

## ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP AHP ĐỂ CHI TIẾT CẤP ĐỘ RỦI RO DO SẠT LỞ Ở THÀNH PHỐ NHA TRANG

**Võ Anh Kiệt, Bùi Văn Chanh**

Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ

### **Tóm tắt**

*Trong những năm gần đây, sạt lở ở thành phố Nha Trang xuất hiện ngày càng nhiều và gây thiệt hại rất lớn. Tuy nhiên, cấp độ rủi ro do sạt lở đất trong Quyết định 18/2021/QĐ-TTg ngày 22 tháng 4 năm 2021 của Thủ tướng Chính phủ chưa chi tiết nên gây khó khăn trong công tác cảnh báo cấp độ rủi ro cũng như phòng chống, ứng phó ở địa phương. Do đó, xây dựng chi tiết cấp độ rủi ro do sạt lở do mưa lớn ở Nha Trang là rất cần thiết. Nghiên cứu này, cấp độ rủi ro do sạt lở đất ở thành phố Nha Trang được xây dựng từ các bản đồ tự nhiên, bản đồ sử dụng đất, số liệu mưa và số liệu điều tra xã hội học. Các bản đồ địa chất, địa hình, thổ nhưỡng, thảm phủ thực vật và số liệu mưa được sử dụng để xây dựng bản đồ hiểm họa, cùng với số liệu điều tra xã hội học và bản đồ sử dụng đất được sử dụng để xây dựng bản đồ chỉ số rủi ro sạt lở bằng phương pháp phân tích hệ thống phân cấp (AHP). Trọng số các thành phần trong AHP được kiểm tra với trận mưa lớn nhất năm 2018. Bộ trọng số đảm bảo đủ tin cậy được sử dụng để xây dựng bản đồ chỉ số rủi ro và chi tiết cấp độ rủi ro dựa trên Quyết định số 18/2021/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ và phương pháp thống kê.*

**Từ khóa:** Rủi ro thiên tai; Sạt lở; Bản đồ chỉ số rủi ro.

### **Abstract**

#### ***Applying AHP method for detail risk levels by landslide in Nha Trang city***

*Recently, landslide in Nha Trang city has occurred more and more caused great damage. However, risk levels by landslide in the Decision 18/2021/QĐ-TTg on April 22<sup>nd</sup> 2021 of The Prime Minister isn't detailed so it is difficult to warn risk levels and preparedness, response to landslide in the locality. Therefore, establishing risk levels map by landslide by heavy rain in Nha Trang city which is very necessary. This research, risk levels in Nha Trang is established from natural map, landuse map, rainfall data and sociological survey data. Geological, topographical, soil, forest maps and rainfall data are used to establish hazard map; Combine with sociological survey data and landuse maps were used to establish landslide risk index map which is used by the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. The weights of components in the AHP were tested with the heaviest rainfall in 2018. Sufficiently reliable weights in the AHP is used to establish a risk index map and detailed risk levels based on Decision 18/2021/QĐ-TTg of the Prime Minister and statistical method.*

**Keywords:** Hazard risk; Landslide; Risk index map.

## 1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, thiệt hại do sạt lở đất ở thành phố Nha Trang xảy ra ngày càng nhiều và hậu quả ngày càng nghiêm trọng. Tuy nhiên, hiện nay dự báo sạt lở đất còn hạn chế và cảnh báo với độ tin cậy chưa cao. Ngoài ra, cấp độ rủi ro do sạt lở do mưa trong Quyết định 18/2021/QĐ-TTg ngày 22 tháng 4 năm 2021 của Thủ tướng Chính phủ quy định về dự báo, cảnh báo, truyền tin thiên tai và cấp độ rủi ro thiên tai chưa chi tiết theo không gian, nên công tác phòng chống ứng phó còn gặp khó khăn. Bên cạnh đó, cấp độ sạt lở trong Quyết định số 18 chỉ xét đến tác động của mưa, khi đó sạt lở đất là quá trình rất phức tạp và chịu tác động của nhiều yếu tố nên độ tin cậy còn hạn chế. Ngoài tác động của điều kiện kinh tế - xã hội và năng lực phòng chống ứng phó đến cấp độ rủi ro, các yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến nguy cơ sạt lở cũng khá phức tạp. Nguy cơ hiểm họa do sạt lở đất chịu ảnh hưởng của địa hình, địa chất, thổ nhưỡng thảm phủ thực vật và độ ẩm đất. Trong đó, lượng nước trong đất (độ ẩm đất) phụ thuộc vào lượng mưa thời kỳ trước, cường độ mưa và lượng mưa trong đợt mưa hiện tại. Việc tính toán lượng mưa khá phức tạp, do đó nghiên cứu đã sử dụng lượng mưa 5 ngày lớn nhất để tính lượng mưa thời kỳ trước do thời gian mưa lớn gây sạt lở ở Nha Trang thường kéo dài 5 ngày, lượng mưa hiện tại được đặc trưng bởi lượng mưa trong ngày, 6 giờ và 1 giờ. Qua những trận mưa lớn gây sạt lở cho thấy, lượng mưa 6 giờ có vai trò quan trọng trong quá trình gây sạt lở và mưa 1 giờ đặc trưng cho cường độ mưa.

Để chi tiết cấp độ rủi ro sạt lở đất, đá do mưa lớn cần sử dụng các bản đồ chi

tiết theo không gian của các yếu tố đầu vào. Trong đó, bản đồ địa hình được sử dụng là DEM 30 × 30 m, các bản đồ địa chất, thổ nhưỡng, rừng, sử dụng đất và bản đồ hành chính cấp xã tỷ lệ 1/25.000 để xác định các chỉ số yếu tố của các thành phần hiểm họa, tính phơi bày, tính dễ bị tổn thương,... Các chỉ số yếu tố được tính toán bằng kỹ thuật chồng chập bản đồ bằng phần mềm ArcGIS. Tuy nhiên, rủi ro thiên tai trong đó có rủi ro do sạt lở khá phức tạp do chịu sự tác động tổng hợp các yếu tố tự nhiên và xã hội. Do đó, để chi tiết cấp độ rủi ro, nghiên cứu đã sử dụng phương pháp của IPCC [2].

Theo quan điểm của IPCC, rủi ro thiên tai là sự tổng hợp của các yếu tố: Hiểm họa (H - Hazard), phơi bày (E - Exposure), tổn thương (V - Vulnerability); tức là  $R = f(H,E,V)$ . Trong các thành phần của H, E, V còn có nhiều thành phần và yếu tố khác, tuy nhiên các thành phần cấu thành rủi ro khá phức tạp và rất khó xác định mức độ quan trọng của từng thành phần nhỏ hơn [2]. Để xác định mức độ quan trọng này, nhiều nghiên cứu đã sử dụng phương pháp AHP (phân tích hệ thống phân cấp) để tính toán các trọng số của từng yếu tố, thành phần rủi ro.

## 2. Tính toán chỉ số rủi ro do sạt lở do mưa lớn ở thành phố Nha Trang

### 2.1. Cơ sở lý thuyết phương pháp AHP

Phương pháp phân tích hệ thống phân cấp - AHP (Analytic Hierarchy Process) được Thomas L.Saaty đề xuất vào những năm 1970 và đã được nhiều nghiên cứu mở rộng, bổ sung cho đến nay. Sử dụng AHP là để định lượng các ưu tiên về chất lượng giữa các thành phần chính, phụ

## Nghiên cứu

cũng như các chỉ số và thể loại. So sánh cặp của một tập các đối tượng hoặc tiêu chuẩn hoặc lựa chọn thay thế) được sử dụng để xác định trọng số của các thành phần. AHP có 3 bước thực hiện: Phân tích, so sánh và tổng hợp độ ưu tiên [3, 5, 6].

Ứng dụng phương pháp AHP cho thấy một khu vực sẽ nhận một giá trị chỉ số rủi ro nhất định ( $>0$ ), phù hợp với mục đích tính chỉ số rủi ro phục vụ phòng chống thiên tai. Vì vậy, trong nghiên cứu sẽ sử dụng công thức cộng của AHP để xác định chỉ số rủi ro do sạt lở đất. Cụ thể như sau:

$$R_j = w_H \times H_j + w_E \times E_j + w_V \times V_j \quad (1)$$

Trong đó:  $R_j$  - Chỉ số rủi ro do sạt lở đất tại nút  $j$ .

$H_j$  - Giá trị tiêu chí nguy cơ sạt lở đất.

$E_j$  - Giá trị tiêu chí độ phơi nhiễm.

$V_j$  - Chỉ số dễ bị tổn thương.

$w_H, w_E, w_V$  - Trọng số của 3 tiêu chí (tổng giá trị 3 trọng số = 1).

- Tính dễ bị tổn thương ( $V$ ) thể hiện mức tác động của điều kiện kinh tế - xã hội và năng lực phòng chống ở địa phương, được tính như sau:

$$V_j = S_j \times w_S + A_j \times w_A \quad (2)$$

Trong đó:  $V_j$  - Chỉ số dễ bị tổn thương tại nút  $j$ ;

$S_j$  - Giá trị tiêu chí tính nhạy.

$A_j$  - Giá trị tiêu chí khả năng chống chịu.

$w_S, w_A$  - Trọng số của 2 tiêu chí (tổng giá trị 2 trọng số = 1).

- Tính nhạy  $S$  là biểu hiện của hệ thống xã hội thông qua các hoạt động sống của con người trước tai biến sạt lở đất, gồm 4 thành phần: Nhân khẩu, sinh

kê, kết cấu hạ tầng và môi trường.

$$S_j = S_{.nk_j} \times w_{S.nkj} + S_{.sk_j} \times w_{S.skj} + S_{.cs_j} \times w_{S.tbj} + S_{.mt_j} \times w_{S.mtj} \quad (3)$$

Trong đó:  $S_j$  - Tiêu chí tính nhạy nút  $j$ .

$S_{.nk_j}$  - Thành phần nhân khẩu nút  $j$ .

$S_{.sk_j}$  - Thành phần sinh kế nút  $j$ .

$S_{.cs_j}$  - Thành phần cơ sở hạ tầng nút  $j$ .

$S_{.mt_j}$  - Thành phần điều kiện môi trường nút  $j$ .

$w_{S.nk}, w_{S.sk}, w_{S.cs}, w_{S.mt}$ : Trọng số của 4 thành phần (tổng 4 trọng số = 1).

Dễ bị tổn thương do sạt lở, gồm 4 thành phần: Điều kiện, kinh nghiệm, sự hỗ trợ và khả năng phục hồi.

$$A_j = A_{.đk_j} \times w_{A.dkj} + A_{.kn_j} \times w_{A.knj} + A_{.ht_j} \times w_{A.htj} + A_{.ph_j} \times w_{A.phj} \quad (4)$$

Trong đó:  $A_j$  - Giá trị tiêu chí khả năng chống chịu nút  $j$ .

$A_{.đk_j}$  - Giá trị thành phần điều kiện phòng chống, ứng phó sạt lở nút  $j$ .

$A_{.kn_j}$  - Giá trị thành phần kinh nghiệm phòng chống, ứng phó sạt lở nút  $j$ .

$A_{.ht_j}$  - Giá trị thành phần hỗ trợ phòng chống, ứng phó nút  $j$ .

$A_{.ph_j}$  - Giá trị thành phần khả năng tự phục hồi sau sạt lở nút  $j$ .

$w_{A.dk}, w_{A.kn}, w_{A.ht}, w_{A.ph}$  - Trọng số của 4 thành phần (tổng 4 trọng số = 1).

- Hiểm họa do sạt lở ( $H$ ) được hiểu như là mối đe dọa trực tiếp, bao hàm quy mô, mức độ sạt và phụ thuộc vào địa hình, địa chất, thổ nhưỡng, thảm phủ, lượng mưa:

$$H_j = \sum_{i=1}^m H_{ij} \times w_{ij} \quad (5)$$

Trong đó:  $H_j$  - Giá trị nguy cơ sạt lở tại nút  $j$ .

$H_{ij}$  - Giá trị các biến (i) tác động đến sạt lở tại nút j.

$w_{ij}$  - Trọng số các biến tác động đến sạt lở và có tổng là 1.

- Độ phơi bày E là tính chất và mức độ tiếp xúc của hệ thống với tai biến sạt lở đất, thể hiện qua các loại hình sử dụng đất. Giá trị tiêu chí độ phơi bày được xác định từ giá trị các biến sử dụng đất.

Các biến, thành phần có thứ nguyên khác nhau, vì thế cần chuẩn hóa các thành phần rủi ro sạt lở đất trước khi tính toán. Trong nghiên cứu này sử dụng phương pháp đánh giá chỉ số phát triển con người (HDI) của UNDP (2006) để chuẩn hóa dữ liệu. Mỗi phụ thuộc giữa các tiêu chí và các biến trong các quan hệ thuận - nghịch được sử dụng để tính toán các yếu tố của thành phần rủi ro.

+ Hàm quan hệ thuận với rủi ro và chuẩn hóa biểu diễn bằng công thức [3]:

$$x_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (6)$$

+ Mặt khác khi xem xét đến các biến mà giá trị của biến càng cao thì khả năng rủi ro càng thấp thì công thức đối với hàm quan hệ nghịch sẽ là [3]:

$$x_{ij} = \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (7)$$

Trong đó:  $x_{ij}$  - Giá trị điểm thứ j thuộc biến thứ i đã chuẩn hóa.

$X_{ij}$  - Giá trị điểm thứ j thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa.

$\max\{X_{ij}\}$  - Giá trị lớn nhất thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa.

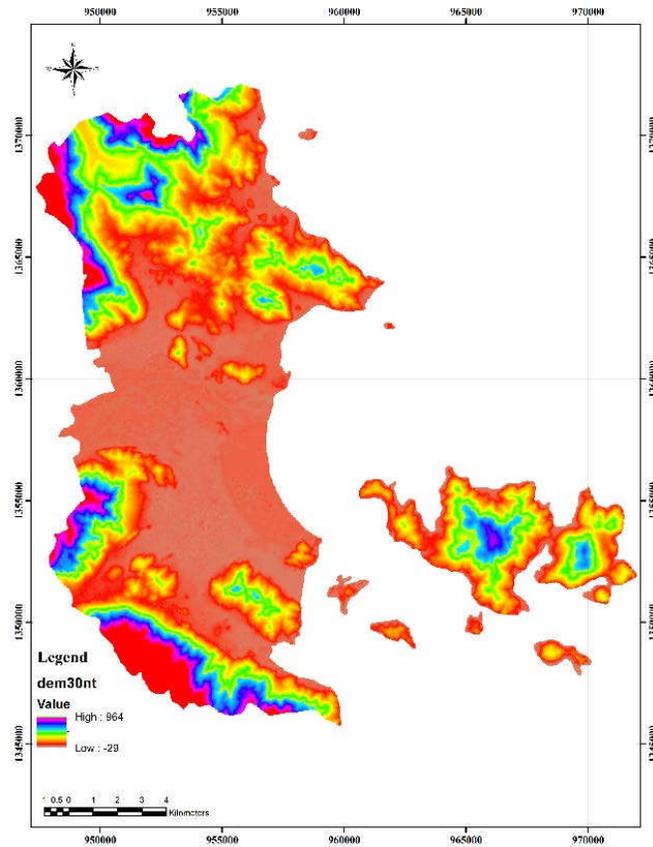
$\min\{X_{ij}\}$  - Giá trị nhỏ nhất thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa.

Từ hai công thức (6) và (7) cho thấy các giá trị chuẩn hóa của các biến thu

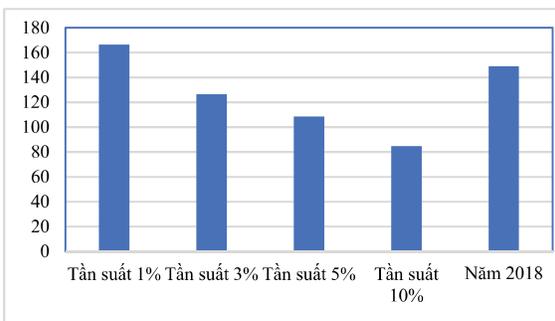
được nằm trong khoảng từ 0 đến 1 và sau bước tính này thiết lập được bộ giá trị các biến được chuẩn hóa.

## 2.2. Xây dựng bản đồ chi tiết chỉ số hiểm họa

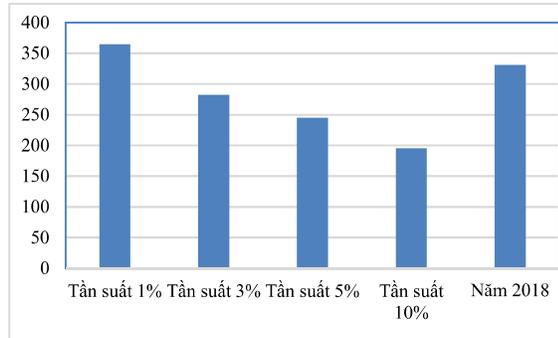
Thành phần hiểm họa được tính toán từ các bản đồ tự nhiên và số liệu mưa. Nguy cơ sạt lở đất phụ thuộc vào độ dốc, địa chất, thổ nhưỡng, thảm phủ thực vật và độ ẩm của đất, trong đó độ dốc được tính từ bản đồ DEM 30 × 30 m, bản đồ địa chất và thổ nhưỡng được mã hóa trên cơ sở đặc tính cơ lý của từng loại trầm tích, bản đồ thảm phủ thực vật được mã hóa dựa trên mức độ che phủ của lá cây theo bảng phân loại của FAO. Đối với độ ẩm đất được chi phối bởi lượng mưa. Do đó, nghiên cứu sử dụng số liệu mưa phân bố để tính toán. Tuy nhiên, số liệu mưa được thu thập tại các trạm là dạng điểm, nên nghiên cứu đã sử dụng phương pháp nghịch đảo khoảng cách (IDW) để nội suy mưa phân bố ở thành phố Nha Trang từ các trạm khí tượng Nha Trang, trạm thủy văn Đồng Trăng và Ninh Hòa, trong đó trạm Nha Trang có ảnh hưởng chủ yếu đến kết quả phân bố mưa. Dữ liệu địa hình, địa chất, thổ nhưỡng và thảm phủ thực vật có sự biến đổi chậm theo thời gian và ít biến đổi theo không gian. Bên cạnh đó, lượng mưa có sự thay đổi rất mạnh và có tác động khá phức tạp. Do đó, lượng mưa sử dụng trong tính toán được phân chia theo các thời đoạn khác nhau bao gồm: Mưa 1 giờ lớn nhất, mưa 6 giờ lớn nhất, mưa 1 ngày lớn nhất và mưa 5 ngày lớn nhất. Từ số liệu mưa quan trắc tại các trạm trên đã tính toán được mưa ứng với các tần suất 1 %, 3 %, 5 %, 10 % và trận mưa lớn nhất năm 2018.



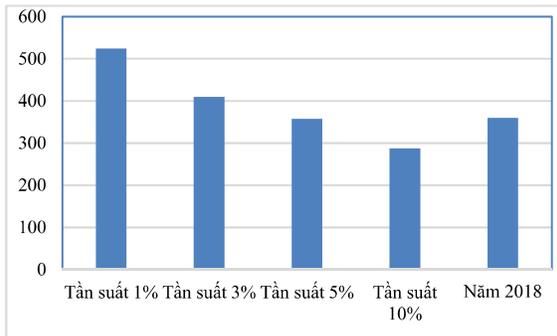
**Hình 1: Bản đồ DEM 30 × 30 m thành phố Nha Trang**



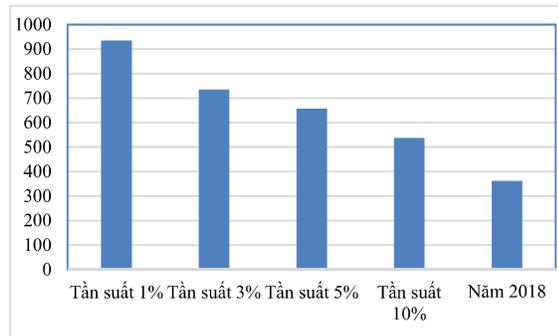
**Hình 2: Lượng mưa 1 giờ lớn nhất trạm Nha Trang**



**Hình 3: Lượng mưa 6 giờ lớn nhất trạm Nha Trang**



**Hình 4: Lượng mưa 1 ngày lớn nhất trạm Nha Trang**



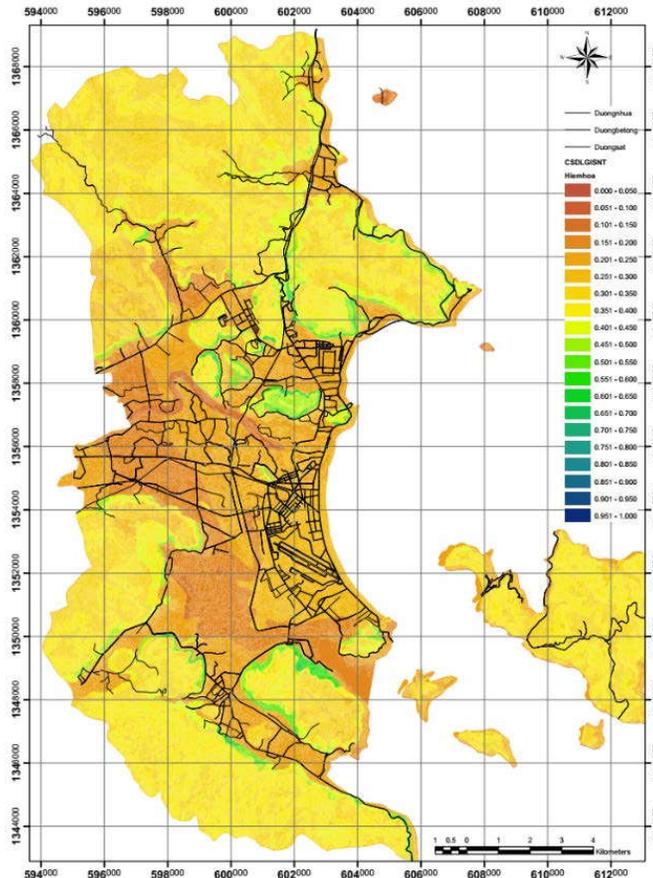
**Hình 5: Lượng mưa 5 ngày lớn nhất trạm Nha Trang**

Áp dụng công thức (5) của AHP, trọng số các thành phần và chỉ số mưa, hiểm họa như sau:

$$[\text{Hiểm họa}] = 0,2 \times [\text{Độ dốc}] + 0,1 \times [\text{Thổ nhưỡng}] + 0,35 \times [\text{Địa chất}] + 0,35 \times [\text{Mưa}]$$

Trong đó, chỉ số mưa được tính như sau:

$$[\text{Mưa}] = 0,1 \times [\text{Mưa 5 ngày}] + 0,3 \times [\text{Mưa 1 ngày}] + 0,4 \times [\text{Mưa 6 giờ}] + 0,2 \times [\text{Mưa 1 giờ}]$$

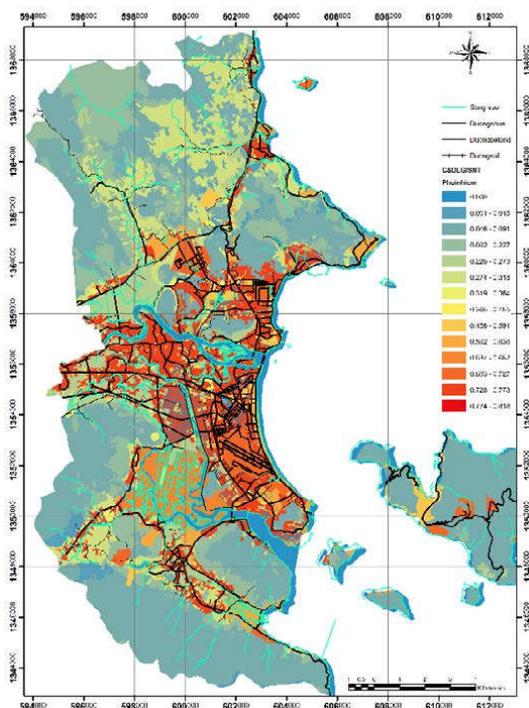


**Hình 6: Bản đồ chỉ số hiểm họa sạt lở do mưa lớn thành phố Nha Trang năm 2018**

**2.3. Xây dựng bản đồ chỉ số phơi bày**

Thành phần phơi bày của rủi ro đặc trưng cho mức độ lộ diện và ảnh hưởng của tài sản, con người trước hiểm họa. Việc xác định đối tượng, khối lượng, giá trị tài sản phục vụ tính toán thành phần phơi bày rất phức tạp và khó khăn do nhiều loại tài sản biến động theo thời gian như

giao thông, hoa màu, hàng hóa. Do giới hạn về dữ liệu điều tra và để đơn giản hóa tính toán, thành phần phơi nhiễm được xác định từ bản đồ sử dụng đất và mã hóa thuộc tính theo mức độ quan trọng, mục đích sử dụng đất. Mức độ quan trọng như sau: (6) Đất an ninh quốc phòng, (5) Đất công cộng, (4) Đất ở và đô thị, (3) Đất nông nghiệp, (2) Đất rừng và cây công nghiệp, (1) Đất trống và sông ngòi [3].



**Hình 7: Bản đồ chỉ số phơi bày ở thành phố Nha Trang**

#### **2.4. Xây dựng bản đồ chỉ số tính dễ bị tổn thương**

Chỉ số dễ bị tổn thương được tính toán từ chỉ số tính nhạy và khả năng chống chịu, các chỉ số thành phần này được tính toán từ số liệu điều tra xã hội học và niên giám thống kê. Số liệu điều tra xã hội học được thực hiện trong đề tài “Phân vùng nguy cơ và lập bản đồ cảnh báo sạt lở đất, đá do mưa ở tỉnh Khánh Hòa”. Trong đó, ở thành phố Nha Trang điều tra ở 11 xã, mỗi xã 8 phiếu cho người dân và 1 phiếu cho cán bộ xã, tổng cộng là 99 phiếu.

Trong các thành phần tính nhạy và khả năng chống chịu còn có nhiều yếu tố. Thành phần tính nhạy gồm các nhóm: (1) Nhóm dân sinh (Snk) với các yếu tố: Dân số (S.nk1), số hộ (S.nk2), số dân bị ngập (S.nk3), tỷ lệ hộ nghèo

(S.nk4), tỷ lệ giới tính (S.nk5), lao động (S.nk6), dân trí (S.nk7); (2) Nhóm sinh kế (Ssk) với các yếu tố: Thu nhập chính (S.sk1), mức sống hộ gia đình (S.sk2), thu nhập bình quân đầu người (S.sk3), thu nhập bình quân hộ gia đình (S.sk4), tỷ lệ công nghiệp (S.sk5), tỷ lệ dịch vụ (S.sk6), tỷ lệ nông nghiệp (S.sk7); (3) Nhóm cơ sở hạ tầng (Scs) với các yếu tố: Nhà ở (S.cs1), thông tin (S.cs2), giao thông (S.cs3), y tế (S.cs4), bác sĩ (S.cs5); (4) Nhóm môi trường (Smt) với các yếu tố: Rừng (S.mt1), nguồn nước (S.mt2), dịch bệnh (S.mt3), môi trường sống (S.mt4). Thành phần khả năng chống chịu gồm các nhóm: (1) Nhóm khả năng ứng phó (Adk) với các yếu tố: Nhu yếu phẩm (A.dk1), phương tiện (A.dk2), khả năng phòng chống (A.dk3), dự báo ngập lụt (A.dk4), công trình phòng chống (A.dk5), công trình công cộng (A.dk6); (2) Nhóm kinh nghiệm phòng chống (Akn) với các yếu tố: Kinh nghiệm phòng chống (A.kn1), khả năng bảo vệ tài sản (A.kn2), biện pháp ứng phó (A.kn3); (3) Nhóm hỗ trợ ứng phó (Aht) với các yếu tố: Tập huấn ứng phó (A.ht1), hỗ trợ cộng đồng (A.ht2), hỗ trợ chính quyền (A.ht3); (4) Nhóm phục hồi sau thiên tai (Akp) với các yếu tố: Sinh hoạt (A.kp1), sản xuất (A.kp2), sức khỏe (A.kp3), môi trường (A.kp4). Trọng số các yếu tố trong thành phần tính nhạy và khả năng chống chịu bằng phương pháp AHP được thể hiện ở Bảng 1 và 2 dưới đây [3, 5, 6]:

**Bảng 1. Trọng số thành phần tính nhạy**

Thành phần	S.nk1	S.nk2	S.nk3	S.nk4	S.nk5	S.nk6	S.nk7
Trọng số	0,09	0,11	0,18	0,19	0,21	0,12	0,1
Thành phần	S.sk1	S.sk2	S.sk3	S.sk4	S.sk5	S.sk6	S.sk7
Trọng số	0,21	0,21	0,18	0,08	0,11	0,11	0,1
Thành phần	S.cs1	S.cs2	S.cs3	S.cs4	S.cs5	S.mt1	S.mt2
Trọng số	0,28	0,16	0,20	0,20	0,16	0,19	0,21
Thành phần	S.mt3	S.mt4	Snk	Ssk	Scs	Smt	
Trọng số	0,31	0,29	0,28	0,29	0,22	0,21	

**Bảng 2. Trọng số thành phần khả năng chống chịu**

Thành phần	A.dk1	A.dk2	A.dk3	A.dk4	A.dk5	A.dk6	A.kn1
Trọng số	0,18	0,09	0,21	0,11	0,20	0,21	0,39
Thành phần	A.kn2	A.kn3	A.ht1	A.ht2	A.ht3	A.kp1	A.kp2
Trọng số	0,29	0,32	0,22	0,30	0,48	0,21	0,30
Thành phần	A.kp3	A.kp4	Adk	Akn	Aht	Akp	
Trọng số	0,29	0,20	0,24	0,26	0,28	0,22	

Áp dụng công thức (2) và phương pháp tính trọng số bằng AHP được công thức tính chỉ số tổn thương, bản đồ chỉ số như sau:

$$[\text{Tổn thương}] = 0,6 \times [\text{Tính nhạy}] + 0,4 \times [\text{Chống chịu}]$$

**2.5. Kiểm tra chỉ số rủi ro**

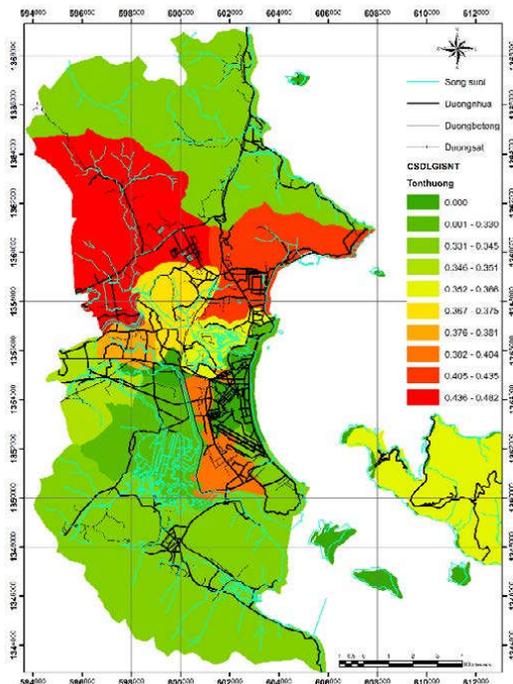
Từ các bản đồ chỉ số hiểm họa, tính dễ bị tổn thương và phơi bày, nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ chỉ số rủi ro theo công thức (2) và trọng số theo phương pháp AHP như sau:

$$[\text{Rủi ro}] = 0,25 \times [\text{Tổn thương}] + 0,35 \times [\text{Hiểm họa}] + 0,4 \times [\text{Phơi bày}]$$

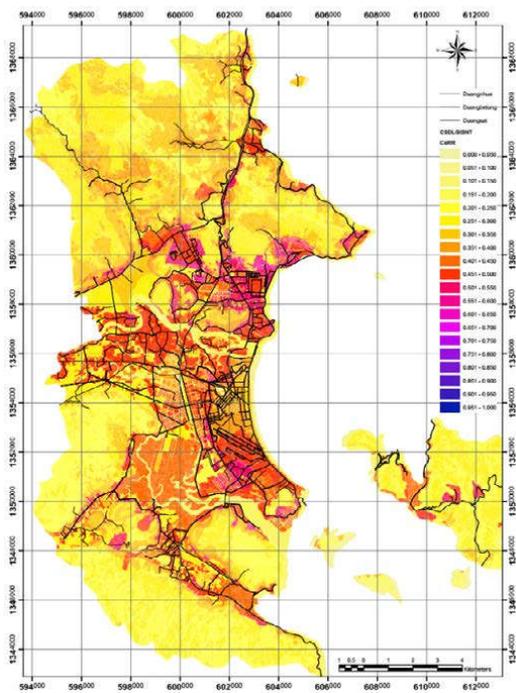
Trọng số các chỉ số thành phần và tổng hợp của rủi ro sau khi tính toán bằng phương pháp AHP được hiệu chỉnh thông qua trận mưa lớn nhất năm 2018. Chỉ số rủi ro sau khi tính toán bằng công thức cộng theo IPCC được trích xuất tại các vị trí đã xảy ra sạt lở năm 2018, sau khi hiệu chỉnh được kết quả như sau:

**Bảng 3. Trích xuất chỉ số rủi ro tại vị trí xảy ra sạt lở năm 2018**

STT	Vị trí	Chỉ số	Thiệt hại
1	Hoàng Phú	0,32 - 0,62	3 người
2	Đường Đệ	0,29 - 0,42	2 người
3	Lâm Tỳ Ni	0,33 - 0,52	2 người
4	Trường Sơn	0,30 - 0,47	1 người
5	Phước Hạ	0,38 - 0,49	4 người
6	Vĩnh Thọ	0,30 - 0,41	2 người



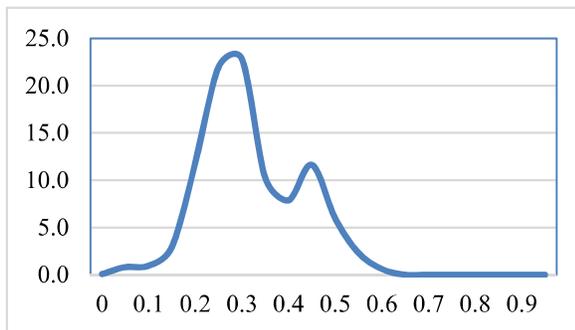
**Hình 8: Bản đồ chỉ số tính dễ bị tổn thương ở thành phố Nha Trang**



**Hình 9: Bản đồ chỉ số rủi ro sạt lở do mưa lớn thành phố Nha Trang năm 2018**

**2.6. Phân cấp độ rủi ro sạt lở thành phố Nha Trang**

Cấp độ rủi ro thiên tai được chia thành 5 cấp theo Quyết định số 18, mỗi cấp có giá trị màu tương ứng như sau: (1) Cấp 1: Màu xanh dương nhạt là rủi ro nhỏ; (2) Cấp 2: Màu vàng nhạt là rủi ro trung bình; (3) Cấp 3: Màu da cam là rủi ro lớn; (4) Cấp 4: Màu đỏ là rủi ro rất lớn; (5) Cấp 5: Màu tím là thảm họa. Bản đồ chi tiết cấp độ rủi ro sạt lở do mưa lớn ở thành phố Nha Trang được xây dựng từ bản đồ chỉ số rủi ro và phân ngưỡng chỉ số bằng hàm phân bố xác suất nhị thức [1] và bộ chỉ số sạt lở đất do mưa của trận mưa lớn nhất năm 2018 dựa trên Quyết định số 18/2021/QĐ-TTg ngày 22 tháng 4 năm 2021 của Thủ tướng Chính phủ (Hình 10).



**Hình 10: Phân bố xác suất nhị thức liên tục**

Chia tần suất lũy tích trên thành 3 phần bằng nhau, phần 1 có tần suất gần 0 % đến 33,33 %, phần 2 có tần suất từ 33,33 % đến 66,67 % và phần 3 có tần suất 66,67 % đến gần 100 %. Giá trị chỉ số rủi ro tổng hợp trong khoảng tần suất từ 33,33 % đến 66,67 % tương đương với cấp độ rủi ro thiên tai cấp 3 theo Quyết định số 18. Trị số chỉ số rủi ro tổng hợp ở tần suất 33,33 % là 0,30, tần suất 66,67 % là 0,45. Chỉ số có tần suất lớn hơn 66,67 % có cấp độ rủi ro do sạt lở ở cấp 3.

Phân cấp độ rủi ro từ chỉ số rủi ro như sau:

- Chỉ số rủi ro: < 0,10 → Không rủi ro
- Chỉ số rủi ro: 0,10 - 0,30 → Cấp 1
- Chỉ số rủi ro: 0,30 - 0,45 → Cấp 2
- Chỉ số rủi ro: > 0,45 → Cấp 3

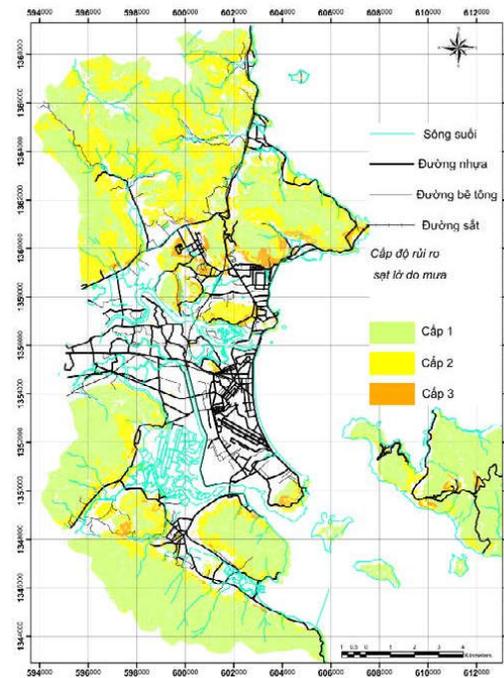
**3. Kết quả chi tiết cấp độ rủi ro do sạt lở do mưa lớn ở thành phố Nha Trang**

Cấp độ rủi ro do sạt lở do mưa lớn ở thành phố Nha Trang có cấp cao nhất là cấp 3 và thấp nhất là cấp 1. Khu vực vùng núi phía Nam thành phố Nha Trang chủ yếu có cấp độ rủi ro cấp 1 bao gồm: Núi Chụt, núi Chín Khúc, núi Hòn Rớ và núi Cù Hin. Ngoài ra, rủi ro cấp 1 còn chủ yếu xảy ra ở các đảo ven bờ. Tuy nhiên, một số vùng sườn núi có dân cư sinh sống nên xuất hiện

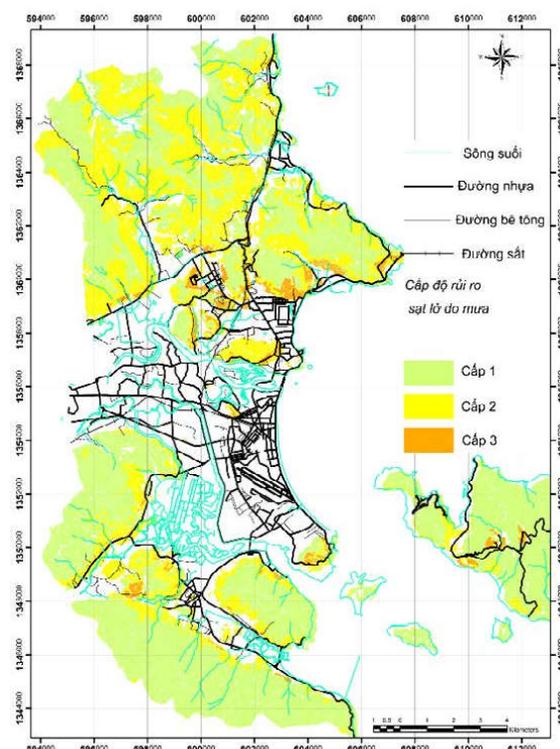
cấp độ rủi ro cấp 2 như khu Đất Lành, ủy ban xã Phước Đồng, Hòn Rớt, khu du lịch Sông Lô. Đặc biệt khu vực chùa Lâm Tì Ni là khu vực có độ dốc lớn, gần suối và địa chất kém nên xuất hiện rủi ro cấp 3. Khu vực phía vùng núi phía Bắc thành phố Nha Trang có cấp độ rủi ro cao hơn; Vùng rủi ro cấp 2 rộng hơn xen kẽ với vùng rủi ro cấp 1. Nguyên nhân là ở khu vực này có thỏ những thuận lợi để sản xuất nông lâm nghiệp nên thâm phủ suy giảm, mức độ phơi bày cao. Ngoài ra, vùng rủi ro cấp 3 cũng rộng hơn do dân cư ở chân núi chủ yếu là thành thị, trong khi đó ở khu vực phía Nam chủ yếu là nông thôn (thuộc xã Phước Đồng). Các phường Vĩnh Hải, Vĩnh Hòa, Vĩnh Phước nằm ở chân núi Sơn, Cô Tiên, Rù Rì có địa chất kém và thâm phủ suy giảm mạnh nên có nguy cơ sạt lở cao cùng với dân sinh kinh tế phát triển nên khu vực này có cấp độ rủi ro cao và phân bố rộng.

Dữ liệu địa hình, địa chất, thâm phủ và dân sinh kinh tế biến đổi chậm theo thời gian nhưng dữ liệu mưa có sự thay đổi rất nhanh, do đó các kịch bản rủi ro được xây dựng theo tần suất mưa. Tần suất mưa 10 %, rủi ro cấp 1 là 10.965 ha, rủi ro cấp 2 là 4.816 ha và rủi ro cấp 3 là 474 ha; tần suất mưa 5 %, rủi ro cấp 1 là 10.663 ha, rủi ro cấp 2 là 5.088 ha và rủi ro cấp 3 là 508 ha; Tần suất mưa 3 %, rủi ro cấp 1 là 9.873 ha, rủi ro cấp 2 là 5.758 ha và rủi ro cấp 3 là 681 ha; Tần suất mưa 1 %, rủi ro cấp 1 là 9.509 ha, rủi ro cấp 2 là 6.085 ha và rủi ro cấp 3 là 748 ha. Lượng mưa tăng dần từ tần suất 10 % đến 1 % đã giảm khu vực có rủi ro cấp 1 và tăng khu vực rủi ro cấp 2 và 3; trong đó, vùng rủi ro cấp 1 giảm mạnh và rủi ro cấp 2 tăng mạnh từ tần suất 10 % lên 5 %, tuy nhiên đến các tần suất 3 % và 1 % mức độ biến đổi này nhỏ hơn. Bản đồ chi

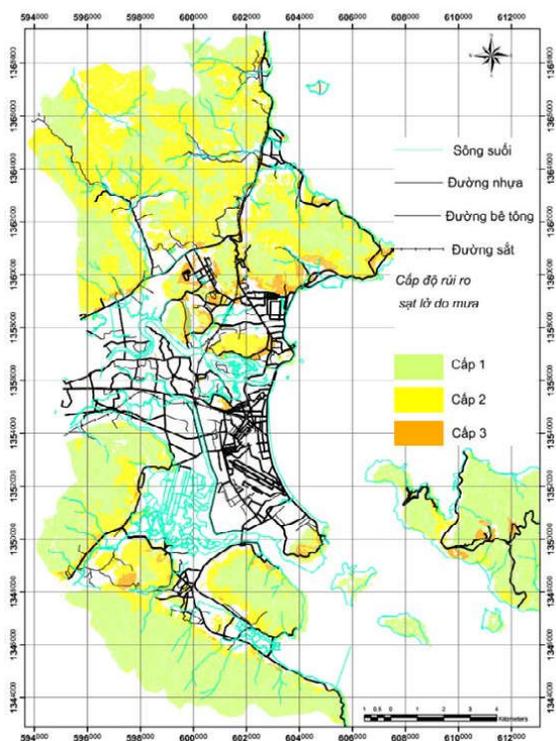
tiết cấp độ rủi ro do sạt lở do mưa lớn theo các tần suất ở thành phố Nha Trang được thể hiện từ các Hình 11 đến 14.



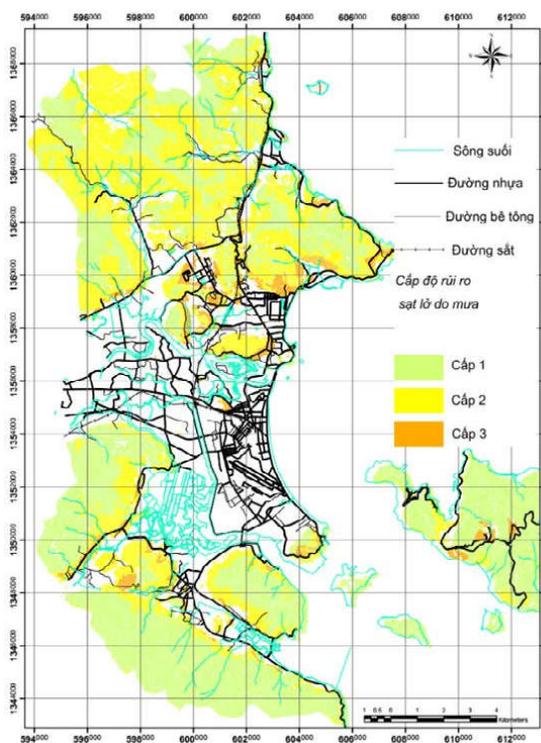
**Hình 11: Bản đồ cấp độ rủi ro do sạt lở với tần suất mưa 10 %**



**Hình 12: Bản đồ cấp độ rủi ro do sạt lở với tần suất mưa 5 %**



**Hình 13: Bản đồ cấp độ rủi ro do sạt lở với tần suất mưa 3 %**



**Hình 14: Bản đồ cấp độ rủi ro do sạt lở với tần suất mưa 1 %**

## 4. Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ chi tiết cấp độ rủi ro do sạt lở theo các tần suất mưa ở thành phố Nha Trang và có thể sử dụng kết hợp với các phương pháp dự báo định lượng mưa để cảnh báo rủi ro phục vụ phòng chống, ứng phó.

Cấp độ rủi ro phụ thuộc chủ yếu vào dữ liệu mưa. Tuy nhiên các trạm đo mưa ở khu vực thành phố Nha Trang khá ít, do đó cần kết hợp với dữ liệu định lượng từ trạm radar Hòn Tre.

Khu vực sạt lở nguy hiểm và cấp độ rủi ro cấp 3 chủ yếu ở chân núi là nơi có độ dốc không lớn nhưng có tác động mạnh của hoạt động kinh tế, xã hội.

Vùng có nguy cơ sạt lở cao chủ yếu ở khu vực chân núi có hoạt động san lấp để xây dựng công trình, do đó để đảm bảo an toàn và giảm cấp độ rủi ro cần quy định mật độ xây dựng phù hợp đồng thời có giải pháp chống sạt lở hiệu quả.

**Lời cảm ơn:** Bài báo xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ từ Đề tài “*Phân vùng nguy cơ và lập bản đồ cảnh báo sạt lở đất, đá do mưa ở tỉnh Khánh Hòa*”. Mã số: ĐT-2021-1710-ĐL.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Thanh Sơn, Trần Ngọc Anh (2003). *Xác suất thống kê trong thủy văn*. Nxb. Đại học Quốc gia Hà Nội.

[2]. Trần Thục (2015). *Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về quản lý rủi ro thiên tai và các hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu*. Nxb. Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam.

[3]. Cán Thu Văn (2015). *Nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt lưu vực sông Vũ Gia - Thu Bồn phục vụ quy hoạch phòng chống thiên tai*. Luận án Tiến sĩ Thủy văn học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc

gia Hà Nội.

[4]. Field, C.B., V.Barros, T.F.Stocker, D.Qin, D.J.Dokken, K.L.Ebi (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

[5]. Saaty, T. (1994). *Fundamentals of decision making and priority theory with the Analytical Hierarchy Process*. Pittsburgh, PA.: RWS Publications.

[6]. Saaty, T. (2001). *Decision making with dependence and feedback the Analytical Network Process*. 2<sup>nd</sup> ed., University of Pittsburg, Pittsburg: RWS Publications.

BBT nhận bài: 24/02/2023; Phản biện xong: 09/3/2023; Chấp nhận đăng: 28/3/2023