

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

NGUYỄN THỊ TRINH NỮ

**THỬ NGHIỆM MỘT SỐ CÔNG THỨC TÍNH TOÁN CHỈ SỐ ĐÁNH
GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG CHO VÙNG MƯA LŨ (CÓ NGẬP
LỤT) LƯU VỰC SÔNG BẾN HẢI – QUẢNG TRỊ**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

Hà Nội - 2019

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

NGUYỄN THỊ TRINH NỮ

**THỬ NGHIỆM MỘT SỐ CÔNG THỨC TÍNH TOÁN CHỈ SỐ ĐÁNH
GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG CHO VÙNG MƯA LŨ (CÓ NGẬP
LỤT) LƯU VỰC SÔNG BẾN HẢI – QUẢNG TRỊ**

Chuyên ngành: Thủy văn học

Mã số: 8440224.01

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. NGUYỄN THANH SƠN

Hà Nội - 2019

LỜI CẢM ƠN

Để luận văn được hoàn thành học viên gửi lời cảm ơn chân thành nhất đến:

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, Khoa Khí tượng, Thủy văn và Hải dương học là cơ sở đào tạo đã tạo điều kiện tốt nhất cho học viên học tập, trao đổi và lĩnh hội kiến thức. Đặc biệt học viên trân trọng cảm ơn đến hội đồng khoa học và đào tạo khoa Khí tượng, Thủy văn và Hải dương học đã theo sát và góp ý rất nhiều để các nội dung của luận văn được thực hiện tốt nhất.

Đặc biệt, học viên tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến PGS.TS Nguyễn Thanh Sơn, thầy hướng dẫn khoa học cho luận văn của học viên, những kết quả đạt được trong luận văn đều là những kiến thức quý báu mà thầy đã tận tình chỉ dẫn học viên trong thời gian qua.

Gia đình luôn là chỗ dựa tinh thần, là nguồn động viên, là động lực cho học viên trong suốt thời gian qua, học viên trân trọng cảm ơn.

Đồng thời học viên cũng cảm ơn các anh chị, bạn bè đồng nghiệp đã tận tình góp ý, chỉ bảo và động viên để học viên vững tâm phấn đấu học tập, nghiên cứu và hoàn thành luận văn này.

Học Viên

Nguyễn Thị Trinh Nữ

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU VỀ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG VÀ NHỮNG NGHIÊN CỨU TRÊN LƯU VỰC SÔNG BẾN HẢI ..	3
1.1.Khái niệm chung về tính dễ bị tổn thương.	3
1.2.Tổn thương do lũ lụt.	4
1.3.Tổng quan về các nghiên cứu trong và ngoài nước về tính dễ bị tổn thương do lũ	5
<i>1.3.1 Nghiên cứu ngoài nước</i>	<i>6</i>
<i>1.3.2 Nghiên cứu trong nước</i>	<i>7</i>
1.4.Đặc điểm địa lý tự nhiên, kinh tế - xã hội lưu vực sông Bến Hải.....	8
<i>1.4.1.Đặc điểm địa lý tự nhiên.</i>	<i>8</i>
<i>1.4.2.Đặc điểm kinh tế - xã hội.</i>	<i>14</i>
1.5.Tình hình về lũ lụt và những tổn thương do lũ gây ra trong những năm gần đây trên lưu vực sông Bến Hải.....	15
CHƯƠNG 2: CÁC CÔNG THỨC TÍNH TOÁN CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG DO LŨ.....	18
2.1.Các chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ.....	18
<i>2.1.1. Độ phơi nhiễm (E).....</i>	<i>18</i>
<i>2.1.2. Tính nhạy (S)</i>	<i>18</i>
<i>2.1.3. Khả năng phục hồi (R)</i>	<i>18</i>
2.2. Một số công thức tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ. ...	18
<i>2.2.1. Công thức Ibidun O.Adelekan.....</i>	<i>18</i>
<i>2.2.2. Công thức UNESCO – IHE.....</i>	<i>19</i>
<i>2.2.3. Công thức Richard.F.Conner</i>	<i>19</i>
<i>2.2.4. Công thức Balica.....</i>	<i>21</i>
CHƯƠNG 3: THỬ NGHIỆM CÔNG THỨC BALICA TÍNH TOÁN CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG CHO VÙNG MƯA LŨ (CÓ NGẬP LỤT) LƯU VỰC SÔNG BẾN HẢI	24

3.1. Giới thiệu cơ sở dữ liệu.....	24
3.2. Xác định bộ tiêu chí.....	30
3.3. Thu thập và xử lý số liệu.....	36
3.4 Chuẩn hóa dữ liệu	37
3.5. Tính trọng số theo thuật giải của Lyengar và Sudarhan	38
3.6. Tính giá trị tính dễ bị tổn thương.....	41
<i>3.6.1: Tính giá trị tính dễ bị tổn thương vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải theo chuẩn hóa Connor & Hiroki</i>	<i>41</i>
3.7. Xây dựng bản đồ đánh giá mức độ dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải.....	47
<i>3.7.1. Xây dựng bản đồ đánh giá mức độ dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải với trường hợp 1</i>	<i>47</i>
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	57
TÀI LIỆU THAM KHẢO	60
PHỤ LỤC	62

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1: .Lớp phủ thực vật theo mức độ che tán và tỷ lệ % so với lưu vực....	11
Bảng 2: Hiện trạng rừng lưu vực sông Bến Hải.....	11
Bảng 3: Minh họa các nút tính của xã Cam An – huyện Cam Lộ	25
Bảng 4: Nguồn thu thập bộ tiêu chí đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt cho... lưu vực sông Bến Hải.....	26
Bảng 5.1. Quá trình lựa chọn bộ tiêu chí	32
Bảng 5.2: Bộ tiêu chí đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt cho lưu vực sông Bến Hải	35
Bảng 9: Giá trị trọng số của các thành phần, tiêu chí tính theo chuẩn hóa Connor & Hiroki và Balica	39
Bảng 10a: Kết quả đánh giá mức độ tổn thương vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải theo chuẩn hóa Connor & Hiroki.	41
Bảng 10b: Kết quả đánh giá mức độ tổn thương vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải theo chuẩn hóa Balica	44
Bảng 10a1: Bảng phân cấp mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải – TH1.....	49
Bảng 10b1: Bảng phân cấp mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt cho vùng mưa lũ (có DANH MỤC HÌNH ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải – TH2.....	53

DANH MỤC HÌNH

Hình 1: Bản đồ hành chính lưu vực sông Bến Hải tỉnh Quảng Trị	9
Hình 2: Bản đồ mạng lưới thủy văn lưu vực sông Bến Hải.....	13
Hình 3: Những thiệt hại về kinh tế do lũ lụt gây ra trong những gần đây	16
Hình 4.1. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần xã hội TH1.....	47
Hình 4.2. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần kinh tế TH1.....	48
Hình 4.3. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần môi trường TH1.....	48
Hình 4.4. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần vật lí TH1	49
Hình 4.5. Bản đồ đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do ngập lụt cho TH1....	50
Hình 5.1. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần xã hội TH2.....	51
Hình 5.2. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần kinh tế TH2.....	51
Hình 5.3. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần môi trường TH2.....	52
Hình 5.4. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần vật lí TH2	52
Hình 5.5. Bản đồ đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do ngập lụt cho TH2....	53
Hình 6. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn theo BĐKH - 19.....	54

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

STT	KÝ HIỆU	Ý NGHĨA
1	BĐKH	Biến đổi khí hậu
2	ĐHQGHN	Đại học Quốc gia Hà Nội
3	KTTV	Khí tượng thủy văn
4	FVI	Chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt
5	UNDP	United Nations Development Programme (Chương trình Phát triển Liên hợp quốc)
6	UNESCO	United Nations Education, Scientific and Cultural Organization (Tổ chức Giáo dục, Khoa học và Văn hóa Liên Hiệp Quốc)
7	UNESCO - IHE	Tổ chức Giáo dục, Khoa học và Văn hóa của Liên hiệp quốc - Viện giáo dục Tài nguyên nước

MỞ ĐẦU

Ở Việt Nam, lũ lụt xuất hiện với tần suất lớn nhất là khu vực miền Trung - nơi sông ngòi có độ dốc lớn, sự tập trung nước cao, thời gian lũ lên rất nhanh do thời gian chảy truyền ngắn,... gây không ít khó khăn cho công tác quản lý phòng chống lũ lụt. Do tác động của biến đổi khí hậu, bão lũ càng ngày càng trở nên nguy hiểm hơn, cường độ mạnh hơn gây ra những tổn thương không chỉ về vật chất mà còn ảnh hưởng đến đời sống tinh thần của người dân vùng lũ.

Để giảm thiểu tác hại do lũ lụt ngoài các biện pháp công trình (đập phòng lũ, đê ngăn lũ, vv...) còn có các biện pháp phi công trình (nâng cao nhận thức phòng lũ cho người dân, tăng khả năng quản lý quy hoạch sử dụng đất và bố trí dân cư, vv...). Vấn đề đặt ra là lựa chọn biện pháp nào cho phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội của từng địa phương nhằm giảm thiểu và quản lý lũ lụt một cách hiệu quả. Do vậy, việc đánh giá được tính dễ bị tổn thương do lũ gây ra đối với kinh tế - xã hội trở thành nhu cầu cấp thiết để từ đó xây dựng các giải pháp nhằm giảm nhẹ tác hại của lũ gây ra.

Đây cũng là lý do dẫn đến sự hình thành luận văn “Thử nghiệm một số công thức tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải - Quảng Trị”. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở khoa học, thực tiễn để từ đó tiến hành đánh giá được tính dễ bị tổn thương ở lưu vực sông Bến Hải, giúp cho các nhà quản lý chính sách hoạch định những phương án, giải pháp giảm bớt thiệt hại do lũ gây ra, người dân sẽ có cuộc sống ổn định, bình yên hơn.

Mục tiêu nghiên cứu

- 1 Tìm hiểu về một số công thức tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt cho khu vực nghiên cứu
- 2 Lựa chọn được bộ tiêu chí để tính toán tính dễ bị tổn thương do lũ lụt trên lưu vực sông nghiên cứu
- 3 Tính toán được mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt gây ra tại lưu vực sông nghiên cứu
- 4 Nhận xét và đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải - Quảng Trị

Phương pháp nghiên cứu

Luận văn sẽ sử dụng các phương pháp để thử nghiệm công thức tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải:

- Phương pháp kế thừa: qua việc phân tích và tổng hợp các kết quả nghiên cứu từ các công trình đăng trên các tạp chí và tuyển tập báo cáo hội thảo quốc gia và quốc tế sẽ được tham vấn trong lựa chọn các tiêu chí tổn thương. Số liệu từ các đề tài mà nhóm tác giả trước đây đã thu thập được qua các đề tài, dự án được sử dụng triệt để.

- Phương pháp tính trọng số Iyengar – Sudarshan

- Phương pháp chuẩn hóa dữ liệu theo Balica và theo Connor & Hiroki.

Bố cục của luận văn

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan các nghiên cứu về tính dễ bị tổn thương và những nghiên cứu trên lưu vực sông Bến Hải

Chương 2: Các công thức tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ

Chương 3: Thử nghiệm công thức Balica tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải

Kết luận, kiến nghị

Tài liệu tham khảo

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU VỀ TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG VÀ NHỮNG NGHIÊN CỨU TRÊN LƯU VỰC SÔNG BẾN HẢI

1.1. Khái niệm chung về tính dễ bị tổn thương

Hiện nay, nghiên cứu tính dễ bị tổn thương đã được các nhà khoa học quan tâm trong nhiều ngành, lĩnh vực khác nhau; ví dụ như nghiên cứu tính dễ bị tổn thương theo cách tiếp cận của ngành khoa học xã hội, khoa học tự nhiên; hay nghiên cứu tính dễ bị tổn thương dưới tác động của biến đổi khí hậu, sự phát triển bền vững, các hiểm họa thiên nhiên,... Do đó, các nhà khoa học đã đưa ra các khái niệm về tính dễ bị tổn thương theo nhiều cách khác nhau.

Những năm gần đây, một vài định nghĩa về tính dễ bị tổn thương có thể kể đến như: theo Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu - IPCC (2001): “Tính dễ bị tổn thương là mức độ mà biến đổi khí hậu có thể gây tổn hại hay bất lợi cho hệ thống; khi đó nó không chỉ phụ thuộc vào độ nhạy của hệ thống mà còn phụ thuộc vào khả năng thích ứng của cộng đồng với điều kiện khí hậu mới” [14].

Có rất nhiều hướng nghiên cứu khác nhau nhằm phân loại các thành phần, yếu tố để đánh giá tính dễ bị tổn thương. Tuy nhiên, việc sử dụng các thuật ngữ liên quan đến tính dễ bị tổn thương giữa các ngành, lĩnh vực nghiên cứu vẫn còn nhiều tranh cãi trong các cộng đồng, các hướng nghiên cứu khoa học khác nhau. *Trong ngành khoa học kinh tế - xã hội:* Với cách tiếp cận của Ramade (1989) thì tính dễ bị tổn thương bao gồm cả con người và kinh tế - xã hội, liên quan đến khuynh hướng hàng hóa, con người, cơ sở hạ tầng, các hoạt động bị thiệt hại, sức đề kháng của cộng đồng. Nhưng nghiên cứu đó lại không đề cập đến mặt tự nhiên, mức độ, tần suất xuất hiện của các hiện tượng thiên tai. Trong nghiên cứu gần đây trong lĩnh vực này đã giải thích tính dễ bị tổn thương của một hệ thống địa lý, vùng lãnh thổ là kết quả của các hoạt động, khả năng chống chịu khác nhau của xã hội, bối cảnh kinh tế và công nghệ không đồng nhất.

Watts and Bohle (1993) [17] đã xem xét đến bối cảnh xã hội của các mối nguy hiểm và liên hệ tính dễ bị tổn thương xã hội đến khả năng phục hồi, chống chịu của cộng đồng.

Tính dễ bị tổn thương được mô tả bởi tổ chức chiến lược và giảm nhẹ thiên

tại thế giới (ISDR, 2004) [13] như là các điều kiện xác định bởi các yếu tố vật lý, xã hội, kinh tế và môi trường hay các quá trình, làm tăng tính nhạy của cộng đồng dưới tác động của thiên tai.

Trong cách tiếp cận của ngành khoa học xã hội, thì tính dễ bị tổn thương lại tập trung vào năng lực của con người để đối phó với mối nguy hiểm và kịp thời khôi phục lại các thiệt hại và những tổn thất. Cách tiếp cận này đòi hỏi ít kiến thức về hệ thống địa lý vì mục tiêu của nghiên cứu là giải thích các hành vi xã hội.

Ngành khoa học tự nhiên có một điểm khác để giải thích tính dễ bị tổn thương do ảnh hưởng của BĐKH. Hội đồng quốc tế về biến đổi khí hậu (IPCC) đã phát triển các định nghĩa về tính dễ bị tổn thương qua nhiều năm. Năm 1992, họ xác định tính dễ bị tổn thương như mức độ không có khả năng đối phó với những hậu quả của BĐKH và nước biển dâng.

Năm 1996, SAR (báo cáo đánh giá lần 2) [15] đã xác định tính dễ bị tổn thương như mức độ mà BĐKH có thể gây tổn tại hay bất lợi cho hệ thống, không chỉ phụ thuộc vào độ nhạy của hệ thống mà còn phụ thuộc vào khả năng thích ứng của cộng đồng với điều kiện khí hậu mới. Được xem như những tác động còn lại của BĐKH sau khi các biện pháp thích ứng được thực hiện (Dowing, 2005) [11]. Định nghĩa này bao gồm sự lộ diện, tính nhạy, khả năng phục hồi của hệ thống để chống lại các mối nguy hiểm do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu.

Trong những năm 1980 và đặc biệt trong những năm 1990 thì những nghiên cứu về mối quan hệ giữa các hoạt động con người và tác động của thiên tai theo chiều hướng tổn thương kinh tế xã hội đã tăng lên. Các định nghĩa về tính dễ bị tổn thương đã dần được cải thiện thể hiện một cái nhìn toàn diện của xã hội, liên quan đến lĩnh vực tự nhiên và kinh tế xã hội của hệ thống.

1.2. Tổn thương do lũ lụt

Theo Nguyễn Thanh Sơn và cộng sự [5] khái niệm tính dễ bị tổn thương sử dụng dựa trên khái niệm của UNESCO-IHE “*Tính dễ bị tổn thương là mức độ gây hại có thể được xác định trong những điều kiện nhất định thông qua tính nhạy, sự tổn thất và khả năng phục hồi*”.

Để tăng cường tính ứng dụng trong của các nghiên cứu trong thực tế, đặc biệt

là trong chủ động đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ thì Janet Edwards (2007) [16] đã đưa ra một khái niệm nữa là bản đồ tính dễ bị tổn thương do lũ “ là bản đồ cho biết vị trí các vùng nơi mà con người, môi trường thiên nhiên, của cải gặp rủi ro do các thảm họa có thể dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng như thiệt hại về người, gây ô nhiễm môi trường”.

Ngoài ra, theo một số nghiên cứu khác định nghĩa: Khái niệm tính dễ bị tổn thương do lũ lụt là việc xem xét lựa chọn tiếp xúc, nhạy cảm và các tiêu chí đối phó của người dân trong khu vực nghiên cứu. Phân tích các tiêu chí này cung cấp một cái nhìn sâu sắc vào các đặc tính dễ bị tổn thương của người dân bị ảnh hưởng và tác động với quản lý nguy cơ lũ lụt. Khi định lượng được tính dễ bị tổn thương của một vùng nào đó thì nó sẽ cung cấp những thông tin cần thiết hỗ trợ trong việc ra quyết định nhằm chống lại các mối nguy hiểm do lũ lụt gây ra mà xã hội phải hứng chịu.

Định nghĩa được tính dễ bị tổn thương sẽ giúp ta biết được cách tốt nhất để giảm thiểu chúng. Mục đích của việc đánh giá tính dễ bị tổn thương nhằm cung cấp cho các nhà ra quyết định hay các bên liên quan về những lựa chọn nhằm giảm thiểu ảnh hưởng của những mối nguy hiểm do lũ lụt. Nghiên cứu tính dễ bị tổn thương nhằm đưa ra những hành động chính xác có thể làm giảm thiểu thiệt hại do thiên tai gây ra. Sự cần thiết của việc phân tích, đánh giá tính dễ bị tổn thương đã được trình bày trong nhiều tài liệu khoa học với các khái niệm bao gồm; tính dễ bị tổn thương tự nhiên, tính dễ tổn thương xã hội và những tổn thương kinh tế

1.3. Tổng quan về các nghiên cứu trong và ngoài nước về tính dễ bị tổn thương do lũ

Ngày nay việc nghiên cứu các tác động của thiên tai tự nhiên như mưa lũ hết sức quan trọng. Nếu không có những chiến lược thích ứng thích hợp thì thiệt hại để lại do mưa lũ rất nghiêm trọng về rất nhiều các mặt của đời sống con người xã hội. Vì vậy việc nghiên cứu tính dễ bị tổn thương được các nhà khoa học tập trung nghiên cứu nhiều trong các lĩnh vực như: kinh tế - xã hội, môi trường, tự nhiên, thiên tai... Trong các năm gần đây các nghiên cứu về tính dễ bị tổn thương do mưa lũ theo các cách tiếp cận khác nhau như:

1.3.1 Nghiên cứu ngoài nước

Năm 2012, Dapeng Huang và cộng sự [10] đã nghiên cứu nhằm đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt cho 31 tỉnh của Trung Quốc. Trong nghiên cứu, tổn thương lũ lụt được đánh giá dựa trên số liệu thiệt hại lũ lụt và các số liệu thống kê về kinh tế, xã hội. Các tiêu chí nhằm tính toán tính tổn thương trong nghiên cứu được chia làm 4 nhóm tổn thương. Tính dễ bị tổn thương dân số với các biến chủ đạo như tổng số dân, số dân bị ảnh hưởng bởi lũ lụt, thiên tai. Tính dễ bị tổn thương cái chết với biến như số lượng người chết,... Tính dễ bị tổn thương nông nghiệp có các biến về số lượng cây trồng bị ảnh hưởng, tỉ lệ diện tích cây trồng có bảo hiểm,... Tính dễ bị tổn thương kinh tế có các biến như thu nhập bình quân đầu người, tổng GDP,... Như vậy, trong nghiên cứu này, tác giả mới xét tới tính tổn thương nông nghiệp nhưng lại chưa xem xét tới sự tổn thương về công nghiệp hay sự tổn thương của cơ sở hạ tầng,...như vậy chưa thể hiện được toàn diện về tính dễ bị tổn thương lũ lụt.

Năm 2013, Dr. Popovici Elena-Ana, Dr. Andra Costache và cộng sự [12] đã nghiên cứu phát triển phương pháp và công cụ thích hợp để đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt của các cộng đồng nông thôn vùng đồng bằng Banat, Romania. Trong nghiên cứu này đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu định lượng (đánh giá tính dễ bị tổn thương đa tiêu chí, phát triển tiêu chí tính dễ bị tổn thương lũ lụt nông thôn và tiến hành bảng câu hỏi) và phương pháp nghiên cứu định tính (quan sát thực địa, phân tích và phát triển cơ sở dữ liệu,...). Chỉ số dễ bị tổn thương lũ ở nông thôn được đánh giá dựa trên sự tích hợp các dữ liệu về độ phơi nhiễm lũ (mức độ và xác suất xảy ra lũ), các dữ liệu kinh tế xã hội (số lượng người tàn tật, số lượng bác sĩ, học sinh, giáo viên, tỉ lệ thất nghiệp, thu nhập bình quân đầu người...), các dữ liệu sinh thái (khu vực tiếp xúc với ô nhiễm,...). Bên cạnh đó, các dữ liệu còn được thu thập từ kết quả của bộ câu hỏi về chủ đề liên quan tới tính dễ bị tổn thương tại địa phương (sự hiểu biết về sự thay đổi tần suất và cường độ của các hiện tượng cực đoan, những thông tin về lũ lụt và biện pháp chuẩn bị hay mức độ lo lắng về lũ lụt của người dân...). Công thức được sử dụng để tính toán chỉ số dễ bị tổn thương do lũ ở nông thôn:

Tính dễ bị tổn thương lũ lụt nông thôn = Độ phơi nhiễm * Tính dễ bị tổn thương xã hội, kinh tế * Tính dễ bị tổn thương sinh thái. (1)

Connor & Hiroki, 2005 [9], đã sử dụng phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương thông qua việc xác định chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ cho các lưu vực sông trên thế giới. Trong đó, chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ được chia thành 4 nhóm thành phần: khí hậu (C), thủy văn-địa hình (H), kinh tế-xã hội (S) và biện pháp ứng phó (M). Bốn thành phần của FVI với 11 chỉ số (tần suất mưa lớn, độ dốc bình quân lưu vực, tỉ lệ diện tích đô thị hóa, dân số trong khu vực ngập lụt, sự đầu tư cho các công trình phòng chống lũ,...) được đưa vào để tính toán chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ cho 114 lưu vực sông trên thế giới, áp dụng theo công thức:

$$FVI = C + H + S - M \quad (2)$$

Balica (2007-2012) [7-8] nghiên cứu và phát triển theo hướng nghiên cứu của Connor & Hiroki (2005) [9] để tính toán chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ cho lưu vực sông, tiểu lưu vực và khu đô thị nhằm đưa ra các nhân tố quan trọng ảnh hưởng tới tính dễ bị tổn thương đối với các vùng không gian khác nhau. Trong đó, các yếu tố được xem xét đến một cách toàn diện gồm giai đoạn trước, trong và sau khi xảy ra lũ lụt, thông qua các biến thuộc các nhóm thành phần xã hội, kinh tế, môi trường và vật lý. Đây là bộ tiêu chí gồm có nhiều thành phần được xem xét một cách toàn diện gồm 73 tiêu chí. Chỉ số tính toán tính dễ bị tổn thương do lũ được tính theo công thức:

$$FVI = ((E \times S) / R_{\text{(xã hội)}} + (E \times S) / R_{\text{(kinh tế)}} + (E \times S) / R_{\text{(môi trường)}} + (E \times S) / R_{\text{(vật lý)}}) / 4 \quad (3)$$

1.3.2 Nghiên cứu trong nước

Trong luận án tiến sỹ của Cần Thu Văn về “Nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn phục vụ quy hoạch phòng chống thiên tai” (2015) [6]. Trên cơ sở thiết lập bộ tiêu chí đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt và điều kiện áp dụng đối với lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn, tác giả đã thiết lập bộ tiêu chí gồm 43 tiêu chí trong đó: nguy cơ lũ lụt - 3 tiêu chí, độ phơi nhiễm - 1 tiêu chí, tính nhạy - 23 tiêu chí, khả năng chống chịu - 16 tiêu chí. Trong nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp đánh giá chỉ số

phát triển con người (HDI) của UNDP (2006) để chuẩn hóa dữ liệu. Giá trị trọng số được tính theo phương pháp AHP kết hợp với phương pháp Iyengar-Sudarshan. Trong đó, phương pháp AHP được sử dụng tính trọng số cho tiêu chí nguy cơ lũ lụt (3 tiêu chí) và chỉ số tổn thương tổng hợp (4 tiêu chí) và phương pháp Iyengar-Sudarshan được sử dụng tính trọng số cho các thành phần của tiêu chí tính nhạy (23 tiêu chí) và khả năng chống chịu (16 tiêu chí). Sự kết hợp này đảm bảo khắc phục những hạn chế của từng phương pháp. Tác giả sử dụng phần mềm MapInfo để xây dựng các bản đồ biểu thị giá trị các tiêu chí và bản đồ mức độ dễ bị tổn thương trên lưu vực sông nghiên cứu. Các bản đồ được xây dựng thể hiện giá trị trên toàn lưu vực để phân tích, đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng nghiên cứu. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương lũ lụt được xây dựng sau khi phân chuỗi giá trị chỉ số dễ bị tổn thương thành từng cấp mức độ dễ bị tổn thương. Cơ sở phân cấp mức độ dễ bị tổn thương dựa vào phân bố xác suất Beta.

Đặng Đình Khá (2011) [2] đã tính tổn thương cho lưu vực sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị, tác giả tiến hành kết hợp bản đồ sự lộ diện và bản đồ khả năng chống chịu đồng thời đề cập đến độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu để đưa ra tổn thương cho vùng nghiên cứu. Tuy nhiên, trong tính toán, tác giả cũng coi nhân tố mưa và bốc hơi là hai nhân tố gián tiếp tạo ra lũ. Do đó, những vùng không ảnh hưởng trực tiếp lũ sẽ rất khó có thể đưa ra được nhận xét, đánh giá chính xác.

Trong một số công trình, Trịnh Minh Ngọc, Nguyễn Thanh Sơn đã đánh giá khả năng dễ bị tổn thương tài nguyên nước lưu vực sông Thạch Hãn và lưu vực sông Nhuệ - Đáy đã đưa vào các tham số: sức ép nguồn nước, sức ép khai thác sử dụng, hệ số sinh thái và thông số quản lý để tính toán.

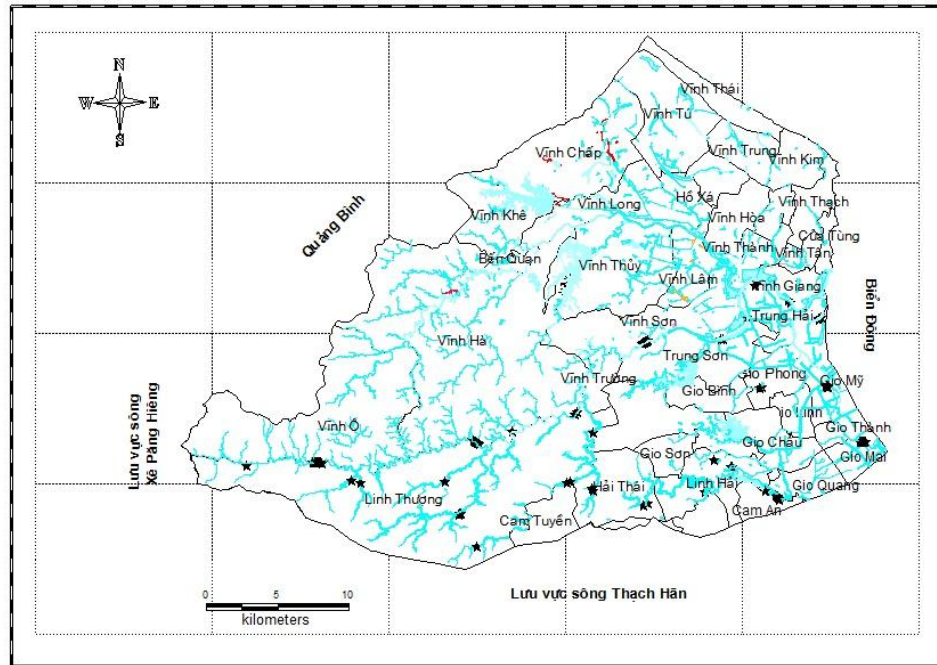
1.4.Đặc điểm địa lý tự nhiên, kinh tế - xã hội lưu vực sông Bến Hải

1.4.1. Đặc điểm địa lý tự nhiên

❖ Vị trí địa lý

Lưu vực sông Bến Hải nằm trong giới hạn từ $106^{\circ}38'$ đến $106^{\circ}58'$ kinh độ Đông, từ $16^{\circ}47'$ đến $16^{\circ}59'$ vĩ độ Bắc, bao gồm 44 xã thuộc 3 huyện Vĩnh Linh, Gio Linh và Cam Lộ. Phía Bắc giáp với tỉnh Quảng Bình, phía Tây giáp với lưu vực

sông Sê Păng Hiêng , phía nam giáp với lưu sông Thạch Hãn, phía đông giáp với Biển Đông. (Hình 1)



Hình 1: Bản đồ hành chính lưu vực sông Bến Hải tỉnh Quảng Trị

❖ Địa hình, địa mạo

Lưu vực có địa hình dốc chung từ đỉnh Trường Sơn đổ ra biển. Do sự phát triển của các bình nguyên đồi thấp nên địa hình của vùng này rất phức tạp. Theo chiều Bắc - Nam, phần đồng bằng địa hình có dạng đèo thấp, thung lũng sông - đèo thấp. Theo chiều Tây - Đông địa hình ở đây có dạng núi cao, đồi thấp nhiều khu theo dạng bình nguyên - đồi, đồng bằng.

Vùng đồng bằng ở đây là các thung lũng sâu kẹp giữa các dải đồi thấp và cồn cát hình thành trên các cấu trúc uốn nếp của dãy Trường Sơn, có nguồn gốc mài mòn và bồi tụ. Đồng bằng hạ du sông Bến Hải, cao độ biến đổi từ $1 \div 2,5$ m, địa hình bằng phẳng, đã được khai thác từ lâu đời để sản xuất lúa nước. Địa hình vùng đồi ở đây có dạng đồi bát úp liên tục, có những khu nhỏ dạng bình nguyên. Độ dốc vùng núi bình quân từ $15 \div 180$ m. Địa hình này rất thuận lợi cho việc phát triển cây trồng cạn, cây công nghiệp, cây ăn quả, cao độ của dạng địa hình này là 200 – 1000 m, có nhiều thung lũng lớn.

Đây là dạng địa hình có thể mạnh của tỉnh Quảng Trị nói chung và lưu vực sông Bến Hải nói riêng, dạng địa hình này chiếm tới 50% diện tích tự nhiên của các lưu vực sông, thuận lợi cho việc xây dựng hồ chứa phục vụ sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản.

Dãy Trường Sơn chắn gió, hứng ẩm tạo mưa sinh ra dòng chảy tốt, nhưng nếu làm mưa tăng thì địa hình ở đồng bằng thoát lũ chậm dễ gây ngập lụt. Như vậy, địa hình vùng nghiên cứu rất phức tạp, gây khó khăn cho công tác thủy lợi và cũng có rất nhiều tiềm năng để phát triển một nền kinh tế nông nghiệp đa dạng và một nền kinh tế hàng hóa giá trị cao.

❖ Địa chất, thổ nhưỡng

Địa tầng phát triển không liên tục, các trầm tích từ Paleozoi hạ tới Kainozoi trong đó trầm tích Paleozoi chiếm chủ yếu, gồm 9 phân vị địa tầng, còn lại 6 phân vị thuộc Meozoi và Kainozoi.

Địa chất trong vùng có những đứt gãy chạy theo hướng từ đỉnh Trường Sơn ra biển tạo thành các rạch sông chính cắt theo phương Tây Đông. Tầng đá gốc ở đây nằm sâu, tầng phủ dày. Phần thềm lục địa được tạo thành từ trầm tích sông biển và sự di đầy của dòng biển tạo thành. Lưu vực sông Bến Hải gần như toàn bộ diện tích là đất feralit, ở phía hạ lưu sông có đất xói mòn trơ sỏi đá và đất nâu đỏ nhưng chiếm diện tích rất ít.

❖ Thực vật

Lớp phủ thực vật đóng vai trò quan trọng đối với khả năng hình thành lũ lụt đó là khả năng điều tiết nước. Trên lưu vực rừng tự nhiên còn ít, chủ yếu là rừng trung bình, phân bố ở vùng núi cao. Vùng đồi núi còn rất ít rừng, đại bộ phận là đất trống trồng cây bụi, ngoài ra ở vùng hạ lưu có đất trồng nương rẫy xen dân cư và cây nông nghiệp ngắn vụ xen dân cư. Trên lưu vực sông Bến Hải có rất nhiều loại cây nhưng diện tích đất trống và cây bụi còn rất nhiều, chiếm tỉ lệ khá lớn diện tích toàn lưu vực.

Với độ che phủ của các loại rừng được trình bày trong bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1: .Lớp phủ thực vật theo mức độ che tán và tỷ lệ % so với lưu vực

STT	Loại hình lớp phủ	Tỷ lệ % so với diện tích lưu vực	Mức độ tán che
1	Rừng tự nhiên rộng thường xanh	12,36	50 ÷ 60
2	Rừng tự nhiên rộng thường xanh	4,98	60 ÷ 70
3	Rừng tự nhiên rộng thường xanh	1,82	> 90
4	Nương rẫy xen dân cư	3,65	5 ÷ 10
5	Cây nông nghiệp ngắn vụ xen	0.74	< 5

Bảng 2: Hiện trạng rừng lưu vực sông Bến Hải

STT	Loại	Diện tích (km ²)	Diện tích (%)
1	Rừng tự nhiên nghèo	68,31	24,08
2	Rừng tự nhiên giàu	7,802	2,75
3	Trảng cây bụi	194	68,38
4	Cây cỏ xen nương	1,235	0,44
5	Cây công nghiệp dài	12,4	4,35

❖ Khí hậu

Lưu vực sông Bến Hải nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, nóng, ẩm mang đầy đủ sắc thái của khí hậu chuyển tiếp Bắc Nam của các tỉnh miền Trung Việt Nam. Trong năm có hai mùa rõ rệt: mùa mưa và mùa khô. Mùa khô từ tháng XII đến tháng VIII, mùa mưa từ tháng IX đến tháng XI. Từ tháng III đến tháng VIII chịu ảnh hưởng của gió Tây Nam khô và nóng. Từ tháng IX đến tháng II năm sau chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc đi liền với mưa phùn và rét đậm.

- Mưa : Mùa mưa bắt đầu từ tháng IX đến tháng XI thậm chí có năm kéo dài đến tận tháng XII. Đây là thời gian bão và áp thấp nhiệt đới hoạt động mạnh ở khu vực miền Trung. Do địa hình lưu vực bị chia cắt nên mưa trong mùa mưa cũng ít khi đồng đều trên toàn lưu vực.

- Nhiệt độ không khí: Nhiệt độ không khí trong vùng thấp nhất vào mùa đông (tháng XI đến tháng III), cao nhất vào mùa hè (tháng V đến tháng VIII). Nhiệt độ bình quân nhiều năm vào khoảng $24,3^{\circ}\text{C}$. Chênh lệch nhiệt độ trong ngày từ 7 đến 10°C .

- Độ ẩm tương đối : Độ ẩm tương đối bình quân nhiều năm nằm trong khoảng 85 tới 89%.

- Bốc hơi : Bốc hơi bình quân nhiều năm nằm trong khoảng $1200 \div 1300 \text{ mm}$. Ở vùng đồng bằng bốc hơi bình quân nhiều năm cao hơn vùng núi.

- Số giờ nắng : Bình quân nhiều năm số giờ nắng khoảng 1840 giờ

- Gió và bão : Các lưu vực sông Bến Hải thuộc Quảng Trị chịu chế độ khí hậu nhiệt đới gió mùa. Một năm có 2 chế độ gió mùa chính:

- + Gió mùa Tây Nam hoạt động mạnh vào mùa hè từ tháng IV đến tháng XI, tốc độ gió bình quân đạt $2 \div 2,2 \text{ m/s}$, mang độ ẩm và gây mưa cho vùng.

- + Gió mùa Tây Bắc hoạt động mạnh từ tháng XII đến tháng III năm sau, tốc độ gió bình quân đạt $1,7 \div 1,9 \text{ m/s}$. Thời gian chuyển tiếp các hướng gió Tây Nam và Tây Bắc là thời gian giao thời. Gió Tây khô nóng hoạt động vào tháng IV, tháng V (nhân dân địa phương gọi là gió Lào). Thời kì có gió Lào là thời kì nóng nhất.

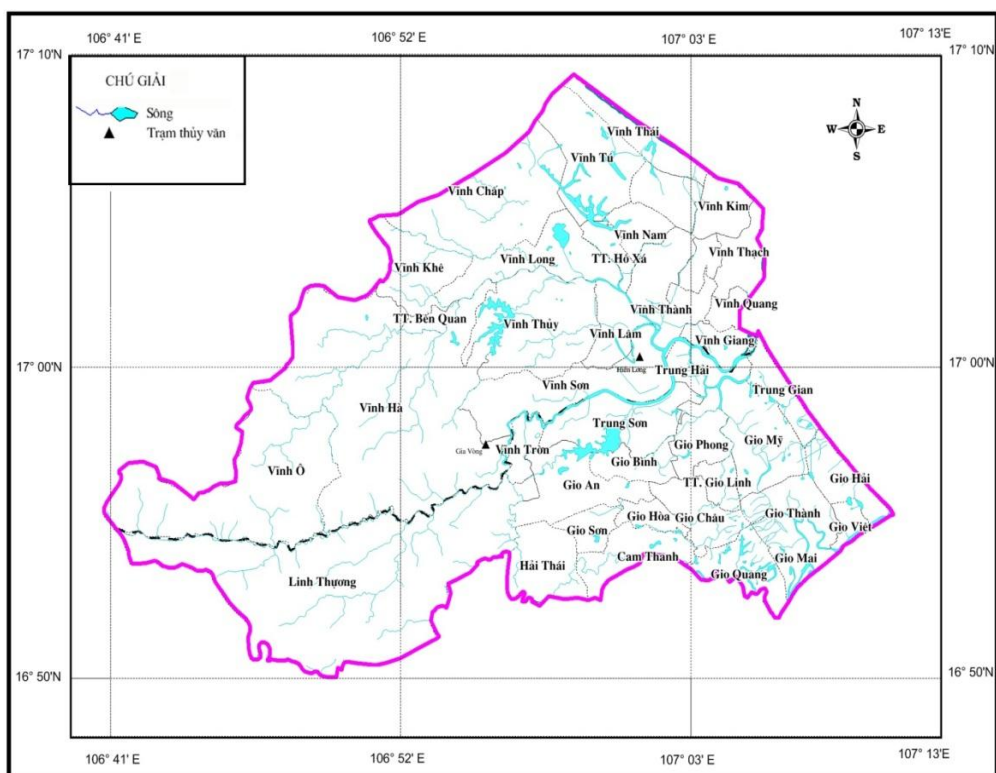
- Bão và xoáy thuận nhiệt đới là những biến động thời tiết trong mùa hạ, hoạt động rất mạnh mẽ và thất thường. Từ tháng V đến tháng VIII vùng ven Thái Bình Dương không khí bị nung nóng bốc lên cao tạo thành những vùng xoáy rộng hàng trăm km^2 .

❖ Thủy văn

Cũng như các nơi khác ở nước ta, dòng chảy sông suối trong lưu vực sông Bến Hải không những phân bố không đều trong lãnh thổ mà còn phân bố không đều trong năm. Hàng năm, dòng chảy sông suối biến đổi theo mùa rõ rệt: mùa lũ và mùa cạn. Thời gian bắt đầu, kết thúc các mùa dòng chảy không cố định hàng năm mà có sự xê dịch giữa các năm từ 1 đến vài tháng.

Dòng chảy năm tại khu vực nghiên cứu có giá trị mô đun biến động trong khoảng $54 - 73 \text{ l/s/km}^2$, thuộc khu vực có dòng chảy dồi dào so với trung bình cả nước, phần lớn nước tập trung vào mùa lũ. Do sự phân bố nước không đều trong

năm nên lũ ở đây rất khắc nghiệt và hạn hán cũng rất điển hình. Do độ dốc lớn nên lũ thường xảy ra nhanh và ác liệt gây ra nguy hiểm cho các hoạt động kinh tế xã hội. Thông thường mùa lũ thường xuất hiện chậm hơn mùa mưa khoảng 1 tháng. Mưa là nguyên nhân gây lũ chủ yếu ở khu vực này. Lũ lớn nhất thường xuất hiện trong các tháng IX, X chiếm từ 25 - 31 % tổng lượng nước năm.



Hình 2: Bản đồ mạng lưới thủy văn lưu vực sông Bền Hải

Mùa kiệt trong vùng thường chậm hơn so với các tỉnh đồng bằng Bắc Bộ. Lượng nước mùa kiệt chỉ chiếm khoảng gần 30% tổng lượng dòng chảy trong năm. Sự phân phối không đều đã gây ảnh hưởng lớn cho sinh hoạt và sản xuất. Tình trạng đó càng trở nên khốc liệt vào các năm và các tháng có gió Tây Nam (gió Lào) hoạt động mạnh. Tuy nhiên vào khoảng tháng V - VI trong vùng thường có mưa tiểu mãn bổ sung lượng nước cho mùa kiệt.

Tháng IV và tháng VII là những tháng kiệt, lưu lượng trên sông nhỏ. Mô đun bình quân dòng chảy tháng vào các tháng kiệt chỉ khoảng 10 - 15 l/s/km². Do đặc điểm vùng nghiên cứu có địa hình tạo thành các dải từ biển vào sâu trong lục địa: dải cát ven biển, đồng bằng ven biển, gò đồi, núi nên tính chất dòng chảy cũng có sự phân hóa theo không gian rõ rệt.

1.4.2. Đặc điểm kinh tế - xã hội

❖ Dân số, dân tộc

Theo Niên giám thống kê năm 2016 của cục thống kê Quảng Trị nhận thấy: dân số phân bố không đều, tập trung ở các xã đồng bằng. Mật độ dân số trung bình toàn lưu vực là 148 người/km², trong đó thị trấn Hồ Xá là 1674 người/km², trong khi đó xã Vĩnh Trường chỉ có 72 người/km². Tổng số dân trên toàn lưu vực là 162092 người.

❖ Văn hóa giáo dục

Cơ sở vật chất các nhà trường trên địa bàn tỉnh được đầu tư thêm nên ngày càng đáp ứng tốt nhu cầu học tập của người dân .

Hoạt động xã hội hóa giáo dục được đẩy mạnh. Loại hình trường dân lập, bán công, tư thục có xu hướng phát triển. Mô hình trung tâm văn hóa - giáo dục cộng đồng được xây dựng ở nhiều địa phương.

So với mặt bằng dân trí chung của cả nước thì trình độ dân trí của Quảng Trị nói chung và của các xã thuộc lưu vực sông Bến Hải nói riêng đang ở mức trung bình, vùng sâu, vùng xa trình độ dân trí thấp hơn. Các xã trong vùng đồng bằng đã thực hiện tốt công tác xoá mù chữ.

❖ Cơ cấu kinh tế

Nông, lâm nghiệp và thủy sản có tốc độ tăng trưởng kinh tế GDP là 4,1 % năm 2016, công nghiệp và xây dựng là 7,9 % và dịch vụ là 8%. Càng ngày tốc độ tăng trưởng của dịch vụ và công nghiệp ngày càng tăng, còn nông nghiệp giảm đi.

❖ Cơ sở hạ tầng

Hệ thống cơ sở hạ tầng (giao thông, điện, nước...) cũng như các công trình phúc lợi công cộng (trường học, trạm y tế...) trên lưu vực đã và đang được quan tâm đầu tư.

- Cơ sở hạ tầng kỹ thuật như: giao thông, cấp thoát nước, điện lực... còn ít về số lượng, chưa có sự phát triển đồng bộ (như hệ thống giao thông đường bộ và cầu, cống) khả năng phục vụ chưa cao và mất cân đối so với sự phát triển đô thị.

- Hệ thống cơ sở hạ tầng xã hội còn thiếu về số lượng, khó khăn cả về cơ sở vật chất và thiết bị. Đất công viên cây xanh, công viên văn hóa chiếm tỷ lệ nhỏ, nhiều

phường, xã, thôn, bản không có trung tâm văn hóa, nhà sinh hoạt văn hóa. Nhiều công trình trường học, y tế đang xuống cấp, chưa đáp ứng đủ nhu cầu phục vụ.

Y tế: Ngành y tế của tỉnh trong những năm qua đã có nhiều cố gắng trong việc chăm sóc sức khỏe nhân dân, được đầu tư phát triển về cơ sở vật chất trang thiết bị; đội ngũ cán bộ y tế được nâng lên cả về số lượng và chất lượng. Mạng lưới cơ sở y tế không ngừng được củng cố và mở rộng.

Giao thông: Hệ thống giao thông ở đây tương đối phát triển, tuy nhiên vẫn có sự khác biệt giữa vùng đồng bằng ven biển và miền núi. Trên địa bàn tỉnh có 3 tuyến quốc lộ chính đi qua, một trục đường thủy kéo dài dọc theo sông Bến Hải, Sông Hiếu, sông Thạch Hãn và một tuyến đường sắt chạy theo hướng Bắc Nam có ga chính Đông Hà.

❖ Thu nhập và mức sống

Thu nhập và mức sống của đại bộ phận dân cư trên địa bàn tỉnh được nâng lên rõ rệt. Điều kiện hưởng thụ về y tế, giáo dục, văn hóa... được cải thiện đáng kể. Các tiện nghi sinh hoạt của gia đình tăng nhanh, ngày càng có nhiều hộ khá, hộ giàu.

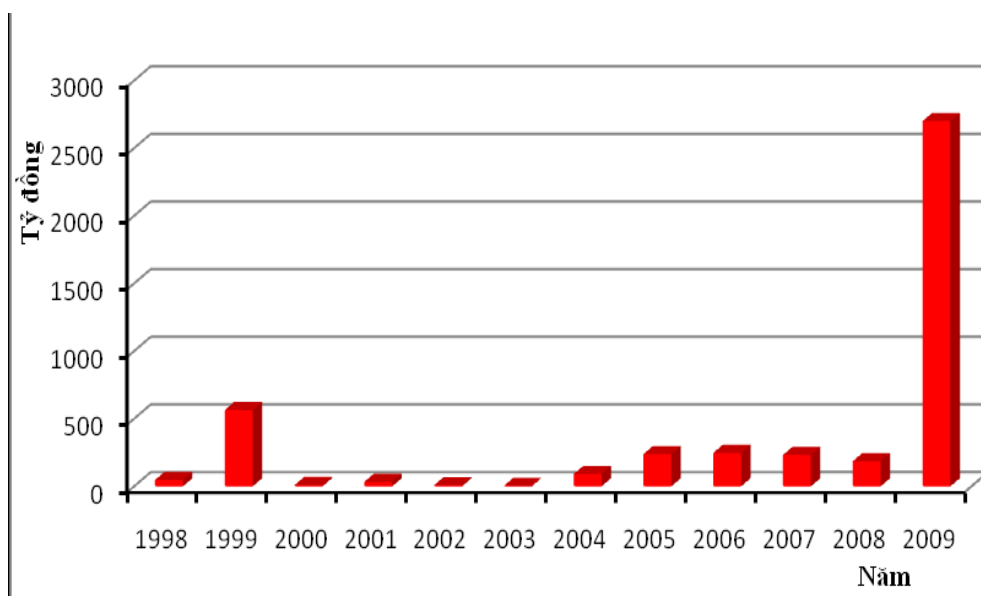
1.5. Tình hình về lũ lụt và những tổn thương do lũ gây ra trong những năm gần đây trên lưu vực sông Bến Hải

Lưu vực sông Bến Hải, mùa lũ bắt đầu từ tháng IX có tần suất 33,3%, tăng lên 62,5% vào tháng X. Mùa lũ trên sông ở sườn phía tây Trường Sơn thường từ tháng VII đến tháng XI. Lượng dòng chảy mùa lũ chiếm tới 70-80%. Mô đun dòng chảy mùa lũ cũng phân bố không đều trong tỉnh, từ dưới 100 l/s.km² cho đến hơn 150 l/s.km².

Phân tích số liệu thực đo dòng chảy của sông Bến Hải trạm Gia Vòng, cho thấy, trong thời kỳ 1977-2000 đã xuất hiện khoảng 110 trận lũ, trung bình hàng năm có 5,33 trận, năm nhiều nhất tới 7-10 trận như các năm 1980, 1990, 2000, trong đó có hơn 70 trận lũ đơn và hơn 30 trận lũ kép từ 2 đến 4 đỉnh. Tháng X là tháng có số trận lũ nhiều nhất (44,8%), sau đó đến tháng XI (31,8%), tháng IX (11,2%), tháng XII có 2 trận và tháng VII chỉ có 1 trận lũ. Ngoài ra trong các tháng IV-VI thường có lũ “tiểu mãn”. Trận lũ tháng V/1989, IV/1999, IV/2000 là những trận lũ tiểu mãn khá lớn.

Biên độ lũ từ 2-3m cho đến 15m, cường suất lũ từ 4-5 cm/giờ đến hơn 100-3000 cm/giờ (các trận lũ X/1985, XI/1989, IX/1990, X/1992, X/1995). Tốc độ lũ có thể lớn hơn 3m/s (trận lũ IX/1978, X/1983). Thời gian lũ lên từ 10 giờ đến 1 ngày và lũ xuống 2-4 ngày. Ở hạ lưu các sông, lũ rút chậm do ảnh hưởng của thủy triều.

Mức độ thiệt hại do lũ lụt trên địa bàn tỉnh Quảng Trị được thể hiện trên hình 3.



Hình 3: Những thiệt hại về kinh tế do lũ lụt gây ra trong những gần đây

Mùa lũ xảy ra trong 5 năm gần đây từ năm 2013 đến năm 2017 cho thấy: Năm 2013, từ tháng IX đến tháng XI đã xảy ra 4 đợt lũ (đợt 1 từ 16-21/9, đợt 2 từ 14-21/10, đợt 3 từ 5-10/11 và đợt cuối từ 14-19/11) với đỉnh lũ cao nhất đạt mức báo động 2 đến báo động 3. Năm 2014 mùa lũ các sông trên địa bàn tỉnh xuất hiện 4 đợt lũ vừa và nhỏ, cao nhất đạt mức báo động 1 đến báo động 2. Năm 2015 mùa lũ bắt đầu muộn, đến giữa tháng IX mới xuất hiện một đợt lũ, với đỉnh lũ ở mức xấp xỉ báo động 2 và trên báo động 2. Năm 2016 xuất hiện 6 đợt lũ, đỉnh lũ năm ở mức báo động 2 đến báo động 3, thượng nguồn một số sông lên trên mức báo động 3, cao hơn đỉnh lũ năm 2015 và cao hơn trung bình nhiều năm. Năm 2017, mực nước trung bình tháng mức xấp xỉ hoặc cao hơn trung bình nhiều năm cùng kỳ, các sông trên địa bàn tỉnh Quảng Trị đã xuất hiện 4 đợt lũ với đỉnh lũ từ báo động 2 đến báo động 3.

Lũ lụt trên địa bàn lưu vực sông Bến Hải đã ảnh hưởng lớn tới con người và sự phát triển kinh tế - xã hội của vùng. Khi lũ xảy ra, người dân không thể không chế hay làm giảm lũ lụt mà chỉ có thể chủ động trong việc phòng tránh nhằm giảm mức thiệt hại thấp nhất có thể do lũ gây ra. Ý thức và hành động của người dân trong địa bàn xã, huyện và tỉnh cũng góp phần quyết định thiệt hại rủi ro do lũ gây nên. Do vậy, muốn giảm thiểu những tổn thương do lũ lụt gây ra cần: tìm hiểu, nghiên cứu, đánh giá những tổn thương do lũ lụt gây ra và đưa ra các biện pháp giảm thiểu những thiệt hại do lũ trong nhiều trường hợp để người dân có khả năng ứng dụng vào thực tiễn. Cơ sở khoa học để đánh giá tổn thương do lũ sẽ được trình bày trong chương 2

CHƯƠNG 2: CÁC CÔNG THỨC TÍNH TOÁN CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG DO LŨ

2.1. Các chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ

Ba thành phần được lựa chọn để đánh giá tính dễ bị tổn thương được có thể được xác định theo đánh giá thứ 3 của IPCC: “Tính dễ bị tổn thương là một hàm của các đặc trưng, độ lớn, và tỷ lệ thay đổi nhiệt độ với độ phơi nhiễm của hệ thống, tính nhạy và khả năng phục hồi” (McCarthy và cộng sự 2001). Vì vậy, theo định nghĩa này, tính dễ bị tổn thương có ba thành phần: tiếp xúc (độ phơi nhiễm), tính nhạy và khả năng phục hồi. Ba thành phần này được mô tả như sau:

2.1.1. Độ phơi nhiễm (*E*)

Độ phơi nhiễm được hiểu như là mối đe dọa trực tiếp, bao hàm tính chất, mức độ thay đổi các yếu tố cực đoan của khu vực như: bản đồ tự nhiên, bản đồ sử dụng đất, bản đồ ngập lũ, dân số, tỷ lệ dân cư nông thôn, thành thị, dân tộc thiểu số, phong tục, tập quán, tỷ lệ ngành nghề sản xuất.

2.1.2. Tính nhạy (*S*)

Tính nhạy: 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 như: Thu nhập, chỉ tiêu hộ gia đình, tỷ lệ giới tính, độ tuổi, nghề nghiệp, giáo dục, hệ thống giao thông, liên lạc, thời gian ở trong khu vực ảnh hưởng lũ, kinh nghiệm đối phó với lũ, nhận thức về nguy cơ lũ lụt, nhận thức về rủi ro lũ lụt, sự chuẩn bị cho việc xuất hiện lũ.

2.1.3. Khả năng phục hồi (*R*)

Khả năng phục hồi là khả năng thực hiện các biện pháp thích ứng nhằm ngăn chặn các tác động tiềm năng như: Năng lực đối phó, quản lý và sự cứu trợ, hỗ trợ có thể nhận được từ chính quyền địa phương, cấu trúc nhà ở, hệ thống đê điều phòng và chống lũ, dịch vụ y tế công cộng, hiện trạng hệ sinh thái.

2.2. Một số công thức tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ

2.2.1. Công thức Ibidun O.Adelekan

Công thức này chủ yếu dựa vào hình thức điều tra xã hội học và phân tích kết quả đạt được thông qua các tiêu chí tổn thương mà người nghiên cứu đưa ra.

Dữ liệu trong nghiên cứu được thu thập từ các nguồn chính và phụ. Nguồn dữ liệu chính được thực hiện thông qua việc quản lý hình thức thiết kế bảng câu hỏi.

Bảng câu hỏi được thiết kế bao gồm các tham số:

-Tiêu chí kinh tế - xã hội: tuổi, giới tính, trình độ học vấn, thu nhập hàng tháng và nghề nghiệp

-Tiêu chí nhạy cảm (tính nhạy): Cấu trúc nhà, thời gian ở trong khu vực ảnh hưởng lũ, kinh nghiệm đối phó với lũ, nhận thức về nguy cơ lũ lụt, nhận thức về rủi ro lũ lụt, sự chuẩn bị cho việc xuất hiện lũ.

-Tiêu chí diện lộ (tiếp xúc): khoảng cách từ nhà tới dòng sông, suối, độ sâu ngập lũ.

-Tiêu chí chống chịu: năng lực đối phó, quản lý và sự cứu trợ, hỗ trợ có thể nhận được.

Sau khi có phiếu trả lời của các hộ dân trong vùng nghiên cứu sẽ tiến hành phân tích mô tả của tất cả các tiêu chí để bị tổn thương thông qua các bảng câu hỏi khảo sát được. Công đoạn tiếp theo là phân tích tương quan và lập bảng chéo các tiêu chí được lựa chọn. Các kết quả thu được đã được thử nghiệm cho ý nghĩa bằng cách sử dụng đường Pearson cho việc phân tích mối tương quan. Kết quả sẽ được thử nghiệm cho ý nghĩa ở mức 0.01 và 0.05.

2.2.2. Công thức UNESCO – IHE

UNESCO – IHE lại đưa ra một cách tính khác. Trong hướng dẫn của Tổ chức Giáo dục, Khoa học và Văn hóa của Liên hiệp quốc - Viện giáo dục Tài nguyên nước (UNESCO – IHE) đã đề cập một dạng quan hệ khác của chỉ số dễ bị tổn thương:[23]

$$\text{Tổn thương lũ} = \text{Phơi nhiễm} + \text{Tính nhạy} - \text{Khả năng phục hồi} \quad (4)$$

2.2.3. Công thức Richard.F.Conner

Công thức Richard.F.Conner [9] được nghiên cứu trong bối cảnh của biến đổi khí hậu gây ra những tác động không hề nhỏ đến cuộc sống.

Tính dễ tổn thương do lũ (Flood Vulnerability Index – FVI) theo công thức

Richard.F.Conner cho phép nghiên cứu lũ ở cấp lưu vực, là công cụ quan trọng trong hoạch định chính sách đối với nâng cao nhận thức cộng đồng, chính phủ; hỗ trợ trong việc xác định thứ tự ưu tiên.

FVI gồm có 4 thành phần chính: thành phần khí hậu, thành phần địa chất thủy văn, thành phần kinh tế xã hội và biện pháp đối phó.

- Thành phần khí hậu (C): tần suất xuất hiện lũ (I_1)
- Thành phần địa chất thủy văn (H): độ dốc trung bình lưu vực (I_2), tỉ lệ diện tích đất đô thị hóa (I_3)
- Thành phần kinh tế xã hội (S): tỉ lệ thâm nhập truyền hình (I_4), tỉ lệ biết chữ (I_5), tỉ lệ dân số nghèo (I_6), tình hình sức khỏe của người dân (I_7), dân số khu vực lũ (I_8), tỉ lệ tử vong trẻ sơ sinh dưới 1 tuổi (I_9).
- Biện pháp đối phó (M): số tiền nhà nước đầu tư cho các biện pháp đối phó (I_{10}), sự giúp đỡ của nhà nước (I_{11}).

Công thức Richard.F.Conner – công thức (2):

$$FVI = C + H + S - M$$

Từ công thức trên có thể phân chia độ phơi nhiễm, tính nhạy, khả năng ứng phó gồm những thành phần như sau:

- Độ phơi nhiễm:
 - + Dân số khu vực lũ
 - + Độ dốc trung bình lưu vực
 - + Tần suất xuất hiện lũ
 - + Tỉ lệ diện tích đất đô thị hóa
- Tính nhạy:
 - + Tỉ lệ thâm nhập truyền hình
 - + Tỉ lệ biết chữ
 - + Tỉ lệ dân số nghèo
 - + Tình hình sức khỏe của người dân
 - + Tỉ lệ tử vong trẻ sơ sinh dưới 1 tuổi
- Khả năng ứng phó:
 - + Số tiền nhà nước đầu tư cho các biện pháp đối phó
 - + Sự giúp đỡ của nhà nước

2.2.4. Công thức Balica

Balica đã cải tiến một công thức tính toán tính dễ bị tổn thương do lũ dựa trên các tiêu chí, nhằm đánh giá tính dễ bị tổn thương ở cấp độ khác nhau với các quy mô: lưu vực sông, các tiểu lưu vực và khu vực đô thị.

Công thức liên quan đến hai khái niệm. Đầu tiên, dễ bị tổn thương, trong đó bao gồm ba khái niệm liên quan gọi là yếu tố dễ bị tổn thương: Độ lộ diện, tính nhạy và khả năng phục hồi. Các khái niệm khác liên quan đến lũ gồm 4 thành phần chính: xã hội, kinh tế, môi trường, vật lý.

Cụ thể đánh giá tổn thương lũ cho lưu vực sông có 26 tiêu chí được sử dụng trên tổng số 50 tiêu chí được đưa vào xem xét cho khu vực địa lý này để phát triển các phương trình tính FVI cho các lưu vực. Đánh giá tổn thương cho tiểu lưu vực chỉ sử dụng 28 tiêu chí trên tổng số 71 tiêu chí được xem xét còn với khu vực đô thị có 63 tiêu chí được xem xét.

Với công thức tính toán giá trị dễ bị tổn thương – công thức (3)

$$FVI = ((E \times S) / R_{\text{(xã hội)}} + (E \times S) / R_{\text{(kinh tế)}} + (E \times S) / R_{\text{(môi trường)}} + (E \times S) / R_{\text{(vật lý)}}) / 4$$

Trong đó;

- *Độ phơi nhiễm (E)* cung cấp các dữ kiện cụ thể: Mật độ dân số, dân số trong vùng ngập lụt, dân số gần bờ biển, dân số nghèo đói, % diện tích đô thị hóa, dân vùng nông thôn, di sản văn hóa, tăng trưởng dân số, sử dụng đất, độ dốc địa hình, thời gian lũ, thời gian phục hồi, khu vực đất không dân cư, bốc hơi, vận tốc dòng chảy, lượng mưa, độ sâu ngập nước...

- *Tính nhạy (S)* được xác định là những yếu tố là mảnh hường tới khả năng thiệt hại trong lũ lụt như: Giáo dục, tỉ lệ tử vong ở trẻ em, dân số có quyền tiếp cận vệ sinh, thất nghiệp, chất lượng cung cấp nước, chất lượng cung cấp lương thực, lượng mưa

- *Khả năng phục hồi (R)* chỉ số khả năng phục hồi được tạo thành từ sự phục hồi và thích ứng với năng lực là như: Kinh nghiệm quá khứ, sự chuẩn bị, hệ thống cảnh báo, dịch vụ cấp cứu, kinh nghiệm quá khứ, đề điều, thời gian phục hồi lũ... Trong đó, các chỉ số được lựa chọn để xác định tính dễ bị tổn thương được chia

thành 4 nhóm thành phần gồm: Nhóm tham số tính tổn thương xã hội, nhóm tham số tính tổn thương kinh tế, nhóm tham số tính tổn thương môi trường và nhóm tham số tính tổn thương vật lý Với công thức tính toán giá trị dễ bị tổn thương như sau:

$$FVI = (FVI_{\text{xã hội}} + FVI_{\text{kinh tế}} + FVI_{\text{môi trường}} + FVI_{\text{vật lý}})/4 \quad (5)$$

- $FVI_{\text{xã hội}}$: Thành phần xã hội của chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt.
- $FVI_{\text{kinh tế}}$: Thành phần kinh tế của chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt.
- $FVI_{\text{môi trường}}$: Thành phần môi trường của chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt.
- $FVI_{\text{vật lý}}$: Thành phần vật lý của chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt.

Trong đó:

Nhóm tham số tính tổn thương xã hội bao gồm: Năng lực, kỹ năng, kiến thức, giá trị, niềm tin, hành vi của các cá nhân và hộ gia đình. Chỉ số xã hội thường được sử dụng để đánh giá các điều kiện, sức khỏe con người, nhà ở, trình độ học vấn, cơ hội giải trí....

Nhóm tham số tính tổn thương kinh tế thể hiện sự phát triển của khu vực nghiên cứu, cung cấp thông tin về khả năng sản xuất, phân phối hàng hóa và dịch vụ mà có thể dễ bị tổn thương do lũ lụt. Ví dụ, các nước đang phát triển thì dựa vào thu nhập bình quân đầu người thấp, thiếu hụt nguồn nhân lực, thiếu đầu tư và tài chính....

Nhóm tham số tính tổn thương môi trường thì thường đề cập đến thiệt hại về môi trường gây ra bởi lũ lụt hoặc con người, có thể làm tăng tính dễ tổn thương của khu vực. Trong các hoạt động như công nghiệp, nông nghiệp, đô thị hóa, trồng rừng, phá rừng,... điều này sẽ làm tăng tính dễ bị tổn thương lũ lụt, mà cũng có thể tạo ra thiệt hại môi trường nhiều hơn hay một số chỉ số như khu bảo tồn thiên nhiên, khu vực bị suy thoái, tỷ lệ diện tích đô thị hóa, thay đổi tỷ lệ rừng...

Nhóm tham số tính tổn thương vật lý thể hiện sự ảnh hưởng của các điều kiện vật chất, dù là tự nhiên hay nhân tạo tới tính dễ bị tổn thương do lũ lụt. Trong đó, các chỉ số như: Mưa lớn, bốc hơi, thời gian trở lại của lũ lụt, khoảng cách đến sông, dòng chảy sông, độ sâu ngập, vận tốc dòng chảy, tải trầm tích, chiều dài đường bờ biển,... Tuy nhiên, đối với từng khu vực nghiên cứu cụ thể, các chỉ số sẽ được lựa

chọn cho phù hợp với điều kiện địa lý tự nhiên, đặc điểm kinh tế-xã hội, khả năng thu thập số liệu của khu vực đó.

Như vậy, qua tìm hiểu một số công thức tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt, kết hợp dựa trên cơ sở đặc điểm địa lý tự nhiên khu vực nghiên cứu, khả năng thu thập dữ liệu, tác giả xác định sẽ thử nghiệm 2 công thức để tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ đối với lưu vực nghiên cứu đó là công thức UNESCO-IHE và công thức Balica. Tuy nhiên, công thức UNESCO-IHE đã được áp dụng để tính toán cho toàn bộ lưu vực sông Bến Hải-Thạch Hãn ở đề tài BDKH-19; còn công thức Balica chưa được áp dụng cho lưu vực này. Do vậy, luận văn này tác giả sẽ thử nghiệm công thức Balica tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng nghiên cứu. Kết quả sau tính toán sẽ được phân tích và so sánh với kết quả từ đề tài BDKH-19 xem công thức Balica có phù hợp sử dụng trong trường hợp thu thập số liệu khó khăn hay không. Vì tên đề tài là: "Thử nghiệm một số công thức tính toán tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải, tỉnh Quảng Trị" nên tác giả thử nghiệm một số công thức chính là tác giả thử nghiệm công thức Balica với hai trường hợp chuẩn hóa số liệu khác nhau và đưa ra nhận xét đánh giá, so sánh với kết quả từ đề tài BDKH-19 tính toán theo công thức UNESCO-IHE. Quá trình tác giả thu thập tài liệu, tính toán và nhận xét đánh giá về kết quả áp dụng công thức sẽ được trình bày chi tiết ở chương 3.

CHƯƠNG 3: THỬ NGHIỆM CÔNG THỨC BALICA TÍNH TOÁN CHỈ SỐ ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG CHO VÙNG MƯA LŨ (CÓ NGẬP LỤT) LƯU VỰC SÔNG BẾN HẢI

3.1. Giới thiệu cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu của bộ tiêu chí đánh giá tính dễ bị tổn thương cho lưu vực nghiên cứu được thể hiện ở bảng 4

- Các số liệu kinh tế, xã hội của các tiêu chí như sự nhận thức/khả năng chuẩn bị trước lũ lụt của người dân, chất lượng cơ sở hạ tầng, dịch vụ y tế, sự phục hồi kinh tế, môi trường, ... được thu thập từ bộ 470 phiếu điều tra, phỏng vấn của đề tài BDKH-19. (bảng 4)

- Phiếu được thu thập thông qua phỏng vấn từng hộ dân được coi là đại diện. Phiếu được lấy tập trung nhiều ở các thôn, các xã chịu ảnh hưởng thường xuyên bởi lũ lụt. Ngoài ra lấy đại biểu đối với các xã có tính chất tương đồng về điều kiện tự nhiên (diện tích) và kinh tế xã hội (thu nhập bình quân, cơ cấu ngành nghề, dân số). Trong phiếu điều tra, mỗi câu hỏi có 5 câu trả lời tương ứng với 5 điểm theo 5 cấp khác nhau. Đánh giá điểm theo câu hỏi. Đánh giá cho toàn xã là lấy giá trị trung bình của tất cả các phiếu thu thập được của từng xã.

- Bản đồ sử dụng đất là bản đồ hiện trạng sử dụng đất lưu vực sông Bến Hải, tỉnh Quảng Trị năm 2010 do Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh Quảng Trị ban hành.

Sử dụng đất của lưu vực Bến Hải được chia thành 5 nhóm đất gồm: đất ở; đất nông nghiệp, thủy sản; đất công nghiệp, thương mại, dịch vụ; đất rừng; đất bỏ hoang, ao, hồ. Trong đó, ba loại đất: đất nông nghiệp, thủy sản; đất công nghiệp, thương mại, dịch vụ đất rừng trong từng xã sẽ được xác định diện tích để phục vụ cho mục đích tính toán của luận văn.

- Số liệu độ dốc khu vực: dựa trên mô hình số độ cao của tỉnh Quảng Trị (DEM 30x30), tiến hành nội suy bản đồ độ dốc của lưu vực sông Bến Hải bằng cách sử dụng tool phân tích không gian Raster (Raster surface) trong phần mềm ArcGis

Sau khi nội suy được bản đồ độ dốc, độ dốc lưu vực Bến Hải sẽ được phân chia thành 5 cấp như sau: Cấp I: $< 3^0$, cấp II: $3-8^0$, cấp III: $8-15^0$, cấp IV: $15-25^0$, cấp V: $25-35^0$.

Độ dốc địa hình tỉ lệ thuận với tính dễ bị tổn thương do lũ lụt của khu vực, nên 5 cấp độ của độ dốc sẽ được gán các giá trị như sau:

- + Giá trị = 1 sẽ tương ứng với độ dốc cấp I ($0-3^0$)
- + Giá trị = 2 sẽ tương ứng với độ dốc cấp II ($3-8^0$)
- + Giá trị = 3 sẽ tương ứng với độ dốc cấp III ($8-15^0$)
- + Giá trị = 4 sẽ tương ứng với độ dốc cấp IV ($15-25^0$)
- + Giá trị = 5 sẽ tương ứng với độ dốc cấp V ($25-35^0$)

Sau đó, mỗi xã sẽ được tính giá trị độ dốc trung bình, giá trị độ dốc trung bình này sẽ nằm trong khoảng từ 1 đến 5.

- Số liệu mưa của các xã: được lấy từ số liệu mưa năm 2005 của 3 trạm thủy văn: Gia Vòng, Đông Hà, Cửa Việt.

- Số liệu bốc hơi của các xã: đối với các xã thuộc khu vực đồng bằng, bốc hơi sẽ có giá trị bằng 1157,9 mm; đối với các xã thuộc khu vực miền núi, vùng cao, bốc hơi sẽ có giá trị bằng 787,9 mm. (Danh sách khu vực vùng cao/miền núi dựa theo Quyết định 33/UB-QĐ ngày 4/6/1993.)

- Các số liệu về lũ lụt: mức ngập (H), vận tốc ngập (v) và thời gian ngập (t) được tính toán từ kết quả chạy mô phỏng ngập lụt cho lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn. Mô hình mô phỏng cho trận lũ lụt năm 2005 kết hợp với BĐKH.

Các giá trị h, v, t của các nút mạng sẽ được trích xuất ra excell bao gồm tọa độ nút và các giá trị h, v, t tại nút đó. Mỗi xã sẽ bao gồm nhiều nút mạng, các giá trị h, v, t của xã sẽ được xác định bằng giá trị lớn nhất của các điểm nút chứa giá trị h, v, t trong xã đó.

Dưới đây là bảng tính minh họa cho việc xác định các giá trị h, v, t của xã Cam An – huyện Cam Lộ.

Bảng 3: Minh họa các nút tính của xã Cam An – huyện Cam Lộ

STT	X	Y	H	V	T
1	718973	1865120	2.79	0.32	60
2	719199	1865213	1.43	0.14	32

143	722521	1866405	0.10	0.00	0
144	722769	1866283	0.10	0.00	0
	Giá trị lớn nhất		3.94	2.52	67

Bảng 4: Nguồn thu thập bộ tiêu chí đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt cho lưu vực sông Bến Hải

STT	Thành phần		Tiêu chí	Đơn vị	Nguồn
1	Xã hội	E	Mật độ dân số	người/ km ²	Niên giám thống kê năm 2016
2			Dân số trong khu vực bị ngập lụt	người	Niên giám thống kê năm 2016 và chồng bản đồ ngập lụt lên bản đồ hành chính các xã lưu vực sông Bến Hải
3			Dân số gần đường biển	người	Niên giám thống kê năm 2016 và bản đồ hành chính các xã lưu vực sông Bến Hải
4			Số hộ dân dưới mức nghèo đói	hộ	Niên giám thống kê năm 2016
5			% dân cư vùng nông thôn	%	Niên giám thống kê năm 2016
6			Số dân không trong độ tuổi lao động	người	Niên giám thống kê năm 2016
7			Dân số không có điều kiện vệ sinh	người	Niên giám thống kê năm 2016

8		S	Kinh nghiệm trong quá khứ	-	Phiếu điều tra câu 11: Ông/bà biết những biện pháp phòng tránh lũ nào sau đây?
9			Tinh thần trước lũ	-	Phiếu điều tra câu 5: Khi biết sắp có lũ lụt, gia đình ông/bà cảm thấy thế nào?
10			Tập huấn của chính quyền	-	Phiếu điều tra câu 15: Chính quyền có tổ chức tập huấn, tuyên truyền cho người dân về công tác phòng và tránh lũ không?
11		R	Bản tin dự báo lũ	-	Phiếu điều tra câu 16: Trước mỗi trận lũ gia đình ông/bà có nhận được các bản tin dự báo và cảnh báo lũ như thế nào?
12			Y tế công cộng	-	Phiếu điều tra câu 22: Khi có lũ dịch vụ y tế công cộng tại địa phương đã hỗ trợ người dân như thế nào?
13	Kinh tế	E	Loại hình nhà ở	-	Phiếu điều tra câu 4: Nhà ở của ông/bà là loại nhà nào?
14		S	Kinh tế gia đình	-	Phiếu điều tra câu 3: Kinh tế của gia đình ông (bà) hiện tại thuộc diện nào?
15			Nghề thu nhập chính của gia đình	-	Phiếu điều tra câu 2: Thu nhập chính của gia đình ông/bà từ nghề gì?
16			Hiện trạng các công trình công cộng ở địa	-	Phiếu điều tra câu 20: Hiện trạng các công trình công cộng như: trường học, bệnh viện, công viên,

			phương		trung tâm hành chính...thế nào?
17			Sự chuẩn bị lương thực, thực phẩm trước lũ	-	Phiếu điều tra câu 8: Khi nhận được thông báo trận lũ sắp xảy ra, gia đình ông/bà thường chuẩn bị về lương thực, thực phẩm, nhu yếu phẩm cần thiết cho sinh hoạt hàng ngày như thế nào?
18		R	Thông tin liên lạc khi xảy ra lũ	-	Phiếu điều tra câu 18: Hệ thống thông tin liên lạc khi xảy ra lũ lớn ở địa phương hoạt động như thế nào?
19			Thời gian khắc phục về sản xuất sau lũ	-	Phiếu điều tra câu 14: Sau khi lũ đi qua, thường thì gia đình ông bà mất bao lâu để sản xuất trở lại bình thường?
20	Môi trường	E	Chất lượng công trình phòng lũ	-	Phiếu điều tra câu 17: Hiện trạng hệ thống công trình phòng và tránh lũ như: đê, đập, cống, nơi tránh lũ...tại địa phương, theo ông bà có đảm bảo và hoạt động có hiệu quả không?
21			% đất công nghiệp, thương mại, dịch vụ	%	Bản đồ sử dụng đất
22			% đất nông nghiệp, thủy sản	%	Bản đồ sử dụng đất
23		S	% diện tích rừng	%	Bản đồ sử dụng đất

24		R	Chất lượng nước sinh hoạt sau lũ	-	Phiếu điều tra câu 30: Chất lượng nguồn nước sinh hoạt tại địa phương sau khi lũ xảy ra như thế nào?
25			Thời gian khắc phục về sinh hoạt sau lũ	-	Phiếu điều tra câu 13: Sau khi lũ đi qua, thường thì gia đình ông bà mất bao lâu để sinh hoạt trở lại bình thường?
26			Môi trường sống ở địa phương khi lũ xảy ra	-	Phiếu điều tra câu 27: Khi lũ xảy ra, vệ sinh môi trường ở địa phương như thế nào
27			Thời gian môi trường tự hồi phục	-	Phiếu điều tra câu 29: Sau khi lũ đi qua, môi trường tại nơi ông bà sinh sống mất bao lâu để trở lại bình thường?
28	Vật lí	E	Độ dốc địa hình	-	Bản đồ độ dốc
29			Lượng mưa năm	Mm	Số liệu KTTV
30			Thời gian ngập	giờ	Bản đồ ngập
31			Tỉ lệ bốc hơi/lượng mưa	-	Số liệu KTTV
32			Vận tốc lũ	m/s	Bản đồ ngập
33			Độ sâu ngập lụt	M	Bản đồ ngập
34		S	Hệ thống giao thông khi xảy ra lũ	-	Phiếu điều tra câu 19: Hệ thống giao thông trong mùa lũ ở địa phương theo ông/bà hoạt động như thế nào?

3.2. Xác định bộ tiêu chí

Thiết lập bộ tiêu chí

Việc lựa chọn bộ tiêu chí nhằm xác định chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt cho khu vực nghiên cứu phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: không gian nghiên cứu được lựa chọn, điều kiện địa lý tự nhiên, đặc điểm kinh tế và văn hóa xã hội của khu vực; mức độ quan trọng của tiêu chí; sự ảnh hưởng tới tính dễ bị tổn thương lũ lụt của tiêu chí và khả năng thu thập số liệu.

Trong nghiên cứu của mình, Balica đã đưa ra hơn 70 tiêu chí phục vụ cho việc lựa chọn bộ tiêu chí để tính toán chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt. Đối với từng khu vực nghiên cứu cụ thể, Balica đã có những lựa chọn để đưa ra các bộ tiêu chí tính toán như: lựa chọn 35 tiêu chí nhằm tính toán chỉ số dễ bị tổn thương cho tiểu lưu vực Tisza và tiểu lưu vực Mun, 37 tiêu chí cho việc tính toán cho tiểu lưu vực Bega và tiểu lưu vực Timis và 36 tiêu chí cho tiểu lưu vực Neckar. Các bộ tiêu chí này đều không sử dụng đến bản đồ ngập, cụ thể hơn là chưa quan tâm tới các tiêu chí nguy cơ lũ lụt như độ sâu ngập lụt, thời gian ngập lụt và vận tốc dòng chảy lũ; tuy nhiên, luận văn nhận thấy các tiêu chí nguy cơ lũ lụt sẽ tác động tới tính dễ bị tổn thương do lũ của khu vực nghiên cứu, vì thế trong bộ tiêu chí lựa chọn sẽ có các tiêu chí nguy cơ lũ lụt.

Lựa chọn tiêu chí:

Một vấn đề đáng lưu ý trên lưu vực sông Bến Hải đó là nền kinh tế trên lưu vực phát triển chưa đồng đều. Đối với những hộ gia đình có thu nhập khá, ổn định hơn các hộ khác thì sẽ có nhiều khả năng thu xếp các khoản chi tiêu khẩn cấp để đối phó và vượt qua khó khăn hơn, khả năng phục hồi kinh tế và sinh hoạt của các hộ cũng sẽ dễ hơn. Ngược lại đối với những hộ gia đình có thu nhập kém, người dân thường sống trong những ngôi nhà không kiên cố và thường bị thiệt hại nhiều hơn khi lũ lụt xảy ra, họ sẽ phải tốn kém nhiều hơn để sửa hoặc gia cố lại nhà. Vì vậy, vấn đề thu nhập của người dân, kèm theo là tình hình các loại hình nhà ở, chất lượng cơ sở hạ tầng có ảnh hưởng tới tính dễ bị tổn thương do lũ lụt của vùng nghiên cứu.

Dịch vụ y tế công cộng của địa phương không chỉ quan trọng đối với người dân trong cuộc sống bình thường mà đặc biệt quan trọng đối với người dân khi lũ lụt

xảy ra. Khi lũ lụt, các vấn đề đau ốm, các dịch bệnh có thể xảy ra; như vậy, tổn thương sẽ nhiều hơn nếu như sự hỗ trợ của các dịch vụ y tế không tốt và ngược lại.

Có thể dễ dàng nhận thấy, khu vực có mật độ dân số cao, sự tập trung dân cư càng lớn thì khả năng lây nhiễm dịch bệnh nhiều hơn và khả năng bị tổn thương do lũ lụt của khu vực nghiên cứu sẽ càng cao.

Một điều có thể chú ý ở đây là, xem xét người dân đối với vấn đề độ tuổi, việc làm, có thể thấy, những người không trong độ tuổi lao động sẽ dễ bị tác động nhiều hơn và dễ bị tổn thương hơn là những người dân trong độ tuổi lao động trước tai biến lũ lụt.

Vấn đề quy hoạch đất, các loại hình sử dụng đất cũng đáng được chú trọng trong việc đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt của khu vực. Nền kinh tế của vùng hay người dân chủ yếu là dựa vào nông nghiệp, thủy sản cùng với sự đầu tư phát triển về công nghiệp, thương mại, dịch vụ. Vì thế, khi tỉ lệ diện tích đất sử dụng cho mục đích hoạt động công nghiệp, thương mại, dịch vụ và tỉ lệ diện tích đất sử dụng nông nghiệp, thủy sản càng nhiều, khả năng tác động của lũ lụt tới các hoạt động trên càng lớn và dẫn tới khả năng bị tổn thương do lũ lụt của khu vực sẽ càng cao.

Độ dốc của địa hình khu vực và diện tích đất rừng là tiêu chí có ảnh hưởng tới dòng chảy mặt và khả năng thoát nước của khu vực. Khi độ dốc địa hình của khu vực càng lớn thì khả năng thoát nước sẽ tốt hơn, như vậy dẫn tới tính dễ bị tổn thương sẽ ít hơn và ngược lại. Diện tích rừng càng lớn thì khả năng giữ nước càng tăng, thời gian hình thành dòng chảy mặt sẽ tăng lên giúp giảm tổn thương do lũ gây ra.

Một trong những nguyên nhân trực tiếp của việc hình thành lũ lụt có thể kể đến là tiêu chí lượng mưa trên lưu vực. Lượng mưa tác động tới việc tiêu thoát nước của khu vực, ảnh hưởng tới dòng chảy trong sông. Lượng mưa của khu vực nghiên cứu càng lớn, khả năng bị tổn thương sẽ càng cao và ngược lại.

Khả năng nhận thức và chuẩn bị của người dân để đối phó với lũ lụt (như mức độ chuẩn bị về lương thực, thực phẩm trước khi có lũ lụt của người dân; hoạt động tập huấn phòng tránh lũ lụt cho người dân của chính quyền; khả năng lường trước những thiệt hại có thể xảy ra do lũ lụt) càng tốt thì sẽ giúp làm giảm tính dễ bị tổn thương lũ lụt và ngược lại.

Các tiêu chí như độ sâu ngập lụt, thời gian ngập lụt, vận tốc dòng chảy lũ phản ánh phần nào quy mô, tính chất của lũ lụt; nó ảnh hưởng trực tiếp tới kinh tế - xã hội của vùng nghiên cứu.

Xem xét đến một vài tiêu chí khác như: “Chỉ số phát triển con người – HDI”, “Số lượng người khuyết tật”, “Các tuyến đường di tản – Er”, “Tỉ lệ thất nghiệp – Um”, chúng đều có khả năng tác động tới giá trị tính dễ bị tổn thương do lũ lụt của lưu vực. Tuy nhiên, các tiêu chí đó đã không được lựa chọn để tính toán chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt của lưu vực vì sự hạn chế của luận văn là chưa thể thu thập được số liệu của các tiêu chí này theo đơn vị xã.

Từ bộ hơn 70 tiêu chí Balica đưa ra, tác giả đã dịch và bỏ bớt những tiêu chí tác giả không thu thập được dữ liệu (Mức nước ngầm, độ ẩm đất, tỉ lệ tử vong ở trẻ em,...), những tiêu chí gần khi định nghĩa và tính toán đối với khu vực nghiên cứu sẽ cho ra kết quả tương tự nhau hoặc biểu thị tính chất tổn thương gần như nhau (diện tích đất không có dân – mật độ dân số); bên cạnh đó tác giả cũng thay thế/thêm một số tiêu chí phục vụ cho việc tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) thêm phần chính xác hơn và phù hợp hơn với khả năng thu thập dữ liệu của tác giả (% người trẻ và người già -> số người không trong độ tuổi lao động, dân số dưới mức nghèo đói -> số hộ dân dưới mức nghèo đói, thời gian phục hồi -. Thời gian khắc phục về sinh hoạt và sản xuất sau lũ,...). Bảng 5.1 sẽ thể hiện chi tiết sự chọn lựa, thay thế để tạo nên bộ tiêu chí mà tác giả dùng để tính toán trong bài luận văn.

Bảng 5.1. Quá trình lựa chọn bộ tiêu chí

STT	Chỉ tiêu Balica	Ký hiệu	Dịch chỉ tiêu Balica	Chỉ tiêu lựa chọn, thay thế	Đơn vị
1	Population density	Pd	Mật độ dân số	Mật độ dân số	người/km ²
2	Population in flood area	Pfa	Dân số trong khu vực bị ngập lụt	Dân số trong khu vực bị ngập lụt	người

3	Population close to coast line	Pccl	Dân số gần đường biển	Dân số gần đường biển	người
4	Population under poverty	Pup	Dân số dưới mức nghèo đói	Số hộ dân dưới mức nghèo đói	người
5	Rural population	Rp	Dân cư vùng nông thôn	% dân cư vùng nông thôn	%
6	Population with access to sanitation	Pwas	Dân số có điều kiện vệ sinh	Dân số không có điều kiện vệ sinh	người
7	disable people (% of young & elder)	% of disable	% người trẻ và người già	Số dân không trong độ tuổi lao động	người
8	Slums	S	Nhà ổ chuột	Loại hình nhà ở	-
9	Land use	Lu	Sử dụng đất	% đất công nghiệp, thương mại, dịch vụ	%
10				% đất nông nghiệp, thủy sản	%
11				% diện tích rừng	%
12	Topography (slope)	T	Độ dốc địa hình	Độ dốc địa hình	-
13	Heavy rainfall	Hr	Lượng mưa lớn	Lượng mưa năm	mm
14	Flood duration	Fd	Thời gian lũ	Thời gian ngập	giờ
15	Evaporation rate	Ev	Tỉ lệ bốc hơi	Tỉ lệ bốc hơi/lượng mưa	-
16	Flow velocity	Fv	Vận tốc dòng chảy	Vận tốc lũ	m/s
17	Flood water	Fwd	Độ sâu nước lũ	Độ sâu ngập lụt	m

	depth				
18	Past experience	Pe	Kinh nghiệm trong quá khứ	Kinh nghiệm trong quá khứ	-
19	Preparedness	P	Sự chuẩn bị	Sự chuẩn bị lương thực, thực phẩm trước lũ.	-
20	Awareness	A	Nhận thức	Tinh thần trước lũ	-
21	Warning system	Ws	Hệ thống cảnh báo	Bản tin dự báo lũ	-
22	Trust in institutions	Ti	Tin tưởng vào các tổ chức	Tập huấn của chính quyền	-
23	Communication penetration rate	Cpr	Tỷ lệ truy cập thông tin liên lạc	Thông tin liên lạc khi xảy ra lũ.	-
24	Quality of Water Supply	Qws	Chất lượng cung cấp nước	Chất lượng nước sinh hoạt sau lũ	-
25	Income	I	Thu nhập	Kinh tế gia đình	-
26				Nghề thu nhập chính của gia đình	-
27	Quality of infrastructure	Qi	Chất lượng cơ sở hạ tầng	Hiện trạng các công trình công cộng ở địa phương	-
28	Infrastructure Management	Im	Quản lý cơ sở hạ tầng	Chất lượng công trình phòng lũ	-
29	Evacuation routes	Er	Các tuyến đường di tản	Hệ thống giao thông khi xảy ra lũ	-
30	Human health	HH	Sức khỏe con người	Y tế công cộng	-
	Emergency	Es	Các dịch vụ		

	service		khẩn cấp		
31	Recovery Time	Rt	Thời gian phục hồi	Khắc phục về sinh hoạt sau lũ	-
32				Khắc phục về sản xuất sau lũ	-
33	Environmental Recovery	EnR	Môi trường tự hồi phục	Thời gian môi trường tự hồi phục	-
34	Environmental concern	Ec	Mối quan tâm về môi trường	Môi trường sống ở địa phương khi xảy ra lũ	-

Như vậy, dựa trên đặc điểm kinh tế xã hội của lưu vực sông Bến Hải, dựa trên bộ tiêu chí Balica đưa ra, dựa trên sự phân tích, cùng các nghiên cứu liên quan và khả năng thu thập số liệu, tác giả đã lựa chọn các tiêu chí nhằm xây dựng bộ tiêu chí để đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt cho lưu vực sông Bến Hải, thể hiện trong bảng sau:

Bảng 5.2: Bộ tiêu chí đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt cho lưu vực sông Bến Hải

STT	Thành phần		Tiêu chí
1	Xã hội	E	Mật độ dân số
2			Dân số trong khu vực bị ngập lụt
3			Dân số gần đường biển
4			Số hộ dân dưới mức nghèo đói
5			% dân cư vùng nông thôn
6			Số dân không trong độ tuổi lao động
7			Dân số không có điều kiện vệ sinh
8		S	Kinh nghiệm trong quá khứ
9			Tình thần trước lũ

10			Tập huấn của chính quyền
11		R	Bản tin dự báo lũ
12			Y tế công cộng
13	Kinh tế	E	Loại hình nhà ở
14		S	Kinh tế gia đình
15			Nghề thu nhập chính của gia đình
16			Sự chuẩn bị lương thực, thực phẩm trước lũ
17		R	Thông tin liên lạc khi xảy ra lũ
18			Hiện trạng các công trình công cộng ở địa phương
19			Thời gian khắc phục về sản xuất sau lũ
20		E	Chất lượng công trình phòng lũ
21			% đất công nghiệp, thương mại, dịch vụ
22			% đất nông nghiệp, thủy sản
23	Môi trường	S	% diện tích rừng
24		R	Chất lượng nước sinh hoạt sau lũ
25			Thời gian khắc phục về sinh hoạt sau lũ
26			Môi trường sống ở địa phương khi lũ xảy ra
27			Thời gian môi trường tự hồi phục
28	Vật lí	E	Độ dốc địa hình
29			Lượng mưa năm
30			Thời gian ngập
31			Tỉ lệ bốc hơi/ lượng mưa
32			Vận tốc lũ
33			Độ sâu ngập lụt
34		S	Hệ thống giao thông khi xảy ra lũ

3.3. Thu thập và xử lý số liệu

Luận văn tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải. Theo kết quả chạy mô phỏng ngập lụt cho lưu vực

sông Bến Hải – Thạch Hãn mô phỏng cho trận lũ lụt năm 2005 kết hợp với BĐKH, vùng nghiên cứu gồm 22 xã trên tổng 44 xã thuộc lưu vực sông Bến Hải gồm 10 xã, thị trấn thuộc huyện Vĩnh Linh (thị trấn Hồ Xá, thị trấn Cửa Tùng, xã Vĩnh Long, xã Vĩnh Hòa, xã Vĩnh Thủy, xã Vĩnh Lâm, xã Vĩnh Thành, xã Vĩnh Tân, xã Vĩnh Sơn, xã Vĩnh Giang); 9 xã, thị trấn thuộc huyện Gio Linh (thị trấn Gio Linh, xã Trung Giang, xã Trung Hải, xã Trung Sơn, xã Gio Phong, xã Vĩnh Trường, xã Gio Bình, xã Gio Châu, xã Gio Thành, xã Gio Mai, xã Gio Quang), 1 xã thuộc huyện Cam Lộ là xã Cam An.

Dữ liệu các tiêu chí tính toán tính dễ bị tổn thương lưu vực nghiên cứu được thống kê và chia theo nhóm các thành phần xã hội, kinh tế, môi trường, vật lí lần lượt được thể hiện qua các bảng 6a, 6b, 6c, 6d ở phần phụ lục

3.4 Chuẩn hóa dữ liệu

Khi thu thập dữ liệu, các tiêu chí có thứ nguyên (đơn vị và tỷ lệ) khác nhau, vì thế khi cùng sử dụng trong một hàm quan hệ cần được chuẩn hóa trước khi tính toán tổn thương lũ lụt.

Đối với nghiên cứu của Balica, tác giả đã lựa chọn bộ tiêu chí sao cho có thể triệt tiêu được các thứ nguyên của chúng mà không cần phải chuẩn hóa số liệu. Tuy nhiên, dựa vào các đặc trưng của lưu vực Bến Hải, dựa vào công cuộc thu thập số liệu, luận văn không lựa chọn đầy đủ các tiêu chí giống như nghiên cứu của Balica, vì thế, cần có công cuộc chuẩn hóa dữ liệu để tính toán.

Một vài công thức chuẩn hóa đã được các nhà nghiên cứu quan tâm như:

Balica chuẩn hóa các giá trị tính dễ bị tổn thương theo công thức (6): các giá trị của các biến thu thập sẽ được chuẩn hóa về thang điểm 0 -1:

$$NV_i = \frac{RV_i}{\max_{i=1,n} (RV_i)} \quad (6)$$

Trong đó: NV_i là các giá trị chuẩn hóa của biến i (từ 0 - 1),

RV_i là giá trị thực của các tiêu chí

$\max_{i=1,n} (RV_i)$ là giá trị tối đa từ tập n giá trị thực của tiêu chí

(n là số các phần tử không gian được xét tới).

Trong nghiên cứu của Connor & Hiroki [9] đã lựa chọn công thức chuẩn hóa sau:

Đối với các biến tỉ lệ thuận với tính dễ bị tổn thương, giá trị chuẩn hóa được tính

$$\text{theo: } x_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (7)$$

Đối với các biến tỉ lệ nghịch với tính dễ bị tổn thương, giá trị chuẩn hóa được tính

$$\text{theo: } x_i = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (8)$$

Kết quả tính giá trị chuẩn hóa theo Balica được thể hiện qua bảng 7 - phụ lục.

Kết quả tính giá trị chuẩn hóa theo Connor & Hiroki được thể hiện qua bảng 8 - phụ lục.

3.5. Tính trọng số theo thuật giải Iyengar-Sudarshan

❖ Công thức Iyengar-Sudarshan

Giả sử có M vùng, K tiêu chí 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:

$$\bar{y}_i = \sum_{j=1}^K w_j x_{ij} \quad (9)$$

Ở đây ($0 < w < 1$ và tổng $\sum w_j = 1$) là những trọng số. Theo Iyengar-Sudarshan các trọng số này được giả định là tỷ lệ nghịch với phương sai của tiêu chí dễ bị tổn thương, trọng số w_j được xác định theo công thức:

$$w_j = \frac{c}{\sqrt{\text{var}_i(x_{ij})}} \quad (10)$$

Ở đây c là hằng số chuẩn hóa được xác định:

$$c = \left(\sum_{j=1}^K \frac{1}{\sqrt{\text{var}_i(x_{ij})}} \right)^{-1} \quad (11)$$

Tiêu chí dễ bị tổn thương vì vậy được tính toán sẽ nằm trong phạm vi từ 0 đến 1, với giá trị = 1 tiêu chí tổn thương là lớn nhất còn lại với giá trị = 0 tiêu chí tổn thương là không bị ảnh hưởng. Trọng số w_j được xác định theo công thức (4) với c là hằng số chuẩn hóa.

Áp dụng theo cách tính trọng số Iyengar-Sudarshan: đơn giản, khách quan và rất thuận tiện cho việc tính trọng số với nhiều biến, nhiều thành phần trong 1 chỉ số.

Tuy nhiên, hạn chế của công thức là phụ thuộc vào sự phân bố của giá trị các biến-
nghĩa 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.

Giá trị trọng số của các thành phần, tiêu chí tính theo chuẩn hóa Connor &
Hiroki.(TH1) và giá trị trọng số của các thành phần, tiêu chí tính theo chuẩn hóa
Balica.(TH2) được thể hiện trong bảng 9

Bảng 9: Giá trị trọng số của các thành phần, tiêu chí tính theo chuẩn hóa Connor
& Hiroki và Balica

STT	Thành phần		Tiêu chí	Trọng số TH1	Trọng số TH2
1	Xã hội	E	Mật độ dân số	0.15	0.15
2			Dân số trong khu vực bị ngập lụt	0.13	0.13
3			Dân số gần đường biển	0.17	0.17
4			Số hộ dân dưới mức nghèo đói	0.14	0.14
5			% dân cư vùng nông thôn	0.14	0.14
6			Số dân không trong độ tuổi lao động	0.16	0.16
7			Dân số không có điều kiện vệ sinh	0.11	0.11
8		S	Kinh nghiệm trong quá khứ	0.35	0.35
9			Tinh thần trước lũ	0.34	0.41
10			Tập huấn của chính quyền	0.31	0.24
11		R	Bản tin dự báo lũ	0.6	0.44
12			Y tế công cộng	0.4	0.56
13	Kinh tế	E	Loại hình nhà ở	0.43	0.58
14			Kinh tế gia đình	0.28	0.28
15			Nghề thu nhập chính của gia đình	0.3	0.14
16		S	Hiện trạng các công trình công cộng ở địa phương	0.43	0.46
17			Thông tin liên lạc khi xảy ra lũ	0.26	0.23

18			Sự chuẩn bị lương thực, thực phẩm trước lũ	0.31	0.31
19		R	Thời gian khắc phục về sản xuất sau lũ	0.5	0.45
20			Chất lượng công trình phòng lũ	0.5	0.55
21	Môi trường	E	% đất công nghiệp, thương mại, dịch vụ	0.38	0.37
22			% đất nông nghiệp, thủy sản	0.32	0.35
23			% diện tích rừng	0.3	0.28
24		S	Chất lượng nước sinh hoạt sau lũ	1.00	1.00
25		R	Thời gian khắc phục về sinh hoạt sau lũ	0.36	0.46
26			Môi trường sống ở địa phương khi lũ xảy ra	0.31	0.23
27			Thời gian môi trường tự hồi phục	0.33	0.31
28	Vật lí	E	Độ dốc địa hình	0.1	0.08
29			Lượng mưa năm	0.12	0.24
30			Thời gian ngập	0.2	0.29
31			Tỉ lệ bốc hơi/ lượng mưa	0.16	0.19
32			Vận tốc lũ	0.2	0.08
33			Độ sâu ngập lụt	0.22	0.12
34		S	Hệ thống giao thông khi xảy ra lũ	1.00	1.00

3.6. Tính giá trị tính dễ bị tổn thương

3.6.1: Tính giá trị tính dễ bị tổn thương vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải theo chuẩn hóa Connor & Hiroki

Kết quả mức dễ bị tổn thương do lũ lụt cho lưu vực sông Bến Hải, Quảng Trị, trường hợp tính chuẩn hóa theo Connor & Hiroki (trường hợp 1) được thể hiện trong bảng 10a.

Bảng 10a: Kết quả đánh giá mức độ tổn thương vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải theo chuẩn hóa Connor & Hiroki

STT	Xã	FVI xã hội	FVI kinh tế	FVI môi trường	FVI vật lý	FVI	Mức độ
1	Thị trấn Hồ Xá	1.00	0.04	0.30	0.10	0.41	trung bình
2	Thị trấn Cửa Tùng	0.97	0.77	0.47	0.59	0.71	cao
3	Vĩnh Long	0.33	0.03	0.00	0.08	0.13	rất thấp
4	Vĩnh Hòa	0.25	0.04	0.24	0.11	0.17	rất thấp
5	Vĩnh Thủy	0.28	0.03	0.00	0.10	0.12	rất thấp
6	Vĩnh Lâm	0.31	0.04	0.21	0.21	0.21	thấp
7	Vĩnh Thành	0.23	0.70	0.59	0.87	0.57	trung bình
8	Vĩnh Tân	0.26	0.32	0.32	0.44	0.33	thấp
9	Vĩnh Sơn	0.35	0.37	0.18	0.65	0.38	thấp
10	Vĩnh Giang	0.38	0.75	0.61	0.59	0.56	trung bình
11	Thị Trấn Gio Linh	0.33	0.05	0.95	0.71	0.52	trung bình
12	Trung Giang	0.28	0.77	0.55	0.41	0.48	trung bình
13	Trung Hải	0.30	0.75	0.45	0.65	0.51	trung bình
14	Trung Sơn	0.24	0.66	0.72	1.00	0.63	cao
15	Gio Phong	0.24	0.70	0.72	0.56	0.53	trung bình
16	Vĩnh Trường	0.19	0.51	0.37	0.52	0.38	thấp

17	Gio Bình	0.18	0.70	0.47	0.39	0.41	trung bình
18	Gio Châu	0.22	0.90	1.00	0.79	0.69	cao
19	Gio Thành	0.13	0.79	0.97	0.55	0.58	trung bình
20	Gio Mai	0.20	1.00	0.40	0.14	0.40	thấp
21	Gio Quang	0.11	0.84	0.38	0.12	0.33	thấp
22	Cam An	0.14	0.16	0.34	0.00	0.16	rất thấp

a. $FVI_{\text{xã hội 1}}$

Các xã trong lưu vực có giá trị $FVI_{\text{xã hội 1}}$ trong khoảng từ 0.11 đến 1.00 nhưng đa số các giá trị nhỏ hơn 0.5 (20/22 giá trị). Thị trấn Cửa Tùng và thị trấn Hồ Xá (huyện Vĩnh Linh) có giá trị $FVI_{\text{xã hội 1}}$ rất cao, lần lượt là 1.00 và 0.97; xã Gio Quang, Gio Thành (huyện Gio Linh) và xã Cam An (huyện Cam Lộ) có giá trị $FVI_{\text{xã hội 1}}$ thấp nhất trong 22 xã, lần lượt là 0.11; 0.13 và 0.14.

Có 5/22 xã có giá trị $FVI_{\text{xã hội 1}}$ trong khoảng 0.1 – 0.2 chiếm tỉ lệ 23%; 10/22 xã có giá trị $FVI_{\text{xã hội 1}}$ trong khoảng 0.2 – 0.3 chiếm tỉ lệ 45%; 5/22 xã có giá trị $FVI_{\text{xã hội 1}}$ trong khoảng 0.3 – 0.4 chiếm tỉ lệ 23%; 2/22 xã có giá trị $FVI_{\text{xã hội 1}}$ trong khoảng 0.4 – 1 chiếm tỉ lệ 9%.

b. $FVI_{\text{kinh tế 1}}$

Các xã trong lưu vực có giá trị $FVI_{\text{kinh tế 1}}$ trong khoảng từ 0.03 đến 1.00. Xã Gio Mai, Gio Châu, Gio Quang (huyện Gio Linh) có giá trị $FVI_{\text{kinh tế 1}}$ rất cao, lần lượt là 1.00; 0.9 và 0.84; xã Vĩnh Thủy, thị trấn Hồ Xá (huyện Vĩnh Linh) và thị trấn Gio Linh (huyện Gio Linh) có giá trị $FVI_{\text{kinh tế 1}}$ thấp nhất trong 22 xã, lần lượt là 0.03; 0.04 và 0.05.

Có 7/22 xã có giá trị $FVI_{\text{kinh tế 1}}$ trong khoảng 0.0 – 0.2 chiếm tỉ lệ 32%; 2/22 xã có giá trị $FVI_{\text{kinh tế 1}}$ trong khoảng 0.2 – 0.4 chiếm tỉ lệ 9%; 1/22 xã có giá trị $FVI_{\text{kinh tế 1}}$ trong khoảng 0.4 – 0.6 chiếm tỉ lệ 5%; 9/22 xã có giá trị $FVI_{\text{kinh tế 1}}$ trong khoảng 0.6 – 0.8 chiếm tỉ lệ 41%; 3/22 xã có giá trị $FVI_{\text{kinh tế 1}}$ trong khoảng 0.8 – 1 chiếm tỉ lệ 14%.

c. $FVI_{\text{môi trường 1}}$

Các xã trong lưu vực có giá trị $FVI_{\text{môi trường 1}}$ trong khoảng từ 0.00 đến 1.00. Xã Gio Châu, Gio Thành, thị trấn Gio Linh (huyện Gio Linh) có giá trị $FVI_{\text{môi trường}}$

$FVI_{m\text{ôi trường } 1}$ rất cao, lần lượt là 1.00; 0.97 và 0.95; xã Vĩnh Long, Vĩnh Thủy, Vĩnh Sơn (huyện Vĩnh Linh) có giá trị $FVI_{m\text{ôi trường } 1}$ thấp nhất trong 22 xã.

Có 3/22 xã có giá trị $FVI_{m\text{ôi trường } 1}$ trong khoảng 0.0 – 0.2 chiếm tỉ lệ 14%; 7/22 xã có giá trị $FVI_{m\text{ôi trường } 1}$ trong khoảng 0.2 – 0.4 chiếm tỉ lệ 32%; 6/22 xã có giá trị $FVI_{m\text{ôi trường } 1}$ trong khoảng 0.4 – 0.6 chiếm tỉ lệ 27%; 3/22 xã có giá trị $FVI_{m\text{ôi trường } 1}$ trong khoảng 0.6 – 0.8 chiếm tỉ lệ 14%; 3/22 xã có giá trị $FVI_{m\text{ôi trường } 1}$ trong khoảng 0.8 – 1 chiếm tỉ lệ 14%.

d. $FVI_{\text{vật lí } 1}$

Các xã trong lưu vực có giá trị $FVI_{\text{vật lí } 1}$ trong khoảng từ 0.00 đến 1.00. Xã Trung Sơn (huyện Gio Linh) và xã Vĩnh Thành (huyện Vĩnh Linh) có giá trị $FVI_{\text{vật lí } 1}$ rất cao, lần lượt là 1.00 và 0.87 xã Vĩnh Long; xã Cam An (huyện Cam Lộ) và xã Vĩnh Long, Vĩnh Thủy (huyện Vĩnh Linh) có giá trị $FVI_{\text{vật lí } 1}$ thấp nhất trong 22 xã có $FVI_{\text{vật lí } 1}$ lần lượt là 0.00; 0.08 và 0.1.

Có 7/22 xã có giá trị $FVI_{\text{vật lí } 1}$ trong khoảng 0.0 – 0.2 chiếm tỉ lệ 32%; 2/22 xã có giá trị $FVI_{\text{vật lí } 1}$ trong khoảng 0.2 – 0.4 chiếm tỉ lệ 9%; 7/22 xã có giá trị $FVI_{\text{vật lí } 1}$ trong khoảng 0.4 – 0.6 chiếm tỉ lệ 32%; 4/22 xã có giá trị $FVI_{\text{vật lí } 1}$ trong khoảng 0.6 – 0.8 chiếm tỉ lệ 18%; 2/22 xã có giá trị $FVI_{\text{vật lí } 1}$ trong khoảng 0.8 – 1 chiếm tỉ lệ 9%.

e. FVI_{TH1}

Các xã trong lưu vực có giá trị FVI_{TH1} trong khoảng từ 0.12 đến 0.71. Thị trấn Cửa Tùng (huyện Vĩnh Linh), xã Gio Châu, Trung Sơn (huyện Gio Linh) có giá trị FVI_{TH1} cao, lần lượt là 0.71; 0.69 và 0.63. Xã Cam An (huyện Cam Lộ) và xã Vĩnh Long, Vĩnh Thủy (huyện Vĩnh Linh) có giá trị FVI_{TH1} thấp nhất trong 22 xã có FVI_{TH1} lần lượt là 0.16; 0.13 và 0.12.

Có 4/22 xã có giá trị FVI_{TH1} trong khoảng 0.0 – 0.2 chiếm tỉ lệ 18%; 6/22 xã có giá trị FVI_{TH1} trong khoảng 0.2 – 0.4 chiếm tỉ lệ 27%; 9/22 xã có giá trị FVI_{TH1} trong khoảng 0.4 – 0.6 chiếm tỉ lệ 41%; 3/22 xã có giá trị FVI_{TH1} trong khoảng 0.6 – 0.8 chiếm tỉ lệ 14%.

3.6.2: Tính giá trị tính dễ bị tổn thương vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải theo chuẩn hóa Balica

Bảng 10b: Kết quả đánh giá mức độ tổn thương vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải theo chuẩn hóa Balica

STT	Xã	FVI xã hội	FVI kinh tế	FVI môi trường	FVI vật lý	FVI	Mức độ
1	Thị trấn Hồ Xá	0.47	0.27	0.48	0.54	0.42	thấp
2	Thị trấn Cửa Tùng	0.48	0.41	0.44	0.71	0.51	rất cao
3	Vĩnh Long	0.39	0.29	0.28	0.53	0.37	rất thấp
4	Vĩnh Hòa	0.27	0.27	0.40	0.55	0.36	rất thấp
5	Vĩnh Thủy	0.34	0.29	0.29	0.55	0.37	rất thấp
6	Vĩnh Lâm	0.37	0.27	0.36	0.63	0.40	rất thấp
7	Vĩnh Thành	0.25	0.40	0.46	0.75	0.47	trung bình
8	Vĩnh Tân	0.18	0.34	0.39	0.64	0.40	rất thấp
9	Vĩnh Sơn	0.38	0.32	0.33	0.69	0.43	thấp
10	Vĩnh Giang	0.41	0.40	0.55	0.69	0.51	rất cao
11	Thị trấn Gio Linh	0.32	0.36	0.60	0.72	0.49	cao
12	Trung Giang	0.19	0.41	0.50	0.68	0.46	trung bình
13	Trung Hải	0.33	0.40	0.43	0.70	0.47	trung bình
14	Trung Sơn	0.29	0.39	0.45	0.78	0.49	cao
15	Gio Phong	0.26	0.40	0.54	0.69	0.47	trung bình
16	Vĩnh Trường	0.09	0.35	0.42	0.68	0.40	thấp
17	Gio Bình	0.16	0.40	0.38	0.66	0.42	thấp
18	Gio Châu	0.28	0.41	0.69	0.73	0.52	rất cao
19	Gio Thành	0.14	0.41	0.51	0.69	0.45	trung bình
20	Gio Mai	0.29	0.42	0.40	0.55	0.43	thấp
21	Gio Quang	0.16	0.38	0.36	0.58	0.39	rất thấp
22	Cam An	0.35	0.34	0.31	0.57	0.39	rất thấp

a. $FVI_{\text{xã hội } 2}$

Các xã trong lưu vực có giá trị $FVI_{\text{xã hội } 2}$ trong khoảng từ 0.09 đến 0.48. Thị trấn Cửa Tùng, thị trấn Hồ Xá và xã Vĩnh Giang (huyện Vĩnh Linh) có giá trị $FVI_{\text{xã hội } 2}$ cao nhất trong 22 xã, lần lượt là 0.48; 0.47 và 0.41; xã Vĩnh Trường(huyện Gio Linh) có giá trị $FVI_{\text{xã hội } 2}$ thấp nhất trong 22 xã, lần lượt là 0.09.

Có 1/22 xã có giá trị $FVI_{\text{xã hội } 2}$ trong khoảng 0.1 – 0.2 chiếm tỉ lệ 5%; 5/22 xã có giá trị $FVI_{\text{xã hội } 2}$ trong khoảng 0.2 – 0.3 chiếm tỉ lệ 23%; 6/22 xã có giá trị $FVI_{\text{xã hội } 2}$ trong khoảng 0.3 – 0.4 chiếm tỉ lệ 27%; 7/22 xã có giá trị $FVI_{\text{xã hội } 2}$ trong khoảng 0.4 – 1 chiếm tỉ lệ 32%; 3/22 xã có giá trị $FVI_{\text{xã hội } 2}$ trong khoảng 0.4 – 1 chiếm tỉ lệ 14%.

b. $FVI_{\text{kinh tế } 2}$

Các xã trong lưu vực có giá trị $FVI_{\text{kinh tế } 2}$ trong khoảng từ 0.27 đến 0.42. Xã Gio Mai,Gio Châu (huyện Gio Linh) và thị trấn Cửa Tùng (huyện Vĩnh Linh) có giá trị $FVI_{\text{kinh tế } 2}$ cao nhất trong 22 xã, lần lượt là 0.42; 0.41 và 0.41; xã Vĩnh Long, thị trấn Hồ Xá (huyện Vĩnh Linh) có giá trị $FVI_{\text{kinh tế } 2}$ thấp nhất trong 22 xã, lần lượt là 0.29 và 0.27.

Có 5/22 xã có giá trị $FVI_{\text{kinh tế } 2}$ trong khoảng 0.2 – 0.3 chiếm tỉ lệ 23%; 10/22 xã có giá trị $FVI_{\text{kinh tế } 2}$ trong khoảng 0.3 – 0.4 chiếm tỉ lệ 45%; 7/22 xã có giá trị $FVI_{\text{kinh tế } 2}$ trong khoảng 0.4 – 1 chiếm tỉ lệ 32%.

c. $FVI_{\text{môi trường } 2}$

Các xã trong lưu vực có giá trị $FVI_{\text{môi trường } 2}$ trong khoảng từ 0.28 đến 0.69. Xã Gio Châu, thị trấn Gio Linh (huyện Gio Linh) có giá trị $FVI_{\text{môi trường } 2}$ cao trong 22 xã, lần lượt là; 0.69 và 0.60; xã Vĩnh Long, Vĩnh Thủy (huyện Vĩnh Linh) có giá trị $FVI_{\text{môi trường } 2}$ thấp nhất trong 22 xã, lần lượt là 0.28 và 0.29.

Có 2/22 xã có giá trị $FVI_{\text{môi trường } 2}$ trong khoảng 0.2 – 0.3 chiếm tỉ lệ 9%; 7/22 xã có giá trị $FVI_{\text{môi trường } 2}$ trong khoảng 0.3 – 0.4 chiếm tỉ lệ 32%; 7/22 xã có giá trị $FVI_{\text{môi trường } 2}$ trong khoảng 0.4 – 0.5 chiếm tỉ lệ 32%; 6/22 xã có giá trị $FVI_{\text{môi trường } 2}$ trong khoảng 0.5– 0.1 chiếm tỉ lệ 27%.

d. $FVI_{\text{vật lí 2}}$

Các xã trong lưu vực có giá trị $FVI_{\text{vật lí 2}}$ trong khoảng từ 0.53 đến 0.78. Xã Trung Sơn, Gio Châu (huyện Gio Linh) và thị trấn Cửa Tùng (huyện Vĩnh Linh) có giá trị $FVI_{\text{vật lí 2}}$ cao nhất trong 22 xã, lần lượt là 0.78; 0.73 và 0.71; xã Vĩnh Long, thị trấn Hồ Xá (huyện Vĩnh Linh) có giá trị $FVI_{\text{vật lí 2}}$ thấp nhất trong 22 xã có $FVI_{\text{vật lí 2}}$ lần lượt là 0.53 và 0.54.

Có 7/22 xã có giá trị $FVI_{\text{vật lí 2}}$ trong khoảng 0.5 – 0.6 chiếm tỉ lệ 32%; 10/22 xã có giá trị $FVI_{\text{vật lí 2}}$ trong khoảng 0.6 – 0.7 chiếm tỉ lệ 45%; 5/22 xã có giá trị $FVI_{\text{vật lí 2}}$ trong khoảng 0.7 – 0.8 chiếm tỉ lệ 23%.

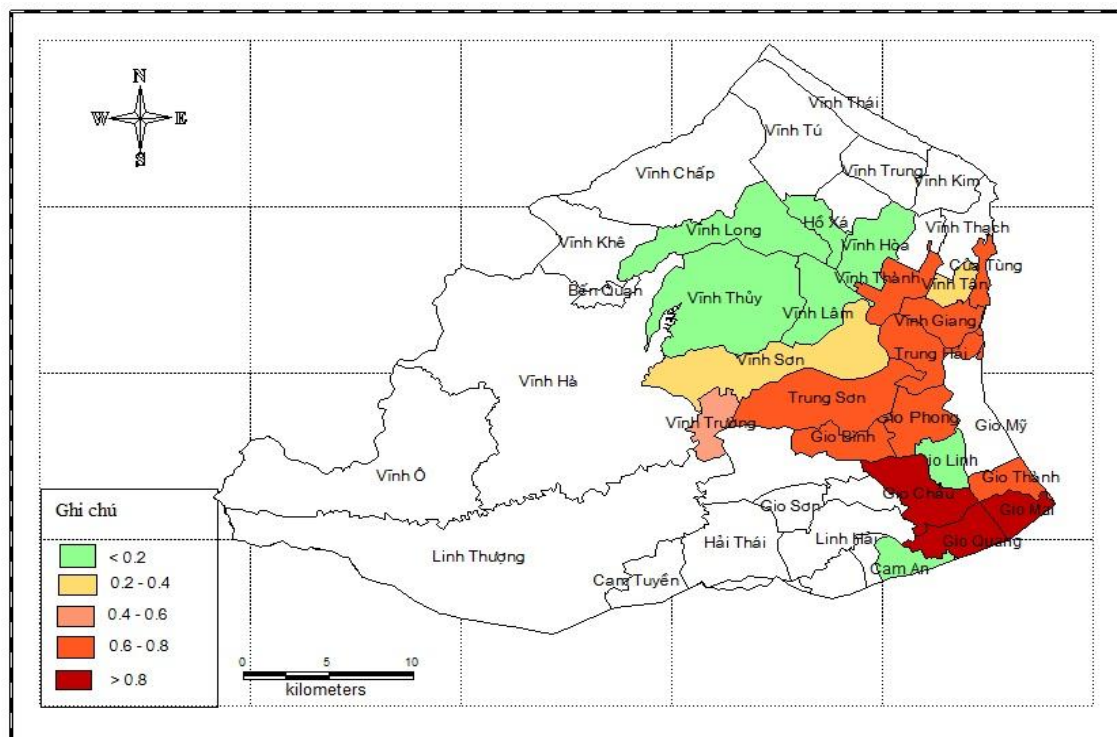
e. FVI_{TH2}

Các xã trong lưu vực có giá trị FVI_{TH2} trong khoảng từ 0.36 đến 0.52. Xã Vĩnh Giang, thị trấn Cửa Tùng (huyện Vĩnh Linh), xã Gio Châu (huyện Gio Linh) có giá trị FVI_{TH2} cao, lần lượt là 0.51; 0.51 và 0.52. Xã Vĩnh Hòa, Vĩnh Long, Vĩnh Thủy (huyện Vĩnh Linh) có giá trị FVI_{TH2} thấp nhất trong 22 xã có FVI_{TH2} lần lượt là 0.36; 0.37 và 0.37.

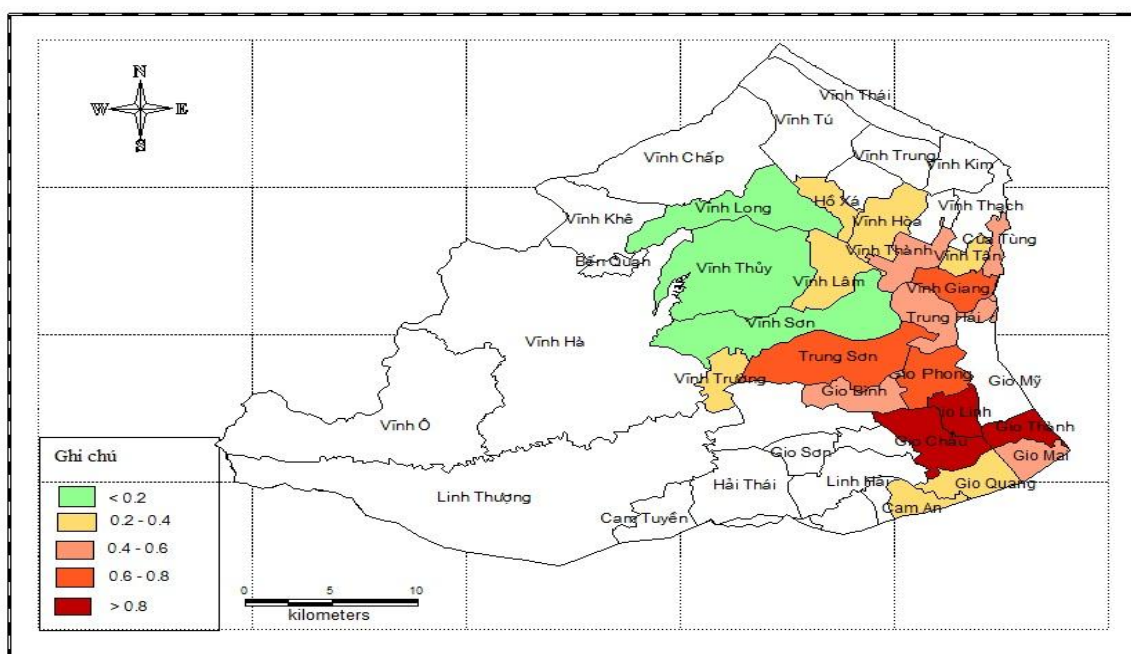
Có 7/22 xã có giá trị FVI_{TH2} trong khoảng 0.2 – 0.4 chiếm tỉ lệ 32%; 15/22 xã có giá trị FVI_{TH2} trong khoảng 0.4 – 0.6 chiếm tỉ lệ 68%.

Nhận xét:

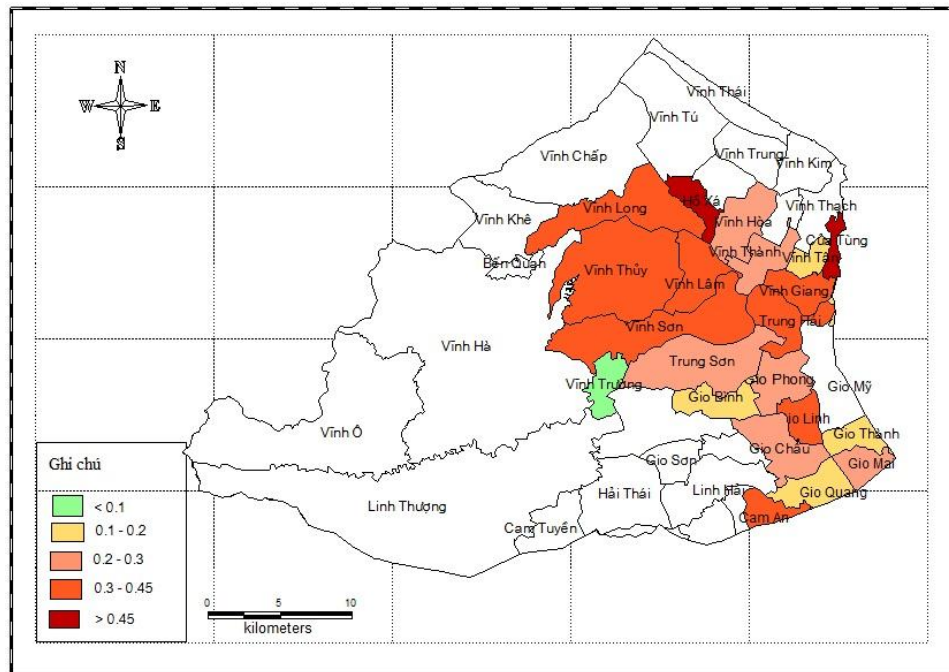
Với hai trường hợp trên, tác giả thấy việc lựa chọn công thức để tính toán có ảnh hưởng lớn tới giá trị tính để bị tổn thương do lũ lụt của khu vực nghiên cứu: trường hợp 1 có dải giá trị FVI biến động lớn: thị trấn Cửa Tùng có giá trị FVI lớn nhất là 0.71, xã Vĩnh Thủy có giá trị FVI nhỏ nhất là 0.12; còn trường hợp 2 có dải giá trị FVI biến động nhỏ: thị trấn Cửa Tùng có giá trị FVI lớn nhất là 0.52, xã Vĩnh Hòa có giá trị FVI nhỏ nhất là 0.36. Cả 2 trường hợp đều thể hiện thị trấn Cửa Tùng (huyện Vĩnh Linh) và xã Gio Châu (huyện Gio Linh) có giá trị FVI lớn nhất, độ tổn thương do lũ thuộc nhóm cao nhất trong 22 xã; các xã Vĩnh Thủy và Vĩnh Long, Vĩnh Hòa (huyện Vĩnh Linh), xã Cam An (huyện Cam Lộ) có giá trị FVI nhỏ nhất, độ tổn thương do lũ thuộc nhóm thấp nhất trong 22 xã ngập lụt.



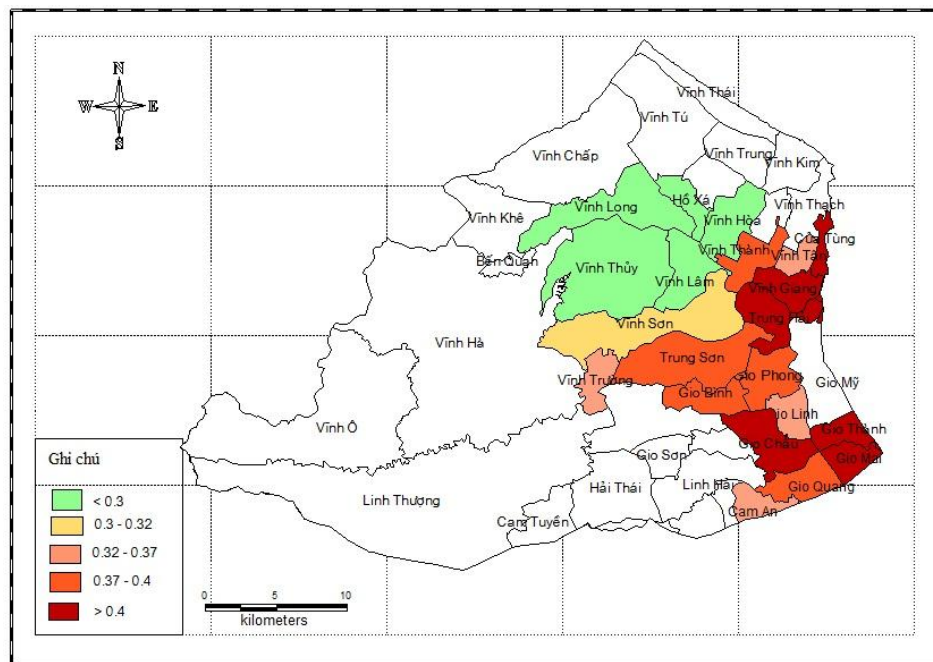
Hình 4.2. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần kinh tế TH1



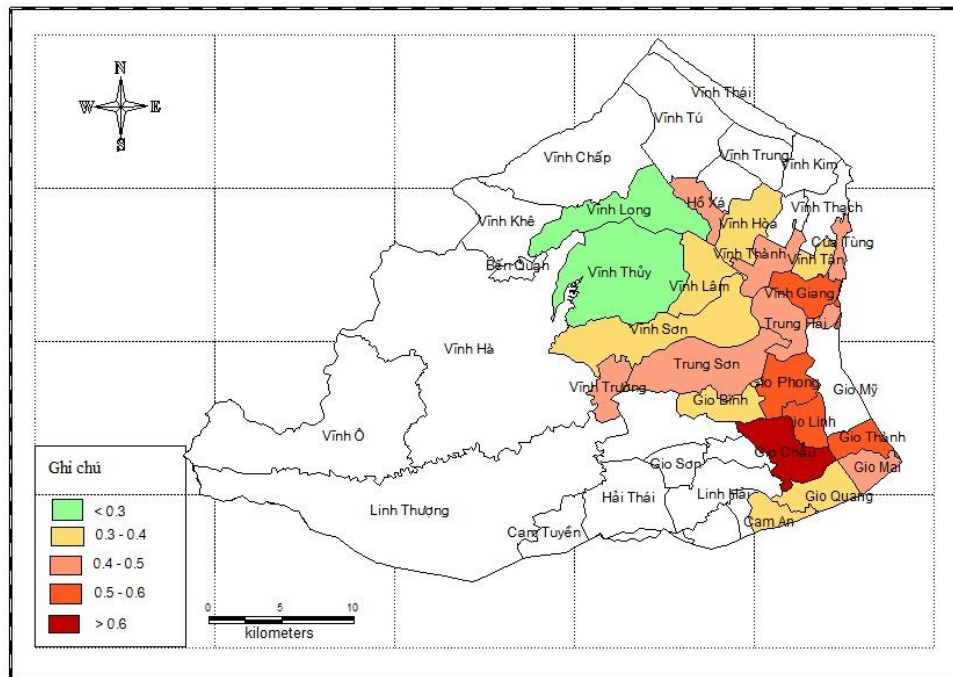
Hình 4.3. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần môi trường TH1



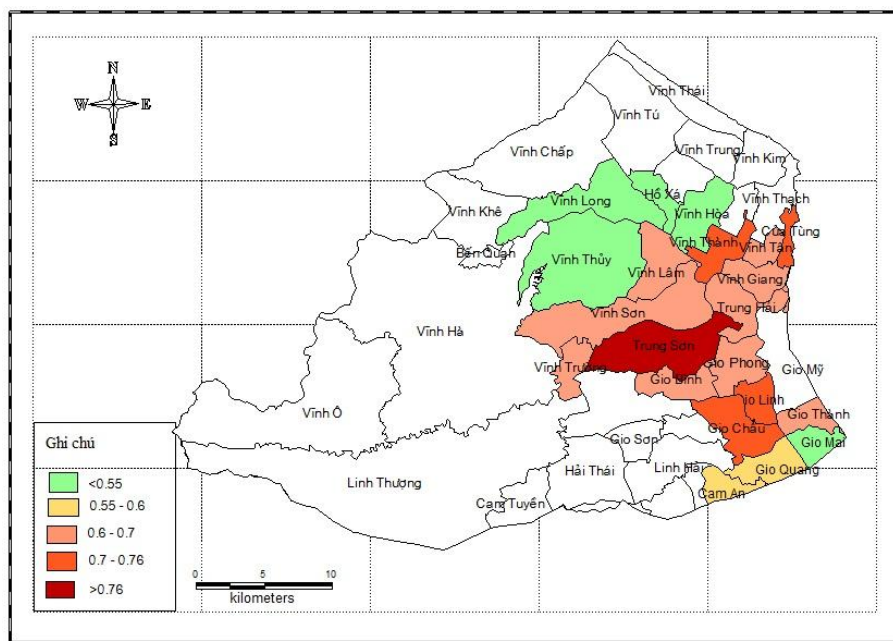
Hình 5.1. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần xã hội TH2



Hình 5.2. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần kinh tế TH2



Hình 5.3. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần môi trường TH2

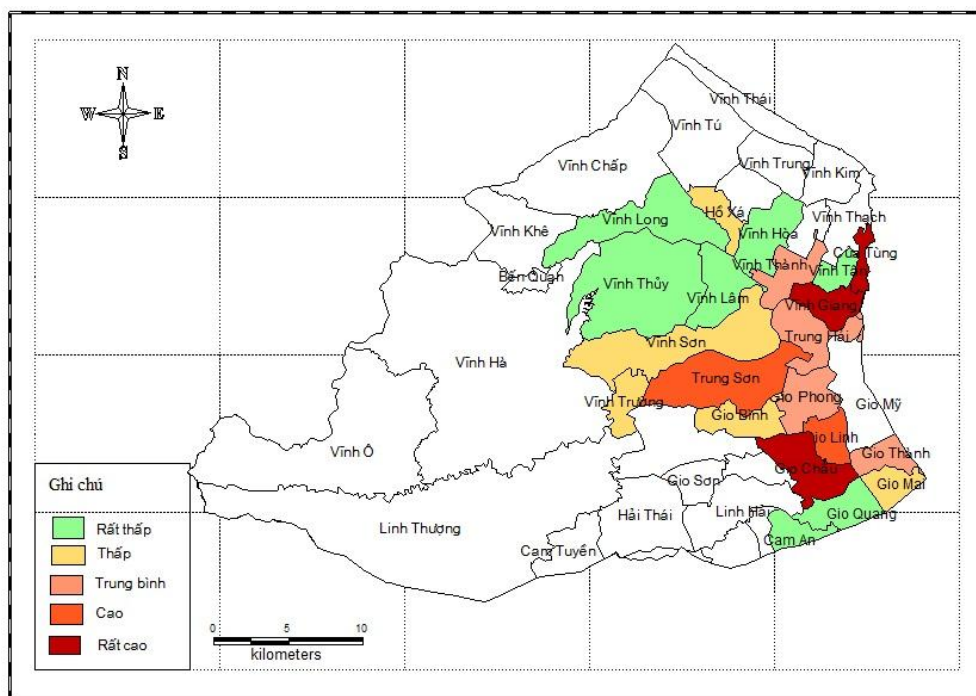


Hình 5.4. Bản đồ biểu thị giá trị thành phần vật lí TH2

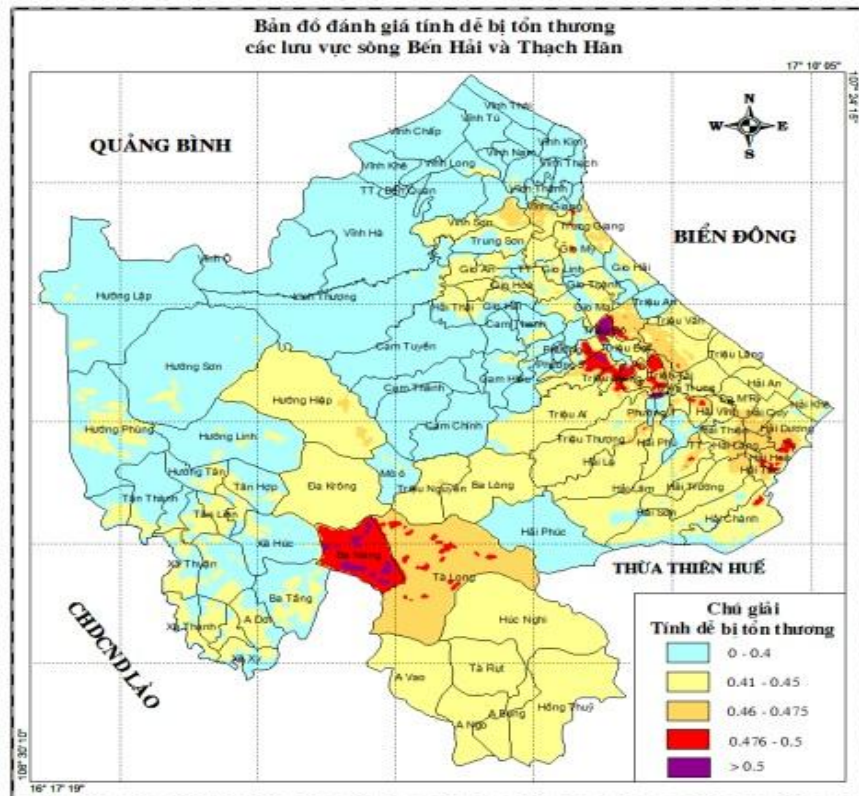
Bản đồ đánh giá mức độ dễ bị tổn thương lũ lụt (Hình 5.5) được xây dựng sau khi phân chuỗi giá trị chỉ số dễ bị tổn thương thành từng cấp (Bảng 10b1)- mức độ dễ bị tổn thương.

(có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải – TH2

Stt	Mức độ tổn thương lũ lụt	Giá trị cấp mức độ
1	Rất thấp	< 0.4
2	Thấp	$0.4 - 0.43$
3	Trung bình	$0.43 - 0.48$
4	Cao	$0.48 - 0.5$
5	Rất cao	> 0.5



Hình 5.5. Bản đồ đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do ngập lụt cho TH2



Hình 6. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn theo BDKH - 19

So sánh kết quả tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải – Quảng Trị trong 2 trường hợp chuẩn hóa:

Về chỉ số FVI xã hội :2 trường hợp chuẩn hóa có kết quả biểu thị mức độ tổn thương do lũ gần giống nhau, giá trị các chỉ số hầu hết trong khoảng 0.00 -0.5. Tuy nhiên trong TH1 có thị trấn Cửa Tùng và thị trấn Hồ Xá (huyện Vĩnh Linh) có giá trị FVI xã hội 1 rất cao, lần lượt là 1.00 và 0.97. Theo bản đồ, với cùng thang màu đánh giá mức độ tổn thương, 2 trường hợp khác nhau một vài xã về mức độ tổn thương lũ lụt như xã Cam An TH1 là màu vàng, TH2 là màu cam đậm ; xã Vĩnh Trường TH1 là màu vàng, TH2 là màu xanh lá; xã Vĩnh Thủy, Trung Hải TH1 là màu hồng cam, TH2 là màu cam đậm.

Về chỉ số FVI kinh tế : FVI kinh tế 1 có những xã có giá trị rất cao như xã Gio Mai, Gio Châu, Gio Quang (huyện Gio Linh) có giá trị FVI kinh tế 1 rất cao, lần lượt là 1.00; 0.9 và 0.84 trong khi đó giá trị FVI kinh tế 2 chỉ nằm trong khoảng 0.27 – 0.42. Nhìn trực quan các dải màu và thang phân cấp mức độ thì giá trị FVI

kinh tế 2 trường hợp có sự khác nhau rõ ở xã Cam An (huyện Cam Lộ) và thị trấn Gio Linh (huyện Gio Linh) TH1 màu xanh lá biểu thị mức độ tổn thương rất thấp; sang TH2 là màu hồng cam biểu thị mức độ tổn thương trung bình; xã Vĩnh Tân TH1 là màu vàng, TH2 là màu hồng cam. Còn lại, tác giả thấy 2 trường hợp vẫn có nhiều điểm tương đồng.

Về chỉ số FVI môi trường: Theo các dải màu đánh giá mức độ tổn thương với mức phân cấp khác nhau tùy trường hợp thì tác giả thấy nhóm các xã có mức độ tổn thương tương tự nhau ở 2 trường hợp khá giống nhau. Tuy nhiên xét về giá trị tính toán thì TH1 có khoảng giá trị rộng hơn từ 0 – 1 (xã Trung Sơn (huyện Gio Linh) và xã Vĩnh Thành (huyện Vĩnh Linh) có giá trị FVI vật lí 1 rất cao, lần lượt là 1.00 và 0.87) còn TH2 là 0.27 – 0.69. Xã Vĩnh Sơn (huyện Vĩnh Linh) TH1 màu xanh lá biểu thị mức độ tổn thương rất thấp còn bên TH2 là màu vàng biểu thị mức độ tổn thương thấp; thị trấn Hồ Xá và xã Vĩnh Trường TH1 là màu vàng, TH2 là màu hồng cam; thị trấn Gio Linh và xã Gio Thành bên TH1 màu đỏ đậm còn TH2 là màu cam đậm; xã Trung Sơn TH1 là màu cam đậm, TH2 là màu hồng cam; xã Gio Bình TH1 là màu hồng cam, TH2 là màu vàng.

Về chỉ số FVI vật lí : Theo các dải màu đánh giá mức độ tổn thương với mức phân cấp khác nhau tùy trường hợp thì tác giả thấy nhóm các xã có mức độ tổn thương tương tự nhau ở 2 trường hợp khá giống nhau. Tuy nhiên xét về giá trị tính toán thì TH1 có khoảng giá trị rộng hơn từ 0 – 1 (Xã Trung Sơn (huyện Gio Linh) và xã Vĩnh Thành (huyện Vĩnh Linh) có giá trị FVI vật lí 1 rất cao, lần lượt là 1.00 và 0.87) còn TH2 là 0.53 – 0.78. Các xã Vĩnh Long, Vĩnh Thủy, thị trấn Hồ Xá, Vĩnh Hòa, Vĩnh Lâm (huyện Vĩnh Linh); các xã Gio Quang, Gio Mai, Gio Bình (huyện Gio Linh), xã Cam An (huyện Cam Lộ bên TH1 trong khoảng giá trị 0 – 0.4 còn bên TH2 là khoảng giá trị 0.5 – 0.7.

Về chỉ số FVI: Về giá trị FVI, các xã trong lưu vực có giá trị FVI TH 1 trong khoảng từ 0.12 đến 0.71. Thị trấn Cửa Tùng (huyện Vĩnh Linh), xã Gio Châu, Trung Sơn (huyện Gio Linh) có giá trị FVI TH 1 cao, lần lượt là 0.71; 0.69 và 0.63. còn các xã trong TH2 trong khoảng 0.36 – 0.52.

Qua cái nhìn trực quan từ bản đồ đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do ngập lụt: tác giả thấy nhóm các xã có mức độ tổn thương tương tự nhau ở 2 trường hợp khá giống nhau.

Các xã Vĩnh Lâm, Vĩnh Tân, Gio Quang TH1 màu vàng, TH2 màu xanh lá; thị trấn Hồ Xá, xã Gio Bình TH1 màu hồng cam, TH2 màu vàng; xã Vĩnh Giang TH1 màu hồng cam, TH2 màu đỏ đậm; xã Gio Châu và thị trấn Cửa Tùng TH1 màu cam đậm, TH2 màu đỏ đậm; thị trấn Gio Linh TH1 màu hồng cam, TH2 màu cam đậm.

So sánh kết quả tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải – Quảng Trị trong 2 trường hợp tính toán với kết quả từ đề tài BĐKH – 19 qua cái nhìn trực quan từ bản đồ đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do ngập lụt: cả 3 trường hợp, nhóm các xã có mức độ tổn thương tương tự nhau là khá giống nhau.

TH1 và BĐKH – 19, các xã Gio Quang, Vĩnh Lâm mức độ tổn thương thấp, TH2 mức độ tổn thương rất thấp. Xã Vĩnh Giang mức độ tổn thương theo BĐKH là trung bình thấp, TH1 là trung bình, TH2 là rất cao. Thị trấn Cửa Tùng, xã Gio Châu có mức độ tổn thương theo BĐKH là thấp và rất thấp, TH1 là cao, TH2 là rất cao.

Như vậy, trường hợp chuẩn hóa 1 phù hợp hơn với BĐKH – 19.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Luận văn đã giải quyết bài toán “Thử nghiệm một số công thức tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải – Quảng Trị” đã rút ra được một số kết luận sau:

(1) Đạt tổng quan các phương pháp tính tính dễ bị tổn thương theo một số công thức và lựa chọn công thức Balica để thử nghiệm bởi lẽ công thức Balica áp dụng cho các vùng mưa lũ trên thế giới và trên lưu vực Bến Hải chưa được áp dụng.

(2) Đã chọn lọc để xác định bộ tiêu chí và kết quả chọn được 34 tiêu chí, các tiêu chí này dựa trên bộ số liệu thu thập được và phản ánh được tổn thương về xã hội, kinh tế, môi trường, vật lí.

Đối với lưu vực sông Bến Hải, bộ tiêu chí và bản đồ đánh giá mức độ tổn thương do lũ lụt cho thấy:

- Trường hợp 1 có:

- + 3/22 xã có mức độ dễ bị tổn thương cao, chiếm tỉ lệ 14%;
- + 9/22 xã có mức độ dễ bị tổn thương trung bình, chiếm tỉ lệ 41%;
- + 6/22 xã có mức độ dễ bị tổn thương thấp, chiếm tỉ lệ 27%;
- + 4/22 xã có mức độ dễ bị tổn thương rất thấp, chiếm tỉ lệ 18%;

- Trường hợp 2 có:

- + 3/22 xã có mức độ dễ bị tổn thương rất cao, chiếm tỉ lệ 14%;
- + 2/22 xã có mức độ dễ bị tổn thương cao, chiếm tỉ lệ 9%;
- + 5/22 xã có mức độ dễ bị tổn thương trung bình, chiếm tỉ lệ 23%;
- + 5/22 xã có mức độ dễ bị tổn thương thấp, chiếm tỉ lệ 23%;
- + 7/22 xã có mức độ dễ bị tổn thương rất thấp, chiếm tỉ lệ 32%;

(3) Đối với lưu vực sông Bến Hải, việc lựa chọn công thức để tính toán có ảnh hưởng lớn tới giá trị tính dễ bị tổn thương do lũ lụt của khu vực nghiên cứu: trường hợp 1 có dải giá trị FVI biến động lớn: thị trấn Cửa Tùng có giá trị FVI lớn nhất là 0.71, xã Vĩnh Thủy có giá trị FVI nhỏ nhất là 0.12; còn trường hợp 2 có dải giá trị FVI biến động nhỏ: thị trấn Cửa Tùng có giá trị FVI lớn nhất là 0.52, xã Vĩnh Hòa có giá trị FVI nhỏ nhất là 0.36. Cả 2 trường hợp đều thể hiện thị trấn Cửa Tùng

(huyện Vĩnh Linh) và xã Gio Châu (huyện Gio Linh) có giá trị FVI lớn nhất, độ tổn thương do lũ thuộc nhóm cao nhất trong 22 xã; các xã Vĩnh Thủy và Vĩnh Long, Vĩnh Hòa (huyện Vĩnh Linh), xã Cam An (huyện Cam Lộ) có giá trị FVI nhỏ nhất, độ tổn thương do lũ thuộc nhóm thấp nhất trong 22 xã ngập lụt.

(4) So sánh kết quả tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Bến Hải – Quảng Trị trong 2 trường hợp tính toán với kết quả từ đề tài BĐKH – 19 qua cái nhìn trực quan từ bản đồ đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do ngập lụt: cả 3 trường hợp, nhóm các xã có mức độ tổn thương tương tự nhau là khá giống nhau.

TH1 và BĐKH – 19, các xã Gio Quang, Vĩnh Lâm mức độ tổn thương thấp, TH2 mức độ tổn thương rất thấp. Xã Vĩnh Giang mức độ tổn thương theo BĐKH là trung bình thấp, TH1 là trung bình, TH2 là rất cao. Thị trấn Cửa Tùng, xã Gio Châu có mức độ tổn thương theo BĐKH là thấp và rất thấp, TH1 là cao, TH2 là rất cao.

Trong trường hợp sử dụng công thức chuẩn hóa của Balica (TH2) cho giá trị tổn thương cao hơn so với Connor & Hiroki (TH1) (vì công thức Connor & Hiroki có xét đến tính thuận nghịch của chỉ số còn công thức chuẩn hóa của Balica áp dụng đồng bộ cho các chỉ số, làm cho các chỉ số nhận giá trị sau khi chuẩn hóa thiên lớn gây tổn thương lớn hơn).

(5) Đã xây dựng được bản đồ đánh giá tính dễ bị tổn thương bằng công thức Balica với 2 công thức chuẩn hóa khác nhau, so sánh với bản đồ do đề tài BĐKH – 19 xây dựng thấy TH1 phù hợp hơn TH2.

KIẾN NGHỊ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

- Thử nghiệm thêm các công thức tính toán tính dễ bị tổn thương khác cho lưu vực nghiên cứu
- Xây dựng bản đồ tổng hợp các kết quả. Ví dụ ta áp dụng nhiều công thức tính toán chỉ số dễ bị tổn thương cho lưu vực nghiên cứu. Ta sẽ xây dựng được các bản đồ đánh giá mức độ tổn thương do lũ tương ứng với mỗi công thức. Kết quả là ta sẽ chọn tất cả cực đại các bản đồ đưa vào một bản đồ tổng hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Trần Ngọc Anh, (2011), Xây dựng bản đồ ngập lụt hạ lưu các sông Bến Hải và Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* Tập 27, số 1S, tr. 1-8
2. Đặng Đình Khá (2011), “ Nghiên cứu tính dễ bị tổn thương do lũ lụt hạ lưu sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị”. Luận văn Thạc sỹ.
3. Đặng Đình Khá, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Tiền Giang, Nguyễn Quang Hưng, Cấn Thu Văn (2013), "Xây dựng bộ mẫu phiếu điều tra khả năng chống chịu với lũ lụt của người dân phục vụ đánh giá khả năng dễ bị tổn thương do lũ lụt", *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 29(2S), tr. 87-100
4. Cục thống kê Quảng Trị (2017), “Niên giám thống kê tỉnh Quảng Trị năm 2016”, Nhà xuất bản thống kê.
5. Nguyễn Thanh Sơn và cộng sự (2013 – 2015) “Đánh giá mức độ tổn thương về kinh tế - xã hội do lũ lụt trên một số lưu vực sông chính ở miền Trung trong bối cảnh biến đổi khí hậu và khai thác công trình thủy điện, thủy lợi”. Thuộc Chương trình “Khoa học và công nghệ phục vụ Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu”, Mã số: KHCN-BĐKH/11-15. Đề tài cấp Nhà nước, MS: BĐKH - 19
6. Cấn Thu Văn (2015), “Nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn phục vụ quy hoạch phòng chống thiên tai

Tiếng Anh

7. Balica Stefania Florina (2007), “Development and Application of Flood Vulnerability Indices for Various Spatial Scales”.
8. Balica Stefania Florina (2012), “Applying the Flood Vulnerability Index as a Knowledge base for flood risk assessment”.
9. Connor R.F., & Hiroki K. (2005), “Development of a method for assessing flood vulnerability”

10. Dapeng Huang, Renhe Zhang, Zhiguo Huo, Fei Mao, Youhao E, Wei Zheng (2012), “An assessment of multidimensional flood vulnerability at the provincial scale in China based on the DEA method”, *Nat Hazards*.
11. Downing, T.E. and Patwardhan, A., with Klein, R.J.T., Mukhala, E., Stephen, L., Winograd, M. and Ziervogel, G. (2005), *Assessing Vulnerability for Climate Adaptation; In Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. Lim, B., Spanger-Siegfried, E., Burton, I., Malone, E. and Huq, S. (Eds). Cambridge University Press, Cambridge.
12. Dr. Popovici Elena-Ana, Dr. Andra Costache, Prof. Dr. Bălteanu Dan, Dr. Diana Dogaru, Dr. Mihaela Sima (2013), “Vulnerability assessment of rural communities to floods in the western part of Romania (Banat plain)”, *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2013*.
13. International Strategy for Disaster Reduction, (2004) “*Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives*”, Under-Secretary-General for Humanitarian Affairs Jan Egeland.
14. IPCC (2001), *Climate change 2001: The scientific basis*. Cambridge, Cambridge University
15. IPCC, *Second Assessment Report* (1996)
16. Janet Edwards (2007). *Handbook for Vulnerability Mapping*. EU Asia ProEco project.
17. Watts M.J. and Bohle H.G., (1993), The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine, *Progress in Human Geography* 17:43-67
18. <https://gioithieu.quangtri.gov.vn/index.php?language=vi&nv=about&op=Tai-nguyen-thien-nhien>
19. <http://www3.quangtri.gov.vn/>
20. <http://www.unesco-ihe-fvi.org/>

PHỤ LỤC

Bảng 6a: Thông kê dữ liệu yếu tố xã hội

		Xã hội											
STT	Xã	Mật độ dân số	Dân số trong khu vực bị ngập lụt	Dân số không có điều kiện vệ sinh	Số hộ dưới mức nghèo đói	Số dân không trong độ tuổi lao động	Dân số gần đường biển	% dân cư vùng nông thôn	Tinh thần trước lũ	Kinh nghiệm trong quá khứ	Tập huấn của chính quyền	Bản tin dự báo lũ	Y tế công cộng
1	Thị trấn Hồ Xá	1674.45	1991	0	122	5087	0	0.00	2.71	3.15	1.86	2.69	2.46
2	Thị trấn Cửa Tùng	1178.33	277	0	154	2393	5785	0.00	3.00	3.13	1.93	2.73	2.27
3	Vĩnh Long	215.54	1705	6031	147	2489	0	9.22	2.50	2.20	2.20	2.90	2.70
4	Vĩnh Hòa	254.89	720	3840	63	1585	0	5.87	2.71	3.15	1.86	2.69	2.46
5	Vĩnh Thủy	120.31	938	5875	134	2425	0	8.99	2.50	2.20	2.20	2.90	2.70
6	Vĩnh Lâm	379.75	1211	5181	65	2139	0	7.92	2.71	3.15	1.86	2.69	2.46

7	Vĩnh Thành	341.44	662	3627	38	1497	0	5.55	3.07	3.52	1.37	2.97	2.35
8	Vĩnh Tân	402.12	73	2237	53	923	0	3.42	2.86	3.14	1.90	2.71	2.36
9	Vĩnh Sơn	150.90	1408	6227	99	2573	0	9.52	3.12	2.59	1.71	2.88	2.71
10	Vĩnh Giang	500.04	850	4577	216	1893	0	7.00	3.13	3.13	1.73	3.13	2.40
11	Thị trấn Gio Linh	1000.38	204	0	247	3129	0	0.00	3.00	3.80	1.00	3.00	2.40
12	Trung Giang	320.67	516	3393	4	55	140	5.46	3.00	3.13	1.93	2.73	2.27
13	Trung Hải	305.80	967	4426	93	1815	0	7.12	3.13	3.13	1.73	3.13	2.40
14	Trung Sơn	144.56	940	4267	96	842	0	6.87	3.00	3.90	1.00	2.80	2.30
15	Gio Phong	281.51	493	3621	57	1597	0	5.83	3.07	3.52	1.37	2.97	2.35
16	Vĩnh Trường	71.96	129	627	96	269	0	1.01	3.06	3.24	1.35	2.84	2.50
17	Gio Bình	228.71	92	2499	43	968	0	4.02	3.07	3.52	1.37	2.97	2.35
18	Gio Châu	229.72	212	3946	152	1869	0	6.35	2.70	2.90	2.07	2.80	2.70
19	Gio	188.80	113	2472	54	582	0	3.98	2.73	2.73	2.13	2.87	2.80

	Thành												
20	Gio Mai	283.88	885	4974	74	816	0	8.00	2.67	3.07	2.00	2.73	2.60
21	Gio Quang	159.49	291	2923	29	783	0	4.70	2.33	3.28	1.75	2.37	2.68
22	Cam An	353.00	2401	2401	29	937	0	13.26	2.00	3.50	1.50	2.00	2.75

Bảng 6b: Thống kê dữ liệu yếu tố kinh tế

STT	Xã	Kinh Tế							
		Kinh tế gia đình	Nghề thu nhập chính của gia đình	Loại hình nhà ở	Thời gian khắc phục về sản xuất sau lũ	Chất lượng công trình phòng lũ	Thông tin liên lạc khi xảy ra lũ	Hiện trạng các công trình công cộng ở địa phương	Sự chuẩn bị lương thực, thực phẩm
1	Thị trấn Hồ Xá	2.79	2.64	2.93	3.36	2.31	2.38	2.31	2.43
2	Thị trấn Cửa Tùng	2.53	3.73	3.00	2.00	3.00	3.53	2.33	3.40
3	Vĩnh Long	2.80	2.50	3.00	2.60	2.30	2.40	2.10	2.30
4	Vĩnh Hòa	2.79	2.64	2.93	3.36	2.31	2.38	2.31	2.43
5	Vĩnh Thủy	2.80	2.50	3.00	2.60	2.30	2.40	2.10	2.30
6	Vĩnh Lâm	2.79	2.64	2.93	3.36	2.31	2.38	2.31	2.43
7	Vĩnh Thành	2.88	3.15	3.00	2.13	3.10	3.80	2.37	3.17
8	Vĩnh Tân	2.66	3.18	2.96	2.68	2.65	2.96	2.32	2.91
9	Vĩnh Sơn	2.88	3.38	3.24	3.65	2.41	3.41	2.94	2.65

10	Vĩnh Giang	2.87	3.20	3.00	2.27	3.20	3.60	2.13	3.33
11	Thị Trấn Gio Linh	2.60	2.25	2.80	2.00	3.00	4.00	2.20	2.80
12	Trung Giang	2.53	3.73	3.00	2.00	3.00	3.53	2.33	3.40
13	Trung Hải	2.87	3.20	3.00	2.27	3.20	3.60	2.13	3.33
14	Trung Sơn	2.90	3.10	3.00	2.00	3.00	4.00	2.60	3.00
15	Gio Phong	2.88	3.15	3.00	2.13	3.10	3.80	2.37	3.17
16	Vĩnh Trường	2.89	3.24	3.12	2.82	2.71	3.71	2.77	2.82
17	Gio Bình	2.88	3.15	3.00	2.13	3.10	3.80	2.37	3.17
18	Gio Châu	2.97	3.10	3.00	2.07	3.03	3.90	2.20	3.07
19	Gio Thành	2.87	3.07	3.00	2.00	3.07	3.87	2.27	3.13
20	Gio Mai	3.07	3.13	3.00	2.13	3.00	3.93	2.13	3.00
21	Gio Quang	3.08	3.22	3.00	2.32	2.50	3.22	2.07	2.63
22	Cam An	3.10	3.30	3.00	2.50	2.00	2.50	2.00	2.25

Bảng 6c: Thống kê dữ liệu yếu tố môi trường

		Môi trường						
STT	Xã	% đất công nghiệp, thương mại, dịch vụ	% đất nông nghiệp, thủy sản	% diện tích rừng	Môi trường sống ở địa phương khi lũ xảy ra	Thời gian môi trường tự hồi phục	Thời gian khắc phục về sinh hoạt sau lũ	Chất lượng nước sinh hoạt sau lũ
1	Thị trấn Hồ Xá	6.62	81.39	0.00	2.92	2.46	2.08	3.08
2	Thị trấn Cửa Tùng	3.46	66.53	3.33	3.60	2.20	1.93	3.87
3	Vĩnh Long	2.36	55.29	15.00	2.50	2.00	1.80	2.30
4	Vĩnh Hòa	5.73	63.56	2.45	2.92	2.46	2.08	3.08
5	Vĩnh Thủy	1.21	46.18	41.38	2.50	2.00	1.80	2.30
6	Vĩnh Lâm	2.32	76.35	5.51	2.92	2.46	2.08	3.08
7	Vĩnh Thành	2.21	77.92	1.95	3.17	2.10	2.00	3.90
8	Vĩnh Tân	5.15	43.68	12.13	3.26	2.33	2.01	3.47
9	Vĩnh Sơn	1.81	29.76	50.82	3.47	2.65	2.06	3.29
10	Vĩnh Giang	6.83	66.93	1.86	3.33	2.20	2.00	3.80
11	Thị trấn Gio Linh	7.16	67.81	1.59	3.00	2.00	2.00	3.80
12	Trung Giang	7.06	14.15	45.41	3.60	2.20	1.93	3.87

13	Trung Hải	2.43	75.76	0.70	3.33	2.20	2.00	3.80
14	Trung Sơn	0.88	40.06	47.84	3.00	2.00	2.00	4.00
15	Gio Phong	5.33	69.32	3.07	3.17	2.10	2.00	3.90
16	Vĩnh Trường	2.08	16.32	72.10	3.24	2.32	2.03	3.65
17	Gio Bình	1.67	59.45	8.96	3.17	2.10	2.00	3.90
18	Gio Châu	11.09	38.32	24.11	2.73	2.17	2.07	3.87
19	Gio Thành	4.22	49.73	19.77	2.80	2.00	2.00	4.00
20	Gio Mai	2.57	38.31	36.51	2.67	2.33	2.13	3.73
21	Gio Quang	2.91	45.49	21.93	2.71	2.29	1.94	3.24
22	Cam An	0.73	19.98	65.86	2.75	2.25	1.75	2.75

Bảng 6d: Thống kê dữ liệu yếu tố vật lí

		Vật Lí						
STT	Xã	Độ dốc địa hình	Lượng mưa	Tỉ lệ bốc hơi/ lượng mưa	Độ sâu ngập lụt	Vận tốc lũ	Thời gian ngập	Hệ thống giao thông khi xảy ra lũ
1	Thị trấn Hồ Xá	1.82	2604	2.25	3.34	0.47	61	2.92
2	Thị trấn Cửa Tùng	1.00	2656	2.29	3.53	0.43	62	3.93
3	Vĩnh Long	1.24	2604	2.25	4.12	0.52	61	2.90
4	Vĩnh Hòa	1.41	2604	2.25	3.71	1.15	65	2.92
5	Vĩnh Thủy	1.99	2604	2.25	3.32	2.46	61	2.90
6	Vĩnh Lâm	2.00	2604	2.25	3.88	14.27	67	2.92
7	Vĩnh Thành	1.56	2604	2.25	3.58	3.15	69	3.83
8	Vĩnh Tân	1.00	2604	2.25	3.85	1.77	67	3.43
9	Vĩnh Sơn	2.00	2604	2.25	3.91	0.86	67	3.53
10	Vĩnh Giang	1.00	2604	2.25	4.31	1.13	65	3.67
11	Thị trấn Gio Linh	1.00	2656	2.29	4.29	0.55	66	3.80

12	Trung Giang	1.00	2604	2.25	2.74	0.21	61	3.93
13	Trung Hải	1.21	2604	2.25	4.04	2.46	66	3.67
14	Trung Sơn	1.52	2604	2.25	4.12	3.13	66	4.00
15	Gio Phong	1.00	2604	2.25	3.86	0.78	62	3.83
16	Vĩnh Trường	2.00	2604	3.31	1.64	0.16	51	3.76
17	Gio Bình	1.00	2604	2.25	2.83	0.38	61	3.83
18	Gio Châu	1.00	3216	2.78	4.99	1.19	67	3.43
19	Gio Thành	1.00	2656	2.29	3.50	0.39	62	3.87
20	Gio Mai	1.00	2656	2.29	3.43	0.33	65	3.00
21	Gio Quang	1.00	3216	2.78	3.83	1.06	64	2.88
22	Cam An	1.00	3216	2.78	3.94	2.52	67	2.75

Bảng 7a: Giá trị chuẩn hóa yếu tố xã hội theo Balica

STT	Xã	Xã hội											
		Mật độ dân số	Dân số trong khu vực bị ngập lụt	Dân số có điều kiện vệ sinh	Số hộ dưới mức nghèo đói	Số dân không trong độ tuổi lao động	Dân số gần đường biển	% dân cư vùng nông thôn	Tinh thần trước lũ	Kinh nghiệm trong quá khứ	Tập huấn của chính quyền	Bản tin dự báo lũ	Y tế công cộng
1	Thị trấn Hồ Xá	1.000	0.829	0.000	0.494	1.000	0.000	0.000	0.866	0.809	0.844	0.859	0.879
2	Thị trấn Cửa Tùng	0.704	0.115	0.000	0.623	0.470	1.000	0.000	0.957	0.803	0.879	0.872	0.810
3	Vĩnh Long	0.129	0.710	0.969	0.595	0.489	0.000	0.695	0.798	0.564	1.000	0.926	0.964
4	Vĩnh Hòa	0.152	0.300	0.617	0.255	0.312	0.000	0.443	0.866	0.809	0.844	0.859	0.879
5	Vĩnh Thủy	0.072	0.390	0.943	0.543	0.477	0.000	0.677	0.798	0.564	1.000	0.926	0.964
6	Vĩnh Lâm	0.227	0.505	0.832	0.263	0.420	0.000	0.597	0.866	0.809	0.844	0.859	0.879
7	Vĩnh Thành	0.204	0.276	0.582	0.154	0.294	0.000	0.418	0.979	0.902	0.621	0.947	0.839

8	Vĩnh Tân	0.240	0.030	0.359	0.215	0.181	0.000	0.258	0.912	0.806	0.861	0.866	0.844
9	Vĩnh Sơn	0.090	0.586	1.000	0.401	0.506	0.000	0.718	0.995	0.664	0.775	0.920	0.966
10	Vĩnh Giang	0.299	0.354	0.735	0.874	0.372	0.000	0.528	1.000	0.803	0.788	1.000	0.857
11	Thị Trấn Gio Linh	0.597	0.085	0.000	1.000	0.615	0.000	0.000	0.957	0.974	0.455	0.957	0.857
12	Trung Giang	0.192	0.215	0.545	0.016	0.011	0.024	0.412	0.957	0.803	0.879	0.872	0.810
13	Trung Hải	0.183	0.403	0.711	0.377	0.357	0.000	0.537	1.000	0.803	0.788	1.000	0.857
14	Trung Sơn	0.086	0.391	0.685	0.389	0.166	0.000	0.518	0.957	1.000	0.455	0.894	0.821
15	Gio Phong	0.168	0.205	0.581	0.231	0.314	0.000	0.439	0.979	0.902	0.621	0.947	0.839
16	Vĩnh Trường	0.043	0.054	0.101	0.389	0.053	0.000	0.076	0.976	0.832	0.615	0.907	0.894
17	Gio Bình	0.137	0.038	0.401	0.174	0.190	0.000	0.303	0.979	0.902	0.621	0.947	0.839
18	Gio Châu	0.137	0.088	0.634	0.615	0.367	0.000	0.479	0.862	0.744	0.939	0.894	0.964
19	Gio Thành	0.113	0.047	0.397	0.219	0.114	0.000	0.300	0.872	0.701	0.970	0.915	1.000
20	Gio Mai	0.170	0.368	0.799	0.300	0.160	0.000	0.603	0.851	0.786	0.909	0.872	0.929
21	Gio Quang	0.095	0.121	0.469	0.117	0.154	0.000	0.355	0.745	0.842	0.795	0.755	0.955
22	Cam An	0.211	1.000	0.386	0.117	0.184	0.000	1.000	0.638	0.897	0.682	0.638	0.982

Bảng 7b: Giá trị chuẩn hóa yếu tố kinh tế theo Balica

STT	Xã	Kinh tế							
		Kinh tế gia đình	Nghề thu nhập chính của gia đình	Loại hình nhà ở	Thời gian khắc phục về sản xuất sau lũ	Chất lượng công trình phòng lũ	Thông tin liên lạc khi xảy ra lũ	Hiện trạng các công trình công cộng ở địa phương	Sự chuẩn bị lương thực, thực phẩm
1	Thị trấn Hồ Xá	0.899	0.706	0.905	0.921	0.721	0.596	0.785	0.714
2	Thị trấn Cửa Tùng	0.817	1.000	0.927	0.548	0.938	0.883	0.793	1.000
3	Vĩnh Long	0.903	0.670	0.927	0.713	0.719	0.600	0.714	0.676
4	Vĩnh Hòa	0.899	0.706	0.905	0.921	0.721	0.596	0.785	0.714
5	Vĩnh Thủy	0.903	0.670	0.927	0.713	0.719	0.600	0.714	0.676
6	Vĩnh Lâm	0.899	0.706	0.905	0.921	0.721	0.596	0.785	0.714
7	Vĩnh Thành	0.930	0.844	0.927	0.585	0.969	0.950	0.805	0.931
8	Vĩnh Tân	0.858	0.853	0.916	0.734	0.829	0.740	0.789	0.857
9	Vĩnh Sơn	0.930	0.904	1.000	1.000	0.754	0.853	1.000	0.779

10	Vĩnh Giang	0.925	0.857	0.927	0.622	1.000	0.900	0.725	0.980
11	Thị Trấn Gio Linh	0.839	0.603	0.865	0.548	0.938	1.000	0.748	0.824
12	Trung Giang	0.817	1.000	0.927	0.548	0.938	0.883	0.793	1.000
13	Trung Hải	0.925	0.857	0.927	0.622	1.000	0.900	0.725	0.980
14	Trung Sơn	0.935	0.830	0.927	0.548	0.938	1.000	0.884	0.882
15	Gio Phong	0.930	0.844	0.927	0.585	0.969	0.950	0.805	0.931
16	Vĩnh Trường	0.933	0.867	0.964	0.774	0.846	0.926	0.942	0.830
17	Gio Bình	0.930	0.844	0.927	0.585	0.969	0.950	0.805	0.931
18	Gio Châu	0.957	0.830	0.927	0.567	0.948	0.975	0.748	0.902
19	Gio Thành	0.925	0.821	0.927	0.548	0.958	0.967	0.771	0.922
20	Gio Mai	0.989	0.839	0.927	0.585	0.938	0.983	0.725	0.882
21	Gio Quang	0.995	0.862	0.927	0.635	0.781	0.804	0.703	0.772
22	Cam An	1.000	0.884	0.927	0.685	0.625	0.625	0.680	0.662

Bảng 7c: Giá trị chuẩn hóa yếu tố môi trường theo Balica

		Môi trường						
STT	Xã	% đất công nghiệp, thương mại, dịch vụ	% đất nông nghiệp, thủy sản	% diện tích rừng	Môi trường sống ở địa phương khi lũ xảy ra	Thời gian môi trường tự hồi phục	Thời gian khắc phục về sinh hoạt sau lũ	Chất lượng nước sinh hoạt sau lũ
1	Thị trấn Hồ Xá	0.596	1.000	0.000	0.812	0.930	0.974	0.769
2	Thị trấn Cửa Tùng	0.312	0.817	0.046	1.000	0.831	0.906	0.967
3	Vĩnh Long	0.212	0.679	0.208	0.694	0.756	0.844	0.575
4	Vĩnh Hòa	0.517	0.781	0.034	0.812	0.930	0.974	0.769
5	Vĩnh Thủy	0.109	0.567	0.574	0.694	0.756	0.844	0.575
6	Vĩnh Lâm	0.209	0.938	0.076	0.812	0.930	0.974	0.769
7	Vĩnh Thành	0.199	0.957	0.027	0.880	0.793	0.938	0.975
8	Vĩnh Tân	0.464	0.537	0.168	0.906	0.881	0.940	0.868
9	Vĩnh Sơn	0.163	0.366	0.705	0.964	1.000	0.965	0.824
10	Vĩnh Giang	0.616	0.822	0.026	0.926	0.831	0.938	0.950
11	Thị Trấn Gio Linh	0.645	0.833	0.022	0.833	0.756	0.938	0.950
12	Trung Giang	0.637	0.174	0.630	1.000	0.831	0.906	0.967

13	Trung Hải	0.219	0.931	0.010	0.926	0.831	0.938	0.950
14	Trung Sơn	0.079	0.492	0.664	0.833	0.756	0.938	1.000
15	Gio Phong	0.481	0.852	0.043	0.880	0.793	0.938	0.975
16	Vĩnh Trường	0.188	0.200	1.000	0.899	0.878	0.951	0.912
17	Gio Bình	0.151	0.730	0.124	0.880	0.793	0.938	0.975
18	Gio Châu	1.000	0.471	0.334	0.759	0.819	0.969	0.967
19	Gio Thành	0.380	0.611	0.274	0.778	0.756	0.938	1.000
20	Gio Mai	0.231	0.471	0.506	0.741	0.881	1.000	0.933
21	Gio Quang	0.262	0.559	0.304	0.752	0.866	0.910	0.810
22	Cam An	0.066	0.246	0.913	0.764	0.850	0.820	0.688

Bảng 7d: Giá trị chuẩn hóa yếu tố vật lí theo Balica

		Vật Lí						
STT	Xã	Độ dốc địa hình	Lượng mưa	Tỉ lệ bốc hơi/ lượng mưa	Độ sâu ngập lụt	Vận tốc lũ	Thời gian ngập	Hệ thống giao thông khi xảy ra lũ
1	Thị trấn Hồ Xá	0.908	0.810	0.680	0.670	0.033	0.884	0.731
2	Thị trấn Cửa Tùng	0.500	0.826	0.694	0.707	0.030	0.899	0.983
3	Vĩnh Long	0.619	0.810	0.680	0.825	0.036	0.884	0.725
4	Vĩnh Hòa	0.704	0.810	0.680	0.743	0.081	0.942	0.731
5	Vĩnh Thủy	0.995	0.810	0.680	0.666	0.173	0.884	0.725
6	Vĩnh Lâm	1.000	0.810	0.680	0.779	1.000	0.971	0.731
7	Vĩnh Thành	0.782	0.810	0.680	0.718	0.221	1.000	0.958
8	Vĩnh Tân	0.500	0.810	0.680	0.771	0.124	0.971	0.857
9	Vĩnh Sơn	1.000	0.810	0.680	0.784	0.060	0.971	0.882
10	Vĩnh Giang	0.500	0.810	0.680	0.864	0.079	0.942	0.917
11	Thị Trấn Gio Linh	0.500	0.826	0.694	0.861	0.039	0.957	0.950

12	Trung Giang	0.500	0.810	0.680	0.550	0.015	0.884	0.983
13	Trung Hải	0.603	0.810	0.680	0.810	0.173	0.957	0.917
14	Trung Sơn	0.762	0.810	0.680	0.826	0.219	0.957	1.000
15	Gio Phong	0.500	0.810	0.680	0.774	0.054	0.899	0.958
16	Vĩnh Trường	1.000	0.810	1.000	0.329	0.011	0.739	0.941
17	Gio Bình	0.500	0.810	0.680	0.567	0.027	0.884	0.958
18	Gio Châu	0.500	1.000	0.840	1.000	0.083	0.971	0.858
19	Gio Thành	0.500	0.826	0.694	0.703	0.028	0.899	0.967
20	Gio Mai	0.500	0.826	0.694	0.687	0.023	0.942	0.750
21	Gio Quang	0.500	1.000	0.840	0.768	0.074	0.928	0.719
22	Cam An	0.500	1.000	0.840	0.789	0.177	0.971	0.688

Bảng 8a: Giá trị chuẩn hóa yếu tố xã hội theo Connor & Hiroki

		Xã hội											
STT	Xã	Mật độ dân số	Dân số trong khu vực bị ngập lụt	Dân số có điều kiện vệ sinh	Số hộ dưới mức nghèo đói	Số dân không trong độ tuổi lao động	Dân số gần đường biển	% dân cư vùng nông thôn	Tinh thần trước lũ	Kinh nghiệm trong quá khứ	Tập huấn của chính quyền	Bản tin dự báo lũ	Y tế công cộng
1	Thị trấn Hồ Xá	1.000	0.824	1.00	0.486	1.000	0.000	0.000	0.630	0.44	0.714	0.61	0.365
2	Thị trấn Cửa Tùng	0.690	0.088	1.00	0.617	0.465	1.000	0.000	0.882	0.45	0.778	0.65	0.000
3	Vĩnh Long	0.090	0.701	0.03	0.588	0.484	0.000	0.695	0.441	1.00	1.000	0.79	0.813
4	Vĩnh Hòa	0.114	0.278	0.38	0.243	0.304	0.000	0.443	0.630	0.44	0.714	0.61	0.365
5	Vĩnh Thủy	0.030	0.371	0.06	0.535	0.471	0.000	0.677	0.441	1.00	1.000	0.79	0.813
6	Vĩnh Lâm	0.192	0.489	0.17	0.251	0.414	0.000	0.597	0.630	0.44	0.714	0.61	0.365
7	Vĩnh Thành	0.168	0.253	0.42	0.140	0.287	0.000	0.418	0.941	0.23	0.306	0.85	0.156

8	Vĩnh Tân	0.206	0.000	0.64	0.202	0.172	0.000	0.258	0.756	0.44	0.746	0.63	0.183
9	Vĩnh Sơn	0.049	0.574	0.00	0.391	0.500	0.000	0.718	0.986	0.77	0.588	0.78	0.824
10	Vĩnh Giang	0.267	0.334	0.26	0.872	0.365	0.000	0.528	1.000	0.45	0.611	1.00	0.250
11	Thị Trấn Gio Linh	0.579	0.056	1.00	1.000	0.611	0.000	0.000	0.882	0.06	0.000	0.88	0.250
12	Trung Giang	0.155	0.190	0.46	0.000	0.000	0.024	0.412	0.882	0.45	0.778	0.65	0.000
13	Trung Hải	0.146	0.384	0.29	0.366	0.350	0.000	0.537	1.000	0.45	0.611	1.00	0.250
14	Trung Sơn	0.045	0.372	0.31	0.379	0.156	0.000	0.518	0.882	0.00	0.000	0.71	0.062
15	Gio Phong	0.131	0.181	0.42	0.218	0.306	0.000	0.439	0.941	0.23	0.306	0.85	0.156
16	Vĩnh Trường	0.000	0.024	0.90	0.379	0.043	0.000	0.076	0.934	0.39	0.294	0.74	0.443
17	Gio Bình	0.098	0.008	0.60	0.160	0.181	0.000	0.303	0.941	0.23	0.306	0.85	0.156
18	Gio Châu	0.098	0.060	0.37	0.609	0.360	0.000	0.479	0.618	0.59	0.889	0.71	0.813
19	Gio Thành	0.073	0.017	0.60	0.206	0.105	0.000	0.300	0.647	0.69	0.944	0.76	1.000
20	Gio Mai	0.132	0.349	0.20	0.288	0.151	0.000	0.603	0.588	0.49	0.833	0.65	0.625
21	Gio Quang	0.055	0.094	0.53	0.103	0.145	0.000	0.355	0.294	0.36	0.625	0.32	0.766
22	Cam An	0.175	1.000	0.61	0.103	0.175	0.000	1.000	0.000	0.24	0.417	0.00	0.906

Bảng 8b: Giá trị chuẩn hóa yếu tố kinh tế theo Connor & Hiroki

STT	Xã	Kinh tế							
		Kinh tế gia đình	Nghề thu nhập chính của gia đình	Loại hình nhà ở	Thời gian khắc phục về sản xuất sau lũ	Chất lượng công trình phòng lũ	Thông tin liên lạc khi xảy ra lũ	Hiện trạng các công trình công cộng ở địa phương	Sự chuẩn bị lương thực, thực phẩm
1	Thị trấn Hồ Xá	0.45	0.26	0.30	0.82	0.26	0.00	0.33	0.16
2	Thị trấn Cửa Tùng	0.00	1.00	0.46	0.00	0.83	0.71	0.35	1.00
3	Vĩnh Long	0.47	0.17	0.46	0.36	0.25	0.01	0.11	0.04
4	Vĩnh Hòa	0.45	0.26	0.30	0.82	0.26	0.00	0.33	0.16
5	Vĩnh Thủy	0.47	0.17	0.46	0.36	0.25	0.01	0.11	0.04
6	Vĩnh Lâm	0.45	0.26	0.30	0.82	0.26	0.00	0.33	0.16
7	Vĩnh Thành	0.62	0.61	0.46	0.08	0.92	0.88	0.39	0.80
8	Vĩnh Tân	0.22	0.63	0.38	0.41	0.54	0.36	0.34	0.58
9	Vĩnh Sơn	0.62	0.76	1.00	1.00	0.34	0.64	1.00	0.35

10	Vĩnh Giang	0.59	0.64	0.46	0.16	1.00	0.75	0.14	0.94
11	Thị Trấn Gio Linh	0.12	0.00	0.00	0.00	0.83	1.00	0.21	0.48
12	Trung Giang	0.00	1.00	0.46	0.00	0.83	0.71	0.35	1.00
13	Trung Hải	0.59	0.64	0.46	0.16	1.00	0.75	0.14	0.94
14	Trung Sơn	0.65	0.57	0.46	0.00	0.83	1.00	0.64	0.65
15	Gio Phong	0.62	0.61	0.46	0.08	0.92	0.88	0.39	0.80
16	Vĩnh Trường	0.63	0.67	0.73	0.50	0.59	0.82	0.82	0.50
17	Gio Bình	0.62	0.61	0.46	0.08	0.92	0.88	0.39	0.80
18	Gio Châu	0.76	0.57	0.46	0.04	0.86	0.94	0.21	0.71
19	Gio Thành	0.59	0.55	0.46	0.00	0.89	0.92	0.28	0.77
20	Gio Mai	0.94	0.60	0.46	0.08	0.83	0.96	0.14	0.65
21	Gio Quang	0.97	0.65	0.46	0.19	0.42	0.52	0.07	0.33
22	Cam An	1.00	0.71	0.46	0.30	0.00	0.07	0.00	0.00

Bảng 8c: Giá trị chuẩn hóa yếu tố môi trường theo Connor & Hiroki

		Môi trường						
STT	Xã	% đất công nghiệp, thương mại, dịch vụ	% đất nông nghiệp, thủy sản	% diện tích rừng	Môi trường sống ở địa phương khi lũ xảy ra	Thời gian môi trường tự hồi phục	Thời gian khắc phục về sinh hoạt sau lũ	Chất lượng nước sinh hoạt sau lũ
1	Thị trấn Hồ Xá	0.57	1.00	0.00	0.38	0.71	0.85	0.46
2	Thị trấn Cửa Tùng	0.26	0.78	0.05	1.00	0.31	0.48	0.92
3	Vĩnh Long	0.16	0.61	0.21	0.00	0.00	0.13	0.00
4	Vĩnh Hòa	0.48	0.73	0.03	0.38	0.71	0.85	0.46
5	Vĩnh Thủy	0.05	0.48	0.57	0.00	0.00	0.13	0.00
6	Vĩnh Lâm	0.15	0.93	0.08	0.38	0.71	0.85	0.46
7	Vĩnh Thành	0.14	0.95	0.03	0.61	0.15	0.65	0.94
8	Vĩnh Tân	0.43	0.44	0.17	0.69	0.51	0.67	0.69
9	Vĩnh Sơn	0.10	0.23	0.70	0.88	1.00	0.81	0.58
10	Vĩnh Giang	0.59	0.78	0.03	0.76	0.31	0.65	0.88
11	Thị trấn Gio Linh	0.62	0.80	0.02	0.45	0.00	0.65	0.88
12	Trung Giang	0.61	0.00	0.63	1.00	0.31	0.48	0.92

13	Trung Hải	0.16	0.92	0.01	0.76	0.31	0.65	0.88
14	Trung Sơn	0.01	0.39	0.66	0.45	0.00	0.65	1.00
15	Gio Phong	0.44	0.82	0.04	0.61	0.15	0.65	0.94
16	Vĩnh Trường	0.13	0.03	1.00	0.67	0.50	0.73	0.79
17	Gio Bình	0.09	0.67	0.12	0.61	0.15	0.65	0.94
18	Gio Châu	1.00	0.36	0.33	0.21	0.26	0.83	0.92
19	Gio Thành	0.34	0.53	0.27	0.27	0.00	0.65	1.00
20	Gio Mai	0.18	0.36	0.51	0.15	0.52	1.00	0.84
21	Gio Quang	0.21	0.47	0.30	0.19	0.45	0.50	0.55
22	Cam An	0.00	0.09	0.91	0.23	0.39	0.00	0.26

Bảng 8d: Giá trị chuẩn hóa yếu tố vật lí theo Connor & Hiroki

		Vật Lí						
STT	Xã	Độ dốc địa hình	Lượng mưa	Tỉ lệ bốc hơi/ lượng mưa	Độ sâu ngập lụt	Vận tốc lũ	Thời gian ngập	Hệ thống giao thông khi xảy ra lũ
1	Thị trấn Hồ Xá	0.82	0.00	0.00	0.51	0.02	0.56	0.14
2	Thị trấn Cửa Tùng	0.00	0.08	0.04	0.56	0.02	0.61	0.95
3	Vĩnh Long	0.24	0.00	0.00	0.74	0.03	0.56	0.12
4	Vĩnh Hòa	0.41	0.00	0.00	0.62	0.07	0.78	0.14
5	Vĩnh Thủy	0.99	0.00	0.00	0.50	0.16	0.56	0.12
6	Vĩnh Lâm	1.00	0.00	0.00	0.67	1.00	0.89	0.14
7	Vĩnh Thành	0.56	0.00	0.00	0.58	0.21	1.00	0.87
8	Vĩnh Tân	0.00	0.00	0.00	0.66	0.11	0.89	0.54
9	Vĩnh Sơn	1.00	0.00	0.00	0.68	0.05	0.89	0.62
10	Vĩnh Giang	0.00	0.00	0.00	0.80	0.07	0.78	0.73
11	Thị trấn Gio Linh	0.00	0.08	0.04	0.79	0.03	0.83	0.84

12	Trung Giang	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.56	0.95
13	Trung Hải	0.21	0.00	0.00	0.72	0.16	0.83	0.73
14	Trung Sơn	0.52	0.00	0.00	0.74	0.21	0.83	1.00
15	Gio Phong	0.00	0.00	0.00	0.66	0.04	0.61	0.87
16	Vĩnh Trường	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.81
17	Gio Bình	0.00	0.00	0.00	0.35	0.02	0.56	0.87
18	Gio Châu	0.00	1.00	0.50	1.00	0.07	0.89	0.55
19	Gio Thành	0.00	0.08	0.04	0.56	0.02	0.61	0.89
20	Gio Mai	0.00	0.08	0.04	0.53	0.01	0.78	0.20
21	Gio Quang	0.00	1.00	0.50	0.65	0.06	0.72	0.10
22	Cam An	0.00	1.00	0.50	0.69	0.17	0.89	0.00