

## **ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN TRỌNG SỐ AHP ĐỂ XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ DỄ BỊ TỔN THƯƠNG DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI CÔN ĐẢO**

**Nguyễn Thị Thanh Nga<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Xuân Thắng<sup>2</sup>**

**Tóm tắt:** Bài báo này sẽ trình bày việc xây dựng bộ tiêu chí và áp dụng phương pháp tính toán trọng số AHP để xác định chỉ số DBTT dưới tác động của BĐKH tại Côn Đảo. Chỉ số DBTT được tính toán và tổng hợp từ bộ tiêu chí gồm 3 thành phần: mức độ phơi nhiễm, mức độ nhạy cảm và khả năng thích ứng, tương ứng với 42 chỉ số được lựa chọn. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tính DBTT tại huyện đảo được đánh giá từ rất thấp đến cao. Từ đó, các giải pháp ứng phó được đề xuất như tuyên truyền giáo dục và nâng cao nhận thức; sử dụng hợp lý tài nguyên; tăng cường hiệu lực của luật pháp, chính sách; bảo đảm nguồn lực tài chính; đầu tư xây dựng các công trình giảm thiểu thiệt hại. Bộ tiêu chí có thể được coi là công cụ hữu ích phục vụ công tác quy hoạch, phòng chống thiên tai, giúp các nhà quản lý hoạch định chính sách phát triển KT-XH, hướng tới mục tiêu phát bền vững vùng biển đảo.

**Từ khoá:** Côn Đảo, Biến đổi khí hậu, Chỉ số dễ bị tổn thương DBTT, Phương pháp tính trọng số AHP.

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

#### **1.1 Tổng quan**

Tính dễ bị tổn thương (DBTT) do tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) được đánh giá dựa trên các phân tích đa chiều, cho phép so sánh tính DBTT do BĐKH gây ra giữa các khu vực khác nhau. Khi được xây dựng hoàn chỉnh, tính DBTT trở thành công cụ giúp xác định các thành phần chịu trách nhiệm chính cho tính DBTT của khu vực, được sử dụng như một chỉ số tổng hợp để đánh giá, quản lý và quy hoạch các vấn đề liên quan đến ứng phó với BĐKH, khai thác tài nguyên thiên nhiên, phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường (Trần Quang Vinh, 2016).

Hiện nay trên thế giới có hơn 25 định nghĩa, khái niệm, phương pháp khác nhau để đánh giá tính DBTT và chưa có định nghĩa thống nhất được thừa nhận (Birkmann, 2006; Nguyen et al. 2016).

Tổn thương được cho là khả năng mất cảm của tài nguyên trước những tác động tiêu cực

của tai biến (NOAA, 1999), có liên hệ chặt chẽ đến sinh kế của con người, và được xác định bởi các yếu tố KT-XH, môi trường và làm tăng tính nhạy cảm của cộng đồng trước tác động của tai biến (Cannon, 2000). Tổn thương còn là mức độ thiệt hại của một thành tố hoặc một tập hợp các thành tố trong khu vực bị ảnh hưởng bởi các mối nguy hiểm và các thành tố này có thể gồm một xã hội, một cộng đồng hay một hộ gia đình. Các thành tố này có thể bị phơi nhiễm dưới nhiều dạng tai biến khác nhau như thời tiết bất thường, thiên tai, dịch bệnh, khủng hoảng kinh tế và áp lực môi trường (ISSMGE TC32, 2004).

Tính DBTT xác định đặc điểm của cộng đồng, khu vực về khả năng dự báo, ứng phó, chống chịu, phục hồi từ tác động của tai biến, là hàm của tai biến và biểu thị mức độ có thể bị ảnh hưởng khi tai biến xảy ra (Wisner et al. 2004). Thêm nữa, tính DBTT còn đề cập đến xu hướng các nhân tố của môi trường bị tác động từ bên ngoài, đối lập với nó là khả năng phục hồi và ứng phó lại trước các yếu tố tác động (SOPAC, 2004). Tính DBTT liên quan đến tiềm năng và nguy cơ có thể xảy ra khủng hoảng làm ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe, sự sống, tài

---

<sup>1</sup> Tổng Cục Biển và Hải đảo Việt Nam, Bộ Tài nguyên và Môi trường

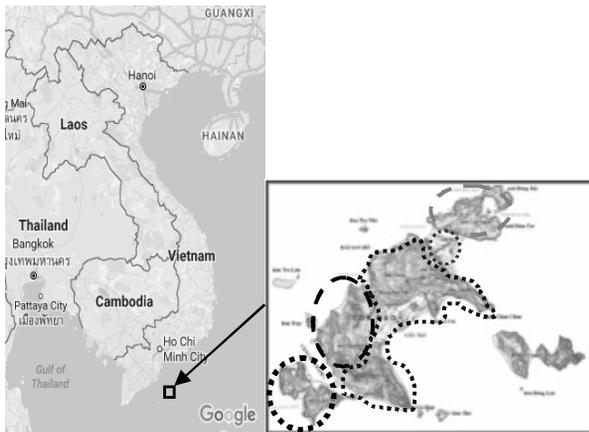
<sup>2</sup> Khoa Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi

sản hay nguồn lực cần thiết phục vụ cho sự sống (Anderson et al. 2011).

Ở Việt Nam hiện có nhiều nghiên cứu về tính DBTT nhưng đa phần tập trung vào đánh giá ngập lụt, xâm nhập mặn, xói lở... (Trần Quang Vinh, 2016; Nguyễn Kim Lợi, 2012; Cán Thu Văn và Nguyễn Thanh Sơn, 2015).

### 1.2 Khu vực nghiên cứu

Côn Đảo có tọa độ trải dài từ 8°34' - 8°49' vĩ độ Bắc và 106°31' - 106°45' kinh độ Đông, cách Vũng Tàu ~ 185km, cách thành phố Hồ Chí Minh ~ 230km và cách cửa sông Hậu, Cần Thơ ~83 km. Côn Đảo là huyện đảo trực thuộc tỉnh Bà Rịa- Vũng Tàu, gồm 16 đảo lớn, nhỏ. Đây cũng là đảo ngoài khơi lớn nhất và có người ở lâu đời duy nhất ở vùng biển Đông Nam nước ta (xem Hình 1).



Hình 1. Vị trí vùng nghiên cứu (nguồn Google Earth)

Nằm trọn trong vành đai nhiệt đới gió mùa và chịu ảnh hưởng của khí hậu đại dương, nhiệt độ quanh năm tại đảo tương đối ổn định, trung bình là 27,1<sup>0</sup>C. Độ ẩm cao (đạt 80,8%) và ít có sự biến động giữa các tháng. Lượng mưa bình quân năm là 1.970mm và phân hóa theo mùa rõ rệt. Với 2/3 diện tích là đồi núi, không có sông suối dài và lớn nên dòng chảy trên đảo phụ thuộc nhiều vào các trận mưa. Ngoài ra, do có thảm phủ thực vật rừng được bảo tồn tốt, dòng chảy trong các sông suối tại đây thường chỉ bị cạn vào cuối mùa khô đầu mùa mưa. Theo ghi nhận, Côn Đảo ít xảy ra những hiện tượng khí

hậu cực đoan như gió nóng, sương muối, sương mù, lũ lụt... song lại thường xuyên chịu tác động của bão, áp thấp nhiệt đới dẫn đến nguy cơ sạt lở đất ở nhiều khu vực.

## 2. CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Xây dựng bộ chỉ số để bị tổn thương (VI)

Theo quan điểm của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi khí hậu IPCC, chỉ số DBTT (VI) là hàm của mức độ phơi nhiễm (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC), với VI=f(E, S, AC) (IPCC, 2007).

Khu vực hay hệ thống được xem là có (VI) cao với mỗi nguy cơ nào đó khi (E) của nó với mỗi nguy cơ lớn (có nghĩa là nó tiếp xúc hay bị tác động lớn bởi mỗi nguy cơ). Thêm vào đó, (VI) cũng tỷ lệ thuận với (S) của khu vực hay hệ thống đó trước nguy cơ (có nghĩa là (S) càng cao thì (VI) càng lớn) (Trần Duy Hiền, 2016). Do vậy, (VI) có khả năng sẽ lớn khi có sự kết hợp giữa (E) cao, (S) lớn (khả năng tác động lớn) và (AC) của hệ thống với mỗi nguy cơ thấp. Trái lại, (VI) có khả năng sẽ thấp nếu khả năng tác động thấp và (AC) của hệ thống với mỗi nguy cơ cao. Do chưa tính toán đưa hàm toán học (VI) thống nhất nên việc áp dụng các khái niệm này có thể được hiểu theo nhiều cách khác nhau. Việc đánh giá (AC) của hệ thống với mỗi nguy cơ là rất quan trọng (Trần Duy Hiền, 2016).

Nghiên cứu này sử dụng công thức hàm tổng quát theo IPCC (2007) để xác định chỉ số của các môi nguy cơ trên. Cụ thể:

$$VI_i = (E_i * W_E + S_i * W_S) - AC_i * W_{AC} \quad (1)$$

Trong đó:

VI<sub>i</sub>: chỉ số DBTT dưới tác động của BĐKH vùng i;

E<sub>i</sub>: giá trị mức độ phơi nhiễm vùng i;

S<sub>i</sub>: giá trị mức độ nhạy cảm vùng i;

AC<sub>i</sub>: giá trị khả năng thích ứng vùng i;

W<sub>E</sub>: trọng số của mức độ phơi nhiễm;

W<sub>S</sub>: trọng số của mức độ nhạy cảm;

W<sub>AC</sub>: trọng số của khả năng thích ứng.

Việc xây dựng bộ tiêu chí xác định (VI) cho khu vực nghiên cứu gồm 5 bước:

1. Lựa chọn vùng;
2. Thiết lập các thành phần/chỉ số;

3. Chuẩn hóa các chỉ số đánh giá;

4. Xác định trọng số tổn thương cho các chỉ số theo so sánh thứ bậc AHP;

5. Tính toán giá trị (VI).

Dựa vào sự tương đồng về đặc điểm tự nhiên và phân bố dân cư với các hoạt động phát triển KT- XH, khu vực nghiên cứu được chia thành 05 vùng/ khu vực (xem Hình 1) để đánh giá (VI), cụ thể:

- KV 1/KV<sub>ĐầmTre</sub>: gồm mũi Đông Bắc, núi Đầm Dơi, núi ông Cường, núi Con Ngựa, mũi Đầm Tre;

- KV 2/KV<sub>Cỏ Ống</sub>: Toàn bộ khu vực sân bay Cỏ Ống;

- KV 3/KV<sub>VQG</sub>: Khu vực Vườn Quốc gia Côn Đảo từ ranh giới với sân bay Cỏ Ống đến mũi Cá Mập, gồm: mũi Chim Chim, núi Tàu Bể, núi Chúa, mũi Lò Vôi, hang Đức Mẹ, núi Thánh Giá và mũi Cá Mập;

- KV 4/KV<sub>Côn Sơn</sub>: Toàn bộ Trung tâm Côn Sơn;

- KV 5/KV<sub>Bến Đầm</sub>: Khu vực cảng Bến Đầm.

Để thiết lập bộ tiêu chí xác định (VI) dưới tác động của BĐKH cần phải tập hợp những dữ kiện đặc trưng cho khu vực có thể tiếp cận được về điều kiện tự nhiên, KT-XH và môi trường liên quan đến BĐKH. Các phản ứng của khu vực nhiều khi là thể hiện đơn lẻ lên từng chỉ số nhưng có khi lại thể hiện lên nhiều chỉ số. Các yếu tố ảnh hưởng sẽ được lựa chọn xếp vào chỉ số này hay chỉ số kia theo so sánh thứ bậc sau khi có sự tham vấn, hỗ trợ của chuyên gia.

Mức độ phơi nhiễm (E) phản ánh tính chất, quy mô, cường độ của các tai biến do BĐKH, và là mối đe dọa trực tiếp đến hệ thống. 04 chỉ

số cấp I: bão, áp thấp nhiệt đới, nước biển dâng, lũ lụt, sạt và đổ lở đất sẽ đặc trưng cho (E) (IMHEN, 2011); và được xác định từ việc thu thập các tài liệu, kế thừa kết quả của đề tài, dự án tại vùng nghiên cứu (CPIM, 2015; MONRE, 2016; VISI, 2015; JMA, 2016).

Mức độ nhạy cảm (S) được xác định từ các tính chất về KT-XH và môi trường, và chúng sẽ phản ứng ra sao trước tai biến BĐKH? Nhân tố con người và tình hình sử dụng đất là 02 chỉ số cấp I quan trọng, tương ứng với 11 chỉ số cấp II được xét đến để đánh giá (S) cho khu vực nghiên cứu; và các chỉ số tương ứng cấp I, II này lần lượt được xác định từ số liệu niên giám thống kê, dữ liệu hiện trạng sử dụng đất, phiếu điều tra xã hội học tại Côn Đảo (VISI, 2015; Niên giám thống kê BRVT, 2013; UBND huyện Côn Đảo, 2014; TT điều tra, đánh giá TNĐ, 2015).

Khả năng thích ứng (AC) phản ánh sức kháng cự của người dân, cộng đồng, chính quyền và hệ thống tự nhiên trước tai biến BĐKH. 04 chỉ số cấp I gồm: điều kiện thích ứng, kinh nghiệm ứng phó, sự hỗ trợ từ bên ngoài và khả năng tự phục hồi, tương ứng với 27 chỉ số cấp II, III được lựa chọn để đánh giá (AC) và được xác định từ số liệu trong niên giám thống kê, thông tin điều tra xã hội học tại huyện đảo.

Cuối cùng, kết quả tổng hợp so sánh thứ bậc từ bộ tiêu chí gồm 42 chỉ số cấp I, II, và III được lựa chọn, với 3 thành phần, gồm: mức độ phơi nhiễm (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC) sẽ xác định (VI) tại đảo (tham khảo tại Bảng 1).

**Bảng 1. Chỉ số, thành phần đánh giá tính DBTT cho 05 khu vực nghiên cứu**

Thành phần	Chỉ số cấp I so với TP chính {10}	Chỉ số cấp II so với chỉ số cấp I t.ư {24}	Chỉ số cấp III so với chỉ số cấp II tương ứng {17}	Nguồn
<b>ĐỘ PHƠI NHIỄM (Exposure: E) {4}/ VI</b>	Tỷ lệ % ảnh hưởng của bão & áp thấp nhiệt đới (E <sub>1</sub> )/E			(CPIM, 2015; IMHEN, 2011; MONRE, 2016; VISI, 2015; JMA, 2016)
	% ảnh hưởng của nước biển dâng (E <sub>2</sub> )/E			
	% ảnh hưởng của lũ lụt (E <sub>3</sub> )/E			
	% ảnh hưởng của sạt lở, đổ lở đất (E <sub>4</sub> )/E			

Thành phần	Chỉ số cấp I so với TP chính {10}	Chỉ số cấp II so với chỉ số cấp I t.ư {24}	Chỉ số cấp III so với chỉ số cấp II tương ứng {17}	Nguồn
<b>ĐỘ NHẠY CẢM</b> (Sensitivity: S) {11}/ VI	Nhân tố con người ( $S_n$ ) {5}/ S	Tỷ lệ % dân cư ( $S_{n1}$ )/ $S_n$		(VISI, 2015; Niên giám thống kê BRVT, 2013; UBND huyện Côn Đảo, 2014)
		% hộ nghèo ( $S_{n2}$ )/ $S_n$		
		% giới tính nữ ( $S_{n3}$ )/ $S_n$		
		% công trình dân sinh bị ảnh hưởng ( $S_{n4}$ )/ $S_n$		
		% dân trí ( $S_{n5}$ )/ $S_n$		
	Tình hình sử dụng đất ( $S_d$ ) {6}/ S	Diện tích (ha) đất an ninh quốc phòng ( $S_{d1}$ )/ $S_d$		(TT điều tra, đánh giá TND, 2015)
		Diện tích (ha) đất công cộng ( $S_{d2}$ )/ $S_d$		
		Diện tích (ha) đất ở- đô thị ( $S_{d3}$ )/ $S_d$		
		Diện tích (ha) đất nông nghiệp ( $S_{d4}$ )/ $S_d$		
		Diện tích (ha) đất trồng rừng & cây công nghiệp ( $S_{d5}$ )/ $S_d$		
		Diện tích (ha) đất chưa sử dụng ( $S_{d6}$ )/ $S_d$		
	<b>KHẢ NĂNG THÍCH ỨNG</b> (Adaptive Capacity: AC) {27}/ VI	Điều kiện thích ứng ( $AC_{ur}$ ) {17}/ AC	Kinh tế xã hội ( $AC_{kt}$ ) {7}/ $AC_{ur}$	Thu nhập chính (triệu đồng/năm) ( $AC_{kt1}$ )/ $AC_{kt}$
Mức sống hộ gia đình (triệu đồng/năm) ( $AC_{kt2}$ )/ $AC_{kt}$				
Thu nhập bình quân đầu người (triệu đồng/năm) ( $AC_{kt3}$ )/ $AC_{kt}$				
Nghề nghiệp chính (nông nghiệp, công nghiệp, du lịch và dịch vụ) của hộ gia đình ( $AC_{kt4}$ )/ $AC_{kt}$				
Tỷ lệ % ngành công nghiệp ( $AC_{kt5}$ )/ $AC_{kt}$				
% ngành du lịch và dịch vụ ( $AC_{kt6}$ )/ $AC_{kt}$				
% ngành nông nghiệp ( $AC_{kt7}$ )/ $AC_{kt}$				
Cơ sở hạ tầng ( $AC_{ht}$ ) {6}/ $AC_{ur}$		Tỷ lệ % nhà cửa có khả năng chống chịu tác động của BĐKH ( $AC_{ht1}$ )/ $AC_{ht}$		
		% hệ thống thông tin liên lạc ( $AC_{ht2}$ )/ $AC_{ht}$		
		% các con đường được rải nhựa & bê tông ( $AC_{ht3}$ )/ $AC_{ht}$		
		% người dân được sử dụng điện lưới quốc gia ( $AC_{ht4}$ )/ $AC_{ht}$		
		% các nhà trẻ, trường mẫu giáo, trường tiểu học, trung học cơ sở & trung học phổ thông đáp ứng các tiêu chuẩn quốc gia ( $AC_{ht5}$ )/ $AC_{ht}$		
		% các trạm y tế xã đáp ứng tiêu chuẩn quốc gia ( $AC_{ht6}$ )/ $AC_{ht}$		

Thành phần	Chỉ số cấp I so với TP chính {10}	Chỉ số cấp II so với chỉ số cấp I t.u {24}	Chỉ số cấp III so với chỉ số cấp II tương ứng {17}	Nguồn	
		Môi trường ( $AC_{m1}$ ) {4}/ $AC_{ur}$	Tỷ lệ % các hộ gia đình được cung cấp nước sạch đáp ứng tiêu chuẩn quốc gia ( $AC_{m1}$ )/ $AC_{m1}$		
			% dịch bệnh ( $AC_{m2}$ )/ $AC_{m1}$		
			% chất thải được thu gom xử lý ( $AC_{m3}$ )/ $AC_{m1}$		
			Chất lượng môi trường sống (tốt/xấu) ( $AC_{m4}$ )/ $AC_{m1}$		
	Kinh nghiệm ứng phó $AC_{kn}$ {3}/ AC	Kinh nghiệm phòng chống các tai biến do BĐKH (có/không) ( $AC_{kn1}$ )/ $AC_{kn}$			
		Khả năng bảo vệ tài sản (có/không) ( $AC_{kn2}$ )/ $AC_{kn}$			
		Khả năng áp dụng các biện pháp phòng tránh các tai biến do BĐKH (có/không) ( $AC_{kn3}$ )/ $AC_{kn}$			
	Sự hỗ trợ từ bên ngoài $AC_{ht}$ {3}/ AC	Chính quyền tổ chức tập huấn (có/không) ( $AC_{ht1}$ )/ $AC_{ht}$			
		Hỗ trợ của cộng đồng (có/không) ( $AC_{ht2}$ )/ $AC_{ht}$			
		Hỗ trợ của chính quyền (có/không) ( $AC_{ht3}$ )/ $AC_{ht}$			
	Khả năng tự phục hồi $AC_{ph}$ {4}/ AC	Tỷ lệ % khôi phục sinh hoạt ( $AC_{ph1}$ )/ $AC_{ph}$			
		% khôi phục sản xuất ( $AC_{ph2}$ )/ $AC_{ph}$			
		% khôi phục sức khỏe ( $AC_{ph3}$ )/ $AC_{ph}$			
		% khôi phục môi trường sống ( $AC_{ph4}$ )/ $AC_{ph}$			

**CHỈ SỐ DBTT (Vulnerability index: VI): {42}**

Do các chỉ số, thành phần được lựa chọn để xác định (VI) theo IPCC (2007) cho khu vực nghiên cứu có thứ nguyên khác nhau nên cần phải tiến hành chuẩn hóa. Phương pháp đánh giá chỉ số phát triển con người (HDI) của UNDP (2004) được sử dụng để chuẩn hóa dữ liệu, bằng việc xem xét các mối quan hệ thuận– nghịch giữa các chỉ số, thành phần phụ thuộc khi xác định (VI).

Hàm quan hệ thuận, nghịch và việc chuẩn hóa các chỉ số, thành phần được biểu diễn bằng công thức (2) và (3) tương ứng:

$$x_{ij} = \frac{\text{Max}_i (x_{ij}) - x_{ij}}{\text{Max}_i (x_{ij}) - \text{Min}_i (x_{ij})} \quad (2)$$

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \text{Min}_i (x_{ij})}{\text{Max}_i (x_{ij}) - \text{Min}_i (x_{ij})} \quad (3)$$

Trong đó:

$x_{ij}$ : giá trị điểm thứ  $j$  thuộc chỉ số thứ  $i$  đã chuẩn hóa;

$X_{ij}$ : giá trị điểm thứ  $j$  thuộc chỉ số thứ  $i$  chưa chuẩn hóa;

$\text{Max}_i (x_{ij})$ : giá trị lớn nhất thuộc chỉ số thứ  $i$  chưa chuẩn hóa;

$\text{Min}_i (x_{ij})$ : giá trị nhỏ nhất thuộc chỉ số thứ  $i$  chưa chuẩn hóa;

Các chỉ số, thành phần sẽ được chuẩn hóa theo công thức (2) hoặc (3). Các giá trị chuẩn hóa đều nằm trong khoảng giá trị từ 0 đến 1.

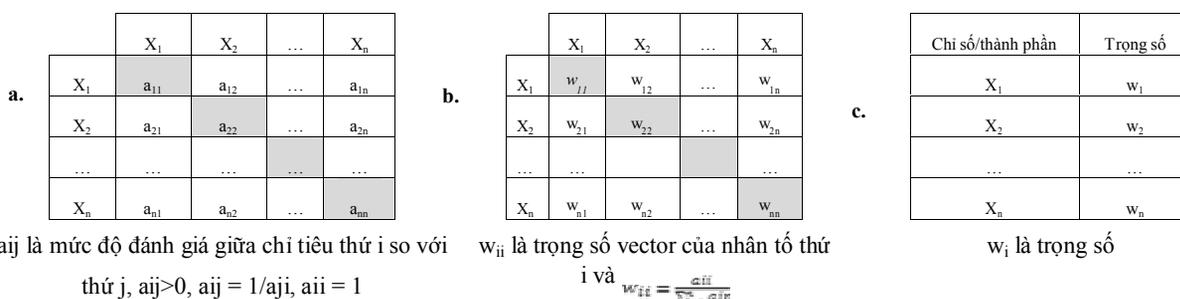
## 2.2. Phương pháp phân tích hệ thống phân cấp (AHP)

Phương pháp AHP được Thomas L.Saaty đề xuất vào những năm 1970 và tiếp tục được nghiên cứu mở rộng, áp dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực (Saaty, 1980; 1987; 2008; Saaty & Vargas, 2001; Nguyễn Kim Lợi, 2012; Cấn Thu Văn & Nguyễn Thanh Sơn, 2015).

Tỉ số so sánh cặp được dựa trên hệ thống thang 9 điểm của Saaty (với điểm 1: yếu tố rất ít quan trọng so với mục tiêu; điểm 3: yếu tố ít quan trọng; điểm 5: yếu tố quan trọng trung bình; điểm 7: yếu tố quan trọng; điểm 9: yếu tố rất quan trọng; và các điểm số chẵn, 2, 4, 6, và 8 được sử dụng khi thỏa hiệp là cần thiết so

với các số lẻ) (Saaty, 1980).

Trong thuật toán AHP so sánh thứ bậc sẽ được xây dựng, bằng việc sắp xếp 42 chỉ số trong bộ tiêu chí xác định (VI), với cấp 1 gồm 10 chỉ số, cấp 2 gồm 24 chỉ số và cấp 3 gồm 17 chỉ số (xem *Bảng 1*), tạo tiền đề cho quá trình so sánh cặp giữa các chỉ số tương ứng đồng cấp (xem *Hình 2a*). Sau quá trình cho điểm so sánh cặp, trọng số vector của các chỉ số sẽ được xác định (xem *Hình 2b*). Tiếp theo, trị số trung bình của trọng số vector sẽ được tính toán để xác định các trọng số của các chỉ số, thành phần (xem *Hình 2c*). Cuối cùng, tổng hợp, tính toán xác định giá trị (VI) từ 03 thành phần (E), (S) và (AC) cho từng khu vực nghiên cứu và cho huyện đảo.



Hình 2. Các ma trận trong AHP: a. Ma trận ý kiến chuyên gia; b. Ma trận trọng số vector và c. Ma trận trọng số trung bình

Để ma trận trọng số đạt độ tin cậy, ta cần phải tính tỉ lệ nhất quán (CR: Consistency Ratio), được biểu diễn tại (4):

$$CR = CI / RI \quad (4)$$

Trong đó:

Chỉ số nhất quán (CI: Consistency Index);

Chỉ số ngẫu nhiên (RI: Random Index) và được xác định tại *Bảng 2*.

**Bảng 2. Bảng chỉ số ngẫu nhiên RI (Saaty, 1980)**

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Các trọng số của các chỉ số, thành phần chỉ đạt độ tin cậy khi tỷ lệ nhất quán  $CR < 0,1$ .

Chỉ số nhất quán CI được trình bày tại (5):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

Trong đó:

$n$ : số chiều của ma trận so sánh;

$\lambda_{\max}$ : giá trị vector nhất quán lớn nhất của ma trận so sánh cặp;

Và  $\lambda_{\max}$  được xác định tại (6):

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left( \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot w_j}{w_i} \right) \quad (6)$$

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Đánh giá chỉ số dễ bị tổn thương do BĐKH cho Côn Đảo

Qua trao đổi ý kiến của 07 chuyên gia đến từ các lĩnh vực biển và hải đảo, biến đổi khí hậu và môi trường, tham khảo kết quả của đề tài, báo cáo khoa học liên quan và các số liệu thu thập được cho khu vực nghiên cứu, sử dụng hàm quan hệ thuận nghịch (theo công thức 2 và 3), các yếu tố xác định mức độ phơi nhiễm (E) sẽ được chuẩn hóa.

**Bảng 3. Tỷ lệ % ảnh hưởng và sự chuẩn hóa của các yếu tố xác định (E) tại Côn Đảo**

Ký hiệu	Đơn vị	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5		Ký hiệu	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
E <sub>1</sub>	% ảnh hưởng	27	64	38	68	56	→	E1	0,00	0,9	0,26	1,00	0,7
E <sub>2</sub>		10	72	8	74	46		E2	0,03	0,96	0,00	1,00	0,57
E <sub>3</sub>		8	48	6	50	36		E3	0,04	0,95	0,00	1,00	0,68
E <sub>4</sub>		24	36	62	54	11		E4	0,25	0,49	1,00	0,84	0,00

Tiếp theo, các ma trận ý kiến chuyên gia, ma trận trọng số vector và ma trận trọng số trung bình lần lượt được thiết lập để từ đó tính toán, tổng hợp trọng số theo AHP của các chỉ số,

thành phần xác định mức độ phơi nhiễm (E) tương ứng cho 05 khu vực tại Côn Đảo. *Bảng 4* trình bày các ma trận được thiết lập để tính toán trọng số theo AHP cho (E).

**Bảng 4. Các ma trận được thiết lập để xác định (E) tại Côn Đảo**

Ký hiệu	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>		Ký hiệu	E1	E2	E3	E4	w <sub>i</sub>		Thông số	Giá trị
E <sub>1</sub>	1	1	5	3	→	E1	0,395	0,395	0,357	0,409	0,389	→	λ <sub>max</sub>	4,044
E <sub>2</sub>	1	1	5	3		E2	0,395	0,395	0,357	0,409	0,389		n	4
E <sub>3</sub>	1/5	1/5	1	1/3		E3	0,079	0,079	0,071	0,045	0,069		RI	0,90
E <sub>4</sub>	1/3	1/3	3	1		E4	0,132	0,132	0,214	0,136	0,153		CI	0,015
Σa <sub>m</sub>	2,533	2,533	14,000	7,333			1,000	1,000	1,000	1,000			CR= CI/ RI	0,016

Tính toán tương tự cho các chỉ số, thành phần (S), (AC), *Bảng 5* tổng hợp giá trị trọng số theo AHP của các chỉ số, thành phần theo thứ

cấp trong đánh giá VI tại 05 khu vực ở Côn Đảo (Nguyễn Thị Thanh Nga, 2018).

**Bảng 5. Giá trị trọng số theo AHP của các chỉ số, thành phần theo thứ cấp trong đánh giá VI tại 05 khu vực nghiên cứu ở Côn Đảo**

Thành phần	Chỉ số cấp I	Chỉ số cấp II	Chỉ số cấp III	KV <sub>Đầm Trè</sub>	KV <sub>Cổ Ong</sub>	KV <sub>VQG</sub>	KV <sub>Côn Sơn</sub>	KV <sub>Bến Đầm</sub>
(0,23) E	(0,389) E <sub>1</sub>			0,00	0,90	0,26	1,00	0,70
	(0,389) E <sub>2</sub>			0,03	0,96	0,00	1,00	0,57
	(0,069) E <sub>3</sub>			0,04	0,95	0,00	1,00	0,68
	(0,153) E <sub>4</sub>			0,25	0,49	1,00	0,84	0,00
	$E = 0,389 * E_1 + 0,389 * E_2 + 0,069 * E_3 + 0,153 * E_4$ , (với CR = 0,016 < 0,1)				0,05	0,86	0,25	0,97
(0,65) S	(0,33) S <sub>n</sub>	(0,105) S <sub>n1</sub>		0,00	0,33	0,00	1,00	0,18
		(0,105) S <sub>n2</sub>		0,00	0,66	0,00	1,00	0,00
		(0,047) S <sub>n3</sub>		0,00	0,87	0,00	1,00	0,77
		(0,245) S <sub>n4</sub>		0,00	0,60	0,07	1,00	0,50
		(0,497) S <sub>n5</sub>		0,00	1,00	0,00	0,97	0,95
	$S_n = 0,105 * S_{n1} + 0,105 * S_{n2} + 0,047 * S_{n3} + 0,245 * S_{n4} + 0,497 * S_{n5}$ , với CR = 0,028 < 0,1				0,00	0,79	0,017	0,98
(0,67) S <sub>d</sub>	(0,113) S <sub>d1</sub>	(0,113) S <sub>d1</sub>		0,00	0,22	1,00	0,50	0,27
		(0,113) S <sub>d2</sub>		0,00	0,95	0,00	1,00	0,46
		(0,238) S <sub>d3</sub>		0,00	0,35	0,00	1,00	0,17
		(0,452) S <sub>d4</sub>		0,00	0,36	0,00	1,00	0,00

Thành phần	Chỉ số cấp I	Chỉ số cấp II	Chỉ số cấp III	KV <sub>DầmTrụ</sub>	KV <sub>Cột</sub>	KV <sub>VOG</sub>	KV <sub>CônSơn</sub>	KV <sub>Bêntấm</sub>	
		(0,054) S <sub>d5</sub>		0,13	0,00	1,00	0,06	0,02	
		(0,029) S <sub>d6</sub>		0,86	0,045	1,00	0,57	0,00	
	S <sub>d</sub> = 0,113*S <sub>d1</sub> + 0,113*S <sub>d2</sub> + 0,238*S <sub>d3</sub> + 0,452*S <sub>d4</sub> + 0,054*S <sub>d5</sub> + 0,029*S <sub>d6</sub> , với CR = 0,042 < 0,1 (9)			<b>0,03</b>	<b>0,38</b>	<b>0,20</b>	<b>0,88</b>	<b>0,13</b>	
	<b>S = 0,33*S<sub>n</sub> + 0,67*S<sub>d</sub></b> (10)			<b>0,02</b>	<b>0,52</b>	<b>0,14</b>	<b>0,91</b>	<b>0,30</b>	
<b>(0,12) AC</b>	(0,539) AC <sub>kt</sub>	(0,12) AC <sub>kt1</sub>		0,00	0,83	0,00	0,89	1,00	
		(0,16) AC <sub>kt2</sub>		0,00	0,85	0,00	1,00	0,77	
		(0,362) AC <sub>kt3</sub>		0,00	0,66	0,00	1,00	0,87	
		(0,203) AC <sub>kt4</sub>		0,00	1,00	0,00	1,00	0,67	
		(0,068) AC <sub>kt5</sub>		0,00	0,68	0,00	0,82	1,00	
		(0,039) AC <sub>kt6</sub>		0,00	0,88	0,00	1,00	0,84	
		(0,048) AC <sub>kt7</sub>		1,00	0,21	1,00	0,00	1,00	
	CR=0,029								
	(0,297) AC <sub>ht</sub>	(0,429) AC <sub>ht1</sub>		0,00	0,99	0,00	1,00	1,00	
		(0,257) AC <sub>ht2</sub>		0,08	1,00	0,00	1,00	0,85	
		(0,115) AC <sub>ht3</sub>		0,60	1,00	0,00	1,00	1,00	
		(0,115) AC <sub>ht4</sub>		0,24	1,00	0,00	1,00	1,00	
		(0,055) AC <sub>ht5</sub>		0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	
		(0,029) AC <sub>ht6</sub>		0,00	0,50	0,00	1,00	0,43	
	CR = 0,034								
	(0,164) AC <sub>mt</sub>	(0,121) AC <sub>mt1</sub>		0,00	0,46	0,38	1,00	0,85	
		(0,523) AC <sub>mt2</sub>		1,00	0,06	1,00	0,24	1,00	
		(0,057) AC <sub>mt3</sub>		0,00	0,78	0,35	1,00	0,86	
		(0,299) AC <sub>mt4</sub>		0,70	0,20	1,00	0,00	0,15	
	CR = 0,02								
	(0,306) AC <sub>kn</sub>	(0,230) AC <sub>kn1</sub>		1,00	0,25	1,00	0,167	0,00	
		(0,122) AC <sub>kn2</sub>		0,00	0,57	0,143	1,00	0,71	
		(0,648) AC <sub>kn3</sub>		0,50	0,75	0,00	1,00	0,125	
	CR = 0,004								
	(0,125) AC <sub>ht</sub>	(0,333) AC <sub>ht1</sub>		0,00	0,92	0,15	1,00	1,00	
		(0,570) AC <sub>ht2</sub>		0,79	0,21	1,00	0,07	0,00	
		(0,097) AC <sub>ht3</sub>		0,00	0,12	0,25	1,00	0,12	
CR = 0,026									
(0,078) AC <sub>kp</sub>	(0,477) AC <sub>kp1</sub>		0,95	0,10	1,00	0,30	0,00		
	(0,297) AC <sub>kp2</sub>		0,93	0,00	1,00	0,40	0,22		
	(0,140) AC <sub>kp3</sub>		0,62	0,00	0,50	1,00	0,37		
	(0,087) AC <sub>kp4</sub>		0,89	0,00	1,00	0,33	0,15		
CR = 0,023									
<b>AC = 0,492 * AC<sub>tr</sub> + 0,306 * AC<sub>kn</sub> + 0,125 * AC<sub>ht</sub> + 0,078 * AC<sub>kp</sub></b> (với CR = 0,02) (11)				<b>0,008</b>	<b>0,16</b>	<b>0,31</b>	<b>0,28</b>	<b>0,24</b>	
<b>V</b>	<b>V<sub>i</sub> = W<sub>E</sub> * E<sub>i</sub> + W<sub>S</sub> * S<sub>i</sub> - W<sub>AC</sub> * AC<sub>i</sub></b> (với CR = 0,05) (1)			<b>0,023</b>	<b>0,49</b>	<b>0,12</b>	<b>0,77</b>	<b>0,26</b>	

### 3.2. Nhận xét

Với đánh giá tại các Bảng 3, 4 và 5, Côn Đảo nhìn chung đang phải hứng chịu những tác động tương đối rõ nét của BĐKH. Cụ thể, (E) (0,05-0,97) và (S) (0,02-0,91) ở mức rất thấp đến rất cao. Nguyên nhân được cho là các yếu tố tác động như nước biển dâng cao do bão ảnh hưởng không lớn, trừ những khu vực trũng thấp như Hạng Đầm, khu vực trung tâm; phần lớn diện tích là rừng núi và dân cư sinh sống còn thưa thớt. Mặt khác, (AC) (0,008-0,310) ở mức rất thấp đến thấp, chưa đáp ứng được những diễn biến ngày càng cực đoan, khó đoán định của hiện tượng thời tiết, khí hậu. Nguyên nhân có thể do ý thức bảo vệ tài nguyên- môi trường, ứng phó với BĐKH của người dân chưa thật sự tốt; thu nhập bình quân đầu người ở mức trung bình, tập trung chủ yếu trong lĩnh vực dịch vụ du lịch; cơ sở hạ tầng dân sinh hiện chưa phát triển. Do vậy, (VI) ở mức rất thấp đến cao (0,023- 0,770). Đặc biệt, KV<sub>Côn Sơn</sub> dường như là khu vực có khả năng DBTT cao nhất, trong khi KV<sub>Đầm Trè</sub> là khu vực ít bị tổn thương nhất.

Cần có sự nỗ lực của các đơn vị hữu quan và cộng đồng dân cư tại huyện đảo, đặc biệt ở các khu vực DBTT nhất như KV<sub>Côn Sơn</sub>, KV<sub>Cổ Ông</sub>, KV<sub>Bến Đầm</sub> chủ động ứng phó với những diễn biến xấu của BĐKH, nâng cao khả năng thích ứng thông qua việc cải thiện điều kiện thích ứng, khả năng tự phục hồi, chia sẻ kinh nghiệm ứng phó, tranh thủ sự hỗ trợ từ bên ngoài, duy trì và phát huy các biện pháp ứng phó với BĐKH trong thời gian tới.

### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này đã đưa ra cơ sở lý luận với việc đầu tiên xây dựng được bộ tiêu chí gồm 42 chỉ số, với đầy đủ cả 03 thành phần theo IPCC gồm: mức

độ phơi nhiễm (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC), để đánh giá định lượng có trọng số theo AHP chỉ số DBTT (VI) cho 05 khu vực cụ thể tại Côn Đảo dưới tác động của BĐKH.

Nguồn dữ liệu để xây dựng bộ tiêu chí là những nguồn đáng tin cậy, đã phản ánh được chân thực hệ thống tự nhiên- xã hội của vùng. Tính DBTT với BĐKH cho huyện đảo được đánh giá từ rất thấp đến cao.

Kết quả đánh giá (VI) theo phương pháp AHP phụ thuộc vào bộ tiêu chí cấu thành từ các thành phần, chỉ số đặc trưng địa phương cho vùng nghiên cứu, vào tính sẵn có và năng lực của chuyên gia đánh giá.

Bộ tiêu chí là công cụ hữu ích phục vụ công tác quy hoạch, phòng chống thiên tai cho Côn Đảo. Đây cũng là cơ sở khoa học quan trọng phục vụ cho các nghiên cứu tương tự về BĐKH trong thời gian tới.

Kết quả tính toán chi tiết chỉ số VI sẽ giúp cơ quan quản lý, các nhà hoạch định chính sách có cái nhìn khái quát về các nguồn lực, hoạt động cũng như khả năng thích ứng trong bối cảnh BĐKH. Các giải pháp sử dụng hợp lý tài nguyên đã được đề xuất, như: quản lý tổng hợp và quy hoạch dựa trên tính DBTT của tài nguyên, môi trường, là cơ sở để các cấp chính quyền địa phương phối hợp với người dân trong khu vực thực hiện phát triển KT-XH với những ưu tiên chính là đô thị, khu công nghiệp, nuôi trồng thủy sản, giao thông- cảng biển và phát triển du lịch thân thiện môi trường; tăng cường hiệu lực của luật pháp, chính sách; tuyên truyền giáo dục và nâng cao nhận thức; bảo đảm nguồn lực tài chính; và đầu tư xây dựng các công trình giảm thiểu thiệt hại tại Côn Đảo.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Tài nguyên và Môi trường- MONRE (2016), *Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*.
- Trần Duy Hiền (2016), *Nghiên cứu, xây dựng mô hình đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến một số lĩnh vực kinh tế- xã hội cho Thành phố Đà Nẵng*, Luận án Tiến sỹ Khoa học Trái đất, Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và biến đổi khí hậu, 2016.
- JMA (2016), *Số liệu thu thập về khí tượng của Cục Khí tượng Nhật Bản (JMA) tại Côn Đảo: Từ năm 1959 tới hết năm 2015 (56 năm)*.

- Nguyễn Kim Lợi (2012), *Đánh giá tính dễ bị tổn thương do trượt lở đất ở Việt Nam: Cơ sở nhận thức và phương pháp nghiên cứu đề xuất*.
- Niên giám thống kê năm 2013 tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu (2013).
- Nguyễn Thị Thanh Nga (2018), *Phân tích, đánh giá mức độ tổn thương dưới tác động của biến đổi khí hậu tại đảo Côn Đảo và đề xuất giải pháp ứng phó*, Luận văn cao học, chuyên ngành Khoa học Môi trường, Trường Đại học Thủy Lợi.
- Cần Thu Văn và Nguyễn Thanh Sơn (2015), “*Xây dựng phương pháp tính trọng số để xác định chỉ số dễ bị tổn thương lũ lụt lưu vực sông Vu Gia- Thu Bồn*”, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ (Tập 31, Số 1S), 93-102, 2015.
- Trần Quang Vinh (2016), *Xác định bộ chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt trên địa bàn huyện Đakrông tỉnh Quảng Trị*, Khóa luận Đại học, Trường ĐH Khoa học Tự nhiên.
- Trung tâm Điều tra, đánh giá tài nguyên đất (2015), *Báo cáo tổng kết điều tra, đánh giá tài nguyên đất đảo Côn Đảo*, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Trung tâm Điều tra tài nguyên- môi trường biển- CPIM (2015), *Báo cáo tổng kết điều tra địa mạo, địa chất, khoáng sản tại đảo Côn Đảo*, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Viện Khoa học khí tượng thủy văn và môi trường- IMHEN (2011), *Tài liệu hướng dẫn Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng*, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Viện Nghiên cứu biển và hải đảo- VISI (2015), *Báo cáo tổng kết điều tra, đánh giá hiện trạng môi trường và tai biến thiên nhiên tại đảo Côn Đảo*, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Ủy ban nhân dân huyện Côn Đảo (2014), *Báo cáo tình hình thực hiện nhiệm vụ phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo an ninh quốc phòng năm 2013 và phương hướng, nhiệm vụ năm 2014 trên địa bàn huyện Côn Đảo*.
- Anderson. M. G., Holcombe. E., Blake. J. R., Ghesquire. F., Holm-Nielsen. N., Fisseha. T., (2011), “*Reducing Landslide Risk in Communities: Evidence from the Eastern Caribbean*”, Applied Geography, 3, 2011.
- Birkmann. J., (2006) *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*, UNU Press.
- Cannon. T., (2000), *Vulnerability Analysis and Disasters* in Parker. D. J. (ed.), Floods (2 vols), Routledge, London.
- IPCC (2007), *Forth Assessment Report*, 2007.
- ISSMGE TC32 (2004), *Technical Committee on Risk Assessment and Management Glossary of Risk Assessment Terms - Version 1*, July 2004.
- Nguyen. T. T. X., Bonetti. J., Rogers. K., Woodroffe. C.D., (2016) “*Indicator-based assessment of climate-change impacts on coasts: a review of concepts, approaches and vulnerability indices*”, Journal of Ocean & Coastal Management, 123 (2016) 18-43, ISSN: 0964-5691.
- NOAA (1999), *Global climate*, Report – annual, 1999.
- Saaty. T. L., (1980), “*The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*”. New York: McGraw-Hill International Book Co.
- Saaty. T. L., (1987), “*The analytic hierarchy process - What it is and how it is used. Math Modelling*”.
- Saaty. T. L & Vargas. L., (2001) *Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Saaty. T. L., (2008) “*Decision making with the analytic hierarchy process*”. Int. J. Services, Sciences.
- SOPAC (2004), *The Environmental Vulnerability Index*, 2004.

United Nation Development Programme-UNDP (2004), *Reducing disaster risk: A challenge for development*, United Nations Development Programme, Bureau for Crisis Prevention and Recovery, New York.

Wisner. B., Blaikie. P., Cannon. T & Davis. I., (2004), *At Risk: Natural Hazards, Peoples, Vulnerability and Disasters*, London: Routledge.

**Abstract:**

**APPLICATION OF THE AHP WEIGHTING METHOD TO IDENTIFY  
VULNERABILITY INDICATORS TO IMPACTS OF CLIMATE  
CHANGE IN CON DAO ISLAND**

*This article determined the VI in the context of Climate Change in Con Dao by constructed a set of criteria and applied the AHP weighting method. VI was calculated and aggregated by three key components, namely exposure, sensitivity and adaptive capacity, and comprised of selected 42 indicators. Research results showed that the VI was evaluated from very low to high. Therefore, solutions have been proposed including education and raising awareness; strengthening the effectiveness of regulations and policies; rational resources in use; ensuring financial resource support; and investment in the construction proposals of mitigation works. Criteria can be considered as a useful tool for disaster protection and planning, helping managers to formulate policies on socio-economic development towards sustainable environmental protection of the sea islands.*

**Keywords:** Con Dao island, Climate Change, VI (Vulnerability indicators), AHP (Analysis Hierarchy Process) weighting method.

---

*Ngày nhận bài:* 26/11/2018

*Ngày chấp nhận đăng:* 21/01/2019