổn định của sườn, có vai trò quyết định tới sự hình thành và phát triển trượt lở đất. Khi góc dốc càng lớn thì mức độ ổn định của sườn càng nhỏ và ngược lại khi góc dốc bằng 0 thì không có trượt lở xảy ra. Độ dốc ở khu vực nghiên cứu được phân chia thành 5 cấp (bảng 2). Theo tính toán, diện tích có độ dốc trên 25<sup>0</sup> chiếm đến 45,85% phân bố chủ yếu các dãy núi tiếp giáp với Lào, Quảng Nam, Quảng Trị, ranh giới giữa 2 huyện Nam Đông và A Lưới,...; diện tích có độ dốc dưới 8<sup>0</sup> chủ yếu nằm ở thung lũng A Lưới, Nam Đông và một số thung lũng sông nhỏ khác.

Hướng sườn liên quan đến khả năng tiếp nhận ánh sáng Mặt trời, gió và lượng mưa; từ đó ảnh hưởng gián tiếp đến các nhân tố khác gây ra trượt lở đất như độ ẩm đất, thảm phủ và tầng dày đất (Matebie Meten và nnk, 2015). Ở khu vực nghiên cứu, lượng mưa bị ảnh hưởng lớn bởi hướng gió thịnh hành vào mùa mưa. Theo đặc điểm khí hậu tỉnh Thừa Thiên Huế, vào mùa mưa hướng gió chủ đạo về mùa mưa ở A Lưới là hướng Đông Bắc với tần suất 30 – 40%; và Nam Đông là hướng Tây Bắc tần suất 14 – 20% và hướng Đông Bắc tần suất 10-22% [1].



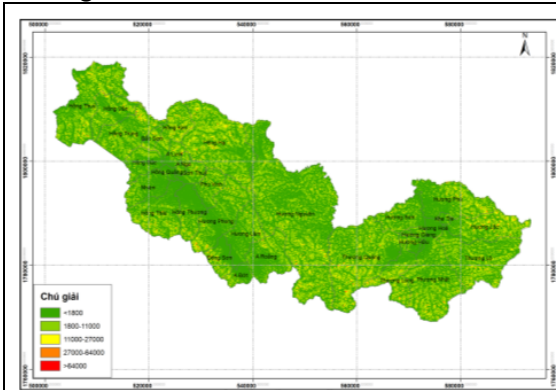
PL được sử dụng để phân tích đặc điểm hình thái địa hình. Sườn núi có thể là lõm (concave) hoặc có thể lồi (convex) và thẳng (planar). Những khu vực lõm, các vật chất trượt lở thường tập trung thành một khu vực từ trên đỉnh xuống dưới chân sườn. Do đó, thông số thể hiện được sự phân tán hay tập trung vật chất do trượt lở và nước theo hướng dòng chảy trên các sườn (Meten và nnk, 2015). PC có giá trị âm (lõm) và dương (lồi), những khu vực sườn thẳng có giá trị bằng 0. Những khu vực lõm thường sẽ tập trung dòng chảy trên sườn, có nguy cơ trượt lở cao hơn so với những sườn lồi (nước trên sườn phân tán đi sang các sườn lõm). Theo tính toán, sườn ở khu vực nghiên cứu chủ yếu là sườn lõm chiếm tỉ lệ 49,71%, sườn lồi chiếm diện tích 40,19% và sườn thẳng chiếm diện tích nhỏ nhất với tỉ lệ 10,10%. Do đó, nguy cơ trượt lở đất do yếu tố địa mạo sườn ở khu vực là tương đối lớn.

#### b. Nhóm các nhân tố thủy văn sườn

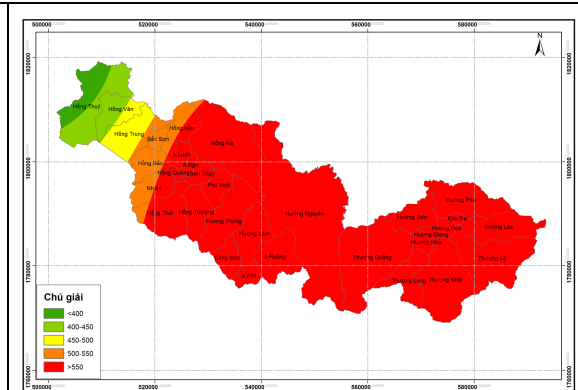
TWI được tính toán dựa vào công thức:  $TWI = \ln(a/\tan\beta)$  thể hiện các vị trí trong khu vực thu nước sẽ có chỉ số tương ứng với đặc điểm thủy văn khác nhau (Beven, Kirkby, 1979) [7]. Trong đó: a – Diện tích khu vực thu nước (Contributing area),  $\beta$ : Độ dốc bề mặt địa hình. TWI được xác định từ nguồn dữ liệu DEM thông qua các thuật toán dòng chảy D8 hoặc SFD (Single Flow Direction). Dòng chảy thường chảy từ các pixel có độ cao lớn hơn xuống các pixel có độ cao thấp hơn ở lân cận. Giá trị TWI càng lớn thể hiện khả năng thoát nước tốt hơn so với giá trị TWI thấp, nghĩa là TWI càng bé thì khả năng tụ nước cũng như đất bão hòa nước càng lớn, khả năng bị trượt lở, lũ quét càng cao. Giá trị TWI lớn hơn 6 chiếm diện tích nhỏ với 4,45%, phân bố chủ yếu ở các vùng trũng như thung lũng sông, bên dưới các sườn. Những khu vực có giá trị TWI từ 2 - 4 chiếm đến 78,22%, chiếm hầu

hết diện tích các khu vực đồi núi (hình 5).

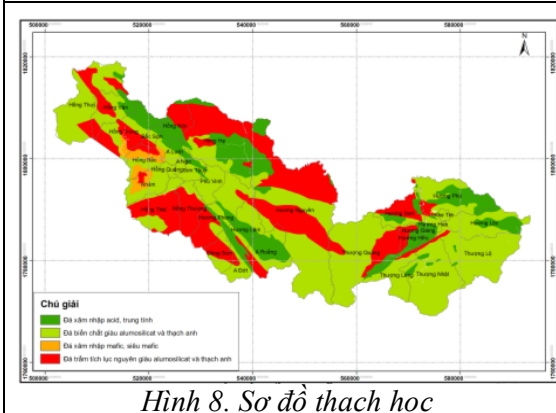
SPI được xem như là thông số thể hiện năng lượng xói mòn, xâm thực của dòng chảy, ảnh hưởng đến sự ổn định của sườn bên trên. Thông số  $SPI = A_s \cdot \tan(\beta)$ , với  $A_s$  là diện tích khu vực thu nước,  $\beta$  là độ dốc địa hình tính bằng độ. Thông thường khu vực sườn càng dốc, tốc độ dòng chảy mặt càng tăng sẽ dẫn đến nguy cơ xói mòn cao cũng như sự di chuyển các vật liệu trên sườn tăng theo. Giá trị SPI được phân thành 05 cấp, trong đó SPI rất thấp và thấp (nhỏ hơn 11.000) chiếm đến 94% diện tích, tập trung ở những khu vực thấp trũng, độ dốc thấp phía dưới sườn; các ngưỡng còn lại chiếm khoảng 6% chủ yếu ở những khu vực có độ cao và độ dốc lớn.



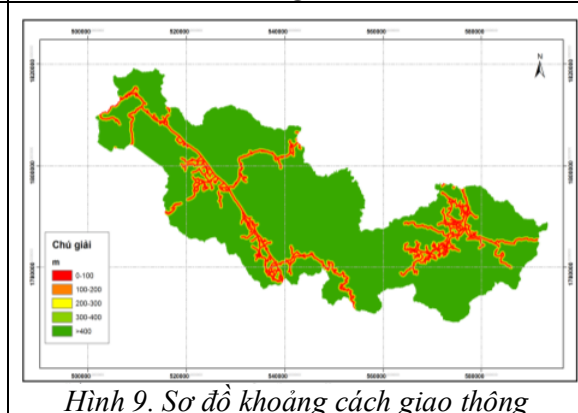
Hình 6. Sơ đồ SPI



Hình 7. Sơ đồ lượng mưa TB mùa mưa



Hình 8. Sơ đồ thạch học



Hình 9. Sơ đồ khoảng cách giao thông

### c. Lượng mưa trung bình các tháng mùa mưa

Mùa mưa là mùa phát sinh sạt lở đất mạnh nhất, thời gian mưa càng dài ngày và lượng mưa càng lớn thì dòng chảy mặt phát triển càng mạnh làm gia tăng hiện tượng sạt lở bờ sông. Bên cạnh đó, nước mưa cũng làm tăng tải trọng các khối đất đá trên các sườn dốc và làm giảm liên kết giữa chúng gây nên trượt lở đất.

Căn cứ vào số liệu thống kê lượng mưa trung bình các tháng mùa mưa (mùa mưa chính từ tháng IX đến XII) [1]. Dựa vào số liệu mùa mưa chính tại 9 trạm đo mưa trong khu vực nghiên cứu và nội suy thành bản đồ phân bố mưa bằng công cụ Kriging trong ArcGIS, sau đó phân thành 5 cấp ảnh hưởng tới sự hình thành trượt lở đất. Khu vực mưa trên 550 mm chiếm đến 83,02% phân bố phía Nam khu vực, khu vực phía Bắc có xu hướng mưa giảm dần (hình 7).

### d. Thạch học

Các yếu tố địa chất được xem là những nhân tố cơ bản gây ra quá trình trượt lở đất, đặc biệt thành phần thạch học có vai trò quan trọng ảnh hưởng đến độ ổn định của sườn. Các đá có độ bền vững thấp dễ có xu hướng phong hóa thành các vật liệu kém bền vững. Các loại đất đá có chứa sét rất nhạy cảm với trượt lở, chúng có xu thế yếu đi khi độ ẩm tăng lên. Trong khi đó nhóm trầm tích bờ rời và nhóm macma phun trào có khả năng phong hóa mạnh, tạo nên lớp phủ thổ nhưỡng dày nên dễ gây trượt lở.

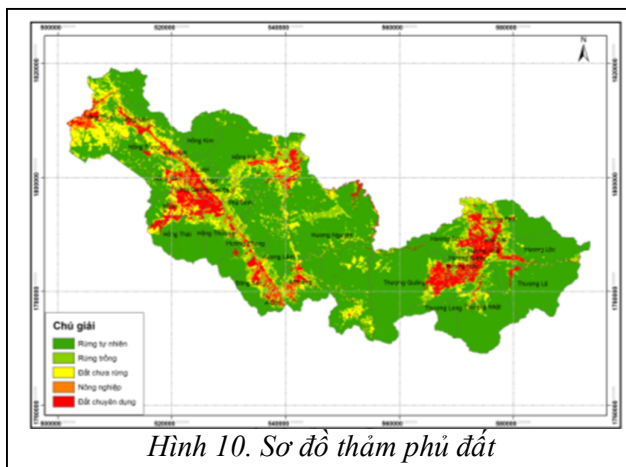
Trong khu vực nghiên cứu có 4 nhóm đá chính, căn cứ vào khả năng gây ra trượt lở đất có thể phân nhân tố này thành 4 nhóm như sau: cấp 1 - nhóm đá xâm nhập axit, trung tính chiếm 16,85%, cấp 2: nhóm đá biến chất giàu aluminosilicat và thạch anh chiếm phần lớn diện tích với 53,46%, cấp 3: nhóm đá xâm nhập mafic, siêu mafic (trung bình) chiếm diện tích nhỏ nhất với 1,69%, cấp 4: nhóm đá trầm tích lục nguyên giàu aluminosilicat và thạch anh chiếm 27,99% (hình 8).

*e. Khoảng cách đến đường giao thông*

Giao thông ở khu vực miền núi được xây dựng trên những địa hình gò ghề, thông thường dọc theo các thung lũng sông nên phải cắt qua các sườn dốc. Điều này làm cho khu vực sườn phía trên mất sự ổn định vốn có nên dễ phát sinh trượt lở đất, đặc biệt là những sườn có độ dốc lớn. Các trục đường giao thông được sử dụng để phân tích nguy cơ trượt lở đất theo phương pháp buffer với các cấp cách nhau 100 m (hình 9).

*f. Thảm phủ đất*

Thực tế cho thấy rừng có tác dụng điều tiết dòng chảy mặt và khả năng rễ bám làm hạn chế xảy ra trượt lở đất. Cùng một lượng mưa và cường độ mưa nếu khu vực nào có thảm thực vật được bảo vệ tốt thì nguy cơ xảy ra các loại thiên tai ít và ngược lại. Dựa vào bản đồ rừng năm 2017, các loại thảm phủ được phân thành 05 cấp, trong đó rừng tự nhiên chiếm phần lớn diện tích với 69,46%, phân bố hầu khắp ở những khu vực núi, rừng trồng chiếm 7,75% phân bố dọc các thung lũng, vùng đồi, đất chưa rừng (trảng cây bụi, rừng mới trồng...) chủ yếu phân bố ở khu vực phía Bắc và rải rác ở các vùng đồi núi với 12,25%; đất chuyên dùng sử dụng cho mục đích dân sinh và đất nông nghiệp lần lượt chiếm 8,92% và 1,61% phân bố ở khu vực địa hình khá bằng phẳng (thung lũng A Lưới, Nam Đông) (hình 10).



Hình 10. Sơ đồ thảm phủ đất

**3.3. Nguy cơ trượt lở đất**

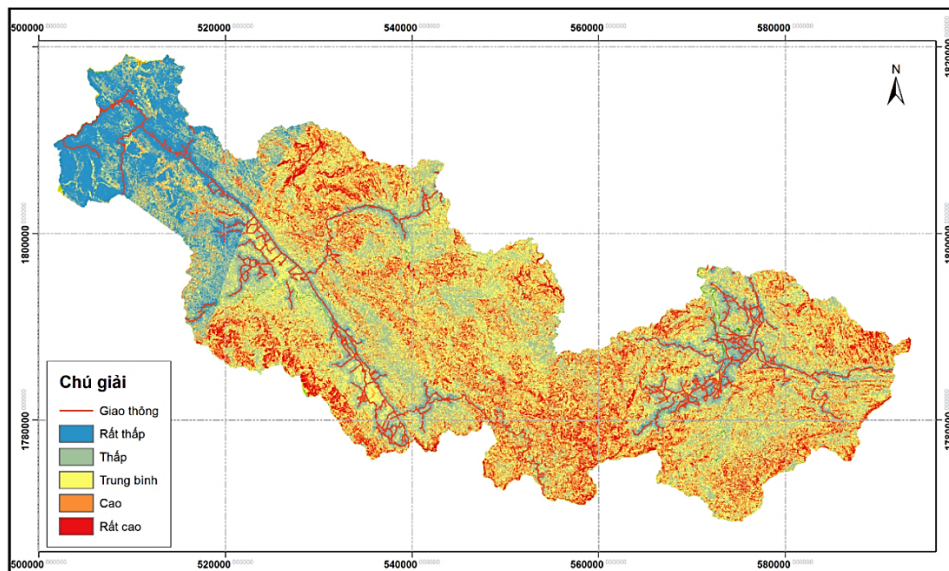
Sau khi thành lập các bản đồ đơn tính ứng với các chỉ tiêu cho việc đánh giá nguy cơ trượt lở, giá trị LSI được tính theo công thức (1) dưới sự trợ giúp của phần mềm AcrGIS bằng công cụ Raster Calculator. Kết quả tính toán cho thấy giá trị LSI ở khu vực nghiên cứu dao động từ 0,08 đến 0,42, giá trị trung bình là 0,24 và được phân thành 05 cấp theo phương pháp Jenks natural breaks (thể hiện ở hình 11 và bảng 3).



Theo kết quả cho thấy khu vực có nguy cơ rất thấp và thấp phân bố ở khu vực phía Bắc và dọc các thung lũng A Lưới và Nam Đông và một số vùng trũng giữa núi với 39,4% diện tích tương ứng với 73.760,51 ha; nguy cơ trung bình chiếm diện tích lớn nhất với 33,8% phân bố ở các sườn núi tiếp giáp các thung lũng, độ dốc không lớn với 63.288,60 ha; khu vực có nguy cơ cao và rất cao phân bố chủ yếu ở những khu vực núi thấp và trung bình với khoảng 26,8% diện tích (17.125,71 ha).

*Bảng 3. Phân cấp nguy cơ trượt lở đất ở khu vực nghiên cứu*

STT	Cấp nguy cơ	Ngưỡng giá trị	Diện tích (ha)	% Diện tích
1	Rất thấp	0,08 – 0,18	19.315,15	10,3
2	Thấp	0,18 – 0,23	54.445,37	29,1
3	Trung bình	0,23 – 0,27	63.288,60	33,8
4	Cao	0,27 – 0,32	33.124,25	17,7
5	Rất cao	> 0,32	17.125,71	9,1



*Hình 11. Sơ đồ phân cấp nguy cơ trượt lở đất ở khu vực nghiên cứu*

### 3.4. Kết luận

Trong nghiên cứu, sự kết hợp giữa công nghệ GIS và phân tích đa tiêu chí đã được thực hiện để mô phỏng nguy cơ trượt lở đất ở khu vực đồi núi tỉnh Thừa Thiên Huế. 09 nhân tố ảnh hưởng đến trượt lở đất liên quan đến nhóm các yếu tố địa hình, thủy văn sườn, lượng mưa trung bình các tháng mùa mưa, thạch học, thảm phủ và khoảng cách đến trục giao thông đã được lựa chọn để phân tích bằng phương pháp AHP. Sau đó, các bản đồ đơn tính tương ứng với các tiêu chí sẽ được chồng xếp ở dạng raster để tính toán chỉ số LSI và phân thành 05 cấp nguy cơ trượt lở theo phương pháp phân hạng Jenks natural break trong phần mềm ArcGIS. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra 73.760,51 ha tương ứng 39,4% diện tích ít có nguy cơ trượt lở (nguy cơ rất thấp và thấp), 63.288,60 ha tương ứng với 33,8% diện tích có nguy cơ trượt lở trung bình và 50.249,96 ha tương ứng 26,8% diện tích có nguy cơ trượt lở cao và rất cao.

Kết quả nghiên cứu có thể giúp cho các nhà hoạch định, quản lý, quy hoạch... có biện pháp ngăn ngừa trượt lở đất, cũng như phát triển các khu dân cư, các tuyến giao thông một cách an toàn, tránh những khu vực có nguy cơ trượt lở cao. Ngoài ra, dữ liệu trong

nghiên cứu hầu hết đều có sẵn và dễ tìm được, do đó phương pháp và chỉ tiêu sử dụng sẽ dễ dàng áp dụng cho khu vực khác. Tuy nhiên, các phương pháp kiểm định như ROC curve ... nên được thực hiện trong nghiên cứu tiếp theo.

**Lời cảm ơn:** Bài báo được sự hỗ trợ từ Đề tài “Đánh giá mức độ an toàn của các điểm dân cư dưới tác động của trượt lở đất và lũ quét ở khu vực miền núi tỉnh Thừa Thiên Huế và đề xuất giải pháp ứng phó” (Mã số B2017-DHH-39).

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Thừa Thiên Huế (2004), *Đặc điểm khí hậu – Thủy văn tỉnh Thừa Thiên Huế*, NXB Thuận Hóa.
2. Mai Thành Tân, Nguyễn Văn Tạo (2014), *Nghiên cứu đánh giá trượt lở đất khu vực Thừa Thiên Huế*, Tạp chí các Khoa học Trái đất, Số 36, tập 2, pp. 121 - 130.
3. Ananta và nnk (2013), *Use of different bivariate statistical landslide susceptibility methods: A case study of Kulekhani watershed*, Nepal, Journal of Nepal Geological Society.
4. Christos Chalkias và nnk (2014), *GIS-based landslide susceptibility mapping on the Peloponnese peninsula, Greece*, Journal of Geosciences, số 4, pp. 176 - 190.
5. Nguyen Hoang Khanh Linh (2018), *Mapping risk of landslide at A Luoi district, Thua Thien Hue province, Vietnam by GIS-based multi-criteria evaluation*, Asian Journal of Agriculture and Development, Vol. 15, No.1, pp. 87 - 106.
6. Matebie Meten và nnk (2015), *Effect of landslide factor combination on the prediction accuracy of landslide susceptibility maps in the Blue Nile Gorge of Central Ethiopia*, Journal of Geoenvironmental Disasters.
7. QiQing Wang và nnk (2015), *GIS-based assessment of landslide susceptibility using certainty factor and index of entropy models for the Qianyang county of Baoji city, China*, Journal of Earth System Science, Số 7, pp. 1399 - 1415.
8. Van Westen C.J (2000), *The modelling of landslide hazards using GIS*, Journal of Surveys in Geophysics, pp. 241 - 255.
9. Van Westen C.J (2004), *Geo-Information tools for landslide risk assessment. An overview of recent development*, Proceeding 9<sup>th</sup> International Symposium on landslides.

### ABSTRACT

#### **Landslide susceptibility assessment in the mountainous region of Thua Thien Hue province using the combination of GIS technique and Multi-criteria analysis**

Ha Van Hanh, Nguyen Quang Viet, Truong Dinh Trong, Nguyen Phuoc Gia Huy

*University of Sciences, Hue University*

*Landslide susceptibility assessment in order to establish disaster prevention and planning for development activities play a significant role, especially in the tropical climate regions like the studied area. In this study, GIS tool and multi-criteria analysis (MCA) approach were used to calculate landslide susceptibility index (LSI). These criteria related to landslide include slope, aspect, plan curvature, topographic wetness index, stream power index, mean precipitation of rainy season, lithology, distance from traffic and land cover. After that, these thematic layers were overlaid to determine LSI and then divided LSI into 05 landslide susceptibility classes.*

*Keywords: Landslide susceptibility assessment, GIS technique, multi-criteria analysis*