

# 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

Cần Thu Văn<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Thanh Sơn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM, 236B, Lê Văn Sỹ, P1, Q. Tân Bình, TP.HCM

<sup>2</sup>Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 08 tháng 12 năm 2014

Chỉnh sửa ngày 17 tháng 12 năm 2014; Chấp nhận đăng ngày 05 tháng 01 năm 2015

**Tóm tắt:** Các công thức được sử dụng để tính toán các thành phần, tiêu chí và chỉ số dễ bị tổn thương tổng hợp trong [1-3] là phép cộng tuyến tính (tổng các thành phần nhân với trọng số của nó). Độ chính xác của các thành phần, tiêu chí và chỉ số dễ bị tổn thương tổng hợp không chỉ phụ thuộc vào độ chính xác của giá trị biên mà còn phụ thuộc nhiều vào giá trị trọng số của nó. Vì thế, lựa chọn và áp dụng phương pháp tính trọng số phù hợp sẽ làm tăng độ chính xác chỉ số dễ bị tổn thương lũ lụt. Nghiên cứu này sẽ tính toán theo các phương pháp tính trọng số khác nhau, từ đó so sánh và lựa chọn phương pháp phù hợp để đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt trên lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn.

**Từ khóa:** Dễ bị tổn thương, Lũ lụt, Vu Gia-Thu Bồn.

## 1. Mở đầu

Thiên tai nói chung và lũ lụt nói riêng đã, đang và sẽ là những mối nguy hại rất lớn đối với đời sống, kinh tế, xã hội của người dân sống ở những triền sông. Ngày nay, trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu thì lũ lụt xảy ra ngày càng nhiều về tần suất xuất hiện, càng mạnh mẽ về quy mô và độ lớn và đặc biệt di chứng mà lũ lụt để lại là vô cùng khốc liệt. Các biện pháp quản lý lũ lớn, quy hoạch phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai lũ lụt đang được chú trọng nghiên cứu. Trong đó hướng nghiên cứu đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt đã cho thấy khả năng

áp dụng vào thực tế và là công cụ hữu hiệu hỗ trợ trong công tác quản lý, quy hoạch và giảm nhẹ thiên tai lũ lụt.

Đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt trên lưu vực sông có thể sử dụng phương pháp như chồng xếp bản đồ, suy luận mờ hay xác định bộ chỉ số. Mỗi một khu vực nhất định đều có một giá trị dễ bị tổn thương, có thể sử dụng để phân tích, đánh giá và so sánh với các khu vực khác sẽ là cơ sở hỗ trợ cho việc ra quyết định hiệu quả. Vấn đề gặp phải khi đánh giá tính dễ bị tổn thương bằng bộ chỉ số là tính trọng số cho các tiêu chí như thế nào?. Có nhiều phương pháp tính trọng số được đề xuất và áp dụng hiện nay, mỗi phương pháp tính đều có những ưu, nhược điểm nhất định. Trên cơ sở phân tích đặc trưng các phương pháp, khả năng ứng dụng vào thực

\* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-983738347  
E-mail: canthuvantrh@gmail.com

tế nghiên cứu và đánh giá kết quả áp dụng thử nghiệm sẽ lựa chọn được phương pháp phù hợp nhất đáp ứng yêu cầu trong tính toán, đánh giá tính dễ bị tổn thương trên lưu vực nghiên cứu. Trong [1-3] đã cho thấy khả năng áp dụng phương pháp phân tích hệ thống phân cấp (AHP) và phương pháp Iyengar-Sudarshan để tính trọng số cho các thành phần, tiêu chí khi xác định chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt cho một số địa phương thuộc hạ lưu lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn. Nghiên cứu này sẽ xác định chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt trên toàn lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn theo 3 cách: (1) phương pháp AHP; (2) phương pháp Iyengar-Sudarshan và (3) kết hợp cả 2 phương pháp trên. Từ đó lựa chọn phương pháp phù hợp nhất phục vụ tính toán đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt trên lưu vực nghiên cứu.

## 2. Cơ sở phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt trên lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn

Hướng tiếp cận; định nghĩa; xây dựng và phát triển bộ phiếu điều tra, phương pháp thu thập phiếu điều tra, xử lý bộ phiếu; chuẩn hóa dữ liệu; phương pháp tính và đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt trên lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn đã được trình bày chi tiết trong [1-3].

Các tiêu chí được lựa chọn phục vụ tính toán chỉ số dễ bị tổn thương do lũ cho lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn được thiết lập theo bốn tiêu chí: *nguy cơ lũ lụt, độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu*:

- Nguy cơ lũ lụt (H) được hiểu như là mối đe dọa trực tiếp, bao hàm tính chất, mức độ và quy mô của lũ lụt bao gồm các đặc trưng: *độ sâu ngập lụt, thời gian ngập lụt và vận tốc dòng chảy lũ*.

- Độ phơi nhiễm (E) là bản chất và mức độ của hệ thống tiếp xúc với nguy cơ lũ lụt thể hiện ở loại đất sử dụng trên bề mặt lưu vực (*hiện trạng sử dụng đất*).

- Tính nhạy (S) mô tả các điều kiện môi trường của con người có thể làm trầm trọng thêm mức độ nguy hiểm, cải thiện những mối nguy hiểm hoặc gây ra một tác động nào đó. Gồm 4 thành phần: *nhân khẩu, sinh kế, kết cấu hạ tầng và môi trường* [1-3]

- Khả năng chống chịu (A) là khả năng thực hiện các biện pháp thích ứng nhằm ngăn chặn các tác động tiềm năng. Gồm 4 thành phần: *điều kiện chống lũ, kinh nghiệm chống lũ, sự hỗ trợ và khả năng phục hồi* [1-3].

## 3. Cơ sở phương pháp tính trọng số

### 3.1. Phương pháp Phân tích hệ thống phân cấp (AHP)- (Analytic Hierarchy Process)

AHP được đề xuất bởi Thomas L.Saaty trong những năm 1970 và đã được mở rộng, bổ sung cho đến nay. Phương pháp AHP đã được áp dụng rộng rãi cho nhiều lĩnh vực như Khoa học tự nhiên, kinh tế, xã hội, y tế... Nó được coi như một phương pháp mạnh mẽ và linh hoạt cho việc phân tích quyết định với nhiều tiêu chí (Saaty 1980); khoa học và nghệ thuật của việc ra quyết định nhưng là một phương pháp trực quan và tương đối dễ dàng để xây dựng và phân tích quyết định (Harker 1989); một công cụ cho phép nhìn thấy rõ ràng các tiêu chí thẩm định và cũng là một phương pháp quyết định nhiều thuộc tính, trong đó đề cập đến một kỹ thuật định lượng (DeSteiguer et al. 2003).[1,4]

Hệ số của ma trận được tính từ điểm của việc so sánh cặp của các thành phần, các giá trị chỉ số, và các loại chỉ tiêu thông qua các ý kiến chuyên gia. Sau đó, các trọng số liên quan đến

các thành phần được tính từ một xử lý toán học của ma trận bằng cách sử dụng thuật toán AHP. Trọng số mong muốn được tính thông qua vector ưu tiên của ma trận, mà được thực hiện bằng cách tăng ma trận A với bước k tăng dần. Sự gia tăng k của ma trận A được lặp cho đến khi sự khác biệt về trọng số của vector ưu tiên vector đối với hai lần lặp lại cuối cùng là nhỏ hơn sai số cho phép là 0,00001. Trong mỗi lần lặp, các trọng số luôn được chuẩn hóa để tổng các thành phần bằng 1. Cuối cùng, giá trị đặc trưng tối đa (kmax) của ma trận A được xác định. Các yếu tố ưu tiên được kiểm tra tính nhất quán thông qua tỷ lệ nhất quán (CR), đó là tỷ số của chỉ số không thống nhất ngẫu nhiên (RI) để chỉ số nhất quán (CI). CR dưới 0,1 thường được coi là chấp nhận được nhưng giá trị cao hơn yêu cầu xem xét lại vì chúng là rất không phù hợp (Saaty 1980; Harker 1987; Harker 1989; Trần và cộng sự 2003). Các hệ số CI được tổng hợp từ kmax và bậc của các ma trận (n). RI là một hàm số của n trong các mối quan hệ do Saaty (1980) như sau (bảng 1) [1, 4].

Bảng 1. Bảng quan hệ chỉ số RI do Saaty đề xuất

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.058	0.90	1.12	1.24	1.32	1.45	1.49	1.51

Hệ số  $\lambda_{max}$  được tính theo công thức

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j}{w_i}$$

Chỉ số nhất quán (Consistency index)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Tỷ lệ nhất quán (Consistency Ratio)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Nếu tỷ lệ nhất quán  $CR < 10\%$  thì các trọng số của các tham số vừa tính đạt yêu cầu.

Để có thể đánh giá sự quan trọng của một phần tử với 1 phần tử khác, ta cần một mức thang đo để chỉ sự quan trọng hay mức độ vượt trội của một phần tử với 1 phần tử khác qua các tiêu chuẩn hay tính chất. [1, 4] Vì vậy người ta đưa ra bảng các mức quan trọng như sau (bảng 2):

Bảng 2. Bảng xếp hạng các mức độ so sánh cặp trong thuật toán AHP

Mức quan trọng	Giá trị số	Giải thích
Quan trọng như nhau	1	
Quan trọng như nhau cho đến vừa phải	2	Hai hoạt động có đóng góp ngang nhau
Quan trọng vừa phải	3	Kinh nghiệm và sự phán quyết có sự ưu tiên vừa phải cho một hoạt động
Quan trọng vừa phải đến hơi quan trọng hơn	4	
Hơi quan trọng hơn	5	Kinh nghiệm và sự phán quyết có sự ưu tiên mạnh cho một hoạt động
Hơi quan trọng đến rất quan trọng	6	
Rất quan trọng	7	Một hoạt động rất quan trọng
Rất quan trọng đến vô cùng quan trọng	8	
Vô cùng quan trọng	9	Được ưu tiên ở mức cao nhất có thể

Ví dụ, nếu một phần tử A quan trọng hơn phần tử B và được đánh giá mức 9, khi đó B rất ít quan trọng với A và có giá trị là 1/9. Bản chất toán học của AHP chính là việc cấu trúc một ma trận biểu diễn mối liên kết của các giá trị của

tập phần tử. Ma trận hỗ trợ rất chặt chẽ cho việc tính toán các giá trị. Ứng với mỗi phần tử cha ta thiết lập một ma trận cho các sự so sánh của những phần tử con của nó.

3.2. Phương pháp Iyengar-Sudarshan

Phương pháp bình quân đơn giản thì coi các chỉ số có mức độ quan trọng là ngang nhau là không thật chính xác, điều này chưa phản ánh hết tính chất kết cấu xã hội của các thành phần trước hiểm họa lũ lụt. Để tính trọng số không đều, giá trị trọng số phụ thuộc vào sự phân bố giá trị của các biến thành phần, phương pháp được Iyengar và Sudarshan đề xuất năm 1982 [5].

Giả sử có M vùng, K chỉ tiêu dễ bị tổn thương và  $x_{ij}$  ( $i = 1, M; j = 1, K$ ) là các giá trị chuẩn hóa. Mức độ hoặc một giai đoạn phát triển của vùng thứ  $i$ ,  $\bar{y}_i$  được xác định theo tổng tuyến tính sau:

$$\bar{y} = \sum_{j=1}^K w_j x_{ij}$$

$$w_j = \frac{c}{\sqrt{\text{var}}_i(x_{ij})}$$

$$c = \left[ \sum_{j=1}^K \frac{1}{\sqrt{\text{var}}_i(x_{ij})} \right]^{-1}$$

ở đây ( $0 < w < 1$  và tổng  $\sum w_j = 1$ ) là những trọng số. Theo phương pháp của Iyengar và Sudarshan các trọng số này được giả định là tỷ

lệ nghịch với phương sai của chỉ tiêu dễ bị tổn thương, trọng số  $w_j$ , c là hằng số chuẩn hóa.

Sự lựa chọn các trọng số theo cách này sẽ đảm bảo rằng sự thay đổi lớn trong bất kỳ một chỉ tiêu nào sẽ không chi phối quá mức sự đóng góp của các chỉ tiêu còn lại của các chỉ số và gây sai sót khi so sánh giữa khu vực. Chỉ số dễ bị tổn thương vì vậy được tính toán sẽ nằm trong phạm vi từ 0-1, với giá trị = 1 chỉ số tổn thương là lớn nhất còn lại với giá trị = 0 chỉ số tổn thương là không bị ảnh hưởng.

4. Kết quả áp dụng tính chỉ số dễ bị tổn thương lũ lụt trên lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn

4.1. Tính trọng số theo phương pháp AHP

Để áp dụng theo phương pháp AHP, việc cần thiết là phải xác định hệ số tương quan cặp giữa các biến với nhau từng đôi một trong 1 thành phần, giữa các thành phần với nhau trong một tiêu chí và giữa các tiêu chí trong chỉ số dễ bị tổn thương tổng hợp. Các hệ số này được xác định bằng tham khảo ý kiến chuyên gia, nhà quản lý và cả người dân. Sau khi thu thập, xử lý và tính toán, trọng số của các yếu tố được trình bày trong bảng 3:

Tiêu chí/ trọng số	Thành phần	Trọng số thành phần	Biên	Trọng số Biên
Nguy cơ lũ lụt 0.330	Độ sâu ngập	0.540		
	Thời gian ngập	0.163		
	Vận tốc dòng chảy lũ	0.297		
Độ phơi nhiễm 0.102	Hiện trạng sử dụng đất	1.000		
Tính nhạy 0.434	Dân sinh	0.425	Tổng số dân	0.070
			Dân tộc thiểu số	0.147
			Dân có nguy cơ ngập	0.432
			Hộ nghèo	0.199
			Mật độ dân số	0.072
			Tỷ lệ Nam/Nữ	0.080

Tiêu chí/ trọng số	Thành phần	Trọng số thành phần	Biến	Trọng số Biến
Khả năng chống chịu 0.135	Sinh kế	0.426	Nghề chính	0.115
			Kinh tế gia đình	0.148
			Thu nhập bình quân	0.331
			Thu nhập chính từ nghề	0.193
			Diện tích trồng trọt	0.070
			Số vật nuôi	0.036
			Tỷ lệ ngành nghề	0.052
			Tỷ lệ thất nghiệp	0.055
	Kết cấu hạ tầng-y tế	0.092	Loại hình nhà ở	0.188
			Bản tin dự báo	0.101
			Hệ thống công trình phòng lũ	0.409
			Hệ thống thông tin liên lạc	0.055
			Hệ thống giao thông	0.070
			Công trình công cộng	0.085
			Dịch vụ y tế	0.049
			Tỷ lệ y bác sĩ địa phương	0.042
	Môi trường	0.058	Hiện trạng rừng	0.057
			Chất lượng môi trường	0.121
			Dịch bệnh	0.523
			Nước sinh hoạt	0.299
	Điều kiện chống lũ	0.492	Mức độ chuẩn bị LTTP	0.143
			Mức độ chuẩn bị phương tiện	0.286
			Khả năng chống lũ của phương tiện	0.571
	Kinh nghiệm chống lũ	0.306	Đã trải qua nhiều trận lũ	0.230
			Có thể lường trước được thiệt hại	0.122
			Biết các biện pháp phòng tránh lũ	0.648
	Sự hỗ trợ	0.125	Tập huấn phòng chống lũ	0.230
			Giúp đỡ lẫn nhau của người dân	0.648
			Sự giúp sức của chính quyền trong lũ	0.122
	Khả năng tự phục hồi	0.078	Khắc phục về sinh hoạt	0.477
			Khắc phục về sản xuất	0.297
Khắc phục về môi trường			0.140	
Khắc phục của chính quyền			0.087	

#### 4.2. Tính trọng số theo phương pháp Iyengar-Sudarshan

Giá trị các biến được tính từ mô hình (nguy cơ lũ lụt), từ bản đồ sử dụng đất năm 2010 (độ

phơi nhiễm), từ bộ phiếu điều tra, niên giám thống kê các huyện năm 2012 (tính nhạy và khả năng chống chịu), các biến này được xử lý, tính toán và chuẩn hóa trước khi tính trọng số (trình bày chi tiết trong [2, 3]).

Tiêu chí/ trọng số	Thành phần	Trọng số thành phần	Biến	Trọng số Biến
Nguy cơ lũ lụt 0.069	Độ sâu ngập	0.310		
	Thời gian ngập	0.407		
	Vận tốc dòng chảy lũ	0.283		
Độ phơi nhiễm 0.065	Hiện trạng sử dụng đất	1.000		
	Dân sinh	0.393	Tổng số dân Dân tộc thiểu số Dân có nguy cơ ngập Hộ nghèo Mật độ dân số Tỷ lệ Nam/Nữ	0.079 0.087 0.072 0.078 0.537 0.147
Tính nhạy 0.425	Sinh kế	0.317	Nghề chính	0.190
			Kinh tế gia đình	0.250
			Thu nhập bình quân	0.123
			Thu nhập chính từ nghề	0.138
			Diện tích trồng trọt	0.080
			Số vật nuôi	0.085
			Tỷ lệ ngành nghề	0.100
			Tỷ lệ thất nghiệp	0.124
	Kết cấu hạ tầng-y tế	0.154	Loại hình nhà ở	0.184
			Bản tin dự báo	0.147
			Hệ thống công trình phòng lũ	0.253
			Hệ thống thông tin liên lạc	0.091
			Hệ thống giao thông	0.065
			Công trình công cộng	0.067
Môi trường	0.135	Dịch vụ y tế	0.103	
		Tỷ lệ y bác sĩ địa phương	0.092	
		Hiện trạng rừng	0.179	
		Chất lượng môi trường	0.239	
Khả năng chống chịu 0.441	Điều kiện chống lũ	0.384	Hiện trạng rừng	0.179
			Chất lượng môi trường	0.239
			Dịch bệnh	0.349
	Kinh nghiệm chống lũ	0.311	Nước sinh hoạt	0.233
			Mức độ chuẩn bị LTTP	0.294
			Mức độ chuẩn bị phương tiện	0.343
			Khả năng chống lũ của phương tiện	0.363
Sự hỗ trợ	0.182	Đã trải qua nhiều trận lũ	0.440	
		Có thể lường trước được thiệt hại	0.209	
		Biết các biện pháp phòng tránh lũ	0.351	
			Tập huấn phòng chống lũ	0.319

Tiêu chí/ trọng số	Thành phần	Trọng số thành phần	Biến	Trọng số Biến
Khả năng tự phục hồi	0.123		Giúp đỡ lẫn nhau của người dân	0.351
			Sự giúp sức của chính quyền trong lũ	0.329
			Khắc phục về sinh hoạt	0.162
			Khắc phục về sản xuất	0.182
			Khắc phục về môi trường	0.343
			Khắc phục của chính quyền	0.312

#### 4.3. Kết quả tính chỉ số dễ bị tổn thương lũ lụt

Sau khi các trọng số được xác định, áp dụng công thức tính chỉ số dễ bị tổn thương [3] xác

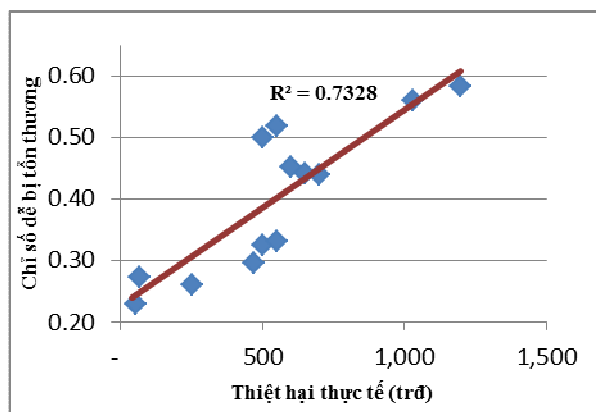
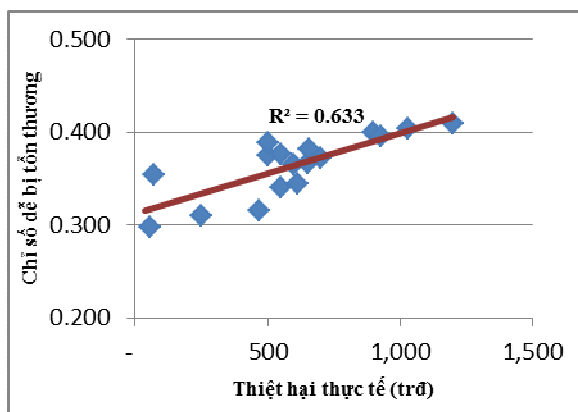
định được bộ chỉ số cho đơn vị cấp xã (207 xã) trên toàn lưu vực. Giá trị được minh họa trong bảng 3.

Bảng 3. Minh họa chỉ số dễ bị tổn thương cho Hội An theo 2 phương pháp tính trọng số

Stt	Xã/Phường	Chỉ số dễ bị tổn thương		Stt	Xã/Phường	Chỉ số dễ bị tổn thương	
		AHP	Iyengar			AHP	Iyengar
1	Cẩm An	0.36	0.33	6	Minh An	0.40	0.33
2	Cẩm Châu	0.36	0.34	7	Sơn Phong	0.39	0.33
3	CẩmKim	0.39	0.36	8	Tân An	0.29	0.32
4	CẩmNam	0.39	0.35	9	CẩmHà	0.34	0.32
5	CẩmThanh	0.38	0.34	10	Thanh Hà	0.40	0.35

Bộ chỉ số dễ bị tổn thương lũ lụt đã tính trên toàn lưu vực Vu Gia-Thu Bồn được so sánh với giá trị thiệt hại do lũ (đã thu thập từ phiếu điều

tra dành cho chính quyền xã) nhằm kiểm định độ tin cậy của chỉ số cho từng phương pháp. Kết quả được thể hiện trong hình (1 a,b).



Hình 1. So sánh tương quan giữa chỉ số dễ bị tổn thương với thiệt hại thực tế trên lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn theo 2 cách tính trọng số: (a) tính trọng số theo Iyengar, (b) tính trọng số theo AHP.

Từ kết quả tính trọng số, bộ chỉ số và kiểm định theo từng phương pháp cho thấy:

- Áp dụng theo cách tính trọng số Iyengar-Sudarshan: đơn giản, khách quan và rất thuận tiện cho việc tính trọng số cho nhiều biến, nhiều thành phần trong 1 tiêu chí. Tuy nhiên, kết quả kiểm định độ tin cậy của bộ chỉ số thì ở mức trung bình (chưa đạt yêu cầu). Phương pháp tính trọng số này có hạn chế là phụ thuộc vào sự phân bố của giá trị các biến-nghiã là nếu biến nào có sự dao động trong phạm vi hẹp thì trọng số cao hoặc ngược lại. Vì vậy các biến có sự dao động tương đồng thì áp dụng sẽ đạt kết quả tốt.

- Áp dụng theo thuật toán AHP: kết quả kiểm định độ tin cậy của bộ chỉ số là tốt hơn (chấp nhận được). Tuy nhiên, áp dụng phương pháp này rất khó khăn trong việc xác định hệ số ma trận tương quan cặp giữa các biến, việc xây dựng, thu thập và xử lý phiếu điều tra là rất công phu, mất thời gian và phụ thuộc vào đối tượng được hỏi. Phương pháp AHP chỉ nên áp dụng với số lượng biến, thành phần trong tiêu chí là ít, các biến là rõ ràng mang tính định lượng cao.

Vì vậy, cần lựa chọn, xác định phương pháp tính trọng số phù hợp với mỗi thành phần, tiêu chí trong việc xây dựng bộ chỉ số để bị tổn thương do lũ để đảm bảo đủ độ tin cậy của bộ chỉ số.

**5. Lựa chọn phương pháp tính trọng số phù hợp xây dựng bộ chỉ số để bị tổn thương trên lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn**

Trên cơ sở phân tích, đánh giá kết quả áp dụng hai phương pháp tính trọng số Iyengar-Sudarshan và AHP và ưu nhược điểm của hai phương pháp thấy rằng:

- Đối với tiêu chí nguy cơ lũ lụt có 3 biến là rất rõ ràng và mang tính định lượng sẽ áp dụng phương pháp tính trọng số theo AHP;

- Đối với tiêu chí tính nhạy và khả năng chống chịu có nhiều biến, nhiều thành phần và có mức độ dao động tương đồng sẽ áp dụng phương pháp tính trọng số Iyengar-Sudarshan;

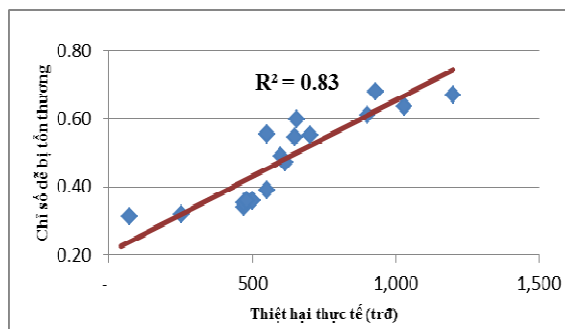
- Tính chỉ số tổng hợp có 4 tiêu chí sẽ áp dụng phương pháp AHP.

Kết quả áp dụng (Bảng 4, Hình 2):

Trọng số của các tiêu chí là:  $w_H = 0,330$ ;  $w_E = 0,102$ ;  $w_S = 0,434$ ;  $w_A = 0,135$

Bảng 4. Minh họa chỉ số dễ bị tổn thương cho Hội An kết hợp 2 phương pháp tính trọng số

STT	Xã/Phường	Chỉ số VI
1	Cẩm An	0.410
2	Cẩm Châu	0.421
3	CẩmKim	0.410
4	CẩmNam	0.470
5	CẩmThanh	0.473
6	Minh An	0.466
7	Sơn Phong	0.394
8	Tân An	0.393
9	CẩmHà	0.354
10	Thanh Hà	0.419



Hình 2. Tương quan giữa chỉ số dễ bị tổn thương (trọng số tính kết hợp 2 phương pháp) và thiệt hại thực tế trên LVS Thu Bồn.



Bộ chỉ số tính dễ bị tổn thương đã tính với việc áp dụng kết hợp 2 cách tính trọng số có quan hệ tương quan với giá trị thiệt hại thực tế là đảm bảo ( $R^2 = 0,83$ ).

## 6. Kết luận

Đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt theo phương pháp chỉ số dễ bị tổn thương phân bố đến đơn vị cấp xã sẽ là công cụ hữu ích trong công tác quy hoạch, quản lý lũ lớn và giảm thiểu tác hại do lũ lụt gây ra trên lưu vực nghiên cứu. Để có bộ chỉ số dễ bị tổn thương đủ độ tin cậy, tương đối phù hợp với điều kiện thực tế ở địa phương, trên cơ sở nghiên cứu một cơ sở khoa học và cách tính phù hợp là cần thiết.

Phương pháp tính chỉ số dễ bị tổn thương có xét đến vai trò của từng yếu tố, thành phần, tiêu chí trong chỉ số tổng hợp, đòi hỏi áp dụng cách tính trọng số phải phù hợp về cả lý luận và khả năng áp dụng trong thực tế. Phương pháp tính chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn trên cơ sở kết hợp tính trọng số của các biến, thành phần và tiêu chí theo phương pháp AHP và Iyengar-Sudarshan đã cho thấy kết quả tương đối tốt và khả năng áp dụng không quá khó khăn.

Hệ số tương quan giữa chỉ số dễ bị tổn thương (trọng số tính theo kết hợp 2 phương pháp) đạt 0,83 thể hiện mức độ tin cậy và tương đối phù hợp với thực tế.

## Lời cảm ơn

Bài báo này được thực hiện với sự hỗ trợ từ đề tài BDKH - 19. Nhóm tác giả xin chân thành sự giúp đỡ quý báu đó.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Thanh Sơn, Cấn Thu Văn, "Các phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương - Lý luận và thực tiễn. Phần 3: Tính toán chỉ số dễ bị tổn thương do lũ bằng phương pháp trọng số - Thử nghiệm cho đơn vị cấp xã vùng hạ lưu sông Thu Bồn". Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 30, Số 4S (2014) tr. 150-158
- [2] Cấn Thu Văn, Nguyễn Thanh Sơn, Trần Ngọc Anh và Ngô Chí Tuấn: Xây dựng chỉ số dễ bị tổn thương lũ lụt sử dụng phương pháp phân tích hệ thống phân cấp (AHP) - Thử nghiệm cho vài đơn vị cấp xã tỉnh Quảng Nam thuộc vùng hạ lưu sông Thu Bồn. Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 643, 2014, tr. 10 - 18.
- [3] Cấn Thu Văn, Nguyễn Thanh Sơn, Trần Ngọc Anh, Đặng Đình Khá, Các phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương - Lý luận và thực tiễn. Phần 2: Áp dụng thử nghiệm tính toán chỉ số dễ bị tổn thương do lũ thuộc lưu vực sông Lam-tỉnh Nghệ An. Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Tập 29, số 2S, 2013 tr.223-232.
- [4] Lê Hoàng Tú, Nguyễn Thị Hồng, Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Kim Lợi (2013), Phân vùng nguy cơ lũ lụt tại lưu vực sông Vu Gia, tỉnh Quảng Nam bằng ứng dụng công nghệ GIS và thuật toán AHP. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 29, Số 3 2013 64-72.
- [5] Saaty, T.L. 'Decision making with the analytic hierarchy process', Int. J. Services, Sciences, Vol. 1, No. 1, 2008, pp.83-98.
- [6] Cấn Thu Văn, Nguyễn Thanh Sơn, Ngô Chí Tuấn và Nguyễn Xuân Tiến: Đánh giá ảnh hưởng của sử dụng đất đến kết quả tính toán chỉ số dễ bị tổn thương do lũ – Áp dụng tính cho huyện Điện Bàn tỉnh Quảng Nam thuộc hạ lưu lưu vực sông Thu Bồn. Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 643, 2014, tr. 40 - 44
- [7] Cấn Thu Văn, Nguyễn Thanh Sơn- Các chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt và phương pháp tính toán. Tuyển tập báo cáo Hội thảo Khoa học Quốc gia về khí tượng thủy văn môi trường và biến đổi khí hậu lần thứ XVI - Tập II. Thủy văn - Tài nguyên nước, Biển, Môi trường 27-29 tháng 6, Thành phố Hồ Chí Minh, 2013, tr. 203-211.

## Selection Method for Calculating Weights to Determine Flood Vulnerability Index in Vu Gia-Thu Bồn Basin

Cần Thu Văn<sup>1</sup>, Nguyễn Thanh Sơn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ho Chi Minh City University for Natural Resources and Environment,  
236B, Lê Văn Sỹ, ward 1, Tân Bình, Ho Chi Minh City*

<sup>2</sup>*Faculty of Hydro-Meteorology & Oceanography, VNU University of Science,  
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hanoi, Vietnam*

**Abstract:** The formula used to calculate the composition, criteria and flood vulnerability index in papers [1-3] is the linear summation (sum of the component multiplied by its weight). The accuracy of vulnerability index depends not only on the precision of variable values, but also depends on variables weight values. Therefore, selecting and applying appropriate weighting calculation will increase the accuracy of the flood vulnerability index. This study considers and compare different methods, aiming to choose the appropriate method for assessing the vulnerability to flooding in the Vu Gia-Thu Bồn basin.

*Keyword:* Vulnerability, Flood, Vu Gia - Thu Bồn.