

ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ DỄ BỊ TỔN THƯƠNG DO LŨ ĐẾN KINH TẾ - XÃ HỘI THÀNH PHỐ CHÂU ĐỐC, AN GIANG

Đinh Đại Gái^{1*}, Ngô Thị Phương Anh²

¹*Viện KHCN & QLMT, Trường ĐH Công nghiệp TP.HCM*

²*Học viên Cao học QLMT K5 Viện KHCN & QLMT, Trường ĐH Công nghiệp TP.HCM*

*Email: dinggaits@gmail.com

Ngày nhận bài: 14/01/2019; Ngày chấp nhận đăng: 06/3/2019

TÓM TẮT

Trong thời gian gần đây đã có sự phát triển quan trọng đó là chuyển mục tiêu quản lý thiên tai sang quản lý rủi ro lũ. Phương pháp đánh giá rủi ro do lũ, dựa trên lý thuyết giá trị đa thuộc tính (Multiple Attribute Value Theory), sử dụng hàm cộng tuyến tính để tính giá trị của mỗi phương án. Ngoài ra, để tính các trọng số phương pháp tiến trình phân tích thứ bậc AHP (Analytic Hierarchy Process) cũng được sử dụng. Mức độ dễ bị tổn thương do lũ dựa trên địa bàn TP Châu Đốc, tỉnh An Giang theo 3 kịch bản lũ là: lũ lớn (trận lũ năm 2011); lũ trung bình (trận lũ năm 2009); và lũ nhỏ (trận lũ năm 2010). Kết quả cho thấy, trong cả 3 kịch bản lũ thì mức độ tổn thương của cả TP. Châu Đốc chỉ ở mức trung bình, chỉ số FVI (Flood Vulnerable Index) dao động từ 0,301 đến 0,331 với trận lũ lớn, từ 0,322 đến 0,351 trong trận lũ trung bình và từ 0,336 đến 0,371 trong trận lũ nhỏ.

Từ khóa: Quản lý rủi ro, hàm cộng tuyến tính, mức độ tổn thương.

1. MỞ ĐẦU

Biến đổi khí hậu đã và đang trở thành một trong những vấn đề nóng nhất hiện nay. Hiện tượng nắng nóng có dấu hiệu gia tăng rõ rệt ở nhiều vùng trong cả nước, đặc biệt là ở Trung Bộ và Nam Bộ. Tỉnh An Giang nằm trong vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), nơi sẽ chịu nhiều ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu như áp thấp nhiệt đới, bão, lũ lụt, hạn hán, xâm nhập mặn, triều cường, dịch bệnh [1]. Qua quá trình tích lũy kinh nghiệm có thể nâng cao khả năng ứng phó, phòng chống, giảm thiểu những tác động của thiên tai. Nghiên cứu đánh giá tổn thương do thiên tai được xem là một bước quan trọng trong quản lý thiên tai [2]. Số liệu thống kê cho thấy số lượng người bị ảnh hưởng bởi lũ lụt tăng dần từ 147 triệu người/năm (1981-1990) đến 211 triệu người/năm (1991-2000) [3].

Trong thời gian gần đây đã có sự phát triển quan trọng đó là chuyển mục tiêu quản lý thiên tai sang quản lý rủi ro lũ, trong đó rủi ro lũ là những thiệt hại do lũ lụt gây ra với một tần suất nhất định trong một khoảng thời gian xác định. Vì thế, việc đánh giá những thiệt hại, tổn thương lũ cần được nghiên cứu một cách cẩn trọng trong quản lý rủi ro lũ.

Ở Việt Nam, vấn đề xác định mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt đang được nghiên cứu, triển khai và áp dụng khi đánh giá các thiệt hại do lũ lụt trên các lưu vực sông. Khu vực Đồng bằng Sông Cửu Long chịu ảnh hưởng lớn từ lũ trên sông Mê Kông hàng năm. Mùa lũ bắt đầu từ tháng 7, gia tăng dần từ tháng 8, cao điểm vào tháng 9 hoặc 10 và giảm dần vào tháng 11 -12, bình quân vào mùa mưa, lưu lượng lũ cao nhất lên đến 200.000 m³/giây [4]. Theo Mai Đăng [5] thì khái niệm tính dễ bị tổn thương đã được mở rộng, bao gồm các vấn đề kinh tế, xã hội và môi trường. Trong nghiên cứu này tác giả đã đánh giá trọng số ảnh hưởng của các yếu tố đến tính dễ bị tổn thương như: mật độ dân số, nhận thức cộng đồng,

các công trình phòng lũ, sự ô nhiễm, sự xói mòn và nhiều yếu tố khác. Phát triển theo hướng này, trong nghiên cứu của Đặng Đình Khá [6] đã áp dụng để xây dựng bộ chỉ số và bản đồ tổn thương do lũ cho lưu vực sông Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị, đồng thời đề cập đến độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu. Trong công trình của Cấn Thu Văn và Nguyễn Thanh Sơn [7] đã đánh giá khả năng dễ bị tổn thương tài nguyên nước lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn, đã đưa vào các thành phần sinh kế, môi trường, điều kiện chống lũ, sự hỗ trợ, kinh nghiệm chống lũ,... Trong nghiên cứu này, tác giả kế thừa có bổ sung, chỉnh sửa các phương pháp tính toán của Cấn Thu Văn. Trước bối cảnh nêu trên, nghiên cứu “Đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do lũ lớn đến kinh tế - xã hội TP Châu Đốc tỉnh An Giang” nhằm thiết lập một bộ tiêu chí tính toán chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt (FVI) và đề xuất giải pháp giảm thiểu phù hợp với đặc điểm lũ và điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội của TP Châu Đốc tỉnh An Giang là cần thiết.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Nhóm tác giả đã tiến hành thu thập các tài liệu tại Sở Tài nguyên – Môi trường, Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Cục Thống kê tỉnh An Giang, Đài khí tượng – thủy văn khu vực Đông Nam Bộ. Phiếu phỏng vấn và bảng hỏi trong nghiên cứu này tác giả đã sử dụng 3 biểu mẫu phiếu điều tra với số lượng như sau: (1) Đối với người dân: 20 phiếu/xã, phường; mỗi phiếu 45 chỉ tiêu; (2) Đối với cán bộ cấp xã: 01 phiếu/xã, phường; mỗi phiếu 15 chỉ tiêu và (3) Đối với cán bộ quản lý cấp thành phố 1 phiếu, 15 chỉ tiêu.

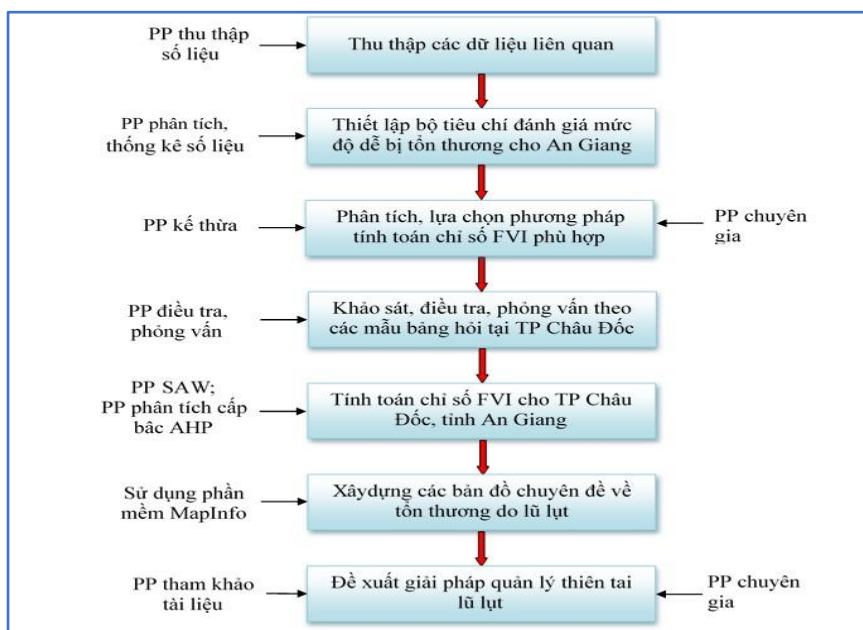
2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp điều tra xã hội học: phiếu phỏng vấn và bảng hỏi được sử dụng trực tiếp để đánh giá các thiệt hại do tai biến gây ra cả trong và sau sự kiện (đánh giá tính dễ bị tổn thương). Phương pháp tham vấn chuyên gia cũng được sử dụng bằng phiếu lấy ý kiến. Kết quả nghiên cứu được sự góp ý của cộng đồng địa phương. Phương pháp bản đồ và hệ thống thông tin địa lý (GIS) được dùng để phân tích định lượng và xác định sự biến đổi không gian của các yếu tố địa lý phục vụ nội dung nghiên cứu cũng như xây dựng các bản đồ tổng hợp và chuyên đề đã sử dụng phần mềm GIS, phần mềm thành lập và biên tập bản đồ chuyên dụng MapInfo. Phương pháp tính chỉ số, đây là phương pháp trọng tâm của nghiên cứu được sử dụng nhằm tính toán điểm số của các chỉ thị, chỉ số thành phần và chỉ số FVI tổng hợp. Phương pháp này dựa trên lý thuyết giá trị đa thuộc tính (Multiple Attribute Value Theory (MAVT)). Phương pháp này sử dụng hàm cộng tuyến tính để tính giá trị của mỗi phương án dưới dạng công thức như sau [8]:

$$V(a_i) = \sum_{i=1}^n v_{ij} * w_i \quad (1) \quad [7]$$

Trong đó: v_{ij} là giá trị của phương án được đánh giá a_j bởi tiêu chí thứ i và w_i là trọng số của tiêu chí thứ i .

Phương pháp tiến trình phân tích thứ bậc AHP (Analytic Hierarchy Process): AHP là một tiến trình ra quyết định đa tiêu chí, dùng trong xây dựng trọng số và đánh giá ưu tiên để chọn lựa phương án dựa trên đa tiêu chí. Phương pháp này tạo ra ma trận các tỷ số so sánh, trên cơ sở đó, tính toán các trọng số.



Hình 1. Khung tiến trình thực hiện nghiên cứu

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thiết lập bộ tiêu chí đánh giá mức độ dễ bị tổn thương cho tỉnh An Giang

3.1.1. Tiêu chí hiểm họa lũ lụt (H)

Đối với toàn vùng ĐBSCL nói chung, tiêu chí hiểm họa gồm 4 thành phần: độ sâu, vận tốc, thời gian và cường suất đỉnh lũ. Tuy nhiên, đối với tỉnh An Giang ở đây cường suất đỉnh lũ lên xuống chậm, vận tốc nước lũ không cao và ít ảnh hưởng đến thiệt hại. Vì vậy, đối với tỉnh An Giang tiêu chí hiểm họa lũ lụt được xác định là độ sâu ngập lụt và thời gian ngập.

3.1.2. Tiêu chí độ phơi nhiễm (E)

Tiêu chí độ phơi nhiễm (E): đặc trưng cho mức độ ảnh hưởng của hiện trạng bề mặt hệ thống khi tiếp xúc trực tiếp với nguy cơ lũ lụt. Hiện trạng bề mặt hệ thống gồm: hiện trạng sử dụng đất, mật độ nhà cửa, mật độ các công trình công cộng hay diện tích gieo trồng,...

Trên cơ sở phân tích các yếu tố đặc trưng về điều kiện tự nhiên và đặc biệt là kinh tế-xã hội của tỉnh An Giang để xây dựng, phân tích và lựa chọn các tiêu chí thành phần trong tiêu chí độ phơi nhiễm là hiện trạng sử dụng đất, tài sản trên đất và dân cư.

3.1.3. Tiêu chí tính chống chịu (C)

Tiêu chí tính chống chịu (C) được coi là sản phẩm của các yếu tố về xã hội, kinh tế, môi trường và đặc biệt là yếu tố con người, có liên quan và bị ảnh hưởng nặng nề cả về vật chất lẫn tinh thần khi có thiên tai lũ lụt xuất hiện. Để xác lập được các biến, thành phần thuộc tiêu chí tính chống chịu thì việc cần thiết là phải hiểu được đặc trưng kinh tế - xã hội của vùng, từ đó nhận định và xác lập các biến thuộc tiêu chí này.

Đối với tỉnh An Giang, các đặc trưng cơ bản cũng giống như đặc trưng chung của toàn vùng, tuy nhiên có một số đặc trưng khác biệt. Không giống như các vùng khác ở nước ta, Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có một đặc trưng là những lợi ích mà lũ có thể mang lại cho người dân, môi trường là rất đáng kể. Vì vậy, trong tiêu chí (C) sẽ bổ sung thêm các chỉ thị về lợi ích do lũ mang lại. Đây là yếu tố mới khác hẳn so với bộ tiêu chí tham chiếu

của tác giả Cẩn Thu Văn và Nguyễn Thanh Sơn [7]. Tuy nhiên, không phải lũ nào cũng có nguồn lợi như nhau mà tùy thuộc vào mức độ lũ lớn, nhỏ hay trung bình.

Như vậy, trên cơ sở thiết lập bộ tiêu chí đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt và điều kiện áp dụng đối với tỉnh An Giang, nghiên cứu này đề xuất bộ tiêu chí rủi ro lũ cho tỉnh An Giang bao gồm: Hiểm họa, Phơi nhiễm và Tính chống chịu. Bộ tiêu chí gồm 42 biến: Hiểm họa (6 biến), Phơi nhiễm (6 biến) và Tính chống chịu (30 biến).

3.2. Kết quả tính toán chỉ số FVI cho TP. Châu Đốc - tỉnh An Giang

3.2.1. Kết quả tính toán cho tiêu chí Hiểm họa lũ lụt (H)

Sau khi thu thập và thông kê ý kiến chuyên gia về việc cho điểm mức độ quan trọng của các yếu tố, kết quả tính toán trọng số cho các thành phần thuộc tiêu chí hiểm họa lũ như sau (Bảng 1):

Bảng 1. Ma trận quan hệ giữa các biến thuộc tiêu chí hiểm họa lũ lụt

	Độ sâu ngập	Thời gian ứng với độ ngập < 0,5 m	Thời gian ứng với độ ngập 0,5-1,0 m	Thời gian ứng với độ ngập 1,0-1,5 m	Thời gian ứng với độ ngập 1,5-2,0 m	Thời gian ứng với độ ngập > 2,0 m
Độ sâu ngập		5	9/2	4	5/2	7/4
Thời gian ứng với độ ngập < 0,5 m	1/5		1/2	1/3	1/4	1/5
Thời gian ứng với độ ngập 0,5-1,0 m	2/9	2		2/5	1/4	1/5
Thời gian ứng với độ ngập 1,0-1,5 m	1/4	3	5/2		2/5	2/7
Thời gian ứng với độ ngập 1,5-2,0 m	2/5	4	4	5/2		1/2
Thời gian ứng với độ ngập > 2,0 m	4/7	5	5	7/2	2	

Bảng 2. Trọng số của các thành phần thuộc tiêu chí hiểm họa lũ

STT	Biến/Tiêu chí	Chú thích	Trọng số	Phân hạng
1	Độ sâu ngập		34,20%	1
2	Thời gian ứng với độ ngập < 0,5 m		4,30%	6
3	Thời gian ứng với độ ngập 0,5-1,0 m		5,90%	5
4	Thời gian ứng với độ ngập 1,0-1,5 m		10,10%	4
5	Thời gian ứng với độ ngập 1,5-2,0 m		18,10%	3
6	Thời gian ứng với độ ngập > 2,0 m		27,40%	2
$\lambda = 6,2$			CR = 3,0%	

Trị số hiểm họa được tính theo 06 biến và được tính theo công thức dưới đây:

$$H = \sum_{i=1}^6 w_{Hti} \times H_T^i \quad (2) \quad [7]$$

Trong đó: H_T – Giá trị các biến trong tiêu chí hiểm họa lũ lụt

w_{Hti} – Trọng số của mỗi biến.

Kết quả tính toán trị số của tiêu chí hiểm họa được tổng hợp trong Bảng 3.

Bảng 3. Giá trị của tiêu chí hiểm họa lũ lụt theo các kịch bản lũ

STT	Xã/phường	Trị số H		
		Lũ lớn (*)	Lũ vừa (**)	Lũ nhỏ (***)
1	Phường Vĩnh Ngươn	0,218	0,098	0,062
2	Phường Châu Phú A	0,217	0,153	0,093
3	Xã Vĩnh Tế	0,206	0,155	0,093
4	Phường Núi Sam	0,209	0,141	0,088
5	Phường Châu Phú B	0,199	0,143	0,088
6	Phường Vĩnh Mỹ	0,173	0,134	0,088
7	Xã Vĩnh Châu	0,234	0,125	0,079

(*) Lũ lớn: Là lũ có đỉnh lũ cao hơn mức lũ trung bình nhiều năm.

(**) Lũ vừa: Là lũ có đỉnh lũ đạt mức lũ trung bình nhiều năm.

(***) Lũ nhỏ: Là lũ có đỉnh lũ thấp hơn mức lũ trung bình nhiều năm.

3.2.2. Kết quả tính trị số của tiêu chí độ phơi nhiễm (E)

Bảng 4. Kết quả chuẩn hóa số liệu cho các biến thuộc tiêu chí độ phơi nhiễm

STT	Huyện-Xã	Nhóm đất hiện trạng	Diện tích gieo trồng NN	Diện tích xã	Diện tích cây lâu năm	Diện tích NTTS	Mật độ dân cư
1	P. Vĩnh Ngươn	0,24	0,31	0,12	1,00	0,17	0,04
2	P. Châu Phú A	0,37	0,31	0,06	1,00	0,17	0,27
3	X. Vĩnh Tế	0,22	0,31	0,38	1,00	0,17	0,02
4	P. Núi Sam	0,36	0,31	0,17	1,00	0,17	0,08
5	P. Châu Phú B	0,31	0,31	0,14	1,00	0,17	0,14
6	P. Vĩnh Mỹ	0,40	0,31	0,09	1,00	0,17	0,10
7	X. Vĩnh Châu	0,26	0,31	0,26	1,00	0,17	0,10

Số liệu đầu vào cho các biến được tổng hợp và chuẩn hóa với công thức theo mối quan hệ thuận. Kết quả chuẩn hóa chi tiết trong Bảng 4.

Sau khi thu thập và thống kê ý kiến chuyên gia về việc cho điểm mức độ quan trọng của các yếu tố, kết quả tính toán trọng số cho các thành phần thuộc tiêu chí độ phơi nhiễm như sau (Bảng 5).

Bảng 5. Ma trận quan hệ giữa các biến thuộc tiêu chí độ phơi nhiễm

	Nhóm đất hiện trạng	DT đất NN	Diện tích tự nhiên	Diện tích CLN	Diện tích NTTS	Mật độ dân cư
Nhóm đất HT		2	4/3	8/5	4/7	3
DT đất NN	1/2		7/4	7/3	4/7	3
Diện tích tự nhiên	3/4	4/7		2	2/5	7/4
Diện tích CLN	5/8	3/7	1/2		3/8	2
Diện tích NTTS	7/4	7/4	5/2	8/3		8/3
Mật độ dân cư	1/3	1/3	4/7	1/2	3/8	

Bảng 6. Trọng số của các thành phần thuộc tiêu chí độ phơi nhiễm

STT	Biến/Tiêu chí	Chú thích	Trọng số	Phân hạng
1	Nhóm đất hiện trạng		21,30%	2
2	Diện tích (DT) đất nông nghiệp (NN)		18,30%	3
3	Diện tích tự nhiên		13,90%	4
4	Diện tích trồng cây lâu năm (CLN)		10,10%	5
5	Diện tích nuôi trồng thủy sản (NTTS)		29,10%	1
6	Mật độ dân cư		7,30%	6
$\lambda = 6,21$			CR = 3,3%	

Trị số hiểm họa được tính theo 06 biến và theo công thức dưới đây:

$$E = \sum_{i=1}^6 w_{Eti} \times E_T^i \quad (3) \quad [7]$$

Trong đó: E_T – Giá trị các biến trong tiêu chí độ phơi nhiễm

w_{ETi} – Trọng số của mỗi biến.

Do các biến thuộc tiêu chí độ phơi nhiễm là các yếu tố độc lập với kịch bản lũ nên giá trị của trị số E là giống nhau đối với cả 3 kịch bản lũ đã xây dựng. Kết quả tính toán chỉ số của tiêu chí độ phơi nhiễm được trình bày trong Bảng 7:

Bảng 7. Giá trị của tiêu chí độ phơi nhiễm cho từng xã/phường

STT	Xã/phường	Trị số E
1	Phường Vĩnh Ngươn	0,278
2	Phường Châu Phú A	0,313
3	Xã Vĩnh Tế	0,308
4	Phường Núi Sam	0,313
5	Phường Châu Phú B	0,303
6	Phường Vĩnh Mỹ	0,312
7	Xã Vĩnh Châu	0,299

3.2.3. Kết quả tính toán trị số cho tiêu chí tính chống chịu (C)

3.2.3.1. Biên tập dữ liệu các biến

Đây là nhóm tiêu chí có số biến nhiều nhất, với 32 biến trong 3 chỉ thị: tính nhạy, khả năng phòng ngừa, ứng phó và chỉ thị lợi ích. 32 biến này được thiết lập chỉ số từ nguồn: niên giám thống kê, dữ liệu điều tra từ phiếu phỏng vấn người dân, dữ liệu điều tra từ thông tin chính quyền (cán bộ quản lý).

Trong 3 chỉ thị, mỗi chỉ thị có 2 nhóm biến; trong 6 nhóm biến có 2 nhóm biến là Tính nhạy xã hội và Khả năng đối phó là có giá trị các biến được sử dụng chung cho cả 3 kịch bản lũ. Các biến thuộc các nhóm còn lại có giá trị khác nhau theo 3 kịch bản lũ. Các câu hỏi trong phiếu khảo sát sẽ được thiết kế sẵn câu trả lời mang tính định lượng để thể hiện rõ giá trị các biến. Đây sẽ là các giá trị thô đầu vào để tính toán trị số tiêu chí Tính chống chịu (C). Kết quả tổng hợp từ các phiếu khảo sát và dữ liệu niên giám thống kê của 32 biến theo 3 kịch bản lũ khác nhau.

3.2.3.2. Chuẩn hóa số liệu

Sau khi tổng hợp kết quả từ phiếu điều tra và niên giám thống kê, số liệu thô cho các biến được biên tập. Số liệu này được chuẩn hóa để tiến hành tính toán các bước tiếp theo. Trong số 32 biến thuộc 3 chỉ thị công thức chuẩn hóa như sau:

- Các biến thuộc chỉ thị Độ nhạy, tính theo công thức hàm thuận;
- Các biến thuộc chỉ thị Khả năng ứng phó và Lợi ích tính theo công thức hàm nghịch.

Mình họa kết quả chuẩn hóa số liệu như trong Bảng 8.

Bảng 8. Chuẩn hóa dữ liệu nhóm tính nhạy xã hội

STT	Xã/phường	Số dân	Tỷ lệ dân số nữ	Tỷ lệ trẻ em (<11 tuổi)	Tỷ lệ người già (>60 tuổi)	Số hộ nghèo	Tỷ lệ người biết chữ	Sinh kế
1	Vĩnh Ngươn	0,23	0,50	0,25	0,20	0,04	0,05	0,80
2	Châu Phú A	0,78	0,50	0,25	0,15	0,01	0,01	0,80
3	Vĩnh Tế	0,42	0,49	0,33	0,15	0,06	0,30	0,80
4	Núi Sam	0,64	0,50	0,20	0,33	0,25	0,00	0,30
5	Châu Phú B	0,91	0,50	0,15	0,33	0,05	0,01	0,50
6	Vĩnh Mỹ	0,46	0,49	0,15	0,15	0,08	0,08	0,30
7	Vĩnh Châu	0,12	0,50	0,20	0,20	0,03	0,20	0,80

3.2.3.3. Tính trọng số

Trong phần tính toán trị số của tiêu chí Tính chống chịu, do có nhiều biến chia theo nhiều nhóm và chỉ thị khác nhau nên sẽ tính toán trọng số theo từng cấp cụ thể như sau:

- Tính trọng số cho các biến theo phương pháp AHP;
- Tính trọng số cho các nhóm biến: Do mỗi chỉ thị chỉ bao gồm 2 nhóm biến nên trọng số cho mỗi nhóm biến được tính theo phương pháp bình quân số học hay trọng số của các nhóm trong mỗi chỉ thị đều bằng 0,5 (50%).
- Tính trọng số cho các chỉ thị theo phương pháp AHP.

* Nhóm biến tính nhạy xã hội:

Bảng 9. Ma trận quan hệ giữa các biến tính nhạy xã hội

	Dân số	Tỷ lệ dân số nữ	Tỷ lệ trẻ em	Tỷ lệ người già	Số hộ nghèo	Tỷ lệ người biết chữ	Sinh kế người dân
Dân số		2/5	2/5	3/7	4/9	1/2	1/5
Tỷ lệ dân số nữ	5/2		5/8	1/2	2/5	9/4	2/9
Tỷ lệ trẻ em	5/2	8/5		2	5/9	2	1/4
Tỷ lệ người già	7/3	2	1/2		2	2/3	1/4
Số hộ nghèo	9/4	5/2	9/5	1/2		2/3	1/3
Tỷ lệ biết chữ	2	4/9	1/2	1/2	3/2		1/5
Sinh kế người dân	5	9/2	4	4	3	5	

Bảng 10. Trọng số của các biến thuộc thành phần tính nhạy xã hội

STT	Biến/Tiêu chí	Trọng số	Phân hạng
1	Dân số	4,9%	7
2	Tỷ lệ dân số nữ	8,9%	5
3	Tỷ lệ trẻ em	13,5%	3
4	Tỷ lệ người già	13,7%	2
5	Số hộ nghèo	12,4%	4
6	Tỷ lệ biết chữ	8,2%	6
7	Sinh kế	38,3%	1
$\lambda = 7,60$		CR = 7,4%	

* Thành phần tính nhạy môi trường:

Bảng 11. Ma trận quan hệ giữa các biến tính nhạy môi trường

	Hiện trạng môi trường	Độ ổn định nền đất ven sông	Nước sinh hoạt mùa lũ	Khả năng dịch bệnh mùa lũ	Hệ sinh thái thủy sinh
Hiện trạng môi trường		2	3/8	1/3	9/2
Độ ổn định nền đất ven sông	1/2		1/4	1/5	9/4
Nước sinh hoạt mùa lũ	8/3	4		1/2	4
Khả năng dịch bệnh mùa lũ	3	5	2		5
Hệ sinh thái thủy sinh	2/9	4/9	1/4	1/5	

Bảng 12. Trọng số của các biến thuộc thành phần tính nhạy môi trường

STT	Biến/Tiêu chí	Trọng số	Phân hạng
1	Hiện trạng môi trường	15,4%	3
2	Độ ổn định nền đất ven sông	8,7%	4
3	Nước sinh hoạt mùa lũ	27,8%	2
4	Khả năng dịch bệnh mùa lũ	42,6%	1
5	Hệ sinh thái thủy sinh	5,5%	5
$\lambda = 5,12$		CR = 4,2%	

* Thành phần khả năng đối phó:

Bảng 13. Ma trận quan hệ giữa các biến khả năng đối phó

	Kinh nghiệm chống lũ của người dân	Khả năng chống lũ của người dân	Khả năng cứu hộ, cứu nạn của chính quyền	Chất lượng bản tin dự báo lũ	Hỗ trợ của địa phương khi có lũ
Kinh nghiệm chống lũ của người dân		2/5	2/7	2	2
Khả năng chống lũ của người dân	5/2		5/6	4	7/2
Khả năng cứu hộ, cứu nạn của chính quyền	7/2	6/5		4	3

Chất lượng bản tin dự báo lũ	1/2	1/4	1/4		1/2
Hỗ trợ của địa phương khi có lũ	1/2	2/7	1/3	2	

Bảng 14. Trọng số của các biến thuộc thành phần khả năng đối phó

STT	Biến/Tiêu chí	Trọng số	Phân hạng
1	Kinh nghiệm chống lũ của người dân	14,1%	3
2	Khả năng chống lũ của người dân	31,5%	2
3	Khả năng cứu hộ, cứu nạn của chính quyền	36,7%	1
4	Chất lượng bản tin dự báo lũ	7,1%	5
5	Hỗ trợ của địa phương khi có lũ	10,6%	4

* Thành phần khả năng phòng ngừa lũ lụt:

Bảng 15. Ma trận quan hệ giữa các biến khả năng phòng ngừa lũ lụt

	Công tác tuyên truyền, tập huấn chống lũ	Khả năng MT tự làm sạch sau lũ	Chất lượng giao thông mùa lũ	Chất lượng hệ thống TTLL mùa lũ	Chất lượng công trình CC	Khả năng phục hồi giáo dục sau lũ	Khả năng phòng dịch bệnh
Công tác tuyên truyền, tập huấn chống lũ		2	2/5	3/4	2/5	5/2	2/3
Khả năng môi trường tự làm sạch sau lũ	1/2		2/5	3/7	2/5	4/9	1/3
Chất lượng giao thông mùa lũ	5	5		2	4/3	2	1/2
Chất lượng hệ thống TTLL mùa lũ	4/3	7/3	1/2		3/5	1	2/5
Chất lượng công trình công cộng	5/2	5/2	3/4	5/3		9/4	3/5
Khả năng phục hồi giáo dục sau lũ	2/5	9/4	1/2	1	4/9		1/2
Khả năng phòng dịch bệnh	3/2	3	2	5/2	5/3	2	

Bảng 16. Trọng số của các biến thuộc thành phần khả năng phòng ngừa lũ lụt

STT	Biến/Tiêu chí	Trọng số	Phân hạng
1	Công tác tuyên truyền, tập huấn chống lũ	12,0%	4
2	Chất lượng công trình công cộng	17,8%	3
3	Chất lượng giao thông mùa lũ	19,8%	2
4	Chất lượng hệ thống TTLL mùa lũ	11,1%	5
5	Khả năng phòng dịch bệnh	24,2%	1
6	Khả năng phục hồi giáo dục sau lũ	9,2%	6
7	Khả năng môi trường tự làm sạch sau lũ	5,9%	7
$\lambda = 7,20$		CR = 3,6%	

Đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do lũ đến kinh tế - xã hội thành phố Châu Đốc, An Giang

* Thành phần lợi ích từ lũ mang lại:

Bảng 17. Ma trận quan hệ giữa các biến lợi ích lũ

	Lượng thủy sản về theo lũ	Tăng năng suất NTTS	Tăng năng suất cây trồng	Khả năng rửa phèn	Tăng hàm lượng phù sa	Bổ sung nước ngọt SH
Lượng thủy sản về theo lũ		4/3	5/3	5/8	1/2	1/3
Tăng năng suất NTTS	3/4		3/2	4/5	4/5	1/3
Tăng năng suất cây trồng	3/5	2/3		5/8	3/4	1/3
Khả năng rửa phèn	8/5	5/4	8/5		1	2/5
Tăng hàm lượng phù sa	2	5/4	4/3	1		1/3
Bổ sung nước ngọt sinh hoạt	3	3	3	5/2	3	

Bảng 18. Trọng số của các biến thuộc thành phần lợi ích do lũ mang lại

STT	Biến/Tiêu chí	Trọng số	Phân hạng
1	Lượng thủy sản về theo lũ	12,1%	4
2	Tăng năng suất nuôi trồng thủy sản	12,0%	5
3	Tăng năng suất cây trồng	9,2%	6
4	Khả năng rửa phèn	15,6%	2
5	Tăng hàm lượng phù sa	15,1%	3
6	Bổ sung nước ngọt sinh hoạt	35,9%	1
$\lambda = 6,09$		CR = 1,4%	

* Trọng số của các chỉ thị:

Bảng 19. Ma trận quan hệ giữa các chỉ thị thuộc tiêu chí tính chống chịu

	Tính nhạy	Khả năng chống chịu -phục hồi	Lợi ích do lũ mang lại
Tính nhạy		7/3	9/5
Khả năng chống chịu-phục hồi	3/7		1
Lợi ích từ lũ mang lại	5/9	1	

Bảng 20. Trọng số của các thành phần thuộc tiêu chí dễ bị tổn thương

STT	Biến/Tiêu chí	Trọng số	Phân hạng
1	Tính nhạy	50,7%	1
2	Khả năng chống chịu-phục hồi	22,9%	3
3	Lợi ích từ lũ mang lại	26,4%	2
$\lambda = 3,00$		CR = 0,6%	

Như vậy, từ giá trị biến được chuẩn hóa và tính trọng số cho các biến với mức độ quan trọng khác nhau được phân hạng. Bước tiếp theo là áp dụng công thức để tính chỉ số tính chống chịu.

3.2.3.4 Tính toán trị số tiêu chí tính chống chịu (C)

* *Trị số của các chỉ thị:*

Công thức chung tính trị số của chỉ thị như sau:

$$C = C_s \times w_{Cs} + C_e \times w_{Ce} \quad (4) \quad [7]$$

Trong đó: C_s , C_e – Trị số của 2 nhóm biến trong mỗi chỉ thị tính theo công thức SAW

$w_{Cs} = w_{Ce} = 0,5$ – trọng số của hai nhóm biến tính theo trung bình số học

Kết quả tính toán trị số cho 6 chỉ thị thuộc tiêu chí tính chống chịu được minh họa trong Bảng 21:

Bảng 21. Kết quả tính trị số các nhóm biến theo kịch bản lũ lớn

STT	Xã/phường	Tính nhạy xã hội	Tính nhạy môi trường	Khả năng đối phó	Khả năng phục hồi
1	Vĩnh Nguơn	0,431	0,619	0,549	0,597
2	Châu Phú A	0,445	0,693	0,536	0,631
3	Vĩnh Tế	0,468	0,644	0,491	0,583
4	Núi Sam	0,294	0,644	0,491	0,583
5	Châu Phú B	0,353	0,623	0,497	0,542
6	Vĩnh Mỹ	0,238	0,444	0,541	0,463
7	Vĩnh Châu	0,431	0,444	0,541	0,463

* *Trị số của các tiêu chí tính chống chịu (C):*

Chỉ số khả năng ứng phó và lợi ích do lũ mang lại được tính chuẩn hóa theo công thức nghịch, tức là giá trị tỷ lệ nghịch với chỉ số dễ bị tổn thương. Do đó, công thức chung tính trị số của tiêu chí như sau:

$$C = S \times w_S + (1 - P) \times w_P + (1 - B) \times w_B$$

Trong đó: S, P, B – lần lượt là trị số của tính nhạy, khả năng ứng phó và lợi ích

w_S , w_C , w_B – lần lượt là trọng số của 03 thành phần trên

Kết quả tính toán chi tiết theo các kịch bản lũ được trình bày trong Bảng 22.

Bảng 22. Kết quả tính trị số tiêu chí (C) theo kịch bản lũ lớn

STT	Xã/phường	Tính nhạy	Khả năng ứng phó	Lợi ích	Trị số tiêu chí Tính chống chịu
1	Vĩnh Nguơn	0,525	0,573	0,395	0,481
2	Châu Phú A	0,569	0,584	0,576	0,496
3	Vĩnh Tế	0,556	0,537	0,546	0,508
4	Núi Sam	0,469	0,537	0,543	0,465
5	Châu Phú B	0,488	0,519	0,516	0,485
6	Vĩnh Mỹ	0,341	0,502	0,541	0,443
7	Vĩnh Châu	0,438	0,502	0,410	0,496

3.2.4. Kết quả tính chỉ số FVI

3.2.4.1. Trọng số cho các tiêu chí

Bảng 23. Ma trận quan hệ giữa các chỉ thị thuộc tiêu chí tính chống chịu

	Hiểm họa	Độ phơi nhiễm	Tính dễ bị tổn thương
Hiểm họa		8/3	5/8
Độ phơi nhiễm	3/8		3/8
Tính dễ bị tổn thương	8/5	8/3	

Bảng 24. Trọng số của các thành phần thuộc tiêu chí tính chống chịu

STT	Biên/Tiêu chí	Trọng số	Phân hạng
1	Tính nhạy	36,5%	2
2	Khả năng chống chịu-phục hồi	13,8%	3
3	Lợi ích từ lũ mang lại	49,7%	1
$\lambda = 3,025$		CR = 2,6%	

3.2.4.2. Kết quả tính chỉ số FVI

Nghiên cứu này thiết lập hàm tính chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt cho tỉnh An Giang nói chung và TP Châu Đốc nói riêng là một hàm của: hiểm họa, độ phơi nhiễm và tính chống chịu của cộng đồng – xã hội. Có nhiều nghiên cứu đã sử dụng những công thức khác nhau, trong nghiên cứu này công thức được sử dụng như công thức:

$$FVI = H \times w_H + E \times w_E + C \times w_C \quad (5) \quad [7]$$

Trong đó: FVI – Chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt tổng hợp; H – chỉ số hiểm họa; E – Chỉ số độ phơi nhiễm; C – Chỉ số tính chống chịu

Kết quả tính chỉ số FVI theo các kịch bản lũ được thể hiện trong Bảng 25:

Bảng 25. Kết quả tính chỉ số FVI cho TP Châu Đốc theo kịch bản lũ lớn

STT	Xã/phường	Lũ lớn	Lũ trung bình	Lũ nhỏ
1	Vĩnh Ngươn	0,079	0,339	0,320
2	Châu Phú A	0,062	0,343	0,331
3	Vĩnh Tế	0,088	0,351	0,329
4	Núi Sam	0,093	0,324	0,311
5	Châu Phú B	0,093	0,337	0,317
6	Vĩnh Mỹ	0,088	0,322	0,301
7	Vĩnh Châu	0,088	0,344	0,325

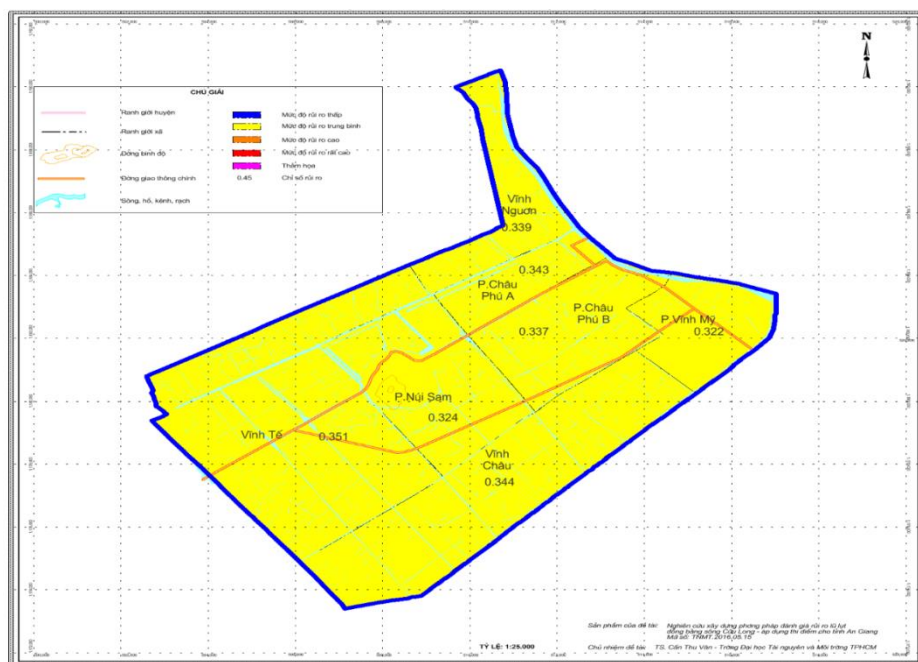
3.3. Đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt

3.3.1. Phân cấp mức độ dễ bị tổn thương

Căn cứ theo thang phân cấp mức độ dễ bị tổn thương và trị số của các tiêu chí cũng như chỉ số FVI đã tính toán, phân cấp mức độ dễ bị tổn thương theo các kịch bản lũ được thể hiện trong Bảng 26.

Bảng 26. Kết quả phân cấp mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt cho TP. Châu Đốc

STT	Xã/phường	Chỉ số FVI			Cấp độ dễ bị tổn thương
		Lũ lớn	Lũ trung bình	Lũ nhỏ	
1	Vĩnh Ngươn	0,079	0,339	0,320	Trung bình
2	Châu Phú A	0,062	0,343	0,331	Trung bình
3	Vĩnh Tế	0,088	0,351	0,329	Trung bình
4	Núi Sam	0,093	0,324	0,311	Trung bình
5	Châu Phú B	0,093	0,337	0,317	Trung bình
6	Vĩnh Mỹ	0,088	0,322	0,301	Trung bình
7	Vĩnh Châu	0,088	0,344	0,325	Trung bình



Hình 2. Bản đồ phân cấp mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt của TP. Châu Đốc

3.3.2. Đánh giá mức độ dễ bị tổn thương

* Trường hợp lũ lớn (2011):

Bảng 27. Bộ chỉ số và mức độ tổn thương lũ lụt TP. Châu Đốc trường hợp lũ lớn

STT	Xã/phường	Hiểm họa (H)	Độ phơi nhiễm (E)	Tính chống chịu (C)	FVI	Phân cấp
1	P. Vĩnh Ngươn	0,234	0,278	0,481	0,363	Mức độ trung bình
2	P. Châu Phú A	0,218	0,313	0,496	0,369	Mức độ trung bình
3	Vĩnh Tế	0,209	0,308	0,508	0,371	Mức độ trung bình
4	P. Núi Sam	0,206	0,313	0,465	0,349	Mức độ trung bình
5	P. Châu Phú B	0,217	0,303	0,485	0,362	Mức độ trung bình
6	P. Vĩnh Mỹ	0,199	0,312	0,443	0,336	Mức độ trung bình
7	Vĩnh Châu	0,173	0,299	0,496	0,351	Mức độ trung bình

Thành phố Châu Đốc có mức độ tổn thương do lũ lớn hoàn toàn ở mức độ trung bình, chỉ số đạt được chỉ dao động từ $FVI = 0,33$ đến $FVI = 0,37$ (thang đánh giá từ 0 – 1), tương ứng với 41 – 60 (thang đánh giá từ 0 – 100) theo cách tính của Trần Xuân Bình [11], riêng có xã Vĩnh Tế là một trong những xã vùng biên có điều kiện kinh tế kém nhất thành phố là có giá trị xấp xỉ ở mức cao (0,371) tương ứng với 60–80 [11]. Đây là đô thị loại II có điều kiện cơ sở hạ tầng tốt, đời sống kinh tế của nhân dân ở mức cao nên phần nào làm giảm mức độ tổn thương do lũ lụt ở địa phương.

Kết quả tính toán thấy rằng mức độ hiểm họa lũ lụt ở Châu Đốc là thấp, mức độ ngập, thời gian ngập không đáng kể và không gây ảnh hưởng nhiều đến đời sống người dân nơi đây. Chỉ số hiểm họa chỉ dao động từ $H = 0,17$ đến $H = 0,23$ là mức độ hiểm họa thấp và trung bình thấp.

Do điều kiện cơ sở hạ tầng tốt và quy hoạch đô thị tương đối ổn định và tỷ lệ diện tích đất nông nghiệp cũng như nuôi trồng thủy sản không cao nên chỉ số độ phơi nhiễm E cũng ở mức độ thấp, dao động từ 0,28 đến 0,32 là mức trung bình.

So với 2 tiêu chí hiểm họa và độ phơi nhiễm thì chỉ số tiêu chí tính chống chịu cao hơn và giá trị nhận được từ $C = 0,44$ đến $C = 0,51$ là mức độ dễ bị tổn thương cao, cao nhất là xã Vĩnh Tế. Các yếu tố hình thành nên tính dễ bị tổn thương cao ở Châu Đốc là:

- Thành phần tính nhạy (V_s) ở đây cũng ở mức độ cao, giá trị nhận được $V_s = 0,34$ đến $V_s = 0,57$ là mức cao và cận rất cao tương ứng với 61 – 80 và 81 - 100 [11], ở đây có xã Vĩnh Tế và Châu Phú A. Điều này phần lớn là do tính nhạy môi trường (V_{smt}) ở đây cao hơn các nơi khác, giá trị nhận được xấp xỉ $V_{smt} = 0,7$ nên kéo theo chỉ số tính nhạy cao. Ngược lại, do sự phát triển kinh tế xã hội của TP. Châu Đốc nên tính nhạy xã hội cũng ở mức độ thấp.

- Thành phần quan hệ nghịch với tính dễ bị tổn thương là khả năng chống chịu-phục hồi (V_c) ở Châu Đốc, khả năng này cũng ở mức cao, trị số nhận được dao động từ 0,5 đến 0,58, mức độ dễ bị tổn thương do thành phần khả năng chống chịu-phục hồi cao nhất là Vĩnh Mỹ, Vĩnh Châu là (0,498) và Vĩnh Tế, Núi Sam (0,463).

- Đối với thành phần lợi ích mà lũ lớn mang lại cho TP. Châu Đốc (cả về lợi ích xã hội và môi trường) cũng khá cao ($C_B = 0,40$) đến ($C_B = 0,58$) đây là giá trị lợi ích ở mức cao và xấp xỉ rất cao. Lợi ích cao nhất là Châu Phú A và Vĩnh Tế.

Hai thành phần nghịch này ở mức cao nên kéo theo làm cho chỉ số dễ bị tổn thương ở các xã giảm xuống, đồng nghĩa với chỉ số tổn thương và mức độ tổn thương do lũ lụt ở TP. Châu Đốc ở mức thấp nhất toàn tỉnh chỉ là mức độ tổn thương trung bình.

Nhìn chung, TP. Châu Đốc là địa phương có các phường/xã chịu tác động bởi lũ lớn ở mức độ trung bình bởi các tiêu chí như hiểm họa ở mức thấp, độ phơi nhiễm trung bình và tính chống chịu trung bình.

** Trường hợp lũ trung bình (2009):*

Cũng như trận lũ lớn thì đối với trận lũ trung bình ở Châu Đốc có mức độ tổn thương ở mức độ trung bình đối với tất cả các xã/phường của thành phố Châu Đốc, giá trị tổn thương nhận được ở đây khá tương đồng nhau, từ $FVI = 0,32$ đến 0,35. So với trận lũ lớn đối với trận lũ trung bình, cơ bản thấp hơn ở tất cả các xã/phường, giá trị trung bình của thành phố trong trận lũ lớn $FVI_{tb2011} = 0,36$ trong khi trận lũ trung bình là $FVI_{tb2009} = 0,34$.

Tiêu chí độ hiểm họa ở tất cả các phường/xã của TP. Châu Đốc ở những năm nước trung bình là tương đối thấp, giá trị nhận được hoàn toàn thấp hơn 0,2 (mức hiểm họa thấp), trong đó cao nhất là 0,15 (ở Núi Sam) trong khi đối với trận lũ lớn giá trị hiểm họa nhận được dao động từ $H = 0,17$ đến 0,23 và giá trị trung bình $H_{tb2011} = 0,21$ và $H_{tb2009} = 0,14$. Đây là yếu tố chính làm giảm chỉ số tổn thương tổng hợp ở Châu Đốc đối với những trận lũ trung bình.

Bảng 28. Bộ chỉ số và mức độ tổn thương lũ lụt TP.Châu Đốc trường hợp lũ trung bình

STT	Xã/phường	Hiểm họa (H)	Độ phơi nhiễm (E)	Tính chống chịu (C)	FVI	Phân cấp
1	P. Vĩnh Ngươn	0,125	0,278	0,514	0,339	Mức độ trung bình
2	P. Châu Phú A	0,098	0,313	0,532	0,343	Mức độ trung bình
3	Vĩnh Tế	0,141	0,308	0,516	0,351	Mức độ trung bình
4	P. Núi Sam	0,155	0,313	0,452	0,324	Mức độ trung bình
5	P. Châu Phú B	0,153	0,303	0,481	0,337	Mức độ trung bình
6	P. Vĩnh Mỹ	0,143	0,312	0,457	0,322	Mức độ trung bình
7	Vĩnh Châu	0,134	0,299	0,511	0,344	Mức độ trung bình

Tiêu chí tính chống chịu thì ngược lại, đối với trận lũ trung bình, mức độ tổn thương cao hơn lũ lớn, chỉ số tổn thương trung bình toàn thành phố lũ lớn $C_{tb2011} = 0,48$ trong khi đó $C_{tb2009} = 0,50$. Tất cả các phường/xã đều ở mức độ dễ bị tổn thương cao. Điều này là do:

- Thành phần tính nhạy ở những năm lũ trung bình thấp hơn so với lũ lớn, giá trị trung bình tính nhạy ở trận lũ trung bình chỉ là $C_{Sb2009} = 0,45$ trong khi ấy ở trận lũ lớn $C_{Sb2011} = 0,48$. Nguyên nhân là do tính nhạy môi trường lớn hơn ở các xã/phường so với năm lũ trung bình.

- Thành phần tính nhạy bình quân lũ thấp nhỏ hơn bình quân lũ lớn là 0,3, nhưng yếu tố làm cho tính dễ bị tổn thương cao hơn ở những năm lũ trung bình là những lợi ích từ lũ mang lại cho người dân và môi trường lại giảm, ở những năm lũ lớn giá trị bình quân toàn thành phố là $C_{Bb2011} = 0,51$ trong khi lũ trung bình $C_{Bb2009} = 0,43$. Sự chênh lệch này chính là yếu tố làm cho tính dễ bị tổn thương ở trận lũ trung bình cao. Điều này là do nguồn lợi từ nước lũ để cung cấp nước ngọt, hệ sinh thái,... ít hơn ở những năm lũ trung bình so với năm lũ lớn.

Nhìn chung, lũ trung bình có chỉ số tổn thương tuy thấp hơn nhưng không lớn lắm giữa những năm lũ lớn và những năm lũ trung bình. Tất cả các xã/phường của TP.Châu Đốc vẫn ở mức tổn thương trung bình. Tuy vậy, tiêu chí tính dễ bị tổn thương ở những năm lũ trung bình có xu thế cao hơn.

* Trường hợp lũ nhỏ (2010):

Bảng 29. Bộ chỉ số và mức độ tổn thương do lũ lụt TP.Châu Đốc trường hợp lũ nhỏ

STT	Xã/phường	Hiểm họa (H)	Độ phơi nhiễm (E)	Tính chống chịu (C)	FVI	Phân cấp
1	P. Vĩnh Ngươn	0,079	0,278	0,508	0,320	Mức độ trung bình
2	P. Châu Phú A	0,062	0,313	0,534	0,331	Mức độ trung bình
3	Vĩnh Tế	0,088	0,308	0,513	0,329	Mức độ trung bình
4	P. Núi Sam	0,093	0,313	0,470	0,311	Mức độ trung bình
5	P. Châu Phú B	0,093	0,303	0,485	0,317	Mức độ trung bình
6	P. Vĩnh Mỹ	0,088	0,312	0,454	0,301	Mức độ trung bình
7	Vĩnh Châu	0,088	0,299	0,505	0,325	Mức độ trung bình

Như lũ trung bình, trường hợp lũ nhỏ năm 2010, tất cả 7 xã/phường của TP.Châu Đốc thuộc nhóm mức độ tổn thương trung bình. Giá trị chỉ số tổn thương nhìn chung thấp hơn giá trị của trường hợp lũ trung bình và lũ lớn. Chỉ số tổn thương bình quân toàn thành phố trường hợp lũ nhỏ $FVI_{lb2010} = 0,32$ trong khi lũ lớn là $FVI_{lb2011} = 0,36$.

Nhìn chung, giá trị tổn thương thấp hơn lũ lớn là bởi yếu tố hiểm họa lũ của Châu Đốc những năm lũ nhỏ là khá thấp, chỉ số hiểm họa ở đây chỉ xấp xỉ 0,1 (mức hiểm họa thấp) bình quân toàn thành phố là $H_{tb2010} = 0,08$ trong khi giá trị bình quân năm lũ lớn là $H_{tb2011} = 0,21$.

Điều này do những năm lũ nhỏ thì độ ngập ở Châu Đốc gần như không đáng kể, chủ yếu ngập ở một số vùng đất canh tác có cao trình thấp.

Về chỉ số tiêu chí tính chống chịu thì ngược lại, đối với những năm lũ thấp như 2010, chỉ số tính chống chịu có xu hướng cao hơn những năm lũ lớn. Cụ thể, giá trị tính chống chịu bình quân toàn thành phố năm lũ nhỏ là $C_{tb2010} = 0,50$ trong khi những năm lũ lớn $C_{tb2011} = 0,48$. Giá trị chỉ số tính chống chịu những năm lũ nhỏ lớn nhất là $C_{max2010} = 0,53$ (Châu Phú A) và nhỏ nhất là $C_{min2010} = 0,45$ (Vĩnh Mỹ). Mức độ tính chống chịu tương hợp những năm lũ nhỏ ở Châu Đốc đều là mức độ cao. So với năm lũ lớn chỉ số tính chống chịu lũ nhỏ lại lớn hơn được hình thành bởi các thành phần tính nhạy và lợi ích do lũ mang lại:

- Thành phần tính nhạy những năm lũ thấp có giá trị dao động từ $C_s = 0,34$ đến $0,46$, giá trị lớn nhất ở xã Vĩnh Tế. Giá trị tính nhạy bình quân toàn thành phố trong những năm lũ nhỏ là $C_{Stb2010} = 0,41$, trong khi đó giá trị bình quân này của những năm lũ lớn là $C_{Stb2011} = 0,48$ cho thấy giá trị tính nhạy những năm lũ nhỏ thấp hơn đáng kể so với những năm lũ lớn (xấp xỉ $0,7$).

- Cùng với chỉ số tính nhạy những năm lũ thấp nhỏ hơn những năm lũ lớn bình quân khoảng $0,7$ thì chỉ số lợi ích do lũ mang lại cũng thấp hơn ở những năm lũ nhỏ so với năm lũ lớn. Trong những năm lũ nhỏ như 2010, chỉ số lợi ích do lũ mang lại dao động từ $C_{B2010} = 0,29$ đến $0,41$, giá trị lớn nhất là ở Châu Phú B và nhỏ nhất là Châu Phú A. Giá trị trung bình của Châu Đốc trong những năm lũ nhỏ là $C_{Btb2010} = 0,35$ và so với những năm lũ lớn, giá trị này là $C_{Btb2011} = 0,51$. Giá trị này cho thấy sự chênh lệch khá lớn về giá trị lợi ích của những năm lũ lớn so với năm lũ nhỏ. Lợi ích mà lũ nhỏ thường ít hơn ở các giá trị như lượng thủy sản, phù sa hay hệ sinh thái.

Tóm lại, những năm lũ nhỏ như 2010 có chỉ số tổn thương bình quân thấp hơn những năm lũ lớn và lũ trung bình mặc dù giá trị không chênh lệch nhiều (tất cả các xã/phường đều ở mức tổn thương trung bình). Tuy nhiên, chỉ số nhỏ hơn này lại được kết hợp bởi tiêu chí hiểm họa những năm lũ nhỏ thường thấp hơn đáng kể và tính chống chịu lại xu hướng cao hơn. Tiêu chí tính chống chịu ở những năm lũ nhỏ có xu hướng cao hơn những năm lũ lớn là bởi thành phần lợi ích do lũ mang lại những năm lũ nhỏ là khá thấp, điều này đồng nghĩa với sự tăng lên của tính chống chịu do lũ lụt.

3.4. Đề xuất các giải pháp giảm thiểu mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt cho TP.Châu Đốc, tỉnh An Giang

Các định hướng thích ứng và ứng phó với ngập lụt, bảo vệ môi trường và phát triển bền vững cho bất kỳ khu vực nào đều phải đảm bảo có tính hệ thống, đồng bộ, liên ngành, liên vùng, trọng tâm, trọng điểm, phù hợp với từng giai đoạn và các quy định quốc tế; dựa trên kết quả của nghiên cứu kết hợp với kinh nghiệm truyền thống; tính đến hiệu quả kinh tế-xã hội và các yếu tố rủi ro, bất định thủy tai. Các đề xuất và định hướng giải pháp nhằm giảm thiểu dễ tổn thương trên địa bàn TP.Châu Đốc nói riêng và tỉnh An Giang nói chung được dựa trên các đề xuất giải pháp thành phần sau:

3.4.1. Đề xuất, định hướng các giải pháp nhằm làm giảm độ phơi nhiễm

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, khu vực TP. Châu Đốc là nơi chịu ảnh hưởng bởi lũ lụt ở mức độ trung bình. Tuy nguy cơ ngập cũng như độ phơi nhiễm chỉ ở mức trung bình nhưng với vị thế là vùng phát triển kinh tế trọng điểm của tỉnh nên cần có các giải pháp giảm thiểu độ phơi nhiễm khi có lũ lớn. Một số định hướng, giải pháp như sau:

- Tập trung rà soát, xây dựng các văn bản về quản lý lũ như phân cấp, tổ chức chỉ huy, điều hành phòng chống lũ, quản lý vận hành các công trình, cơ chế chính sách huy động nguồn lực phục vụ cứu nạn,... đặc biệt là các xã, phường nằm sát bờ sông Hậu.
- Nâng cao nhận thức cộng đồng về phòng chống lũ ở mọi cấp.

- Rà soát quy hoạch phòng chống lũ trên cơ sở cập nhật các kết quả nghiên cứu ngập lụt với các phương án cụ thể để điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất, bố trí dân cư vùng ngập lụt. Đánh giá hệ thống đê bao, bờ bao nhằm củng cố đáp ứng yêu cầu phòng, chống lũ lớn.
- Hoàn thiện công nghệ cảnh báo, dự báo lũ trên các tuyến sông lớn. Bổ sung các thiết bị đo KTTV tiên tiến và hệ thống thông tin rộng khắp nhằm cung cấp số liệu chính xác, kịp thời đảm bảo truyền tin thông suốt.

3.4.2. Đề xuất, định hướng các giải pháp nhằm làm giảm tính nhạy với lũ của các đối tượng trên lưu vực

Tính nhạy được định nghĩa là các yếu tố tiếp xúc trong hệ thống, ảnh hưởng đến xác suất bị tổn hại ở những thời điểm nguy hại của lũ lụt. Tính nhạy liên quan đến các đặc tính của hệ thống, bao gồm bối cảnh xã hội của dạng thiệt hại do lũ. Đặc biệt là nhận thức và sự chuẩn bị sẵn sàng của người dân trước nguy cơ lũ, các tổ chức liên quan đến giảm nhẹ thiên tai, các biện pháp bảo vệ cộng đồng trước lũ. Các biện pháp cụ thể đó được thể hiện trong Bảng 30.

Bảng 30. Các giải pháp nhằm làm giảm tính nhạy với lũ

Độ nhạy	Giải pháp
Kinh nghiệm chống lũ	- Tuyên truyền để người dân nắm được các kinh nghiệm phòng chống lũ trên lưu vực thông qua các lớp tập huấn, trao đổi kinh nghiệm giữa các địa phương, người già và người trẻ.
Nguồn thu nhập	- Tạo việc làm ổn định cho người dân sống trong vùng nguy cơ lũ; - Tạo ra nhiều việc làm, thay đổi cây trồng vật nuôi để người dân có thể gia tăng thu nhập;
Loại hình nhà ở	- Khuyến khích người dân xây dựng nhà ở trong vùng an toàn; - Các nhà nằm trong vùng nguy cơ lũ cần được xây dựng kiên cố theo các tiêu chuẩn của nhà phòng lũ và tránh lũ.
Sức khỏe và nhận thức	- Nâng cao tinh thần phòng lũ của người dân thông qua các hoạt động tuyên truyền và tập huấn; - Giảm thiểu thiệt hại do lũ đối với người dân thông qua các cảnh báo để người dân chuẩn bị di dời và bảo vệ của cải khi xảy ra lũ; - Khuyến khích người dân nâng cao sức khỏe của bản thân, gia đình để có khả năng đối phó tốt với lũ khi xảy ra lũ.
Dự báo lũ lụt như thế nào	- Nâng cao chất lượng của bản tin dự báo lũ cả về cường độ và thời gian dự báo.
Khả năng hoạt động của hệ thống công trình phòng lũ hiện tại	- Thường xuyên tu bổ các công trình phòng chống lũ trên địa bàn; - Đầu tư xây mới các công trình cần thiết đáp ứng nhu cầu của cộng đồng trên địa bàn khi lũ lụt xảy ra.
Khả năng hoạt động của hệ thống thông tin liên lạc hiện tại	- Trước mùa lũ cần kiểm tra, tu bổ các hệ thống thông tin liên lạc, luôn đảm bảo thông suốt hệ thống thông tin liên lạc trong vùng nguy cơ lũ.
Khả năng hoạt động của hệ thống giao thông trong lũ	- Cần thường xuyên nâng cấp hệ thống giao thông vận tải trong vùng nguy cơ lũ; - Sử dụng các vật liệu chịu nước trong vùng nguy cơ lũ.
Hiện trạng các công trình công cộng	- Các công trình công cộng là nơi người dân sơ tán khi xảy ra lũ do đó cần đảm bảo đây là các công trình kiên cố, đủ rộng để người dân trú ẩn.
Dịch vụ y tế công cộng hoạt động trong lũ	- Các đơn vị y tế trong vùng nguy cơ lũ cần đảm bảo đủ khả năng đáp ứng về người, thuốc, cơ sở vật chất để hỗ trợ người dân khi xảy ra lũ.

Đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do lũ đến kinh tế - xã hội thành phố Châu Đốc, An Giang

Độ nhạy	Giải pháp
	- Sau lũ các đơn vị này cần tiếp tục hỗ trợ người dân trong việc phòng chống các bệnh về da, hô hấp, an toàn thực phẩm trên lưu vực.
Chất lượng môi trường sau khi lũ xảy ra	- Các cơ quan chức năng cần có chính sách tẩy rửa vệ sinh ở các khu dân cư bị ngập đảm bảo an toàn nguồn nước và môi trường sống cho cộng đồng dân cư tại vùng ngập.
Khả năng xảy ra dịch bệnh khi có lũ	- Tăng cường các dịch vụ y tế hỗ trợ người dân sau khi xảy ra lũ lụt.
Lũ ảnh hưởng đến nước sinh hoạt như thế nào	- Chuẩn bị thuốc men, chất tẩy rửa để đảm bảo đủ nước sinh hoạt cho người dân nằm trong vùng nguy cơ ngập.
Dân số - Dân tộc	- Đảm bảo sự gia tăng dân số ổn định, những vùng có nguy cơ ngập cao cần có biện pháp di dân; - Có chính sách hỗ trợ cho các đồng bào là dân tộc thiểu số như nâng cao nhận thức với lũ lụt, tăng cường hỗ trợ kinh tế để họ có cuộc sống ổn định; - Giảm dần số hộ dân trong vùng ngập lụt.
Số hộ gia đình thuộc hộ nghèo	- Có các chính sách hỗ trợ các gia đình thuộc hộ nghèo để họ thoát nghèo.
Tỷ lệ số dân ở độ tuổi lao động	- Đảm bảo số người dân trong độ tuổi lao động trong vùng nguy cơ lũ cao để có biện pháp hỗ trợ người dân khu xảy ra lũ lụt.
Số dân biết chữ trong xã	- Cần xóa mù chữ cho người dân, đặc biệt là người dân vùng cao, dân tộc thiểu số.

3.4.3. Đề xuất, định hướng các giải pháp nhằm làm tăng khả năng chống chịu với lũ

Khả năng phục hồi là khả năng của hệ thống chịu được những nhiễu loạn do lũ gây ra và duy trì hiệu quả các hoạt động của thành phần kinh tế xã hội, môi trường, vật lý của hệ thống. Giải pháp cụ thể cho các vấn đề về khả năng chống chịu của hệ thống môi trường - kinh tế - xã hội của địa phương trước thảm họa lũ lụt cụ thể như sau (Bảng 31):

Bảng 31. Các giải pháp nhằm làm tăng khả năng chống chịu với lũ của cộng đồng

Chỉ tiêu	Giải pháp
Nhận thức về thiên tai và giải pháp phòng ngừa, ứng phó	- Tuyên truyền để người dân hiểu được tác hại của thiên tai, khả năng xảy ra thiên tai trong điều kiện BĐKH; - Tuyên truyền các biện pháp phòng tránh lũ cho người dân.
Mức độ chuẩn bị về lương thực, thực phẩm trước khi có lũ	- Khuyến khích người dân có sự chuẩn bị trước mỗi mùa lũ như lương thực thực phẩm, thuốc men, phương tiện phòng tránh lũ.
Phương tiện bảo vệ tài sản	- Khuyến khích người dân có sự chuẩn bị trước mỗi mùa lũ như lương thực thực phẩm, thuốc men, phương tiện phòng tránh lũ.
Khắc phục về sinh hoạt và sản xuất sau lũ	- Hỗ trợ người dân trong công tác khắc phục hậu quả của lũ lụt như hỗ trợ về lương thực, tiền của, sức người, để người dân mau khôi phục lại các hoạt động sinh hoạt và sản xuất.
Hoạt động tập huấn phòng tránh lũ cho người dân của chính quyền	- Hàng năm cần có chương trình tập huấn phòng tránh lũ cho người dân.
Sự giúp đỡ của chính quyền địa phương đối với người dân khi có lũ	- Tăng cường sự hỗ trợ của chính quyền và của các cơ quan đoàn thể.

Chỉ tiêu	Giải pháp
Khắc phục hậu quả lũ của chính quyền	- Hỗ trợ người dân trong công tác khắc phục hậu quả của lũ lụt như hỗ trợ về lương thực, tiền của, sức người, để người dân mau khôi phục lại các hoạt động sản xuất và môi trường sống.
Khả năng phục hồi của môi trường sau lũ	- Hỗ trợ người dân trong công tác khắc phục hậu quả của lũ lụt như hỗ trợ về lương thực, tiền của, sức người, để người dân mau khôi phục lại các hoạt động sản xuất và môi trường sống.

4. KẾT LUẬN

Bộ tiêu chí đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt phù hợp cho tỉnh An Giang, qua đó đề xuất giải pháp phòng ngừa thiên tai lũ lụt hiệu quả cho địa phương và đã đạt được các kết quả cụ thể như sau:

1) Xây dựng bộ tiêu chí tính mức độ dễ bị tổn thương cho tỉnh An Giang bao gồm 3 tiêu chí: (i) Hiểm họa gồm 06 biến; (ii) Độ phơi nhiễm gồm 06 biến; (iii) tính chống chịu gồm 30 biến. Các biến này thuộc các khía cạnh của xã hội, kinh tế, môi trường và cả những lợi ích do lũ lụt mang lại.

2) Xác lập được phương pháp phân cấp mức độ rủi ro sau khi chỉ số rủi ro đã được tính toán (nằm trong khoảng từ 0-1) cho từng đơn vị cấp xã. Xác lập 5 cấp tổn thương do lũ, lụt là: tổn thương nhỏ, tổn thương trung bình, tổn thương tương đối, tổn thương lớn và tổn thương rất lớn.

3) Áp dụng bộ tiêu chí đã xây dựng để tính toán được mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt trên địa bàn TP. Châu Đốc, tỉnh An Giang theo 3 kịch bản lũ là: lũ lớn (năm 2011); lũ trung bình (năm 2009); và lũ nhỏ (năm 2010). Kết quả cho thấy, trong cả 3 kịch bản lũ thì mức độ tổn thương của cả TP.Châu Đốc chỉ ở mức trung bình, chỉ số FVI dao động từ 0,301 đến 0,331 với trận lũ lớn, từ 0,322 đến 0,351 trong trận lũ trung bình và từ 0,336 đến 0,371 trong trận lũ lớn.

4) Để giảm thiểu được những tổn thương do lũ gây ra thì ngoài những biện pháp giảm diện ngập lụt thì cần có những biện pháp làm giảm tính nhạy với lũ của các đối tượng trên lưu vực, cũng như làm tăng khả năng chống chịu với lũ của cộng đồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. UBND TP.Châu Đốc. - Báo cáo thuyết minh Điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất đến năm 2020 Tp. Châu Đốc, tỉnh An Giang, Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh An Giang (2017).
2. Nguyễn Thị Vĩnh Hà - Khái niệm và các khung mô hình đánh giá tổn thương do thiên tai trên thế giới - Đánh giá khả năng áp dụng ở Việt Nam, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Kinh tế và Kinh doanh 32 (4) (2016) 37-48.
3. Tingsanchali T. and Karim M. F. - Flood hazard and risk analysis in the Southwest region of Bangladesh, Bangladesh, 2005.
4. Lê Anh Tuấn - Khí tượng thủy văn An Giang, Trung tâm khí tượng thủy văn An Giang, An Giang (2010)
5. Mai Đăng - Đánh giá các thông số rủi ro do lũ ở vùng ngập lụt sông Hồng, Hà Nội, (2010).
6. Đặng Đình Khá - Nghiên cứu tính dễ bị tổn thương do lũ lụt hạ lưu sông Thạch Hãn, (2011).

7. Cấn Thu Vãn, Nguyễn Thanh Sơn - Các chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương và phương pháp tính toán, Kỷ yếu Hội thảo khoa học quốc gia Viện Khoa học Khí tượng, Thủy văn, Môi trường, Hà Nội (2012).
8. Chế Đình Lý - Giáo trình Phân tích hệ thống môi trường, Hồ Chí Minh: Viện Môi trường và Tài nguyên TP.HCM (2013).
9. Trần Xuân Bình và nnk - Đánh giá tính dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu trên hệ thống đầm phá Tam Giang - Cầu Hai tỉnh Thừa Thiên - Huế (2018).

Lời cảm ơn: Bài báo này kế thừa một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu xây dựng phương pháp đánh giá rủi ro lũ lụt vùng đồng bằng sông Cửu Long - Áp dụng thí điểm cho tỉnh An Giang” (2016-2018) do TS. Cấn Thu Vãn làm chủ nhiệm đề tài và tác giả là người tham gia, hỗ trợ thực hiện. (Tác giả đã xin phép chủ nhiệm đề tài để sử dụng kết quả này). Trân trọng cảm ơn!

ABSTRACT

EVALUATION OF THE FLOOD CAUSED VULNERABILITY FOR SOCIAL-ECONOMICS IN CHAU DOC CITY, AN GIANG

Đinh Đại Gái^{1*}, Ngô Thị Phương Anh²

¹*Institute for Environmental Science, Engineering and Management,
Industrial University of Ho Chi Minh City (IUH)*

²*Master Student, Institute for Environmental Science, Engineering and Management - IUH.*

**Email: dinhgaits@gmail.com*

Recently, an important trend of changing natural disaster management to flood risk management has been emerged. The method of assessment of flood risks was based on the Multiple Attribute Value Theory, using a linear function to calculate the index of individual solutions. In addition, to estimate the weights of each factor, the AHP method (Analytic Hierarchy Process) was also applied. The vulnerable levels due to flooding in Chau Doc City, An Giang province could be assessed, based on 3 flood scenarios including high level (the 2011's flood); moderate level (the 2009's flood); and low level (the 2010's flood). The results showed that, for the 3 flood scenarios, the vulnerable level of the entire Chau Doc City was moderate with the FVI (Flood Vulnerable Index) ranging from 0.301 to 0.331 for the high flood scenario, FVI 0.322 - 0.351 for the moderate flood, and 0.336 - 0.371 for the low flood.

Keywords: Flood risk management, linear function, vulnerable level.