

PHÂN TÍCH ĐA TIÊU CHÍ DỰA TRÊN GIS VÀ CÁC NGUỒN DỮ LIỆU MỞ TRÊN INTERNET ĐỂ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ PHÂN VÙNG NGUY CƠ LŨ LỤT KHU VỰC TỈNH QUẢNG BÌNH

Nguyễn Văn Nam, Trần Thị Thu Trang
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Đánh giá nguy cơ lũ lụt để có các biện pháp phòng tránh thiên tai và phục vụ quy hoạch phát triển là rất cần thiết, nhất là những vùng dễ bị ngập lụt. Để đánh giá nguy cơ ngập lụt, công nghệ GIS và phương pháp phân tích đa tiêu chí (MCA) đã được áp dụng để tính toán chỉ số nguy cơ lũ lụt. Trong nghiên cứu, 9 tiêu chí ảnh hưởng đến khả năng ngập lụt đã được lựa chọn: Chỉ số độ ẩm địa hình (TWI), mô hình số địa hình (DEM), độ dốc, lượng mưa, lớp phủ bề mặt, chỉ số thực vật (NDVI), khoảng cách đến sông, mật độ thoát nước, loại đất. Sau đó tiến hành chồng xếp các bản đồ đơn tính để tính toán chỉ số lũ lụt FHI và thông qua kết quả tính toán đã phân chia khu vực nghiên cứu thành 05 cấp nguy cơ lũ lụt rất cao, cao, trung bình, thấp và rất thấp này bao phủ lần lượt khoảng 5,8 %, 17,6 %, 39,3 %, 27,3 % và 10 % diện tích khu vực.

Từ khóa: Lũ lụt; Phân tích đa tiêu chí; Nguy cơ lũ lụt; Quảng Bình.

Abstract

Multi - Criteria Analysis based on GIS and open data resources on the internet to establish the flood risk area of Quang Binh province

Flood risk assessment for disaster prevention measures and development planning is essential, especially in flood - prone areas. To assess flood risk, GIS technology and Multi - Criteria Analysis (MCA) method were applied to calculate flood risk index. In the study, 9 criteria affecting the possibility of inundation were selected including: Topographic Wetness Index (TWI), Digital Elevation model (DEM), slope, rainfall, surface cover, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), distance to river, density of drainage, soil type. And then proceed to superimpose the single - use maps to calculate the Flood Hazard Index (FHI) and through the results of the calculation divided the study area is divided into 5 levels of very high, high, medium, low and very low flood risk, covering approximately 5.8 %, 17.6 %, 39.3 %, 27.3 % and 10 % of area.

Keywords: Flood; Multi - Criteria Analysis; Flood risk; Quang Binh.

1. Đặt vấn đề

Lũ lụt là một trong những hiểm họa thiên nhiên thường xuyên và có sức tàn phá khủng khiếp, đe dọa đến tính mạng con người và nền kinh tế [1, 2]. Lũ lụt ngày càng trở nên dữ dội hơn do các hoạt động của con người dẫn đến thay đổi sử dụng đất [3] và biến đổi khí hậu [4]. Do đó, các

xu hướng hiện tại và các kịch bản nguy cơ lũ lụt trong tương lai đòi hỏi thông tin chi tiết về không gian và thời gian về những nguy cơ tiềm ẩn của lũ lụt [5]. Do đó, đánh giá rủi ro lũ lụt và áp dụng các chiến lược quản lý và giảm thiểu phù hợp có thể làm giảm đáng kể các nguy cơ liên quan. Xác định các vùng nguy cơ lũ lụt và áp dụng

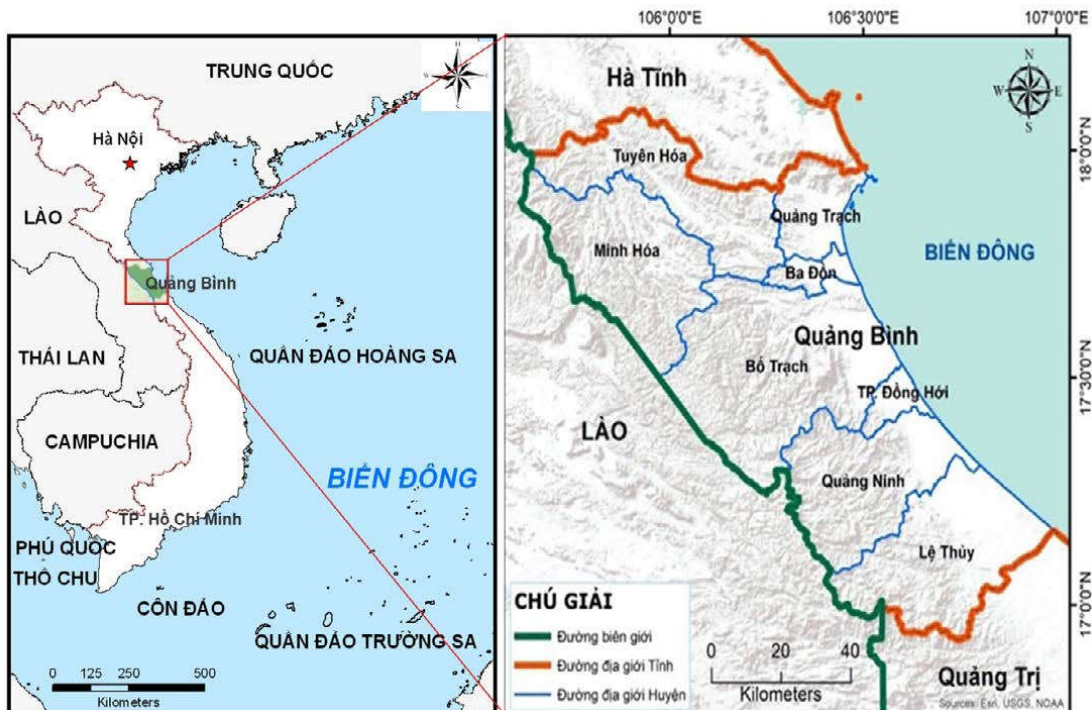
các biện pháp giảm thiểu thích hợp về cơ bản có thể giảm thiểu thiệt hại do lũ lụt gây ra [6]. Hơn nữa, lập bản đồ nguy cơ lũ lụt đóng một vai trò quan trọng trong quy hoạch sử dụng đất, hệ thống cảnh báo sớm, sự giảm bớt rủi ro do lũ lụt gây ra.

Mục đích của nghiên cứu này là sử dụng phương pháp phân tích đa tiêu chí (Multi - Criteria Analysis (MCA)) cung cấp cho người ra quyết định các mức độ quan trọng khác nhau của các tiêu chuẩn khác nhau hay là trọng số của các tiêu chuẩn liên quan. Để xác định trọng số của các tiêu chuẩn, người ta thường dùng phương pháp tham khảo tri thức chuyên gia, kinh nghiệm của cá nhân. Trong đánh giá nguy cơ lũ lụt, thường sử dụng nhiều tiêu chuẩn khác nhau để phân tích khả năng xảy ra lũ lụt, kỹ thuật tổ hợp các tiêu chuẩn khác nhau để cho ra kết

quả cuối cùng được sử dụng như là công cụ hỗ trợ ra quyết định. Trong vấn đề ra quyết định đa tiêu chuẩn, bước đầu tiên quan trọng nhất là xác định tập hợp các phương án cần để đánh giá. Tiếp theo, lượng hóa các tiêu chuẩn, xác định tầm quan trọng tương đối của những phương án tương ứng với mỗi tiêu chuẩn. Để thực hiện mô hình này sử dụng 9 tiêu chí: Chỉ số độ ẩm địa hình (TWI), mô hình số địa hình (DEM), độ dốc, lượng mưa, lớp phủ bề mặt, chỉ số thực vật (NDVI), khoảng cách đến sông, mật độ thoát nước, loại đất. Kết quả nghiên cứu có thể cung cấp cho các nhà quản lý và hoạch định chính sách một phân tích tổng hợp hơn và hướng dẫn rõ ràng để thiết kế hệ thống cảnh báo sớm, quy trình ứng phó khẩn cấp, các biện pháp giảm thiểu nguy cơ lũ lụt và chỉ ra nơi nào cần tránh hoặc kiểm soát sự phát triển tiếp theo.

2. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu

2.1. Khu vực nghiên cứu



Hình 1: Khu vực nghiên cứu tỉnh Quảng Bình

Nghiên cứu

Quảng Bình là một tỉnh duyên hải thuộc vùng Bắc Trung Bộ Việt Nam, nằm ở vị trí trung độ của cả nước, trải dài từ 16°55” đến 18°05” độ Vĩ bắc và từ 105°37” đến 107°00” độ Kinh đông. Mặt khác, Quảng Bình là một tỉnh ven biển, hướng ra biển trong phát triển và giao lưu kinh tế. Vị trí địa lý là một lợi thế trong sự phát triển kinh tế của tỉnh. Phía Bắc giáp tỉnh Hà Tĩnh, phía Nam giáp tỉnh Quảng Trị, phía Tây giáp với Lào, phía Đông giáp

với Biển Đông. Địa hình tỉnh Quảng Bình hẹp và dốc từ phía Tây sang phía Đông với 85 % tổng diện tích tự nhiên là đồi núi. Toàn bộ diện tích được chia thành vùng sinh thái cơ bản: Vùng núi cao, vùng đồi và trung du, vùng đồng bằng, vùng cát ven biển [7].

2.2. Dữ liệu

Nguồn dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu này được thể hiện ở Bảng 1 và 2.

Bảng 1. Danh sách các nguồn dữ liệu thu thập

Dữ liệu	Định dạng	Thời gian	Nguồn
Ảnh vệ tinh Landsat 8	Raster	2020	Cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ USGS [8]
Dữ liệu địa hình DEM	Raster	30/11/2013	Earth Data [9]
Khu vực hành chính	Shapefile	2020	DIVA-GIS [10]
Dữ liệu loại đất	Shapefile		FAO [11] và <i>Open Development Mekong</i> [12]
Dữ liệu bản đồ sông, hồ	Shapefile	2020	OpenStreetMap [13]
Dữ liệu lượng mưa		2011 - 2021	Cơ quan nghiên cứu khí hậu (CRU) [14]

Bảng 2. Dữ liệu ảnh Landsat 8 khu vực nghiên cứu

Mã số ảnh	Thời gian chụp	Path	Row	Mức độ xử lý/ Định dạng	Độ phân giải
LC08_L1TP_126048_20200723_20200807_01_T1.tar	07/08/2020	126	48	L1T/GEOTIFF	30 m

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Phân tích đa tiêu chí

Nghiên cứu sử dụng kỹ thuật phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process - AHP) để xác định trọng số. AHP là phương pháp được phát triển bởi Saaty [15], đây là một công nghệ mạnh sử dụng trong việc ra các quyết định phức tạp và sử dụng rộng rãi trong phân tích dựa trên GIS. Một ma trận so sánh cặp được sử dụng để ước lượng trọng số của các biến. Tầm quan trọng của các biến được các chuyên gia cho điểm so sánh theo cặp. Các số liệu quy mô để so sánh tầm quan trọng của các biến thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Mức độ quan trọng theo thang so sánh của Saaty [15]

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

Nhiều nghiên cứu đã áp dụng thành công AHP để lập bản đồ nguy cơ [16, 17]. Do đó, GIS - AHP đã được sử dụng trong nghiên cứu này để tính trọng số của 9 yếu tố ảnh hưởng đến lũ lụt. AHP đánh giá đồng thời 02 nhân tố ảnh hưởng và ưu tiên cho 01 nhân tố này hơn nhân tố khác dựa

trên các đánh giá có kinh nghiệm. Các đánh giá này được đo lường bằng thang đo mức độ từ 1 đến 9, trong đó mức thấp (Mức 1) cho thấy mức độ ưu tiên ít hơn và mức cao (Mức 9) cho thấy mức độ quan trọng của yếu tố đó hơn yếu tố khác [15]. AHP cũng cung cấp cách xác định mức độ nhất quán của các chuyên gia thông qua tỉ số nhất quán (Consistency Ratio - CR) phải nhỏ hơn hoặc bằng 10 % thì ma trận so sánh cặp mới được sử dụng còn nếu giá trị CR này lớn hơn 10 % thì cần phải thẩm định lại quá trình so sánh cặp hoặc loại bỏ ý kiến. Tỷ số nhất quán (CR). Giá trị được tính theo phương trình (1):

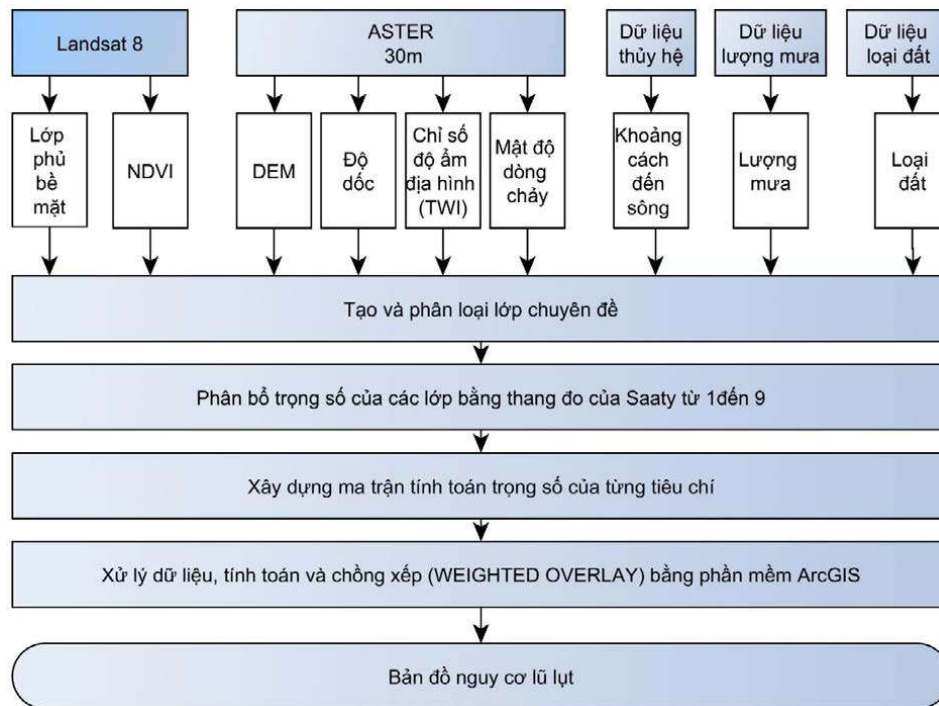
$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

Trong đó: CI là tỷ số nhất quán của một ma trận AHP cụ thể, chỉ số nhất quán (CI) có thể là được tính từ phương trình (2) và RI là chỉ số ngẫu nhiên.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Trong đó: là vector nhất quán và “n” đại diện cho số lượng các yếu tố ảnh hưởng giá trị phải nằm trong giới hạn < 10 % [18], giá trị này được chấp nhận để thực hiện các tính toán lớp phủ có trọng số để kết hợp các thông số có trọng số cho việc phân vùng nguy cơ lũ lụt (Kết quả phân cấp và trọng số được thể hiện ở Bảng 5).

3.2. Tích hợp công nghệ GIS và phân tích đa tiêu chí để xác định nguy cơ lũ lụt



Hình 2: Sơ đồ ứng dụng GIS và phân tích đa tiêu chí trong nghiên cứu

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), bằng phần mềm ArcGIS. Phần mềm ArcGIS được

sử dụng để thành lập bản đồ các chỉ số TWI từ nguồn dữ liệu DEM. Sau đó, các tiêu chí được phân cấp và gán giá trị điểm đánh giá. Sau khi xác định trọng số và điểm đánh giá thành phần của từng tiêu chí, chỉ số nguy cơ lũ lụt được tính toán

Nghiên cứu

dựa vào tổng điểm đánh giá từng tiêu chí và trọng số theo công thức 3:

$$FHI = \sum_{i=1}^n h_i \times W_1 \quad (3)$$

Trong đó: FHI là chỉ số nguy cơ lũ lụt; n đại diện cho số lượng các yếu tố ảnh hưởng; h_i là giá trị thay đổi tỷ lệ của yếu tố ảnh hưởng i và W_i là trọng số của yếu tố ảnh hưởng i .

FHI nằm trong khoảng từ 0 đến 5. Dựa trên các giá trị của FFHI, các cấp độ nguy cơ lũ lụt trên khu vực nghiên cứu được phân thành 5 cấp: Rất thấp (Nhỏ hơn 1); Thấp (Giữa 1 và 2); Vừa phải (Từ 2 đến 3); Cao (Từ 3 đến 4) và rất cao (Lớn hơn 4).

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Phân tích đa tiêu chí các nhân tố ảnh hưởng đến nguy cơ lũ lụt

Dữ liệu từ Bảng 4 thể hiện trọng số của các yếu tố ảnh hưởng thu được từ AHP. Giá trị trọng số của các yếu tố cao

hơn thể hiện các yếu tố tương ứng có ảnh hưởng đến lũ lụt nhiều hơn các yếu tố khác trong khu vực nghiên cứu. Với trọng số cao, 03 yếu tố là TWI, khoảng cách từ sông và lượng mưa, đặc trưng là vị trí, hướng và sự tích tụ của dòng nước có trọng số lớn nhất, cho thấy ba yếu tố này có ảnh hưởng nhiều nhất đến ngập lụt tại khu vực nghiên cứu. Tiếp theo là các yếu tố độ cao, độ dốc, mật độ thoát nước với trọng số tương ứng là 0,12, 0,11 và 0,10. Điều này thể hiện rằng sau TWI, khoảng cách từ sông và lượng mưa, độ cao, độ dốc, mật độ thoát nước đóng góp nhiều hơn vào việc ngập lụt trong khu vực so với các yếu tố còn lại. Lớp phủ bề mặt, loại đất và chỉ số thực vật (NDVI), với trọng số tương ứng là 0,07 và 0,06, là các yếu tố có ít ảnh hưởng hơn so với các yếu tố đã nêu ở trên. Giá trị trọng số thấp nhất là 0,06 là chỉ số thực vật (NDVI). Điều này cho thấy yếu tố này có ảnh hưởng ít nhất đến ngập lụt trong khu vực nghiên cứu.

Bảng 4. Ma trận (9 × 9) so sánh theo cặp lập bản đồ nguy cơ lũ lụt trong phương pháp AHP

Tiêu chí	Chỉ số độ ẩm địa hình (TWI)	Mô hình số địa hình (DEM)	Độ dốc	Lượng mưa	Lớp phủ bề mặt	Chỉ số thực vật (NDVI)	Khoảng cách đến sông	Loại đất	Mật độ thoát nước	Trọng số
Chỉ số độ ẩm địa hình (TWI)	1	1	1	1	3	5	1	3	1	15,58 %
Mô hình số địa hình (DEM)	1	1	1	1	2	3	1	1	1	12,26 %
Độ dốc	1	1	1	1	3	1	1/2	1	1	10,91 %
Lượng mưa	1	1	1	1	3	2	2	3	1	15,35 %
Lớp phủ bề mặt	1/3	1/2	1/3	1/3	1	1	1/3	3	1	7,05 %
Chỉ số thực vật (NDVI)	1/5	1/3	1	1/2	1	1	1/5	1	1	6,06 %
Khoảng cách đến sông	1	1	2	1/2	3	5	1	3	1	15,92 %
Loại đất	1/3	1	1	1/3	1/3	1	1/3	1	1	6,59 %
Mật độ thoát nước	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10,28 %

Bảng 5. Trọng số và điểm phân cấp rủi ro được xác định cho các lớp khu vực nghiên cứu

STT	Yếu tố đầu vào (đơn vị)	Trọng số (%)	Khoảng giá trị	Điểm	Phân cấp rủi ro	Nguy cơ lũ lụt
1	Chỉ số độ ẩm địa hình (TWI)	15,6	2,28 - 5,76	1	Cấp 1	Rất thấp
			5,77 - 7,96	2	Cấp 2	Thấp
			7,97 - 11,1	3	Cấp 3	Vừa phải
			11,2 - 15,1	4	Cấp 4	Cao
			15,2 - 25,7	5	Cấp 5	Rất cao
2	DEM (m)	12,2	0 - 126	5	Cấp 5	Rất cao
			126,1 - 313	4	Cấp 4	Cao
			313,1 - 531	3	Cấp 3	Vừa phải
			531,1 - 785	2	Cấp 2	Thấp
			785,1 - 2.010	1	Cấp 1	Rất thấp
3	Độ dốc (độ)	10,9	0 - 5,93	5	Cấp 5	Rất cao
			5,94 - 14,7	4	Cấp 4	Cao
			14,8 - 23,7	3	Cấp 3	Vừa phải
			23,8 - 34,1	2	Cấp 2	Thấp
			34,2 - 72	1	Cấp 1	Rất thấp
4	Lượng mưa (mm/năm)	15,3	1.356,5 - 1.576,5	1	Cấp 1	Rất thấp
			1.576,6 - 1.745,4	2	Cấp 2	Thấp
			1.745,5 - 1.894,6	3	Cấp 3	Vừa phải
			1.894,7 - 2.071,4	4	Cấp 4	Cao
			2.071,5 - 2.358,2	5	Cấp 5	Rất cao
5	Lớp phủ bề mặt	7,1	Nước	5	Cấp 5	Rất cao
			Đất nông nghiệp	4	Cấp 4	Cao
			Dân cư	3	Cấp 3	Vừa phải
			Đất trống	2	Cấp 2	Thấp
			Rừng, cây lâu năm	1	Cấp 1	Rất thấp
6	Chỉ số thực vật (NDVI)	6,1	-0,36 - 0,08	5	Cấp 5	Rất cao
			0,09 - 0,23	4	Cấp 4	Cao
			0,24 - 0,36	3	Cấp 3	Vừa phải
			0,37 - 0,48	2	Cấp 2	Thấp
			0,49 - 0,67	1	Cấp 1	Rất thấp
7	Khoảng cách đến sông (km)	15,9	0 - 3,537	5	Cấp 5	Rất cao
			3,538 - 7,900	4	Cấp 4	Cao
			7,901 - 13,440	3	Cấp 3	Vừa phải
			13,450 - 19,930	2	Cấp 2	Thấp
			19,940 - 30,070	1	Cấp 1	Rất thấp
8	Mật độ thoát nước (km/km ²)	10,3	0,039 - 0,646	1	Cấp 1	Rất thấp
			0,646 - 0,872	2	Cấp 2	Thấp
			0,872 - 1,038	3	Cấp 3	Vừa phải
			1,0378 - 1,185	4	Cấp 4	Cao
			1,185 - 1,602	5	Cấp 5	Rất cao
9	Loại đất	6,6	Đất sét than bùn	5	Cấp 5	Rất cao
			Đất xám bạc màu phì nhiêu sét	4	Cấp 4	Cao
			Đất xám bạc màu trên đá trầm tích và đá biến chất	3	Cấp 3	Vừa phải
			Đất cát pha	2	Cấp 2	Thấp
			Đất núi đá	1	Cấp 1	Rất thấp

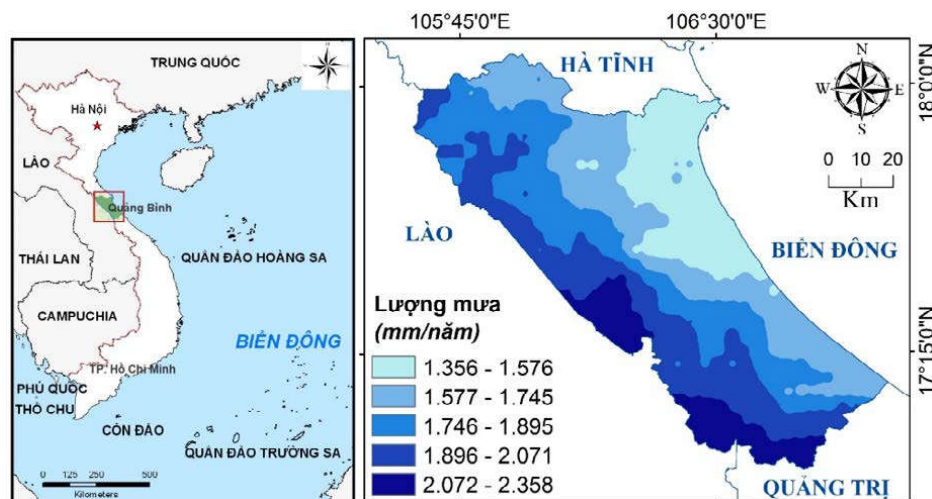
Nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã chọn 9 yếu tố gây ra lũ lụt dựa trên tổng quan tài liệu toàn diện Bảng 1. Những yếu tố này là chỉ số độ ẩm địa hình (TWI), mô hình số địa hình (DEM), độ dốc, lượng mưa, lớp phủ bề mặt, chỉ số thực vật (NDVI), khoảng cách đến sông, mật độ thoát nước và loại đất. Để chuẩn bị bản đồ tính nhạy cảm với lũ lụt cho khu vực nghiên cứu, dữ liệu ảnh vệ tinh và dữ liệu khác đã được thu thập từ các nguồn mở trên Internet. Nhóm tác giả đã chuyển đổi các lớp này thành định dạng raster và phân loại lại chúng bằng cách sử dụng “Reclassify” công cụ “Spatial Analyst Tools” > “Reclassify” của phần mềm ArcGIS 10.7.

4.2. Các nhân tố ảnh hưởng đến nguy cơ lũ lụt

4.2.1. Lượng mưa

Tổng quan dữ liệu cho thấy rằng lượng mưa đóng một vai trò quan trọng trong sự tiến triển của lũ lụt và do đó được chọn là một trong những thông số kiểm soát lũ. Lượng mưa trung bình hàng năm của khu vực nghiên cứu trong giai đoạn từ 2011 đến 2021 được thu thập từ Cơ quan Nghiên cứu khí hậu (CRU) của Đại học East Anglia cung cấp [14]. Nhóm tác giả đã chuyển đổi dữ liệu lượng mưa thành dữ liệu raster áp dụng công cụ “Multidimensional Tools” và “Make NetCDF Raster Layer” trong ArcGIS 10.7. Lớp raster được chuyển đổi thành các điểm áp dụng “Conversion Tools” > “From Raster” > “Raster to point”. Sau đó, nội suy từ các điểm bằng phương pháp “Kriging” để tạo bản đồ lượng mưa khu vực nghiên cứu (Hình 3).

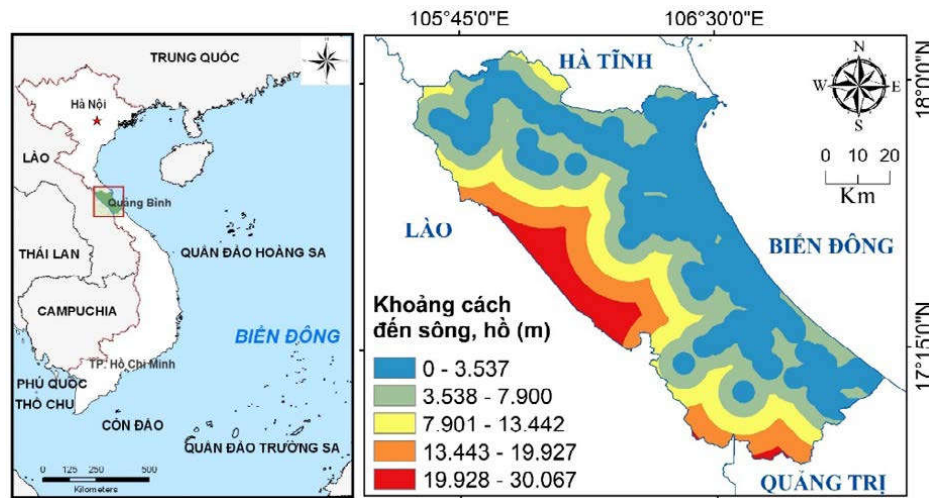


Hình 3: Bản đồ phân cấp lượng mưa hàng năm

4.2.2. Khoảng cách đến sông

Nhóm tác giả chọn khoảng cách đến sông, hồ là một tham số quan trọng khác vì sự xuất hiện của lũ lụt có liên quan đến sự phân bố mạng lưới sông, hồ. Khoảng cách đến sông, hồ được xác định bằng công cụ “Euclidean Distance” trong ArcGIS 10.7 để phân loại khoảng cách

đến sông thành 5 vùng (Hình 4). Nhóm tác giả đo khoảng cách đến các Sông Gianh, Sông Ròn, sông Nhật Lệ, sông Lý Hòa và Sông Dinh, hầu hết các con sông bắt nguồn từ đỉnh núi Trường Sơn đổ ra Biển Đông. Những con sông này đại diện cho những con sông lâu năm chính trong khu vực nghiên cứu.

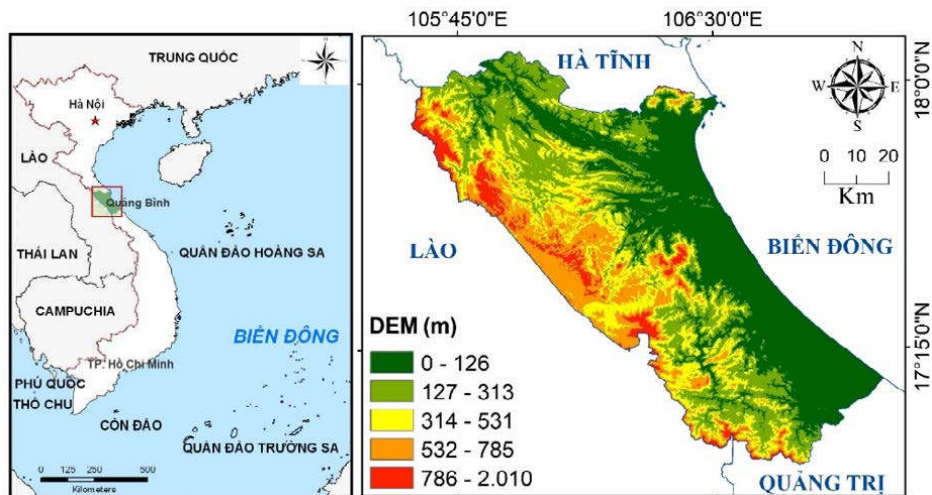


Hình 4: Bản đồ phân cấp khoảng cách đến sông, hồ

4.2.3. Độ cao

Độ cao là yếu tố cơ bản của các đặc điểm địa hình. Trong các nghiên cứu khác nhau về đánh giá nguy cơ lũ lụt, DEM được sử dụng như một thông số đánh giá quan trọng [19]. Do đó, độ cao được chọn là một trong những yếu tố quan trọng trong phân tích. Dữ liệu DEM được lấy từ EARTHDATA Search

[9] bằng cách khoan vùng khu vực và chọn “Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Global DEM V003”. Dữ liệu DEM toàn cầu có độ phân giải 30 m đã được tải xuống. Sau đó, nhóm tác giả sử dụng phần mềm ArcGIS 10.7 cắt theo khu vực nghiên cứu và chuyển đổi sang hệ tọa độ WGS84 múi 48N (Hình 5).

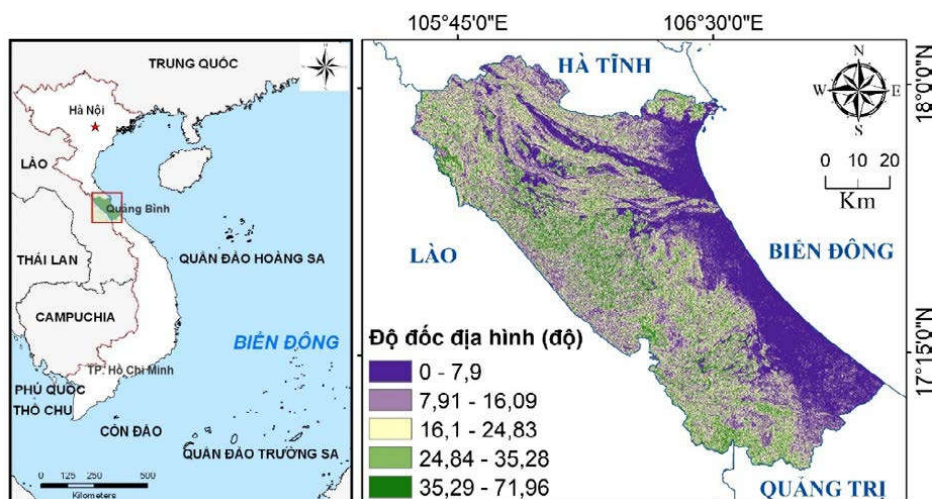


Hình 5: Bản đồ phân cấp độ cao

4.2.4. Độ dốc

Độ dốc là mức độ thay đổi độ cao trong các khoảng liên kề, đóng một vai trò quan trọng trong lũ lụt vì nó ảnh hưởng đến vận tốc của dòng nước [20] và do đó được

chọn làm thông số gây lũ khác trong phân tích hiện tại. Dữ liệu ASTER DEM đã được sử dụng để ước tính độ dốc địa hình của khu vực bằng cách sử dụng công cụ “Surface” > “Slope” trong ArcGIS 10.7 (Hình 6).

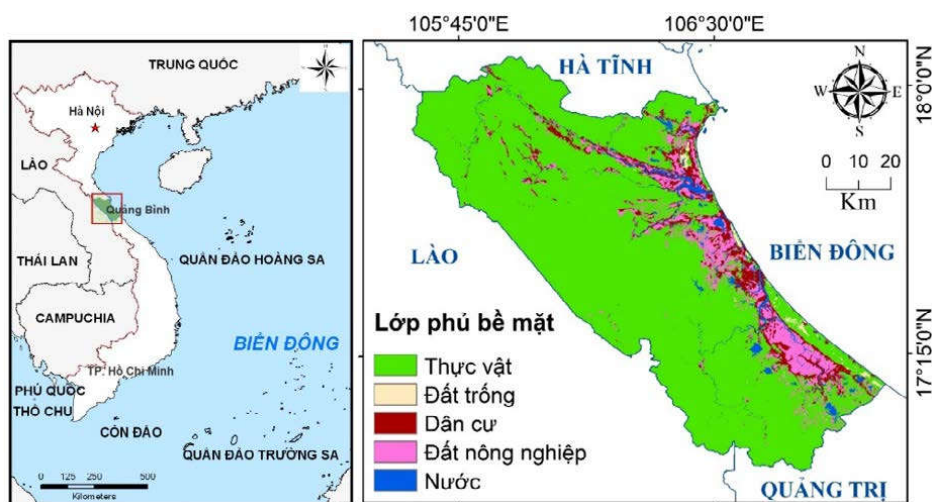


Hình 6: Bản đồ phân cấp độ dốc địa hình

4.2.5. Lớp phủ bề mặt

Lớp phủ bề mặt đất ảnh hưởng trực tiếp đến việc ngăn chặn, thẩm thấu, thấm dưới đất và thoát hơi nước [21]. Lớp phủ bề mặt đất được chọn làm tham số quan trọng khác trong hệ thống phân cấp. Nhóm tác giả đã trích xuất dữ liệu lớp phủ bề mặt từ dữ liệu ảnh Landsat 8 trên trang web Cục khảo sát Địa chất Hoa Kỳ USGS

[8]. Nhóm tác giả đã phân loại lớp phủ bề mặt thông qua phân loại có giám sát trong phần mềm ENVI 5.3. Phân loại có giám sát bao gồm việc lựa chọn và số hóa các đa giác và đặt chúng vào lớp “Area of Interest” để tạo ra các tệp mẫu. Kỹ thuật phân loại có giám sát tốn thời gian, tuy nhiên nó tạo ra độ chính xác cao hơn so với phân loại không giám sát [22].

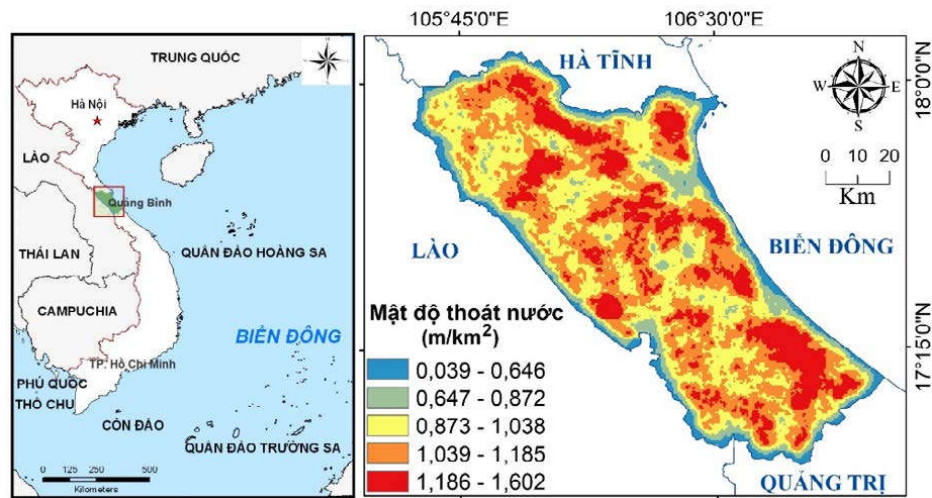


Hình 7: Bản đồ phân cấp lớp phủ bề mặt

4.2.6. Mật độ thoát nước

Mật độ thoát nước, một yếu tố kiểm soát lũ lụt trong phân tích của nhóm tác giả, ảnh hưởng đến thời gian tập trung của

dòng chảy và do đó thể hiện tiêu chí tỷ lệ cho các con đường tích tụ dòng chảy và xác suất lũ lụt [23]. Mật độ thoát nước trong nghiên cứu được xây dựng bằng công cụ “Density” trong ArcGIS 10.7 (Hình 8).

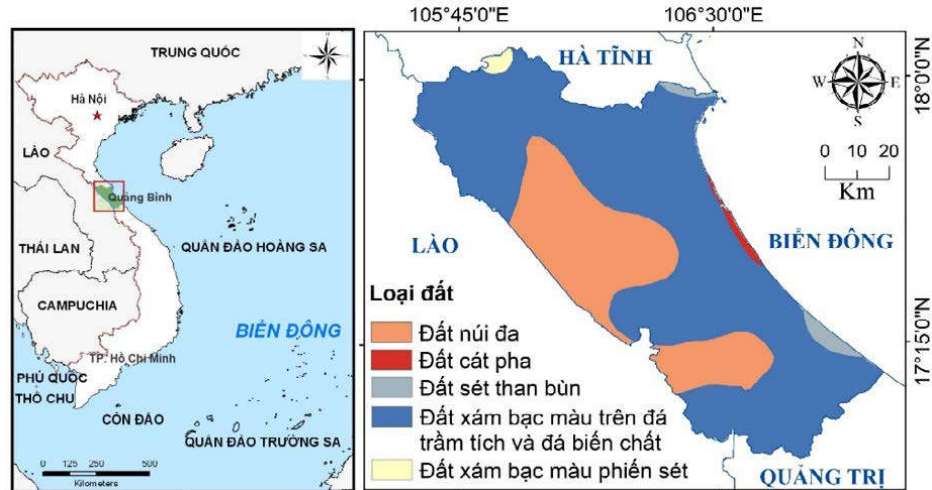


Hình 8: Bản đồ phân cấp mật độ thoát nước

4.2.7. Loại đất

Loại đất đóng một vai trò quan trọng trong việc xác định các đặc tính giữ nước của khu vực và do đó ảnh hưởng đến sự thâm thấu của nước [2, 17] và tính nhạy cảm với lũ lụt [2]. Do đó, các đặc

tính của đất được chọn làm thông số khác trong phân tích hiện tại. Nhóm tác giả đã trích xuất bản đồ loại đất của khu vực từ Bản đồ loại đất của Tổ chức Nông Lương Liên hợp quốc (FAO) [11]. Hơn nữa, các loại đất được còn được thu thập từ kho lưu trữ Open Development Mekong [12].



Hình 9: Bản đồ phân cấp loại đất

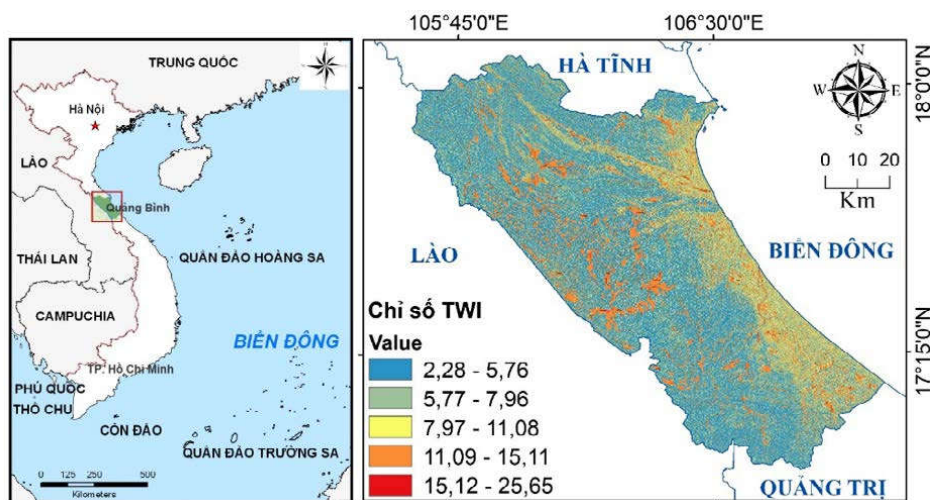
4.2.8. Chỉ số độ ẩm địa hình (TWI)

TWI được tính toán dựa vào công thức: $TWI = \ln(a/\tan\beta)$ [24] thể hiện các vị trí trong khu vực tụ nước sẽ có chỉ số tương ứng với đặc điểm thủy văn khác nhau. Trong đó: a - Diện tích khu vực tụ nước

(Contributing area), β - Độ dốc bề mặt địa hình. 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

Nghiên cứu

như đất bão hòa nước càng lớn, khả năng lưu trữ càng cao. Dữ liệu ASTER DEM đã được sử dụng để tính chỉ số TWI của khu vực bằng cách sử dụng công cụ “Flow Direction” và “Flow accumulation” trong ArcGIS 10.7 (Hình 10).



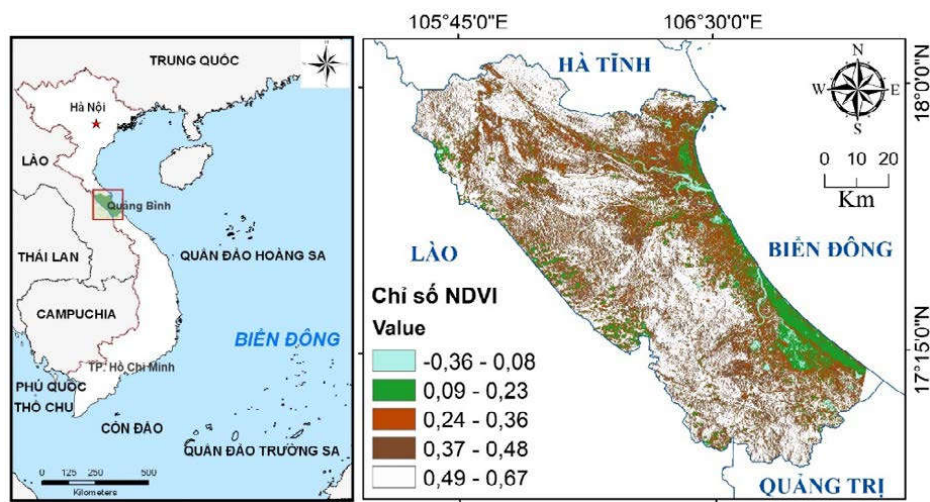
Hình 10: Bản đồ phân cấp chỉ số độ ẩm địa hình (TWI)

4.2.9. Chỉ số chỉ số thực vật NDVI

Được sử dụng nhiều nhất và có hiệu quả nhất trong nghiên cứu lớp phủ thực vật là chỉ số thực vật NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Chỉ số NDVI được xác định bởi tỉ số giữa hiệu số giá trị phổ kênh cận hồng ngoại và kênh đỏ trên tổng của chúng với ảnh LANDSAT 8 các kênh ảnh này là kênh 5 và 4 tương ứng.

$$NDVI = \frac{Ban5 - Ban4}{Ban5 + Ban4} \quad (2)$$

Chỉ số NDVI nhận giá trị trong khoảng [-1, +1], trong đó thực vật có giá trị trong khoảng lớn hơn 0,2. Trong trường hợp NDVI > 0,5, bề mặt được coi là bị phủ kín bởi thực vật (Sóng điện từ không tới được lớp đất). Đối với đất trống không có thực vật bao phủ, NDVI < 0,2. Đối với mặt nước và đất ẩm, NDVI nhận giá trị âm.

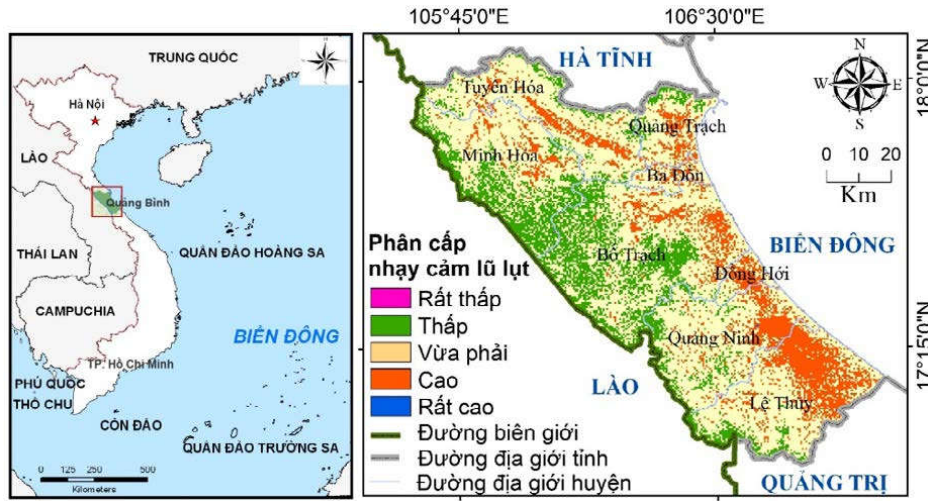


Hình 11: Bản đồ phân cấp chỉ số thực vật NDVI

4.3. Nguy cơ lũ lụt

Bản đồ phân cấp nguy cơ lũ lụt (Hình 12) là một bản đồ kết hợp của cả dữ liệu khách quan cũng như chủ quan (Ý kiến đánh giá từ chuyên gia). Bản đồ các yếu tố thành phần sẽ được cho điểm, phân tích AHP và nhân trọng số. Trọng số các mức quan trọng ảnh hưởng đến khu vực khác nhau, ở mức độ thứ nhất của hệ

thống phân cấp là chỉ số độ âm địa hình (TWI), mô hình số địa hình (DEM), độ dốc, lượng mưa, lớp phủ bề mặt, chỉ số thực vật (NDVI), khoảng cách đến sông, mật độ thoát nước, loại đất (Bảng 5). Các trọng số này được tính toán dựa trên ma trận kết hợp các phán đoán thu được từ các chuyên gia về lĩnh vực địa lý, có tỷ lệ nhất quán thấp hơn 0,1 cho khu vực nghiên cứu nên hoàn toàn tin cậy được.



Hình 12: Bản đồ phân cấp nguy cơ lũ lụt ở khu vực nghiên cứu

Chín yếu tố được lựa chọn được sử dụng trong lập bản đồ nguy cơ lũ lụt đã tạo ra một bản đồ nguy cơ lũ lụt với 5 cấp độ (Hình 12). Các khu vực này mô tả nguy cơ lũ lụt rất cao, cao, trung bình, thấp và rất thấp này có độ bao phủ lần lượt là 5,8 %, 17,6 %, 39,3 %, 27,3 % và 10 % diện tích khu vực. Nhìn chung, các vùng có nguy cơ lũ lụt cao trùng với các vùng

có dòng chảy lớn được xác định bằng nhiều thông số khác nhau. Trong nghiên cứu này, các vùng nguy cơ lũ lụt cao nằm ở phía Đông và Đông Bắc của tỉnh Quang Bình đặc biệt là tại 03 huyện Bố Trạch, Lệ Thủy và Quảng Ninh. Các vùng nguy cơ lũ lụt thấp và rất thấp chủ yếu nằm ở các khu vực phía Tây của tỉnh Quang Bình (Hình 12).

Bảng 6. Phân cấp nguy cơ lũ lụt ở khu vực nghiên cứu

STT	Cấp nguy cơ	Diện tích (km ²)	% Diện tích
1	Rất thấp	790,3	10
2	Thấp	2167,9	27,3
3	Trung bình	3118,3	39,3
4	Cao	1392,2	17,6
5	Rất cao	461,3	5,8

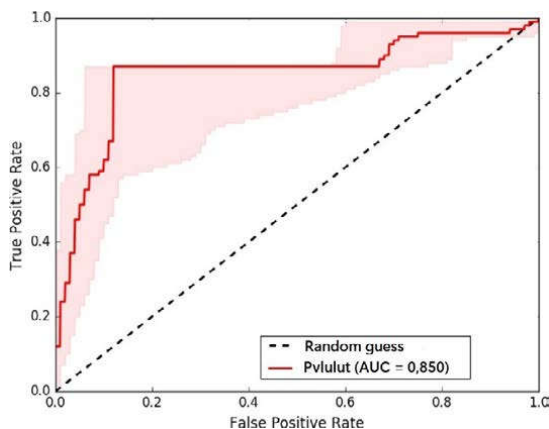
* *Đánh giá độ chính xác của bản đồ nguy cơ lũ lụt*

Việc đánh giá độ chính xác của một mô hình bằng đường cong ROC (Receiver

Operating Characteristic) là một phương pháp được sử dụng rộng rãi trong nhiều nghiên cứu trước đây. Đường cong ROC biểu thị một biểu đồ 2 chiều thể hiện hiệu

Nghiên cứu

suất của một hệ thống phân loại khi giá trị của ngưỡng phân biệt được thay đổi đối với biến dự đoán. Mô hình AUC (khu vực dưới đường cong) đại diện cho một cách đánh giá khả năng thử nghiệm để phân biệt các giá trị thực. Trong công trình nghiên cứu này, bản đồ phân cấp lũ lụt dựa trên AHP được chia thành năm lớp. Tổng số 106 vị trí quan trắc ngập lụt đã được chọn làm điểm lấy mẫu để đánh giá bản đồ phân cấp lũ lụt. Công đoạn này được thực hiện trong ArcGIS 10.7 bằng công cụ ArcSDM. Để tính toán đường cong ROC và giá trị AUC, bản đồ nguy cơ lũ lụt ở định dạng raster được sử dụng làm mô hình phân loại với các điểm lấy mẫu trong ArcGIS 10.7. Điều này cho phép tạo đường cong ROC và giá trị AUC ở định dạng *.TIF (Hình 13). Giá trị AUC cao (0,85; 85,0 %) cho thấy rằng việc lập bản đồ phân cấp nguy cơ lũ lụt khu vực tỉnh Quảng Bình là khá chính xác, đáng tin cậy trong nghiên cứu này.



Hình 13: Đường cong ROC và phân tích giá trị AUC

5. 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 lũ lụt ở khu vực tỉnh Quảng Bình. 09 nhân tố ảnh hưởng đến lũ lụt liên quan đến nhóm các yếu tố chỉ số độ ẩm địa hình (TWI), mô hình số địa hình (DEM), độ dốc, lượng

mưa, lớp phủ bề mặt, chỉ số thực vật (NDVI), khoảng cách đến sông, mật độ thoát nước, loại đất 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 lũ lụt FHI và phân thành 05 cấp nguy cơ lũ lụt trong phần mềm ArcGIS. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra 790,3 km² tương ứng 10 % diện tích ít có nguy cơ lũ lụt (Nguy cơ rất thấp), 2.167,9 km² tương ứng với 27,3 % diện tích có nguy cơ lũ lụt thấp, 3.118,3 km² tương ứng 39,3 % diện tích có nguy cơ lũ lụt trung bình, 1.392,2 km² tương ứng 17,6 % diện tích có nguy cơ lũ lụt cao và 461,3 km² tương ứng 5,8 % diện tích có nguy cơ lũ lụt rất cao. Các huyện, thị, thành phố ở khu vực đồng bằng ven biển đặc biệt có huyện Bố Trạch, Lệ Thủy mức độ nguy cơ lũ lụt cao nhất.

Kết quả nghiên cứu có thể giúp cho các nhà hoạch định, quản lý, quy hoạch,... có biện pháp ngăn ngừa lũ lụt, cũng như phát triển các khu dân cư, các tuyến giao thông một cách an toàn, tránh những khu vực có nguy cơ lũ lụt cao. Ngoài ra, dữ liệu trong nghiên cứu hầu hết đều có sẵn và dễ thu thập được, do đó phương pháp và chỉ tiêu sử dụng sẽ dễ dàng áp dụng cho những khu vực khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ghosh, A. and S. K. Kar (2018). *Application of analytical hierarchy process (AHP) for flood risk assessment: A case study in Malda district of West Bengal, India*. *Natural Hazards*, 94(1): 349 - 368.
- [2]. Todini, F., et al. (2004). *Using a GIS approach to assess flood hazard at national scale*. *Proceedings of the European Geosciences Union, 1st General Assembly, Nice, France*, 25 - 30.
- [3]. Barasa, B. N. and E. D. P. Perera (2018). *Analysis of land use change impacts*

on flash flood occurrences in the Sosiani River basin Kenya. *International Journal of River basin management*, 16(2): 179 - 188.

[4]. Tabari, H. (2010). *Climate change impact on flood and extreme precipitation increases with water availability*. *Scientific Reports*, 10(1): 1 - 10.

[5]. Ouma, Y. O. and R. Tateishi (2014). *Urban flood vulnerability and risk mapping using integrated multi - parametric AHP and GIS: Methodological overview and case study assessment*. *Water*, 6(6): 1515 - 1545.

[6]. Naulin, J. P., O. Payrastré and E. Gaume (2013). *Spatially distributed flood forecasting in flash flood prone areas: Application to road network supervision in Southern France*. *Journal of Hydrology*, 486: 88 - 99.

[7]. Cổng thông tin điện tử tỉnh Quảng Bình. <https://quangbinh.gov.vn/>.

[8]. USGS (2021). *Landsat satellite data*. Trang web online: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (Truy cập ngày 18 tháng 11 năm 2021).

[9]. EARTHDATA (2021). Trang web: <https://search.earthdata.nasa.gov/search> (Truy cập ngày 18 tháng 11 năm 2021).

[10]. DIVA - GIS (2021). *Download data by country*. Trang web online: <http://www.diva-gis.org/datadown> (Truy cập ngày 18 tháng 11 năm 2021).

[11]. FAO (2022). <https://data.apps.fao.org/map/catalog/srv/eng/catalog.search#/home> (Truy cập ngày 03 tháng 08 năm 2022).

[12]. Open development Mekong (2022). <https://data.opendevlopmentmekong.net/dataset/soil-types-in-vietnam>.

13. Map, O. S. (2021). *Traffic map data*. Trang web online: <https://www.openstreetmap.org> (Truy cập ngày 18 tháng 11 năm 2021).

[14]. Climatic Research Unit (CRU) (2022). Trang web: <http://www.cru.uea.ac.uk/data>.

[15]. Saaty, T. L. (1988). *What is the analytic hierarchy process?*. *Mathematical models for decision support*. Springer, 109 - 121.

[16]. Rahman, M., et al. (2021). *Development of flood hazard map and emergency relief operation system using hydrodynamic modeling and machine learning algorithm*. *Journal of Cleaner Production*.

[17]. Rahmati, O., H. R. Pourghasemi and H. Zeinivand (2016). *Flood susceptibility mapping using frequency ratio and weights - of - evidence models in the Golastan province, Iran*. *Geocarto International*, 31(1): 42 - 70.

[18]. Richards, J. A. and J. Richards (1999). *Remote sensing digital image analysis*. Vol. 3. Springer.

[19]. Sarker, M. Z. and Å. Sivertun (2011). *GIS and RS combined analysis for flood prediction mapping - A case study of Dhaka city corporation, Bangladesh*. *Int J Environ Protect*, 1(3): p. 30 - 42.

[20]. Wu, Y., et al. (2015). *Integrated flood risk assessment and zonation method: A case study in Huaihe River basin, China*. *Natural Hazards*, 78(1): 635 - 651.

[21]. Deng, Z., et al. (2015). *Simulation of land use/land cover change and its effects on the hydrological characteristics of the upper reaches of the Hanjiang basin*. *Environmental Earth Sciences*, 73(3): 1119 - 1132.

[22]. Enderle, D. I. and R. C. Weih Jr. (2005). *Integrating supervised and unsupervised classification methods to develop a more accurate land cover classification*. *Journal of the Arkansas Academy of Science*, 59(1): 65 - 73.

[23]. Schmitt, T. G., M. Thomas and N. Ettrich (2004). *Analysis and modeling of flooding in urban drainage systems*. *Journal of hydrology*, 299(3-4): 300 - 311.

[24]. Beven, K. and M. Kirkby (1979). *Un modelo de hidrología de cuenca de contribución variable con base física*. *Boletín de Ciencias Hidrológicas*, 24(1): 43 - 69.

BBT nhận bài: 03/02/2023; Phản biện xong: 13/02/2023; Chấp nhận đăng: 28/3/2023