

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

ĐỖ BÌNH DƯƠNG

**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 THẠCH HẮN,
TỈNH QUẢNG TRỊ**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

Hà Nội – Năm 2018

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

ĐỖ BÌNH DƯƠNG

**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 THẠCH HẸN,
TỈNH QUẢNG TRỊ**

Chuyên ngành : Thủy văn học

Mã số : 60440224

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: PGS.TS. NGUYỄN THANH SƠN

Hà Nội – Năm 2018

LỜI CẢM ƠN

Với tấm lòng chân thành nhất, em xin chân thành cảm ơn tới:

PSG.TS Nguyễn Thanh Sơn, Thầy hướng dẫn Khoa học cho luận văn của em, những kết quả đạt được trong luận văn là những kiến thức quý báu mà thầy đã tận tình chỉ dẫn em trong suốt thời gian qua.

Trong thời gian thực hiện luận văn, em đã nhận được sự quan tâm giúp đỡ của nhiều tập thể, cá nhân trong và ngoài nhà trường. Luận văn được hoàn thành dưới sự hướng dẫn của **PSG.TS Nguyễn Thanh Sơn**, tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới Thầy. Qua đây, tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn các Thầy, Cô trong khoa Khí tượng thủy văn và Hải dương học, Phòng sau đại học (Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc Gia Hà Nội), đã giúp đỡ trong quá trình học tập vừa qua. Tác giả xin gửi lời cảm ơn đến bố, mẹ, anh, chị, em, đồng nghiệp, vợ con và các bạn học đã luôn động viên, giúp đỡ, tạo điều kiện để hoàn thành luận văn này.

Trong quá trình làm luận văn do giới hạn về thời gian cũng như hạn chế về kiến thức nên không tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy, em rất mong được sự cảm thông và những ý kiến đóng góp quý báu của các Thầy, Cô và những người quan tâm.

Tác giả

Đỗ Bình Dương

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	i
DANH MỤC BẢNG	iv
DANH MỤC HÌNH	v
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ TÍNH TỒN THƯƠNG.....	3
1.1. Khái niệm về tính dễ bị tổn thương.....	3
1.1.1. Khái niệm chung về tính dễ tổn thương	3
1.1.2. Tổn thương do lũ.....	6
1.1.3. Sự cần thiết của đánh giá tổn thương do lũ	6
1.1.4. Tổng quan nghiên cứu trong và ngoài nước	8
1.2. Đặc điểm địa lý tự nhiên lưu vực sông Thạch Hãn, Quảng Trị.....	14
1.2.1. Đặc điểm địa lý tự nhiên	14
1.2.2. Đặc điểm kinh tế - xã hội	18
1.3. Tình hình về lũ lụt và những tổn thương do lũ gây ra trong những năm gần đây trên lưu vực sông Thạch Hãn	20
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ KHOA HỌC ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG DO LŨ LỤT	23
2.1. Một số công thức tính toán chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do.....	23
2.1.1. Công thức Villagran de Leon	23
2.1.2. Công thức Shantosh Karki	23
2.1.3. Công thức UNESCO – IHE	23
2.1.4. Công thức Messner và Meyer.....	24
2.1.5. Phương pháp Richard.F.Conner	24
2.1.6. Phương pháp Balica-Unesco phát triển	25
2.2. Lựa chọn các chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ.....	28
2.2.1. Độ phơi nhiễm (E).....	28
2.2.2. Tính nhạy (S)	29

2.2.3. Khả năng phục hồi (<i>R</i>)	29
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 THẠCH HẸN, TỈNH QUẢNG TRỊ	31
3.1. Thiết lập bộ chỉ số và công thức tính toán:.....	31
3.1.1. Các nguồn số liệu.....	33
3.1.2. Điều tra xã hội học	35
3.1.3. Xác lập bộ tiêu chí	36
3.2. Tính toán bộ chỉ số dễ bị tổn thương.....	39
3.2.1. Chuẩn hóa số liệu	39
3.2.2. Tính trọng số và kết quả tính toán	41
3.3. Xây dựng bản đồ và đánh giá tính dễ bị tổn thương	48
3.3.1. Xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương.....	48
3.3.2. Đánh giá tính dễ bị tổn thương.....	59
3.4. So sánh kết quả tính toán với kết quả BĐKH-19.....	62
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	64
TÀI LIỆU THAM KHẢO	66

DANH MỤC BẢNG

Bảng 3.1. Bộ chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lưu vực Sông Thạch Hãn	32
Bảng 3.2. Minh họa các nút tính của xã Cam An – huyện Cam Lộ	37
Bảng 3.3. Các trường hợp tính toán tính dễ bị tổn thương.....	40
Bảng 3.4. Kết quả chuẩn hóa theo công thức UNDP (TH1) của các xã ngập lụt huyện Gio Linh	40
Bảng 3.5. Kết quả chuẩn hóa theo công thức Balica (TH2) của các xã ngập lụt huyện Gio Linh	41
Bảng 3.6. Giá trị trọng số của các biến, các thành phần trong TH1	43
Bảng 3.7. Kết quả tính giá trị chỉ số dễ bị tổn thương TH1 – minh họa huyện Gio Linh	44
Bảng 3.8. Giá trị trọng số của các biến, các thành phần trong TH2	45
Bảng 3.9. Kết quả tính giá trị chỉ số dễ bị tổn thương TH2 – minh họa huyện Gio Linh	47
Bảng 3.10. Phân hạng mức độ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt.....	48
Bảng 3.11. Tổng hợp chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt thành phần xã hội lưu vực sông Thạch Hãn.....	49
Bảng 3.12. Tổng hợp chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt thành phần kinh tế lưu vực sông Thạch Hãn.....	53
Bảng 3.13. Tổng hợp chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt thành phần môi trường lưu vực sông Thạch Hãn.....	55
Bảng 3.14. Tổng hợp chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt thành phần vật lý lưu vực sông Thạch Hãn.....	57
Bảng 3.15. Tổng hợp chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt lưu vực sông Thạch Hãn.....	59

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Vị trí khu vực nghiên cứu.....	15
Hình 1.2. Những thiệt hại về kinh tế do lũ lụt gây ra trong những năm gần đây [3].....	21
Hình 1.3. Những thiệt hại về người do lũ lụt gây ra trong những năm gần đây [3].....	21
Hình 2.1. Các chỉ số theo các thành phần FVI của UNESCO – IHE	24
Hình 2.2. Các chỉ số theo các thành phần FVI của Connor & Hiroki	25
Hình 3.1. Bản đồ độ dốc lưu vực sông Thạch Hãn, Quảng Trị.....	38
Hình 3.2. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần xã hội lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị.....	51
Hình 3.3. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần kinh tế lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị.....	54
Hình 3.4. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần môi trường lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị.....	56
Hình 3.5. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần vật lý lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị.....	58
Hình 3.6. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị.....	60
Hình 3.7. Biểu đồ phân bố mức độ dễ bị tổn thương theo số lượng xã	61
Hình 3.8. Biểu đồ phân bố mức độ dễ bị tổn thương theo tỷ lệ % xã.....	61
Hình 3.9. Bản đồ mức độ tổn thương do lũ lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị trong đề tài BĐKH – 19 [13]	63

MỞ ĐẦU

Biến đổi khí hậu, hiện tượng nước biển dâng đang là một trong những thách thức lớn đối với toàn cầu, Việt Nam là một trong những nước bị ảnh hưởng nghiêm trọng của vấn đề này. Trong đó, khu vực miền Trung nước ta hàng năm chịu ảnh hưởng của thiên tai với tần suất và mức độ ngày càng tăng cao. Hiện tượng lũ lụt hàng năm gây ra thiệt hại rất lớn về người và của nên phòng chống lũ lụt là mối quan tâm hàng đầu của xã hội. Lũ lụt không chỉ gây tổn thất thiệt hại về người và tài sản, cơ sở hạ tầng của xã hội mà còn ảnh hưởng đến đời sống tinh thần và kinh tế như: Nguồn cung về lương thực, thực phẩm khan hiếm, đất đai bị ngập úng không sản xuất được, dịch bệnh phát sinh và những tổn thương về tinh thần khác.

Trong những năm gần đây hiện tượng lũ lụt gây hậu quả ngày càng nghiêm trọng ảnh hưởng không nhỏ đến đời sống kinh tế- xã hội của người dân trong cả nước nói chung và cuộc sống người dân đang sinh sống trên lưu vực sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị nói riêng. Chính vì vậy, đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt là một vấn đề quan trọng để tiếp cận với sự phát triển của nhân loại. Mục đích đánh giá tính dễ bị tổn thương nhằm cung cấp cho các nhà ra quyết định hay các bên liên quan có những lựa chọn, quyết định làm giảm thiểu những thiệt hại do lũ lụt gây ra. Bên cạnh đó, những nghiên cứu về thì dễ bị tổn thương được nhiều tác giả đề cập đến ở những góc độ, cách tiếp cận, phương pháp áp dụng và trên các lưu vực khác nhau. Tuy nhiên, luận văn sẽ áp dụng phương pháp Balica và tính toán tính dễ bị tổn thương theo 2 công thức chuẩn hóa khác nhau nhằm xem xét tính dễ bị tổn thương cho các xã ngập lụt trong phạm vi lưu vực sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị. Thiết lập bộ tiêu chí cơ bản phù hợp cho việc đánh giá tính tổn thương và kết quả sẽ là cơ sở khoa học, thực tiễn cho nhà quản lý tỉnh Quảng trị có những đề xuất phương án, giải pháp giải quyết trước ma mưa lũ nhằm làm giảm thiệt hại tối đa trong mùa mưa lũ, đặc biệt là các xã thuộc trong vùng ngập lụt trên lưu vực sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị.

Mục tiêu nghiên cứu: Tìm hiểu về phương pháp Balica- Unesco phát triển nhằm xác định tính dễ bị tổn thương do lũ với các xã bị ngập trên lưu vực sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị.

Thiết lập bộ tiêu chí gồm 37 chỉ số sử dụng trong việc đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ (khu vực ngập) lưu vực sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị.

Đã xác định mức độ tổn thương do lũ đối với các xã thuộc khu vực nghiên cứu thông qua việc xây dựng bản đồ ngập lụt lưu vực sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị.

Đối tượng, phạm vi nghiên cứu của luận văn là các xã ngập lụt trên lưu vực sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị..

Bố cục của luận văn

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan về tính dễ tổn thương

- Các khái niệm về tính dễ bị tổn thương, sự cần thiết của đánh giá tổn thương do lũ. Tình hình về lũ lụt và những tổn thương do lũ lụt.

- Tổng quan về các nghiên cứu trong và ngoài nước

- Đặc điểm địa lý tự nhiên, kinh tế - xã hội lưu vực sông Thạch Hãn

Chương 2: Cơ sở khoa học đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt

- Khái quát một số công thức tính chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ đã và đang được áp dụng hiện nay.

- Lựa chọn các chỉ số để đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ cho lưu vực sông Thạch Hãn (khu vực có ngập lụt).

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 Thạch Hãn

Thiết lập bộ tiêu chí, đánh giá tổn thương và 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 Thạch Hãn. Trên cơ sở áp dụng công thức Balica tính toán tính tổn thương do lũ lưu vực sông Thạch Hãn với bộ tiêu chí với 37 chỉ số và áp dụng phương pháp tính trọng số Iyengar – Sudarshan để xem xét, đánh giá tổn thương cho các xã (có ngập lụt) trên lưu vực nghiên cứu.

Kết luận, kiến nghị

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ TÍNH TỔN THƯƠNG

1.1. Khái niệm về tính dễ bị tổn thương

1.1.1. Khái niệm chung về tính dễ tổn thương

Khái niệm tính dễ bị tổn thương đã được đề cập trong nhiều thập niên qua, đã được hình thành, phát triển từ chỗ chỉ xem xét các khái niệm đơn lẻ về tự nhiên hoặc xã hội với các khái niệm mang tính tổ hợp tự nhiên và xã hội. Đến nay, ngoài các yếu tố tự nhiên, xã hội, khái niệm tính dễ bị tổn thương còn mở rộng xem xét đến các yếu tố kinh tế và môi trường. Vì vậy, khái niệm vẫn đang còn được tiếp tục hoàn thiện và phát triển, phụ thuộc vào trình độ phát triển khoa học, công nghệ và nhận thức của cộng đồng.

Các khái niệm về tính dễ bị tổn thương đã có nhiều thay đổi trong 20 năm qua tùy theo các cách tiếp cận, hướng nghiên cứu khác nhau nhằm phân loại các thành phần, yếu tố để đánh giá tính dễ bị tổn thương. Do đó, có nhiều cách đánh giá tổn thương như *tổn thương tự nhiên*, *tổn thương kinh tế*, *tổn thương xã hội*. *Cụ thể:*

Ngành khoa học xã hội thì tính dễ bị tổn thương lại tập trung vào nhận thức, năng lực của con người để đối phó với những mối nguy hiểm, kịp thời khôi phục lại các thiệt hại và những tổn thất.

Ngành khoa học tự nhiên khác với ngành xã hội là tính dễ bị tổn thương mục đích của họ tập trung vào các hệ thống vật lý để xác định tính dễ bị tổn thương mà ban đầu ít xét đến những đặc điểm kinh tế - xã hội của hệ thống.

Một số nghiên cứu khác lại đưa ra khái niệm như:

Theo tổ chức chiến lược giảm nhẹ thiên tai thế giới (ISDR, 2004) “Tính dễ bị tổn thương được mô tả bởi như là các điều kiện xác định bởi các yếu tố tự nhiên, xã hội, kinh tế và môi trường hay các quá trình, làm tăng tính nhạy của cộng đồng”.

Theo báo cáo đánh giá lần 3 của IPCC thì “Khái niệm tính dễ bị tổn thương như mức độ dễ bị ảnh hưởng của hệ thống hoặc khả năng không thể đối phó được với các tác động của biến đổi khí hậu. Tính dễ bị tổn thương là một hàm đặc trưng của cường độ, tốc độ biến đổi khí hậu khi hệ thống bị lộ diện, bao gồm cả độ nhạy và khả năng thích ứng”.

Khái niệm của Viện giáo dục 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”.

Tuy nhiên, tính dễ bị tổn thương có nhiều cách tiếp cận trực tiếp hoặc gián tiếp và xác định tính dễ bị tổn thương thông qua bộ chỉ số đối với một lưu vực sông cụ thể là do cách tiếp cận có tính khả thi tùy thuộc vào mức độ nghiên cứu lưu vực và tài liệu thu thập.

Nghiên cứu tính dễ bị tổn thương đã được Gabor và Griffith (1980) đã định nghĩa “*Tính dễ bị tổn thương là mối đe dọa (đối vật liệu nguy hiểm) đối với người tiếp xúc trong đó tính dễ bị tổn thương là một trong những thành phần của rủi ro*”[13]. Cách tiếp cận này chủ yếu xét mức độ tổn thất trước các tai biến tự nhiên về độ lớn hay tần xuất xuất hiện.

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, tính dễ bị tổn thương 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*” [27]; hay theo Joanne Linnerooth-Bayer, (2010) cho rằng “*Tính dễ bị tổn thương là khái niệm được hiểu trong một phạm vi rộng và có quy tắc, bao gồm cả địa lý, rủi ro, tai biến, kỹ thuật, nhân chủng học và sinh thái*”; tính dễ bị tổn thương đã được xem xét một cách toàn diện hơn về các thành phần tai biến, tính nhạy của xã hội, khả năng chống chịu, môi trường và thích ứng tai biến của cộng đồng [28].

Nguyễn Thanh Sơn (2012) [6], 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 những điều kiện nhất định thông qua tính nhạy, sự tổn thất và khả năng phục hồi*” hay chỉ số dễ bị tổn thương lũ lụt được UNESCO – IHE là mức độ thiệt hại có thể xác định được trong điều kiện tiếp xúc (độ phơi nhiễm), tính nhạy và khả năng chịu đựng nhất định [10].

Nguyễn Mai Đăng, (2010, 2011) [5], đã đưa ra khái niệm tính dễ tổn thương được tác giả mở rộng và khái quát hơn: Mật độ dân số, nhận thức của cộng đồng, các công trình phòng chống lũ, sự ô nhiễm, sự xói mòn và nhiều yếu tố khác.

Mặt khác; theo định nghĩa của Liên hợp quốc (UN 1982), tính dễ bị tổn thương lũ lụt được xem như là mức độ thiệt hại của mỗi yếu tố như dân cư, nhà ở, các công trình nông nghiệp, đất hay là một tập hợp các yếu tố đó sau mỗi trận lũ với một mức độ mạnh, yếu sẽ được biểu diễn theo thang mức độ từ 0 đến 1 (trong đó, 0 là không có thiệt hại và 1 là tổng thiệt hại)

Khái niệm tính dễ bị tổn thương do lũ lụt được dựa trên khái niệm của Viện Giáo dục ngành nước UNESCO-IHE định nghĩa “Tính dễ bị tổn thương lũ lụt là mức độ thiệt hại có thể xác định trong điều kiện nhất định qua độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng phục hồi” [4].

Janet Edwards (2007) [29] đã đưa ra một khái niệm nữa là bản đồ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt “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”.

Quan điểm của IPCC (2012) định nghĩa về tính dễ bị tổn thương do lũ lụt *“Tính dễ bị tổn thương là mức độ mà ở đó một hệ thống dễ bị ảnh hưởng và khó có thể chống chịu với các tác động tiêu cực của lũ lụt, được xác định thông qua các tiêu chí nguy cơ, độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu”*

Ngoài ra, theo một số nghiên cứu khác định nghĩa “Khái niệm tính dễ bị tổn thương do lũ lụt là việc xem xét thử nghiệm tiếp xúc, nhạy cảm và các chỉ số đối phó của người dân trong khu vực nghiên cứu”. tuy vậy, có nhiều cách đánh giá tính dễ bị tổn thương hoặc trực tiếp hay gián tiếp để xác định tổn thương thông qua bộ chỉ số đối với một lưu vực cụ thể.

Khái niệm tính dễ bị tổn thương do lũ lụt còn được nhận định là việc xem xét lựa chọn, tiếp xúc, sự nhạy cảm và các chỉ số đối phó của người dân trong khu vực nghiên cứu. Phân tích các chỉ số này giúp nhận ra đặc tính dễ bị tổn thương của người dân bị ảnh hưởng và tác động tới 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.

Hiện nay có rất nhiều hướng nghiên cứu khác nhau nhằm phân loại các thành phần, yếu tố để đánh giá tính dễ bị tổn thương. Theo thời gian quan điểm tiếp cận đánh giá tính dễ bị tổn thương ngày càng hoàn thiện và cho thấy tính toàn diện, đa chiều (tự nhiên, kinh tế, xã hội và môi trường). Các định nghĩa theo các hướng tiếp cận khác nhau về tính dễ bị tổn thương đã thể hiện sự phát triển về quan điểm và hướng nghiên cứu về mối quan hệ giữa các hoạt động con người và tác động của thiên tai gây nên các tổn thương khác nhau.

1.1.2. Tổn thương do lũ

Lũ lụt là hiện tượng thiên tai gây tác động lớn đối với con người, cho nền kinh tế và toàn xã hội. Trong những năm gần đây, lũ lụt càng ngày càng khốc liệt và khó lường trước được. Thống kê hàng năm cho thấy, số lượng người bị ảnh hưởng bởi lũ lụt tăng dần từ 147 triệu người/năm từ (1981-1990) đến 211 triệu người/năm (1991-2000) [1]. Ở Việt Nam, từ xưa đến nay người dân đã phải đối mặt với lũ lụt và tai biến diễn ra rộng khắp cả nước. Tuy nhiên, khu vực Miền Trung là khu vực chịu ảnh hưởng lớn nhất bởi sông ngòi có độ dốc lớn, sự tập trung nước cao, thời gian lũ lên rất nhanh do thời gian chảy truyền ngắn nên gây khó khăn cho công tác quản lý phòng chống lũ lụt gây thiệt hại cả người và của trên khu vực miền trung mỗi khi có lũ. Chính vì những thiệt hại to lớn gây ra như vậy đối với đời sống, kinh tế, xã hội mà một trách nhiệm to lớn được đặt ra cho các nhà nghiên cứu quan tâm hơn về giải pháp ứng phó với lũ lụt và để giảm nhẹ thiên tai cho nhân dân Miền Trung nói riêng và Việt Nam nói chung.

1.1.3. Sự cần thiết của đánh giá tổn thương do lũ

Ngày nay tai biến lũ lụt xảy ra ngày càng lớn cả về quy mô lẫn tần suất gây thiệt hại khôn lường về người và của. Tổn thương do lũ lụt để lại trên mọi lĩnh vực tự nhiên, kinh tế - xã hội và môi trường không chỉ hữu hình như: Nhà ở, giao thông vận tải và các cơ sở hạ tầng, dịch vụ khác. Đặc biệt, trong lĩnh vực kinh tế - xã hội như: Công nghiệp, nông nghiệp, thủy sản...và những thiệt hại vô hình trong các lĩnh vực văn hóa, y tế, giáo dục và môi trường sống,...vv.

Vì vậy, định nghĩa tính dễ bị tổn thương nhằm mục đích giúp ta biết được cách tốt nhất để giảm thiểu tối đa ảnh hưởng của những mối nguy hiểm do lũ lụt. Bên cạnh đó, nghiên cứu tính dễ bị tổn thương là để đưa ra những hành động chính xác làm giảm thiểu thiệt hại do thiên tai gây ra. Sự cần thiết của việc phân tích, đánh giá tính dễ bị tổn thương 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.

Đánh giá tổn thương lũ: Các đối tượng trong vùng lũ như nhà ở, cộng đồng, công trình vv.... bị tổn thương một cách biến động không chỉ theo không gian, thời gian mà còn phụ thuộc vào khả năng chống chịu của người dân tại đó. Ví dụ, các cộng đồng phải thường xuyên đối mặt với lũ lụt, họ sẽ phát triển các chiến lược đối

phó với các hiện tượng đó. Còn các cộng đồng không phải đối mặt với các trận lũ lụt thường bỏ qua việc thích nghi với các nguy cơ lũ, vì thế họ sẽ bị tổn thương lớn hơn khi phải đối diện với lũ. Do đó, những đánh giá về tổn thương lũ đóng vai trò quan trọng trong bài toán xác định phương án giảm rủi ro thích hợp, như phát triển các kế hoạch khẩn cấp và thực hiện các bài tập trong tình huống khẩn cấp.

Bản đồ hóa tổn thương lũ: Bản đồ tổn thương lũ là một phần quan trọng trong quản lý rủi ro lũ, cung cấp những thông tin về đối tượng, thể hiện một cách trực quan về những rủi ro tiềm tàng trong vùng có nguy cơ lũ. Quyết định việc lựa chọn các phương án giảm thiểu tổn thương lũ phải được xác định và những lợi ích, chi phí, nhằm sử dụng chi phí quản lý rủi ro một cách hiệu quả và những giảm thiệt hại, tổn thương lũ.

Đánh giá tài chính ngay sau lũ được thực hiện khi lũ xảy ra. Cơ quan quản lý thiên tai và Chính phủ cần đánh giá nhanh những thiệt hại, tổn thương do lũ, để dự thảo ngân sách và đưa ra các quyết định về bồi thường thiệt hại cho các đối tượng trong vùng bị lũ lụt [2].

Nhằm mục tiêu giảm thiểu tác hại do thiên tai trong bối cảnh biến đổi khí hậu, Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) trong nhiều năm qua đã nghiên cứu đã định nghĩa ban đầu “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” [12,13]. Định nghĩa bao gồm thành phần là độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu của hệ thống trước tai biến thiên nhiên. Bên cạnh đó, đánh giá tính dễ bị tổn thương không chỉ gây nên bởi sự tiếp xúc với nguy hiểm bởi 3 yếu tố trên mà còn phụ thuộc vào khả năng đối phó của những người bị ảnh hưởng. Khả năng đối phó của người dân được coi là sự kết hợp giữa sức kháng cự và khả năng phục hồi sau tai biến. Vấn đề bài toán đặt ra cho tác giả trong việc xét và thử nghiệm các yếu tố độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng đối phó của người dân trong khu vực nghiên cứu, đảm bảo sự phù hợp với đặc trưng riêng của từng vùng, lưu vực cụ thể. Phân tích các chỉ số dễ bị tổn thương giúp cho các nhà quản lý có cái nhìn toàn diện hơn về tính nhạy hay khả năng chống chịu của người dân bị ảnh hưởng và cả hệ thống kinh tế - xã hội trong vùng nghiên cứu.

Qua đây, để tiếp cận đánh giá tính dễ bị tổn thương ngày càng hoàn thiện và cho thấy tính toàn diện, đa chiều (tự nhiên, kinh tế, xã hội, môi trường), nhằm xác định sâu sắc hơn các thành phần gây nên thiệt hại của hệ thống trước tai biến, vì vậy, luận văn sẽ đi tìm hiểu cụ thể hơn về tính tổn thương bao hàm các yếu tố tự nhiên, xã hội, kinh tế và môi trường coi đây là nguyên nhân chính trong quá trình gây tổn thương do lũ. Khi đó, tính dễ bị tổn thương của một vùng cụ thể nào cũng sẽ được 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 con người và xã hội đang phải hứng chịu.

1.1.4. Tổng quan nghiên cứu trong và ngoài nước

1.1.4.1. Nghiên cứu trên thế giới

Hiện nay trên thế giới nghiên cứu về tính dễ bị tổn thương đã và đang là chủ đề được nhiều nhà khoa học quan tâm đến gần như đồng hành với các nghiên cứu về biến đổi khí hậu như;

Dapeng Huang và cs, 2012[16], đã đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt cho 31 tỉnh của Trung Quốc trên số liệu thu thập về thiệt hại lũ lụt và các số liệu thống kê về kinh tế, xã hội. Các yếu tố tính toán tính tổn thương được chia thành 4 nhóm tổn thương với các biến chủ đạo như: Tính dễ bị tổn thương dân số với biến như tổng số dân, số dân bị ảnh hưởng bởi lũ lụt và thiên tai. Tính dễ bị tổn thương cái chết với biến như số lượng người chết, tính dễ bị tổn thương nông nghiệp với biến về số lượng cây trồng, tính dễ bị tổn thương kinh tế có các biến như thu nhập bình quân đầu người, tổng GDP,...Như vậy, trong nghiên cứu các tác giả chưa xem xét tới sự tổn thương về công nghiệp hay sự tổn thương của cơ sở hạ tầng,...Vì vậy, tính dễ bị tổn thương do lũ lụt chưa được thể hiện được xem xét một cách toàn diện.

Yalcin.G,2002 [17], phương pháp đánh giá đa chỉ tiêu (Multicriteria Evaluation MCE) đã được áp dụng để phân tích và tìm ra các vùng dễ bị tổn thương lũ lụt ở phía tây bờ biển đen tại Thổ Nhĩ Kỳ. Trong đó, có 7 tiêu chí được trình bày theo không gian là: Lượng mưa hàng năm, kích thước vùng đầu nguồn, độ dốc lưu vực, sử dụng đất và đất, sau đó giá trị cho từng tiêu chí sẽ được tính toán ra. Tác giả sử dụng các phương pháp tiếp cận Boolean, Ranking và phương pháp Pairwise Comparison nhằm xác định trọng số cho mỗi chỉ tiêu với từng phương pháp sẽ được phân tích độ nhạy để từ đó xác định lại bộ trọng số để tính toán và đưa ra bản đồ các vùng tổn thương lũ lụt cuối cùng.

Sani Yahaya (2008)[18], nghiên cứu tính dễ bị tổn thương lũ cho lưu vực sông Jama- Hadejia ở Nigeria. Trong đó, các chỉ tiêu được thử nghiệm là lượng mưa, hệ thống thoát nước của lưu vực, độ dốc lưu vực, loại đất, độ che phủ đất. Trong đó, các tiêu chí được xét đều trong giai đoạn trước khi xảy ra lũ lụt. Nhìn chung, các tiêu chí tác giả chọn khác hơn so với nghiên cứu của Yalcin.G[2]. Tuy nhiên, nghiên cứu chưa xem xét đến các tiêu chí về con người như mật độ dân số, khả năng chuẩn bị, chống chịu và khắc phục lũ lụt... Như vậy, tính dễ bị tổn thương chưa được xem xét một cách toàn diện trong và sau khi xảy ra lũ lụt.

Dr. Popovici Elena-Ana và cs (2013)[19] với tính dễ bị tổn thương lũ lụt của các cộng đồng nông thôn vùng đồng bằng Banat, Romania dựa trên sự phát triển phương pháp và công cụ thích hợp để đánh giá định lượng (đánh giá tính dễ bị tổn thương đa chỉ tiêu, phát triển chỉ số tính dễ bị tổn thương lũ lụt nông thôn, tiến hành bảng câu hỏi và phương pháp định tính như quan sát thực địa, phân tích và phát triển cơ sở dữ liệu. Mặt khác, dữ liệu được thu thập từ kết quả của bộ câu hỏi về chủ đề liên quan tới tính dễ bị tổn thương tại địa phương (như sự hiểu biết về sự thay đổi tần suất, cường độ của các hiện tượng cực đoan, thông tin về lũ lụt và biện pháp chuẩn bị hay mức độ lo lắng về lũ lụt của người dân). Kết quả cho thấy, 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...) và các dữ liệu sinh thái (khu vực tiếp xúc với ô nhiễm,...). Với công thức sử dụng:

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.

Connor&Hiroki, 2005 [20], 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: khí hậu (C), thủy văn-địa hình (H), kinh tế-xã hội (S) và biện pháp ứng phó (M) và thành phần của FVI trên sẽ được thử nghiệm các chỉ số tính toán phù hợp. Trong đó, bốn thành phần với 11 chỉ số như: Tần suất mưa lớn, độ dốc bình quân lưu vực, tỷ lệ diện tích đô thị hóa, dân số trong khu vực ngập lụt, sự đầu tư cho các công trình phòng chống. Trong đó, bốn chỉ thành phần trên 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” (1). Sau đó, tác giả tiếp tục phát triển, tính toán chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt tại Philippines theo công thức:

$$FVI = \frac{w_c C + w_h H + w_s S}{w_m M} \quad (2).$$

A. Feteke (2009) [21] coi tính dễ bị tổn thương xuất phát từ một biểu hiện cực đoan. Tác giả đánh giá tính dễ bị tổn thương dựa trên việc nắm bắt được những điều kiện của hệ thống xã hội và các đặc điểm khi nó đối mặt với thiên tai lũ lụt. Trong đó, tính dễ bị tổn thương bao gồm: độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu. Khi đó, tác giả coi tính dễ bị tổn thương là một thành phần của rủi ro thay đổi theo không gian, thời gian nhằm mục đích giảm thiểu tai biến. Bộ chỉ số gồm 41 biến số thuộc 3 thành phần kinh tế, xã hội và môi trường. Trên cơ sở đáp ứng 3 tiêu chí gồm: Độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu được thể hiện qua 8 yếu tố (độ tuổi, sự phụ thuộc, trình độ, nguồn thu nhập, y tế,...). Các yếu tố dễ bị tổn thương xã hội chính gồm độ tuổi, giới tính, trình độ, nguồn thu nhập, các biến phụ là y tế, đô thị - nông thôn... Tuy nhiên, hạn chế trong nghiên cứu thể hiện ở thành phần độ phơi nhiễm được lấy theo mật độ kết cấu hạ tầng là chưa phản ánh đầy đủ yếu tố này (ví dụ, nơi mà có mật độ nhà cửa, kết cấu hạ tầng ít nhưng là đất quốc phòng, an ninh là dễ bị tổn thương hơn so với đất ở nông thôn...). Ngoài ra, việc sử dụng biện pháp so sánh các biến với các tiêu chuẩn để xác định là mức độ tính nhạy cao, thấp hay trung bình cũng còn có sự phụ thuộc vào tính chủ quan của người nghiên cứu hoặc chưa đảm bảo tính khách quan. Mặt khác, các biến tiêu chuẩn so sánh chưa hẳn là tuyến tính, điều này có thể dẫn đến sai sót khi đưa ra kết quả xác định độ nhạy.

Cho đến khi Balica (2007-2012) [22] nghiên cứu và phát triển theo hướng nghiên cứu của Connor&Hiroki, (2005), để tính toán chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt cho lưu vực sông, tiểu lưu vực và đô thị nhằm đưa ra các nhân tố quan trọng hưởng tới tính dễ bị tổn thương đối với các vùng không gian khác. Trong đó, phương pháp Balica thể hiện rõ ưu điểm như: các yếu tố được xem xét đến một cách toàn diện ở cả 3 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. Mặt khác, đây là bộ chỉ số gồm có nhiều thành phần (73 chỉ số) được xem xét một cách đầy đủ.

Trong đó, các chỉ số như các nhân tố như lượng mưa, bốc hơi là những nhân tố ảnh hưởng trực tiếp đến hiện tượng lũ lụt đã được tác giả sử dụng trực tiếp trong tính toán, đồng thời kết hợp các nhân tố kinh tế, xã hội đã cho ta một cách nhìn toàn diện hơn về tính dễ bị tổn thương lũ lụt. Tuy nhiên, để áp dụng được đúng công thức tính toán tính dễ bị tổn thương do lũ như Balica thì các chỉ số thu thập phải đầy đủ nhưng thực tế vấn đề thu thập số liệu còn nhiều hạn chế, phụ thuộc khá nhiều vào yếu tố khách quan của các khu vực nghiên cứu khác nhau và mục đích nghiên cứu cũng khác nhau. Phương pháp này sẽ được đề cập chi tiết hơn trong chương 2 của luận văn.

Theo thời gian, các nghiên cứu có hướng tiếp cận đánh giá tính dễ bị tổn thương ngày càng hoàn thiện hơn, đa chiều hơn (tự nhiên, kinh tế, xã hội, môi trường), nhằm xác định sâu sắc hơn các thành phần gây nên thiệt hại của hệ thống trước thiên tai. Cần chú trọng đến yếu tố tự nhiên, yếu tố xã hội hay chống chịu với các tai biến. Tuy nhiên, vẫn chưa phân tích nhiều đến bản chất tự nhiên của hiện tượng. Từ các định nghĩa theo các hướng tiếp cận khác nhau về tính dễ bị tổn thương đã thể hiện sự phát triển về quan điểm, trong đó 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 và xã hội đang tăng lên. Nhìn chung, các định nghĩa về tính dễ bị tổn thương đã dần có một cái nhìn toàn diện hơn liên quan đến nhiều lĩnh vực của cuộc sống như: tự nhiên, kinh tế, xã hội và môi trường. Luận văn này sẽ hướng đến nghiên cứu tính dễ bị tổn thương bao hàm cả yếu tố xã hội, kinh tế, môi trường và vật lý – là các yếu tố thuộc nguy cơ độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu của cộng đồng dân cư trước các thiên tai do lũ lụt gây ra.

1.1.4.2. Nghiên cứu trong nước

Đánh giá tính dễ bị tổn thương ở Việt Nam đã được các nhà nghiên cứu đề cập đến như:

Cần Thu Văn [2] (2015), đã đánh giá tính dễ bị tổn thương trên lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn với sự kết hợp của cả hai phương pháp: Phân tích hệ thống phân cấp (AHP) và Iyengar-Sudarshan. Bộ chỉ số dễ bị tổn thương được xây dựng gồm 43 biến, 4 tiêu chí thử nghiệm, chỉ số dễ bị tổn thương bao gồm độ phơi nhiễm, độ nhạy cảm và khả năng chống chịu. Trong đó, chỉ số độ nhạy cảm với 28 chỉ số gồm: nhóm dân số, nhận thức, sinh kế và môi trường để xác định độ nhạy cảm. Chỉ số

khả năng chống chịu sử dụng 13 chỉ số thuộc các nhóm về kinh nghiệm chống lũ của người dân, điều kiện chống lũ của người dân, sự hỗ trợ của chính quyền và khả năng khôi phục để xác định khả năng chống chịu. Tuy nhiên, xác định chỉ số tính dễ bị tổn thương ở đây phụ thuộc khá nhiều vào việc xác định bản đồ ngập lụt, đây cũng là một khó khăn trong việc áp dụng để tính toán cho các khu vực, lưu vực không nằm trong vùng ngập. Ở đây tác giả mới xét tới các nhân tố mưa, bốc hơi chỉ là nhân tố gián tiếp, tạo ra lũ là nhân tố trực tiếp ảnh hưởng, tác động tới tính dễ bị tổn thương do lũ và địa hình, độ che phủ mặt nước, mật độ ao hồ đầm lầy là nhân tố ảnh hưởng trực tiếp, tác động tới tính dễ bị tổn thương do lũ. Vì vậy, điều hạn chế trong nghiên cứu này là xem xét với những vùng, khu vực lũ không ảnh hưởng trực tiếp thì sẽ rất khó có thể chưa đưa ra được đánh giá, nhận xét chính xác.

Cần Chu Văn, 2014 [1], nghiên cứu ảnh hưởng của sử dụng đất trên khu vực hạ du lưu vực sông Thu Bồn cho thấy; vai trò ảnh hưởng của việc sử dụng đất trên bề mặt lưu vực ảnh hưởng như thế nào đến việc xây dựng chỉ số dễ bị tổn thương do lũ. Tác giả đã xây dựng bộ chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt cho huyện Điện Bàn tỉnh Quảng Nam là địa phương chịu ảnh hưởng nặng nề sau những trận lũ trên sông Thu Bồn trong những năm gần đây. Đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt được đề cập trong luận án, cụ thể;

$$V_j = H_j * w_H + E_j * w_E + S_j * w_S - A_j * w_A \quad (1)$$

Trong đó: V_j – chỉ số dễ bị tổn thương lũ lụt nút j

H_j : giá trị tiêu chí nguy cơ lũ lụt;

E_j : giá trị tiêu chí độ phơi nhiễm;

S_j : giá trị tiêu chí tính nhạy;

A_j : giá trị tiêu chí khả năng chống chịu;

w_H, w_E, w_S, w_A – trọng số của 4 tiêu chí (tổng giá trị của 4 trọng số =1). Trong đó, nguy cơ lũ lụt H được xem là mối đe dọa trực tiếp bao hàm tính chất, mức độ của lũ lụt như: độ sâu ngập lụt, thời gian ngập lụt và vận tốc dòng chảy lũ. Tác giả đã xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương do lũ gồm: Bản đồ được thành lập gồm bản đồ diện tích, tính nhạy, khả năng chống chịu và bản đồ mức độ tổn thương do lũ. Kết quả tính toán tính dễ bị tổn thương do lũ cho thấy rằng, trị số độ phơi nhiễm trong trường hợp không tính đến giá trị sử dụng đất thì phụ thuộc hoàn toàn

vào mức độ, thời gian và vận tốc lũ. Trong khi đó, so sánh hai bản đồ mức độ tổn thương trên địa bàn huyện Điện (trường hợp có sử dụng và không sử dụng giá trị sử dụng đất cho thấy kết quả có sự khác biệt lớn. Cụ thể, khi không có giá trị sử dụng đất trên địa bàn huyện có kết quả tổn thương rất lớn, đặc biệt là vùng lân cận sông) và ngược lại. Nguyên nhân là do nhiều vùng lân cận sông là đất hoang nên mức độ tổn thương giảm xuống, phần lớn diện tích trên địa bàn huyện là có mức độ tổn thương tương đối lớn nếu có sử dụng tham số sử dụng đất, còn nếu không sử dụng tham số này thì phần lớn diện tích có mức độ tổn thương vừa phải.

Mặt khác, những năm gần đây lưu vực sông Thạch Hãn cũng đã được các nhà khoa học nghiên cứu về tính dễ bị tổn thương do lũ lụt như:

Viet Trinh (2010) đã “Đánh giá rủi ro do lũ cho lưu vực sông Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị”. Cụ thể, tác giả đã đánh giá rủi ro do lũ, trong đó, tính dễ tổn thương do lũ là một hàm của bản đồ sử dụng đất và mật độ dân số. Nhưng cách tiếp cận này chưa xem xét đến khả năng chống chịu của cộng đồng. Tuy nhiên, tác giả chỉ dựa vào mật độ giá trị của các vùng khác nhau trong khu vực nghiên cứu, dựa trên giả thiết tính dễ bị tổn thương của cộng đồng với cùng các điều kiện kinh tế xã hội là giống nhau. Vì vậy, việc đánh giá rủi ro cho lưu vực cũng chưa gọi là toàn diện.

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

Nguyễn Mai Đăng (2010) [6], nghiên cứu xây dựng chỉ số rủi ro lũ ở vùng ngập lụt sông Đáy và đồng bằng sông Hồng. Trong tính toán, các tham số được đưa vào trong bộ chỉ số dễ bị tổn thương còn hạn chế về mặt chưa bao trùm và phản ánh hết các yếu tố xã hội, đặc biệt, tình hình sử dụng đất đã không được xem xét. Tác giả, sử dụng thuật toán phân tích hệ thống phân cấp (AHP) để xác định trọng số của các tham số trong từng chỉ số và phân tích cặp trong AHP để xác định trọng số được lấy theo ý kiến chuyên gia. Trong nghiên cứu có tính tổng hợp, tuy nhiên vẫn thiên

về yếu tố tự nhiên của hệ thống. Mặt khác, các tham số được sử dụng là rất hạn chế, yếu tố kinh tế (có 04 tham số), yếu tố xã hội (có 04 tham số). Lượng thông tin này thực sự chưa thể hiện hết được bức tranh kinh tế - xã hội vùng nghiên cứu và ngoài hiện trạng sử dụng đất thì các tham số thể hiện khả năng chống chịu của người dân chưa được quan tâm đúng mức.

Ngô Thị Vân Anh, (2013) [10], đã đánh giá tính dễ bị tổn thương của thành phố Cần Thơ, các thành phần là: Độ phơi nhiễm, độ 24 nhạy và khả năng chống chịu. Tuy nhiên, các biến được xác lập cho các thành phần: dân cư, nông nghiệp, công nghiệp, vệ sinh môi trường và cơ sở hạ tầng được xác định bằng phương pháp tích hợp bản đồ. Tuy nhiên, tiêu chí độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu chưa được thể hiện rõ nét trong việc tính chỉ số dễ bị tổn thương.

Nhìn chung, các khái niệm về tính dễ bị tổn thương và phương pháp tính toán nó ngày càng được hoàn thiện hơn từ xem xét các yếu tố đơn lẻ đến tổng hợp, từ chung chung đến cụ thể, từ đơn giản đến phức tạp. Tuy nhiên, phát triển theo quan điểm của IPCC (2012) về tổn thương biến đổi khí hậu, định nghĩa về tính dễ bị tổn thương do lũ lụt kết hợp với việc xem xét các nghiên cứu trước đây, luận văn nhận thấy nghiên cứu của Balica có tính thuyết phục cao đối không chỉ với những vùng nằm trong vùng ngập mà cả những vùng không nằm trong vùng ngập và bộ chỉ số của Balica khá đầy đủ phản ánh cả cho cả 3 giai đoạn trước, trong và sau lũ, các chỉ số sử dụng khá nhiều các thành phần xem xét có 4 thành phần (hơn các nghiên cứu trước đây chỉ có 2-3 thành phần). Ngoài ra, các nhân tố ảnh hưởng trực tiếp đến lũ như bốc hơi, lượng mưa được xem xét tính toán trực tiếp trong công thức và chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt cho lưu vực sông, tiểu lưu vực và đô thị nhằm đưa ra các nhân tố quan trọng hưởng tới tính dễ bị tổn thương đối với các vùng không gian khác.

1.2. Đặc điểm địa lý tự nhiên lưu vực sông Thạch Hãn, Quảng Trị

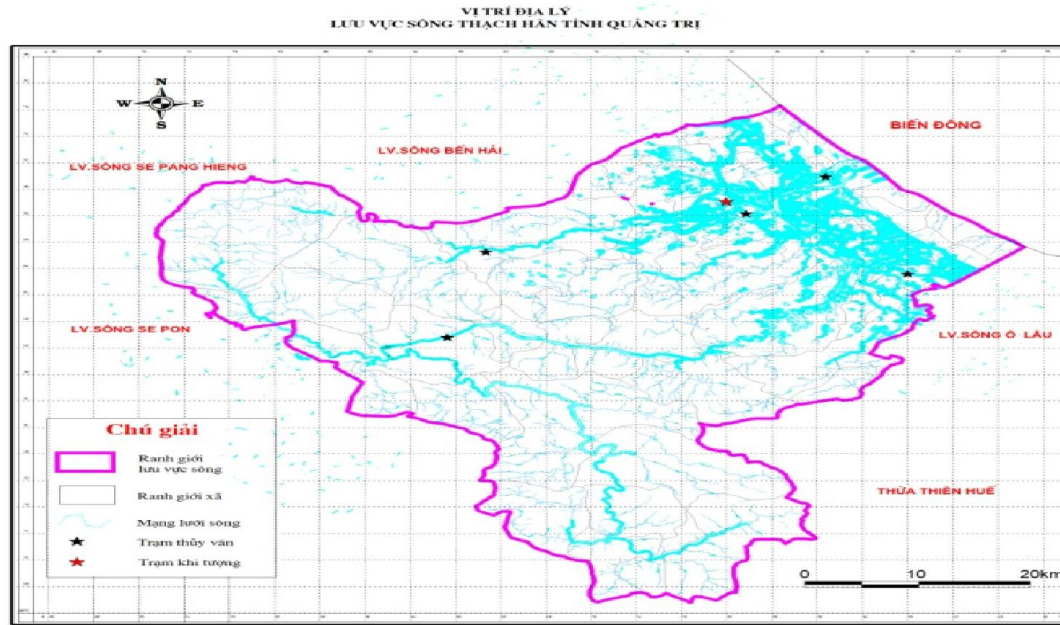
1.2.1. Đặc điểm địa lý tự nhiên

a. Vị trí địa lý

Lưu vực sông Thạch Hãn nằm trong phạm vi từ 16⁰18-16⁰54 vĩ độ Bắc và 106⁰36-107⁰18 kinh độ Đông. Phía Bắc giáp với lưu vực sông Bến Hải; phía Nam giáp với lưu vực sông Ô Lâu; phía Tây là biên giới Việt - Lào và phía Đông giáp Biển Đông thuộc tỉnh Quảng Trị. Diện tích lưu vực là 2727km², chiếm 56% diện

tích toàn tỉnh Quảng Trị, nằm trên địa bàn các huyện Triệu Phong, Gio Linh, Đakrông, Cam Lộ, thành phố Đông Hà, thị xã Quảng Trị và một vài xã của huyện Hải Lăng.

Sông Thạch Hãn bắt nguồn từ dãy Trường Sơn, có chiều dài 169km. Dòng chính sông Thạch Hãn, đoạn thượng nguồn (sông Đakrông) chảy quanh dãy núi Da Ban, khi về tới Ba Lòng sông chuyển hướng Đông Bắc và đổ ra biển tại Cửa Việt;



Hình 1.1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Đặc điểm của sông miền Trung nói chung và sông Thạch Hãn nói riêng là: Lòng sông dốc, chiều rộng sông hẹp, đáy sông cắt sâu vào địa hình, phần đồng bằng hạ du lòng sông mở rộng, có chịu ảnh hưởng của thủy triều.

b. Địa hình và địa mạo

Lưu vực sông Thạch Hãn có thể phân chia thành các vùng địa hình như sau: vùng cát ven biển, vùng đồng bằng, vùng núi thấp và đồi, vùng núi cao. Trong đó;

- *Vùng cát ven biển* chạy dọc từ cửa Tùng đến bãi biển Mỹ Thủy theo dạng cồn cát, nơi rộng nhất tới 3 - 4km, dài đến 35km, dốc về 2 phía: Đồng bằng và biển, cao độ bình quân của các cồn cát từ 4- 6m. Vùng cát có lớp phủ thực vật nghèo nàn. Cát ở đây di chuyển theo các dạng cát chảy theo dòng nước mưa, cát bay theo gió lốc, cát di chuyển theo dạng nhảy do mưa đào bới và gió chuyển đi; dạng cồn cát này có nguy cơ di chuyển chiếm chỗ của đồng bằng.

- *Vùng đồng bằng* là các thung lũng sâu nằm giữa các dải đồi thấp, cồn cát hình thành trên các cấu trúc uốn nếp của dãy Trường Sơn, có nguồn gốc từ mài mòn và bồi tụ. Bao gồm, đồng bằng dọc quốc lộ 1A thuộc các huyện Triệu Phong, Gio Linh được bồi đắp phù sa từ các sông Thạch Hãn. Vùng này địa hình tương đối bằng phẳng, có độ cao từ 25-30m.

+ Đồng bằng dọc sông Cánh Hòm: Là dải đồng bằng hẹp chạy từ phía Nam cầu Hiền Lương tới bờ Bắc sông Thạch Hãn, thể dốc của dải đồng bằng này là từ 2 phía Tây và Đông dồn vào sông Cánh Hòm. Cao độ bình quân dạng địa hình này từ $+0,5 \div 1,5\text{m}$. Dạng địa hình này cũng đã cải tạo để gieo trồng lúa nước.

+ Đồng bằng hạ du sông Vĩnh Phước và đồng bằng Cam Lộ: Dạng địa hình bằng phẳng, tập trung ở Triệu Ái, Triệu Thượng (Vĩnh Phước). Cao độ bình quân dạng địa hình này từ $+1,0 \div 3,0\text{m}$ và từ $+2,0 \div 4,0\text{m}$.

+ Một dạng địa hình nữa trong vùng nghiên cứu là các thung lũng hẹp độc lập cũng đã được khai thác để trồng lúa nước.

- *Vùng núi thấp và đồi* có dạng đồi bát úp liên tục: Là phần chuyển tiếp từ địa hình núi cao đến địa hình đồng bằng, có độ cao từ 50 - 250m. Địa hình núi thấp, đồi gò tạo nên các dải thoải, lượn sóng, độ phân cắt từ sâu đến trung bình. Các khối điển hình là khối bazan Gio Linh - Cam Lộ có độ cao xấp xỉ 100 - 250m.

Vùng núi cao xen kẽ các cụm đá vôi được hình thành do quá trình tạo sơn xảy ra vào đầu đại mêzôzôi tạo nên dãy Trường Sơn. Dạng này phân bố phía Tây, giáp theo biên giới Việt - Lào theo hướng Tây Bắc – Đông Nam với bậc địa hình từ 1000 - 1700 m với bề mặt bị xâm thực và chia cắt mạnh. Địa hình này thích hợp cho cây lâm nghiệp và rừng phòng hộ đầu nguồn.

c. Thảm phủ thực vật

Năm 2009, toàn tỉnh Quảng Trị có 220.797ha đất lâm nghiệp có rừng với tổng trữ lượng gỗ khoảng 11triệu m³. Hệ thực vật rừng có khoảng 1.053 loại thuộc 528 chi và 130 họ. Trong đó, rừng tự nhiên với các họ tiêu biểu là dẻ, mộc lan, dâu tằm, hoàng đàn...; rừng trồng với các loại cây đang được chú trọng đưa vào sản xuất gồm thông nhựa, các giống keo lá tràm, keo tai tượng, keo lai (giữa keo tai tượng và keo lá tràm), bạch đàn và một số loại cây bản địa khác như sến trung, muồng đen, sao đen [27].

d. Đặc điểm khí tượng thủy văn

Quảng Trị nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, có nền nhiệt cao, chế độ ánh sáng và mưa, ẩm dồi dào,... là tỉnh có khí hậu khá khắc nghiệt: Từ tháng III đến tháng IX chịu ảnh hưởng của gió Tây Nam khô nóng thổi mạnh, thường gây nên hạn hán; từ tháng X đến tháng II năm sau chịu ảnh hưởng của gió mùa đông bắc kèm theo mưa lớn, thường xảy ra lũ lụt.

Lưu vực sông Thạch Hãn nằm trong vùng mưa lớn Đông Trường Sơn. Bình quân lượng mưa năm đạt 2400-2800mm, cao hơn trung bình của cả nước, lượng mưa 3 tháng mùa mưa chiếm 68-70% lượng mưa năm, giảm dần từ hạ lưu lên thượng lưu, từ Đông Nam lên Tây Bắc và thường kéo dài từ tháng VIII đến XI. Đặc điểm mưa lũ lớn trên sông thường do bão và ATNĐ, đôi khi có sự kết hợp của KKL. Mùa lũ dài trong 4 tháng (từ tháng VIII-XI), lũ lớn trên báo động 3 thường xảy ra trong tháng X, XI và tháng IX. Thời gian xảy ra lũ ngắn, lên trong vòng 24 đến 60h, khi lũ trên báo động 3 kéo dài 15-43h, cường suất nước lên lớn có khi đạt 105cm/h. Triều ở Cửa Việt không lớn, biên độ triều lên trung bình là 99cm, có khi lên đến 171cm. Hiện tượng nước dâng do bão và đỉnh lũ cao gặp triều cường làm ngập lụt thêm trầm trọng [3].

Nhiệt độ trung bình khoảng 24,3⁰C, mùa lạnh kéo dài từ tháng 12, 1 và tháng 2 năm sau, nhiệt độ có tháng xuống dưới 20⁰C. Nhiệt độ trung bình mùa nóng khoảng từ 28 - 30⁰C, tháng nóng nhất nhiệt độ tối cao có thể lên tới 40⁰- 42⁰C (thường vào tháng 6, 7). Biên độ nhiệt trung bình năm chênh lệch 7⁰- 9⁰C.

Độ ẩm: Độ ẩm tương đối trung bình năm trong khoảng 85-89%.

Bốc hơi: Lượng bốc hơi bình quân nhiều năm đạt 1200-1300mm. Vùng đồng bằng lượng bốc hơi bình quân nhiều năm cao hơn so với vùng núi.

Chế độ mưa: Lượng mưa hàng năm tỉnh Quảng Trị đạt 2.000-2.800mm, mùa mưa kéo dài từ tháng IX năm trước đến tháng XI chiếm khoảng 68%-70% lượng mưa cả năm [3].

e. Mạng lưới sông ngòi trên lưu vực

Hệ thống sông Thạch Hãn là sông lớn nhất của Quảng Trị có 37 con sông gồm: 17 sông nhánh cấp I với 3 nhánh tiêu biểu là Vĩnh Phước, Rào Quán và sông Hiếu, 16 sông nhánh cấp 2, 6 sông nhánh cấp 3. Các sông nhánh cấp 1 lớn nhất của

sông Thạch Hãn là Rào Quán, Vĩnh Phước, sông Hiếu. Diện tích toàn lưu vực là 2727 km², độ dài sông chính là 169km, độ cao bình quân lưu vực 301m, độ dốc bình quân lưu vực là 20,1%, độ rộng trung bình lưu vực là 36,8km, mật độ lưới sông là 0,92km/km². Các sông và các phụ lưu thuộc hệ thống sông Thạch Hãn có đặc điểm chung là dòng chảy gấp khúc nhiều đoạn và đổi hướng liên tục (hệ số uốn khúc là 3,5)[3].

Do địa hình hẹp, dãy Trường Sơn chạy dọc phía tây tạo nên độ dốc địa hình lớn, vừa hình thành nên mạng lưới thủy văn ngắn, khả năng tập trung nước nhanh, vừa là dạng địa hình đón gió dễ hình thành các hình thế gây mưa lớn cho khu vực, vì vậy vùng hạ lưu lưu vực sông Thạch Hãn luôn bị uy hiếp bởi các trận lũ lớn, gây ra nhiều thiệt hại về tính mạng và tài sản của nhân dân [3].

Dòng chảy năm của các sông suối trong lưu vực sông Thạch Hãn cũng khá dồi dào, dòng chảy năm phân phối không đều theo không gian, biến đổi phù hợp với sự biến đổi của lượng mưa năm, có xu thế tăng dần theo độ cao của địa hình. Dòng chảy trên lưu vực sông Thạch Hãn chia thành 2 mùa rõ rệt. Mùa lũ kéo dài 4 tháng (từ tháng VIII đến tháng XI hoặc từ tháng IX đến tháng XII). Mùa kiệt bắt đầu từ tháng XII hoặc tháng I, kết thúc vào tháng VII hoặc VIII, kéo dài tới 8 tháng nhưng tổng lượng dòng chảy mùa trong cả năm. Lũ trên lưu vực sông Thạch Hãn có thể xảy ra trong 3 thời kỳ trong năm [6]:

1.2.2. Đặc điểm kinh tế - xã hội

a. Dân số và dân tộc

Theo Niên giám thống kê năm 2016 [9], dân số trên lưu vực khoảng 582793 người. Dân số phân bố không đều đặc biệt có sự khác biệt lớn giữa đồng bằng và miền núi. Mật độ dân số trung bình lưu vực 863 người/km², phường 1 thành phố Đông Hà 8229 người/km², xã thấp nhất là Gio Quan thuộc huyện Gio Linh mật độ dân số 159 người/km². Đồng bào dân tộc thiểu số tập trung chủ yếu ở hai huyện Đa Krông, Hướng Hoá và một số xã thuộc các huyện Gio Linh, huyện Cam Lộ.

b. Văn hóa và giáo dục

Sự nghiệp giáo dục được xem là nhiệm vụ hàng đầu, cơ sở vật chất các nhà trường trên địa bàn tỉnh không ngừng được tăng cường đầu tư, đáp ứng ngày càng tốt hơn nhu cầu học tập của người dân. Các loại hình trường dân lập, bán công, tư

thực có xu hướng phát triển. Trong tỉnh có 728/861 thôn có nhà văn hóa thôn, nhà sinh hoạt cộng đồng. Nhìn chung, tỷ lệ dân cư đạt chuẩn văn hóa của các xã, phường, thị trấn trong huyện đều đạt trên 90%.

Giáo dục: Mặt bằng dân trí của Quảng Trị đang ở mức trung bình so với cả nước, tuy nhiên trình độ dân trí, vùng sâu, vùng xa trình độ dân trí thấp hơn và các xã trong vùng đồng bằng đã thực hiện tốt công tác xóa mù chữ còn các xã vùng núi, vùng cao thì đang từng bước khắc phục tình trạng này. Mặt khác, tỷ lệ mù hoặc tái mù chữ còn cao. Khả năng nhận thức của người dân đối với các hiện tượng thiên tai còn ở mức hạn chế, chủ yếu dựa vào kinh nghiệm của mình để đối phó với các hiện tượng thiên tai.

c. Cơ sở hạ tầng

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.

Mặc dù vậy, hiện nay trang thiết bị phục vụ khám chữa bệnh nhìn chung vẫn còn thiếu và yếu với nhu cầu thực tế, hệ thống xử lý chất thải y tế chưa đảm bảo. Chất lượng khám chữa bệnh cho nhân dân vẫn còn có những hạn chế nhất định, hoạt động y tế ở tuyến cơ sở chưa đồng đều, một số nơi có địa bàn rộng, bán kính phục vụ của trạm y tế quá xa...

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.

d. 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; tỷ lệ hộ nghèo theo tiêu chuẩn mới giảm. Mức thu nhập bình quân người tăng từ 2,89 triệu đồng/người năm 2000 lên 5,48 triệu đồng năm 2005 và năm 2010 là 11,36 triệu đồng đến năm 2016 đạt 36 triệu đồng [8]. Nhìn chung, mức thu nhập và đời sống người dân trong tỉnh ngày càng được cải thiện hơn. Tuy nhiên, sự chênh lệch về thu nhập và các chỉ tiêu mức sống giữa các địa phương cũng như khu vực thành thị và nông thôn trong tỉnh còn khá lớn, nhất là ở vùng sâu, vùng xa, miền núi, biên giới, vùng đồng bào dân tộc thiểu số (huyện Hướng Hóa, Đakrông...).

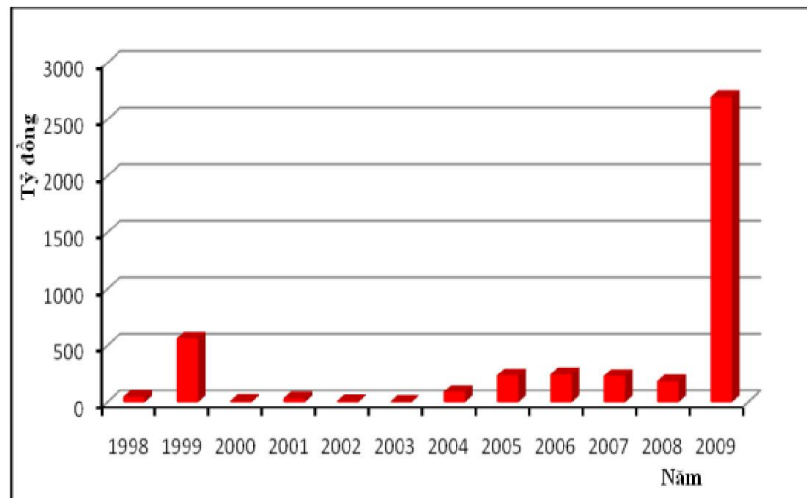
1.3. Tình hình về lũ lụt và những tổn thương do lũ gây ra trong những năm gần đây trên lưu vực sông Thạch Hãn

Quảng Trị là một trong các tỉnh duyên hải miền Trung có đặc điểm về khí hậu và địa hình phức tạp và chịu ảnh hưởng của hầu hết các loại thiên tai thường xảy ra ở Việt Nam nhưng với tần suất cao hơn, mức độ ác liệt hơn như bão lũ, ngập lụt áp thấp nhiệt đới, bão, gió lốc, đông rét, nắng nóng. Trong đó, mùa lũ ở đây được chia làm 3 thời kỳ trong năm. Đặc biệt những năm gần đây, do tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu, diễn biến thiên tai ngày càng phức tạp và khó lường ảnh hưởng đến đời sống dân sinh của toàn xã hội. Cụ thể; Mùa lũ ở Quảng Trị được chia như sau:

Lũ tiểu mãn thường xảy ra vào tháng V và VI và năm nào cũng xảy ra lũ tiểu mãn, lũ nhỏ tập trung nhanh, xảy ra trong thời gian ngắn, lên nhưng xuống cũng nhanh nên ít ảnh hưởng đến đời sống dân cư [3].

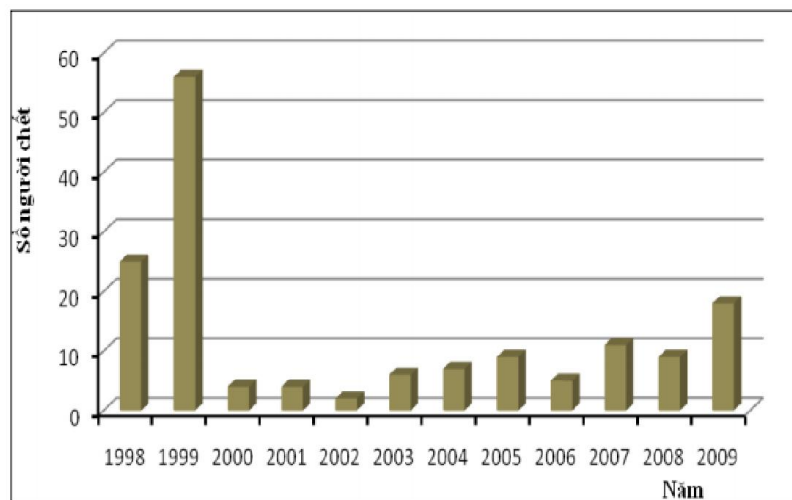
Lũ sớm xảy ra vào tháng VI đến đầu tháng IX hàng năm, không có tính chất thường xuyên có tổng lượng lớn hơn lũ tiểu mãn, thường tập trung nhanh. Tuy nhiên, lũ này ít ảnh hưởng tới dân sinh mà chủ yếu là ảnh hưởng đời sống xã hội [2].

Bên cạnh đó, lũ chính vụ xảy ra khoảng tháng IX đến tháng XI đầu tháng XII hàng năm. Gây ra mưa lớn, lũ quét sườn dốc có thể gây đất đá lở hay lũ ngập tràn đất ở hạ du và thường thiệt hại lớn cho kinh tế xã hội, gây chết người và hư hỏng các công trình, cơ sở hạ tầng. Với tình hình phát triển kinh tế hiện tại lũ này chỉ có thể tránh và chủ động làm giảm mức thiệt hại do lũ gây ra [27, 28]



Nguồn Chi cục PCLB & TKCN tỉnh Quảng Trị

Hình 1.2. Những thiệt hại về kinh tế do lũ lụt gây ra trong những năm gần đây [3]



Nguồn Chi cục PCLB & TKCN tỉnh Quảng Trị

Hình 1.3. Những thiệt hại về người do lũ lụt gây ra trong những năm gần đây [3]

Mùa lũ xảy ra trong 5 năm gần đây từ năm 2013 đến năm 2017 cho thấy:

Năm 2013, mùa lũ từ giữa tháng 9 tại khu vực Quảng Trị mới xuất hiện trận lũ đầu. Từ tháng 9 đến tháng 11 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 năm 2013 đạt mức báo động II đến báo động III. Năm 2014 mùa lũ các sông trên địa bàn tỉnh xuất hiện 4 đợt lũ vừa và nhỏ, cao nhất đạt mức báo động I đến báo động II. Sang năm 2015 mùa lũ bắt đầu muộn, đến giữa tháng 9 mới xuất hiện một đợt lũ, với đỉnh lũ ở mức xấp xỉ báo động II và trên báo động II. 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 TBNN. Năm 2017, mực nước trung bình tháng mức xấp xỉ hoặc cao hơn TBNN cùng kỳ, trong năm 2017 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 Thạch Hãn đã ảnh hưởng sâu rộng tới con người và sự phát triển kinh tế - xã hội của vùng. Trong đó, các trận lũ thì người dân không thể không chế hay làm giảm lũ lụt mà chỉ có thể phòng, tránh và chủ động trong việc phòng tránh nhằm làm giảm mức thiệt hại thấp nhất do lũ gây ra. Ý thức của người dân trong địa bàn xã, huyện và tỉnh quyết định phần lớn thiệt hại rủi ro do lũ gây nên (hình 1.2, hình 1.3)

Do vậy, muốn giảm thiểu những tổn thương do lũ lụt gây ra cần có cách tiếp cận đa ngành trong công tác quản lý tổng hợp rủi ro thiên tai như: Nâng cao việc 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: CƠ SỞ KHOA HỌC ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TÔN THƯƠNG DO LŨ LỤT

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

2.1.1. Công thức Villagran de Leon

Từ năm 2006, Villagran de Leon đã đề xuất mối quan hệ giữa tính dễ bị tổn thương, tiếp xúc, nhạy cảm và khả năng đối phó như sau.

$$\text{Chỉ số dễ bị tổn thương} = \frac{\text{Diện tích}}{\text{Khả năng chống}} * \text{Tính nhạy}$$

Trong đó;

- Sự lộ diện được biểu hiện như các giá trị có mặt tại vị trí lũ có thể xảy ra (có thể là hàng hóa, cơ sở hạ tầng, di sản văn hóa, con người hay nông nghiệp...)

- Tính nhạy được xem là các yếu tố tiếp xúc trong hệ thống, ảnh hưởng đến xác suất bị tổn hại.

- Khả năng phục hồi là khả năng của hệ thống chịu được những nhiễu loạn do lũ gây ra và duy trì hiệu quả các hoạt động của thành phần kinh tế, xã hội, môi trường và vật lý của hệ thống.

Tuy nhiên, phụ thuộc vào tình hình thực tế mà tính nhạy cảm, khả năng phục hồi hay khả năng ứng phó được tách biệt một cách riêng lẻ hay gộp lại, vì vậy công thức tính tổn thương còn có thể tính là:

$$\text{Tổn thương} = \text{Sự lộ diện} - \text{khả năng chống chịu}$$

2.1.2. Công thức Shantosh Karki

Theo chương trình Rừng và cuộc sống đã đề xuất quan hệ giữa tổn thương như sau.

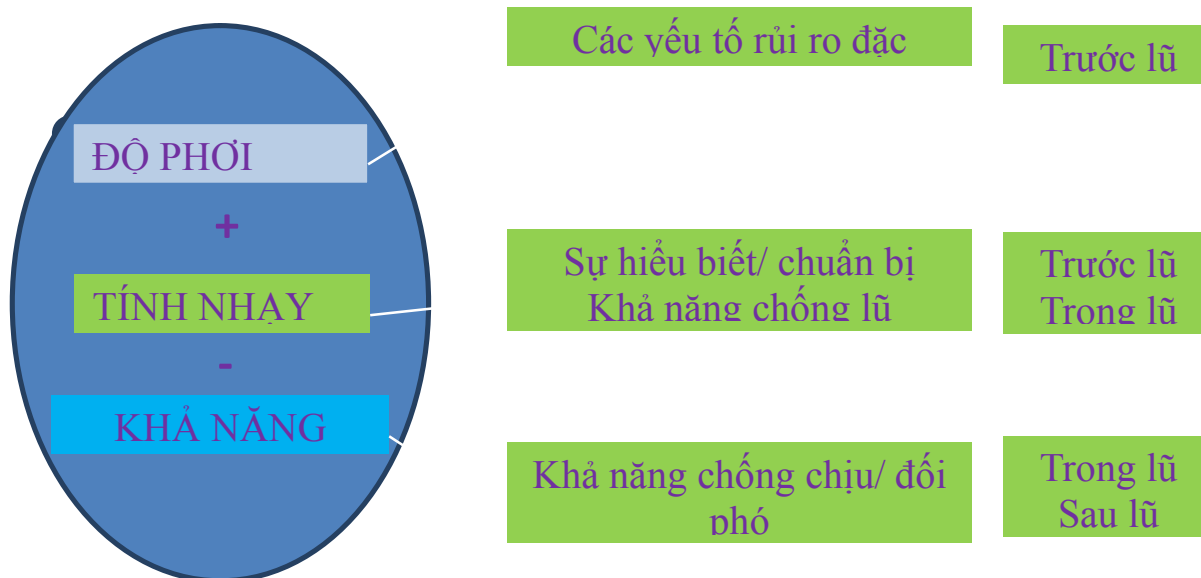
$$\text{Chỉ số dễ bị tổn thương} = (\text{Tần suất lũ} + \text{Diện tích}) * \text{Mức độ nghiêm trọng.}$$

Tuy nhiên, phương pháp này không tính đến những tác động xã hội của lũ lụt.

2.1.3. Công thức UNESCO – IHE

Phương pháp UNESCO – IHE lại đưa ra một cách tính khác. Trong đó, chỉ số dễ bị tổn thương được tính:

$$\text{Tổn thương lũ} = \text{Sự phơi nhiễm} + \text{Tính nhạy} - \text{Khả năng phục hồi}$$



Hình 2.1. Các chỉ số theo các thành phần FVI của UNESCO – IHE

Công thức UNESCO đã được Cần Thu Văn và Đặng Đình Khá áp dụng vào tính toán cho bài toán tính tổn thương trên lưu vực sông Thu Bồn và lưu vực sông Thạch Hãn [1,2]

2.1.4. Công thức Messner và Meyer

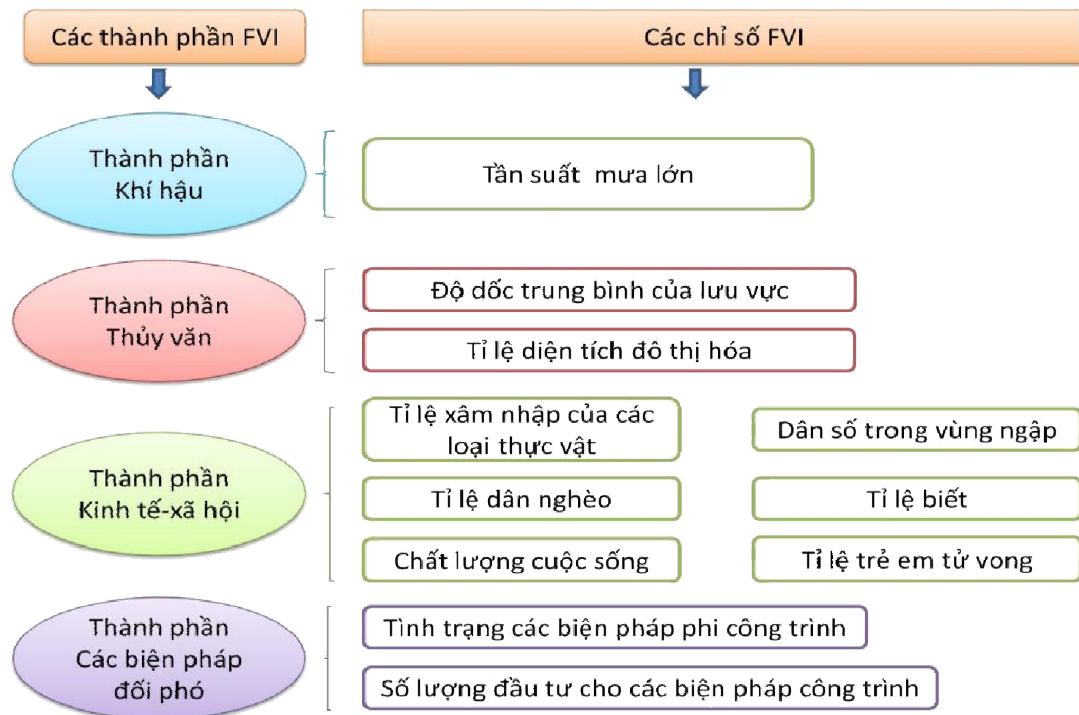
Tác giả cũng đã đề xuất quan hệ về chỉ số dễ bị tổn thương dạng đơn giản trong trường hợp giá trị tính nhạy và khả năng phục hồi khó xác định thì có thể kết hợp thành chỉ số khả năng chống chịu:

$$\text{Chỉ số dễ bị tổn thương} = \text{Phơi nhiễm} - \text{Khả năng chống chịu}$$

Như vậy việc tiến hành nghiên cứu tính dễ bị tổn thương do lũ về các khía cạnh như: Phơi nhiễm (Exposure), tính nhạy (susceptibility), khả năng chống chịu (Coping capacity) sẽ mang tính tổng quát và có ý nghĩa.

2.1.5. Phương pháp Richard.F.Conner

Công thức Richard.F.Conner [20], 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 được hỗ trợ trong việc xác định thứ tự ưu tiên.



Hình 2.2. Các chỉ số theo các thành phần FVI của Connor & Hiroki

Trong đó, 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) là tần suất xuất hiện lũ;
- + Thành phần địa chất thủy văn (H) là 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) là 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) là 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:

$$FVI = C + H + S - M \quad (2.2)$$

2.1.6. Phương pháp Balica-Unesco phát triển

Balica đã cải tiến một phương pháp của Connor & Hiroki và tiếp tục phát triển hướng tiếp cận đó trong nghiên cứu của mình để từ đó đưa ra được phương pháp tính toán nhằm xác định chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt cho các khu vực không gian khác nhau.

Các yếu tố dễ bị tổn thương: Độ lộ diện, tính nhạy và khả năng phục hồi và có 4 thành phần là: xã hội, kinh tế, môi trường và vật lý. Chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt được tính toán qua công thức chung như sau:

Chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt được tính toán qua công thức chung như sau:

$$\text{Chỉ số Tính dễ bị tổn thương do lũ lụt} = \frac{\text{Độ phơi nhiễm} * \text{Tính nhạy}}{\text{Khả năng phục hồi}}$$

$$\text{Hay: } FVI = \frac{E * S}{R} \quad (3)$$

Trong đó: E - tiêu chí độ phơi nhiễm,
S – tiêu chí tính nhạy
R – tiêu chí khả năng phục hồi.

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:

$$FVI = FVI = FVI_{\text{xã hội}} + FVI_{\text{kinh tế}} + FVI_{\text{môi trường}} + FVI_{\text{vật lý}} \quad (2.1)$$

Với: - *FVI xã hội*: Thành phần xã hội của chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt.

- *FVI kinh tế*: Thành phần kinh tế của chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt.

- *FVI môi trường*: Thành phần môi trường của chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt.

- *FVI 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.

Bên cạnh đó, một số tác giả nghiên cứu và tính toán tính dễ bị tổn thương do lũ cho lưu vực sông Thạch Hãn như: Cấn Thu Văn (2015), Vũ Thị Hòa (2013) tính tổn thương do lũ = Sự phơi nhiễm – Khả năng chống chịu, Trương Thị Minh Thư (2016) đã áp dụng công thức của Balica cho bài toán tính tổn thương, tuy nhiên, kết quả thu nhận được là khác nhau.

Trên cơ sở tổng quan ở chương 1 và chương 2, các phương pháp tính toán tính tổn thương mà các tác giả nghiên cứu trước đây ở chương 2, tác giả nhận thấy công

thức Balica tính toán khá đầy đủ với bộ số liệu lớn, chi tiết, áp dụng cho nhiều dạng địa hình, cho nhiều lưu vực sông, có tới trên 70 chỉ số là cơ sở tính tổn thương do lũ, riêng từng khu vực tác giả đã lựa chọn ra các bộ chỉ số tính toán khác nhau mục đích chính là các chỉ số phản ánh một cách đầy đủ cho tính dễ bị tổn thương cho khu vực mà mình đag nghiên cứu và đây là lý do dẫn đến sự hình thành luận văn” **Thử nghiệm một số công thức tính toán tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ (có ngập lụt) lưu vực sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị**”. Luận văn sẽ lựa chọn bộ tiêu chí dựa trên cứ điểm riêng về địa lý tự nhiên, điều kiện xã hội, kinh tế, môi trường... của lưu vực sông Thạch Hãn và việc thu thập số liệu lấy từ các nguồn sau: Niên giám thống kê năm 2016, số liệu khí tượng thủy văn, từ các sản phẩm bản đồ và thừa hưởng số mẫu kết quả phiếu điều tra từ nguồn số liệu đề tài BDKH-19....để thiết lập bộ chỉ số riêng cho lưu vực nghiên cứu của mình với 3 tiêu chí: Độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu và 4 thành phần đặc trưng để tính dễ bị tổn thương của lưu vực ngập lụt, áp dụng công thức Balica tính toán tổng thương cho khu vực có ngập lụt trên lưu vực sông Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị.

2.2. Lựa chọn các chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ

Ba thành phần được thử nghiệm 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”. Luận văn này tác giả sử dụng 3 tiêu chí: Độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu và 4 thành phần: Xã hội, kinh tế, môi trường và vật lý để đặc trưng để tính dễ bị tổn thương của lưu vực ngập lụt, cụ thể như sau:

2.2.1. Độ phơi nhiễm (E)

Tiêu chí độ phơi nhiễm đặc trưng cho mức độ ảnh hưởng của hiện trạng bề mặt hệ thống khi tiếp xúc với nguy cơ lũ lụt. Hiện trạng bề mặt hệ thống ở đây có thể là: sử dụng đất, diện tích đất không có dân, % diện tích đô thị hóa, dân cư vùng nông thôn, mật độ dân số, dân số trong vùng ngập lụt, hộ nghèo, tăng trưởng dân số và di sản văn hóa. Các đặc trưng của tiêu chí này còn có thể là: Độ sâu ngập lụt, thời gian ngập lụt, độ dốc ngập lụt, khoảng cách tới sông, bốc hơi, vận tốc dòng chảy lũ và lượng mưa là các yếu tố tiếp xúc với điều kiện lũ lụt

Mỗi đặc trưng hiện trạng bề mặt khác nhau khi tiếp xúc trực tiếp với cùng một mức độ tai biến lũ lụt như nhau nhưng có tính dễ bị tổn thương khác nhau. Ngoài ra, với các đặc trưng nguy cơ lũ lụt khác nhau thì loại sử dụng đất sẽ bị tổn thương khác nhau.

2.2.2. Tính nhạy (S)

Tiêu chí tính nhạy đặc trưng các tính chất về kinh tế, xã hội và môi trường sẽ phản ứng ra sao trước tai biến lũ lụt. Các biến thuộc tiêu chí tính nhạy như: Giáo dục, chất lượng cung cấp lương thực, chất lượng cung cấp nước, thu nhập, bất bình đẳng, phát triển đô thị, chất lượng cơ sở hạ tầng, lượng mưa và thất nghiệp. Là những yếu tố làm ảnh hưởng tới khả năng thiệt hại tương đối của tài sản và vật liệu trong các trận lũ lụt hay sự kiện nguy hiểm khác.

Mỗi đặc trưng thuộc tiêu chí tính nhạy có mức ảnh hưởng khác nhau trước tại biến lũ lụt (cùng mức độ nguy cơ lũ lụt). Ví dụ: khu vực người dân có trình độ học vấn cao hơn sẽ có nguy cơ bị tổn thương thấp hơn, hay một địa phương có hệ thống giao thông, liên lạc tốt hơn thì người dân ở đó có nguy cơ tổn thương thấp hơn và ngược lại. Các đặc trưng thuộc tiêu chí tính nhạy có thể được xác định từ Niên giám thống kê (cùng thời điểm tính toán với các đặc trưng khác),...

2.2.3. Khả năng phục hồi (R)

Khả năng phục hồi là khả năng thực hiện các biện pháp thích ứng nhằm thích ứng với bất kỳ sự thay đổi, bằng cách chống lại hoặc thay đổi bản thân để duy trì hay ngăn chặn các tác động tiềm năng như kinh nghiệm, khả năng lường trước những thiệt hại, hoạt động phòng tránh lũ, thời gian khắc phục sản xuất sau lũ. Năng lực đối phó, quản lý và sự cứu trợ, hỗ trợ có thể nhận được từ chính quyền địa phương như quản lý cơ sở hạ tầng, hệ thống đề điều phòng và chống lũ, dịch vụ y tế công cộng.

Cùng một lực tác động nhưng khả năng lường trước sự việc và khả năng chống chịu khác nhau sẽ mang lại hậu quả khác nhau. Ví dụ, khi có lũ về với cùng mức độ như nhau người dân sống ở vùng sông nước, quen với việc đối mặt với lũ, có đầy đủ các dụng cụ cũng như kinh nghiệm chống lũ sẽ ít bị tổn thương hơn so với người dân sống ở vùng chưa hoặc ít phải gặp lũ.

Giống như các đặc trưng tiêu chí tính nhạy, các đặc trưng tiêu chí khả năng chống chịu cũng nhận được từ điều tra xã hội học (từ phiếu điều tra thông qua phỏng vấn, ghi âm và ghi hình...) và thông tin trong niên giám thống kê cấp huyện thuộc lưu vực nghiên cứu. Phần lớn các đặc trưng thuộc hai tiêu chí tính nhạy và khả năng chống chịu rất khó tách bạch và có mối quan hệ phụ thuộc lẫn nhau chứ không phản ánh tính độc lập tuyệt đối. Vì vậy, sự thay đổi của biến này (thuộc tiêu chí này) sẽ kéo theo sự thay đổi biến khác (thuộc tiêu chí kia). Trong mỗi nghiên cứu cụ thể, việc phân chia các đặc trưng theo tiêu chí tính nhạy hay tiêu chí khả năng chống chịu là mang tính tương đối và phụ thuộc vào mục đích của bài toán cần giải quyết bài toán tính dễ tổn thương được xem xét trong chương 3

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 THẠCH HÃN, TỈNH QUẢNG TRỊ

Luận văn sẽ lựa chọn bộ chỉ số phù hợp với lưu vực nghiên cứu và áp dụng công thức Balica để tính toán tính dễ bị tổn thương để tiến hành tính toán tính dễ bị tổn thương do lũ với 3 tiêu chí và 4 thành phần gồm: Xã hội, kinh tế, môi trường và vật lý, nhằm đánh giá tính dễ bị tổn thương ở cấp độ khác nhau cho khu vực có ngập lụt trên lưu vực sông Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị, áp dụng tính toán theo 2 công thức chuẩn hóa theo Balica và chuẩn hóa theo UNESCO, cụ thể gồm các bước thực hiện sau:

***Các bước thực hiện để tính mức độ tổn thương do lũ:**

- 1 - Thiết lập bộ chỉ số và công thức tính toán;
- 2- Thu thập và xử lý số liệu
- 3- Chuẩn hóa dữ liệu;
- 4- Tính trọng số;
- 5 - Tính giá trị các thành phần của chỉ số dễ bị tổn thương;
- 6- Xây dựng bản đồ mức độ tổn thương do lũ lụt.

3.1. Thiết lập bộ chỉ số và công thức tính toán:

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

Nghiên cứu, Balica đã đưa ra hơn 70 chỉ số để tính toán tính dễ bị tổn thương do lũ lụt đối với từng khu vực nghiên cứu cụ thể bộ chỉ số sẽ thay đổi theo tùy thuộc vào trường hợp cụ thể. Tuy nhiên, đối khu vực nghiên cứu cụ thể trong luận văn, 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, tài liệu... đã thiết lập bộ tiêu chí đánh giá tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa lũ có ngập lụt trên lưu vực sông Thạch Hãn, luận văn đề xuất bộ tiêu chí bao gồm 37 chỉ số (bảng 3.1) thuộc 3 tiêu chí: Độ phơi nhiễm (E), tính nhạy (S) và khả năng phục hồi (R) với 4 thành phần là xã hội, kinh tế, môi trường và vật lý như sau:

Bảng 3.1. Bộ chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lưu vực

Sông Thạch Hãn

STT	Thành phần		Chỉ số	Ký hiệu
1	Xã hội	E	Mật độ dân số	pd
2			Dân số trong khu vực ngập	Pfa
3			Đường bờ biển	Pccl
4			Hộ nghèo	Pp
5			% diện tích đô thị hóa	UA
6			Dân cư vùng nông thôn	Rpop
7			Di sản văn hóa	CH
8			Tăng trưởng dân số	PG
9		S	Giáo dục	Ed
10			Chất lượng cung cấp nước	QWS
11			Chất lượng cung cấp lương thực	QES
12		R	Kinh nghiệm	Pe
13			Khả năng lường trước những thiệt hại	A
14			Hoạt động phòng tránh lũ	P
15			Dịch vụ y tế công cộng	Es
1	Kinh tế	E	Sử dụng đất	LU
2			Khoảng cách tới sông	Pr
3			% diện tích đô thị hóa	UA
4		S	Thất nghiệp	UM
5			Thu nhập	GDP
6			Bất bình đẳng	Ineq
7			Phát triển đô thị	UG
8		R	Quản lý cơ sở hạ tầng	IM)
9			Thời gian khắc phục về sinh hoạt sau lũ	ECR
10			Thời gian khắc phục về sản xuất sau lũ	ECR
11			Kinh nghiệm	Pe

STT	Thành phần		Chỉ số	Ký hiệu
12			Đê	D
1	Môi trường	E	Sử dụng đất	Lu
2			Diện tích đất không có dân	Unpop
3			% diện tích đô thị hóa	UA
4		S	Chất lượng cơ sở hạ tầng	Qi
5			Phát triển đô thị	UG
6			Lượng mưa	mm
7		R	Bốc hơi	Ev
8			Khả năng phục hồi của môi trường	Enr
1	Vật lý	E	Độ dốc địa hình	T
2			Thời gian ngập lụt	Fd
3			Khoảng cách tới sông	Pr
4			Vận tốc dòng chảy lũ	Fv
5			Lượng mưa	Rainfall
6			Độ sâu ngập lụt	Fwd
7		R	Đê	D
8			Tỷ lệ bốc hơi/lượng mưa	Ev/rainfall

• Công thức: Áp dụng công thức Balica như sau:

Trong đó; xét đến các thành phần chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt

$$\bullet FVI = (E \times S) / R_{xh} + (E \times S) / R_{kt} + (E \times S) / R_{mt} + (E \times S) / R_{vl}$$

Chỉ số dễ bị tổn thương (FVI) = Độ lộ diện (E) * Tính nhạy (S)/khả năng phục hồi (R) hay **FVI = E*S/R** (3.1)

Với: **FVI**: Chỉ số dễ bị tổn thương

E: Độ phơi nhiễm

S: Tính nhạy

R: Khả năng phục hồi

3.1.1. Các nguồn số liệu

Các loại số liệu cần điều tra và thu thập trong nghiên cứu này gồm:

Số liệu về điều kiện tự nhiên và kinh tế - xã hội được thu thập dựa trên các đặc điểm tự nhiên, điều kiện kinh tế, xã hội, trình độ văn hóa, cơ cấu ngành nghề của các địa phương vv...nhằm phục vụ nghiên cứu, phân tích, đánh giá là tác nhân gây ra lũ lụt cho vùng bị ảnh hưởng bởi lũ. Mục đích, xây dựng bộ chỉ số dễ bị tổn thương khu vực ngập do lũ phù hợp với lưu vực của sông Thạch Hãn.

Dữ liệu điều kiện tự nhiên được thu thập từ các nguồn: (1) từ các công trình nghiên cứu trước đây về các vấn đề có liên quan trên lưu vực. (2) từ phương tiện thông tin đại chúng (chính thống) như báo, trang web của tỉnh Quảng Trị (3) tổ chức tham quan thực địa để nắm bắt thực tế và xác minh, tổng hợp thông tin từ đó định hướng các phương án tổ chức thực hiện việc lấy phiếu điều tra.

Các bản đồ chuyên đề như: Bản đồ nền (hành chính tỉnh, huyện, xã, giao thông, mạng lưới sông suối, sử dụng đất), bản đồ địa hình và bản đồ hiện trạng sử dụng đất nhằm truy xuất dữ liệu phục vụ mô phỏng lũ, tính toán các thành phần thuộc tiêu chí độ phơi nhiễm. Ngoài ra, sử dụng để xây dựng các bản đồ tính dễ bị tổn thương trên lưu vực sông Thạch Hãn.

+ Bản đồ nền được thu thập từ bộ Atlas Việt Nam, xuất bản năm 2005 làm cơ sở nền để xây dựng các bản đồ sau khi đã tính toán được các giá trị của các tiêu chí và chỉ số dễ bị tổn thương.

+ Bản đồ số độ cao DEM 30x30m được thu thập từ internet kết hợp với dữ liệu độ cao trong bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000 để nội suy và hiệu chỉnh cao độ trên lưu vực cho phù hợp. Bản đồ DEM được sử dụng trong xây dựng mô hình mô phỏng lũ lụt và xác định các đặc trưng lũ lụt trên lưu vực sông Thạch Hãn.

+ Bản đồ sử dụng đất hiện trạng năm 2010, tỷ lệ 1:100.000 được cung cấp bởi Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Trị. Các dữ liệu (đất quốc phòng, đất ở, đất nông nghiệp, đất công nghiệp, dịch vụ, vv..) trên bề mặt lưu vực trong bản đồ được truy xuất ra các loại đất ứng với các điểm nút phục vụ tính toán tiêu chí độ phơi nhiễm.

+ Tài liệu khí tượng, thủy văn bao gồm các tài liệu về các trận lũ được sử dụng để mô phỏng, tính toán các biến đặc trưng lũ lụt để tính toán tiêu chí độ phơi nhiễm. Số liệu bao gồm mưa, mực nước, lưu lượng, điều tra vết lũ. Các trận lũ được sử

dụng để hiệu chỉnh và kiểm định: trận lũ từ 31/IX - 10/X/2004, trận lũ từ 15 - 23/XI/2005 và trận lũ từ 02 -10/IX/2009.

- Số liệu quan trắc các yếu tố khí tượng và thủy văn từ năm 1977 – 2009 của các trạm: Cồn Cỏ, Khê Sanh, A Lưới, Gia Vòng, Đông Hà (TV), Cửa Việt, Đông Hà (KT), Thạch Hãn, Hải Tân, Hiền Lương, Mỹ Chánh.

Dữ liệu này làm đầu vào cho mô hình thủy văn nhằm xác định lượng mưa sinh lũ trên lưu vực.

- Sơ đồ mạng sông, hệ thống mặt cắt, miền tính toán mô hình 2 chiều.

Các dữ liệu về khí tượng thủy văn được thu thập từ Trung tâm Tư liệu Khí tượng-Thủy văn và khai thác trong quá trình thực hiện đề tài cấp nhà nước BDKH-19.

3.1.2. Điều tra xã hội học

Dữ liệu xã hội học được thu thập từ: Niên giám thống kê năm 2016 của các huyện thuộc lưu vực nghiên cứu và thu thập, xử lý từ bộ phiếu điều tra dành cho người dân và chính quyền xã.

Các thông tin được lấy từ Niên giám thống kê các huyện năm 2016 (chi cục thống kê cung cấp) gồm: Diện tích, dân số, mật độ, thu nhập bình quân, tỷ lệ hộ nghèo, cơ cấu ngành nghề, y tế, giáo dục...

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 từng thôn các gia đình được hỏi cũng mang tính đại biểu là hộ nghèo, hộ khá, hộ giàu, hộ có nghề là cán bộ công chức, hộ làm dịch vụ, hộ làm nông nghiệp...sao cho các phiếu mang tính đại biểu đặc trưng cho từng khu vực, từng thành phần hộ gia đình.

Mỗi xã lấy trung bình từ 15- 25 phiếu dành cho hộ dân và 1 phiếu dành cho cán bộ chính quyền xã. Tổng cộng số phiếu thu thập là 1080 (hộ dân) thuộc 60/211 (xã) trên tổng số 21 quận/huyện/thị xã trên toàn lưu vực.

Trong nội dung bộ phiếu điều tra các hỏi và phương án trả lời đã được thiết kế tương ứng với mức độ tổn thương thấp đến mức độ tổn thương cao. Bộ câu hỏi dành cho người dân được thiết kế với 39 câu, dành cho cán bộ chính quyền xã được thiết kế gồm 15 câu. Các câu trả lời không chỉ được sử dụng làm giá trị của các tiêu chí

mà còn dùng để xác định trọng số theo thuật toán AHP và làm giá trị kiểm nghiệm chỉ số dễ bị tổn thương đã tính (giá trị thiệt hại) [phụ lục_01].

Sau khi số liệu đã được điều tra, thu thập, bổ sung và biên tập sẽ tiến hành xác định các giá trị của các biến trong các tiêu chí.

Toàn bộ kinh phí phục vụ thu thập và xử lý phiếu điều tra xã hội học nghiên cứu sinh được hỗ trợ hoàn toàn từ đề tài cấp nhà nước BĐKH-19 thuộc chương trình KHCN phục vụ chương trình mục tiêu Quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu.

3.1.3. Xác lập bộ tiêu chí

Để đánh giá tính dễ bị tổn thương, luận văn đã thiết lập 37 biến thuộc 3 tiêu chí là độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu. Giá trị các biến được xác định bằng: Mô hình toán, số liệu KTTV, Niên giám thống kê cấp huyện và bộ phiếu điều tra (hộ dân và chính quyền xã).

Số liệu từ mô hình toán:

- Các số liệu về lũ lụt: Mức ngập lớn nhất (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. Trong đó, 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 trung bình của nhiều 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 (hình 3.3).

Số liệu KTTV;

- **Số liệu sử dụng đất:** Được thu thập từ bản đồ hiện trạng sử dụng đất lưu vực sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị năm 2010 do Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh Quảng Trị ban hành.

- **Sử dụng đất** của lưu vực Thạch Hãn 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 (chiếm 14,76% tổng diện tích lưu vực); đất công nghiệp, thương mại, dịch vụ (chiếm 1,68% tổng diện tích lưu vực); đất rừng (chiếm 67,43% tổng diện tích lưu vực)

trong từng xã sẽ được xác định diện tích để phục vụ cho mục đích tính toán của luận văn.

Bảng 3.2. Minh họa các nút tính của xã Cam An – huyện Cam Lộ

STT	X	Y	H	V	T
1	718525	1864785	0.100	0.000	0
2	718731	1864965	0.712	0.170	65
3	718888	1864984	2.150	0.017	79
4	718973	1865120	0.098	0.000	0
5	718990	1864855	3.177	0.012	89
6	719109	1864876	3.509	0.377	92
7	719134	1865105	0.097	0.000	0
8	719169	1864990	2.372	1.528	81
9	719199	1865213	0.099	0.000	0
10	719215	1864818	3.230	0.207	91
11	719274	1864932	2.081	0.889	78
...	...	...	...	...	...
617	723166	1864845	3.802	0.135	83
Trung bình xã			1.01	0.16	20.01

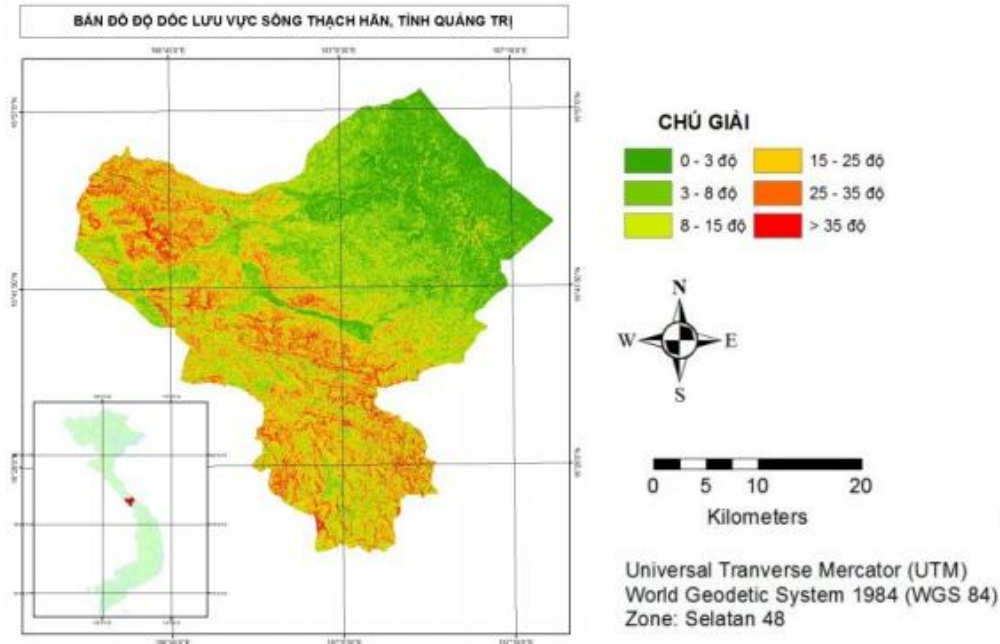
Số liệu độ dốc khu vực: Dựa trên mô hình số độ cao của tỉnh Quảng Trị (DEM 30x30), tiến hành nội suy bản đồ độ dốc của lưu vực sông Thạch Hãn bằng cách sử dụng tool phân tích không gian Raster (Raster surface) trong phần mềm ArcGis (Hình3.1).

Sau khi nội suy được bản đồ độ dốc, độ dốc lưu vực Thạch Hãn sẽ được phân chia thành 6 cấp như sau: Cấp I: $< 3^0$, cấp II: $3-8^0$, cấp III: $8-15^0$, cấp IV: $15-25^0$, cấp V: $25-35^0$, cấp VI: $>35^0$.

Độ dốc địa hình tỉ lệ thuận với tính dễ bị tổn thương do lũ lụt của khu vực, nên 6 cấp độ của độ dốc sẽ được gán các giá trị như sau:

- + Giá trị = 1 sẽ tương ứng với độ dốc cấp I ($0-3^0$) với 15,67% tổng diện tích;
- + Giá trị = 2 sẽ tương ứng với độ dốc cấp II ($3-8^0$) với 23,49% tổng diện tích;
- + Giá trị = 3 sẽ tương ứng với độ dốc cấp III ($8-15^0$) với 23,71% tổng diện tích;
- + Giá trị = 4 sẽ tương ứng với độ dốc cấp IV ($15-25^0$) với 12,81% tổng diện tích;

+ Giá trị = 5 sẽ tương ứng với độ dốc cấp V ($25-35^0$) với 10.00% tổng diện tích;
 + Giá trị = 6 sẽ tương ứng với độ dốc cấp VI ($>35^0$) với 14.31% tổng diện tích.
 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 6.



Hình 3.1. Bản đồ độ dốc lưu vực sông Thạch Hãn, Quảng Trị

Khoảng cách các xã tới sông: Được xác định theo phép đo trên bản đồ sông suối và bản đồ hành chính của tỉnh Quảng Trị. Chiều dài đoạn đường từ vị trí trung tâm của xã tới sông chính gần nhất chính là khoảng cách cần tìm.

Số liệu mưa của các xã: Được nội suy từ bản đồ đẳng trị mưa tỉnh Quảng Trị.

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.)

Niên giám thống kê:

Số liệu về dân số gồm mật độ dân, tỉ lệ dân không trong độ tuổi lao động... số liệu % đất nông nghiệp, công nghiệp, đất rừng, GDP, được thu thập từ niên giám thống kê năm 2016 của các xã, huyện thuộc lưu vực sông Thạch Hãn.

Phiếu điều tra:

Các tiêu chí như: 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 các phiếu điều tra của cuộc điều tra, phỏng vấn thực tế.

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).

Luận văn sử dụng 470 phiếu trong bộ phiếu điều tra, phỏng vấn của đề tài BDKH-19 (Mẫu phiếu phỏng vấn được thể hiện trong phụ lục 01).

3.2. Tính toán bộ chỉ số dễ bị tổn thương

3.2.1. Chuẩn hóa số liệu

Khi thu thập dữ liệu, do các chỉ số 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 đưa vào tính toán tổn thương.

Mặt khác, do điều kiện, đặc trưng của lưu vực Thạch Hãn, dựa vào việc thu thập số liệu trên thực tế có được, luận văn không lựa chọn đầy đủ các tiêu chí giống như nghiên cứu của Balica, vì vậy cần chuẩn hóa dữ liệu để tính toán trước khi áp dụng công thức Balica để tính tổn thương trên lưu vực nghiên cứu (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) và tác giả áp dụng theo 2 công thức chuẩn hóa (2,6), (2,7) và (2,8).

- Phương pháp đánh giá chỉ số phát triển con người (HDI) của UNDP (2006)

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

$$x = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (2.6)$$

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

$$x = \frac{x_{max} - x_i}{x_{max} - x_{min}} \quad (2.7)$$

Trong đó, x: Giá trị thứ i của biến đã chuẩn hóa

x_i : Giá trị thứ i của biến chưa chuẩn hóa

x_{max} : Giá trị lớn nhất của biến chưa chuẩn hóa

x_{min} : Giá trị nhỏ nhất của biến chưa chuẩn hóa

Sau khi chuẩn hóa các biến thu được nằm trong khoảng từ 0 đến 1. Ta được bộ giá trị các biến đã chuẩn hóa.

- Balica chuẩn hóa các giá trị tính dễ bị tổn thương theo công thức :

$$x = x_i/x_{\max} \quad (2.8)$$

• **Tính giá trị các thành phần của chỉ số dễ bị tổn thương do lũ:**

Tính toán chỉ số dễ bị tổn thương do lũ cho lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị theo công thức Balica và sử dụng 2 công thức chuẩn hóa với các trường hợp được trình bày trong bảng 3.3:

Bảng 3.3. Các trường hợp tính toán tính dễ bị tổn thương

TH1	Chuẩn hóa theo công thức UNDP	Tính FVI theo công thức Balica
TH2	Chuẩn hóa theo công thức Balica	Tính FVI theo công thức Balica

Sau khi thiết lập được giá trị các biến theo 3 tiêu chí, trước khi tính toán chỉ số dễ bị tổn thương, các biến này được chuẩn hóa theo 2 công thức chuẩn hóa (đã trình bày ở mục 2.3), kết quả minh họa như bảng 3.4 – 3.5:

Bảng 3.4. Kết quả chuẩn hóa theo công thức UNDP (TH1) của các xã ngập lụt huyện Gio Linh

Huyện	Xã	Mật độ dân số	Dân số trong khu vực ngập lụt	Hộ nghèo	Dân cư vùng nông thôn	Di sản văn hóa	Tăng trưởng dân số	Giáo dục	Kinh nghiệm quá khứ
Gio Linh	Gio Châu	0.0088	0.308623	0.4951	0.45767544	0.5714	0.234	0.1494	0.3167
	Gio Hải	0.0228	0.308623	0.4495	0.38866457	0.1429	0.2094	0.3937	0.3167
	Gio Mai	0.01549	0.909339	0.5668	0.57690767	0	0.2279	1	0.3111
	Gio Mỹ	0.0059	0.059305	0.114	0.5184514	0.5714	0.1591	0.5486	0.3111
	Gio Phong	0.01524	0.308623	0.1857	0.41998043	0.5714	0.1542	0.4869	0.3167
	Gio Quang	0	0.308623	0.1564	0.33902314	0.4286	0.2561	0.4913	0.3167
	Gio Thành	0.00372	0.223586	0.2964	0.28671406	0.8571	0.1923	0.4492	0.4222
	Gio Việt	0.1513	0.042263	0.3583	0.57110843	0	0.2573	0.505	0.2222
	TT.Gio Linh	0.10421	0.102249	0.8046	0.8933138	0.5714	0.3211	0.6455	0.0667

Bảng 3.5. Kết quả chuẩn hóa theo công thức Balica (TH2) của các xã ngập lụt huyện Gio Linh

Huyện	Xã	Mật độ dân số	Dân số trong khu vực ngập lụt	Hộ nghèo	Dân cư vùng nông thôn	Di sản văn hóa	Tăng trưởng dân số	Giáo dục	Kinh nghiệm quá khứ
Gio Linh	Gio Châu	0.02795	0.308623	0.4951	0.4576754	0.5714	0.085	0.9589	0.7625
	Gio Hải	0.04168	0.308623	0.4495	0.3886646	0.1429	0.0557	0.8918	0.7625
	Gio Mai	0.03451	0.909339	0.5668	0.5769077	0	0.0777	0.7251	0.7667
	Gio Mỹ	0.02511	0.059305	0.114	0.5184514	0.5714	-0.004	0.8492	0.7667
	Gio Phong	0.03427	0.308623	0.1857	0.4199804	0.5714	-0.01	0.8662	0.7625
	Gio Quang	0.01932	0.308623	0.1564	0.3390231	0.4286	0.1114	0.865	0.7625
	Gio Thành	0.02297	0.223586	0.2964	0.2867141	0.8571	0.0352	0.8765	0.6833
	Gio Việt	0.1677	0.042263	0.3583	0.5711084	0	0.1129	0.8612	0.8333
	TT.Gio Linh	0.12152	0.102249	0.8046	0.8933138	0.5714	0.1891	0.8226	0.95

Tương tự, toàn bộ 37 tiêu chí của các xã trên toàn lưu vực đều được chuẩn hóa theo 2 công thức trên. Như vậy, giá trị các biến đã chuẩn hóa của toàn bộ điểm nút tính toán đã được thiết lập phục vụ cho tính toán tính chỉ số dễ bị tổn thương.

3.2.2. Tính trọng số và kết quả tính toán

• Công thức tính trọng số:

Luận văn áp dụng công thức Iyengar-Sudarshan và phương pháp Iyengar – Sudarshan được xét trong bài toán như sau: Giả sử có M vùng, K chỉ tiêu dễ bị tổn thương và x_{ij} ($i=1,M$; $j=1,K$) là các giá trị chuẩn hóa. Mức độ hoặc một giai đoạn phát triển của vùng thứ i , $\bar{y}$ được xác định theo tổng tuyến tính:

$$\bar{y} = \sum_{j=1}^K w_j x_{ij} \quad (2.9)$$

$$w_j = \frac{\varepsilon}{\sqrt{\text{var}(x_{ij})}} \quad (2.10)$$

$$c = \left[\sum_{j=1}^K \frac{1}{\text{var}(x_{ij})} \right]^{-1} \quad (2.11)$$

ở đây ($0 < w < 1$ và tổng $\sum w_j = 1$) là những trọng số.

Theo phương pháp của Iyengar-Sudarshan các trọng số này được giả định là tỷ lệ nghịch với phương sai của chỉ tiêu dễ bị tổn thương, trọng số w_j được xác định theo công thức (2.10) và c là hằng số chuẩn hóa (2.11).

Ưu điểm của phương pháp tính trọng số theo Iyengar-Sudarshan

Các chỉ số lựa chọn trong bộ tiêu chí do có sự khác nhau về đơn vị (ví dụ, mật độ dân số đơn vị là người/km², số dân vùng ngập lụt đơn vị người...) nên trong quá trình tính toán sẽ không so sánh được. Vì vậy, người ta phải tính trọng số đưa các chỉ số về chung dạng số thứ nguyên với mục đích để có thể so sánh các chỉ số tính toán với nhau. Đảm bảo rằng sự thay đổi lớn trong bất kỳ một chỉ tiêu nào sẽ không chi phối quá mức sự đóng góp của các chỉ tiêu còn lại của các chỉ số và gây sai sót lớn khi so sánh giữa các khu vực.

Phương pháp tính hoàn toàn theo số liệu thống kê nên phương pháp áp dụng tốt trong trường hợp số liệu tương đối đầy đủ, áp dụng cho nhiều biến dễ dàng. Tuy nhiên, một số tiêu chí hay thành phần thấy được vai trò của nó tương đối rõ ràng trong thực tế thì cần thiết phải có đánh giá nhận định (ý kiến chuyên gia, người dân,...). Kết quả cho thấy;

Trọng số tính theo các bước sau: Tính trọng số các biến => tính giá trị các thành phần => tính trọng số các thành phần => tính chỉ số dễ bị tổn thương thành phần => tính trọng số các chỉ số dễ bị tổn thương thành phần => tính chỉ số dễ bị tổn thương. Các công thức từ (2.9) đến (2.11) để tính trọng số. Luận văn đã tính toán tính dễ bị tổn thương do lũ cho lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị theo 2 trường hợp sau:

TH1: Áp dụng chuẩn hóa theo công thức UNDP và tính FVI theo công thức Balica

Sử dụng công thức Iyengar-Sudarshan để tính trọng số. Giá trị trọng số của các biến, các thành phần của TH1 được thể hiện trong bảng 3.6.

Bảng 3.6: Giá trị trọng số của các biến, các thành phần trong TH1

FVI thành phần	Trọng số	Thành phần	Trọng số	Biến	Trọng số TH1
FVI xã hội	0.2503	E	0.5782	Mật độ dân số	0.206868
				Dân số trong khu vực bị ngập lụt	0.086734
				Đường bờ biển	0.094553
				Hộ nghèo	0.099495
				% diện tích đô thị hóa	0.226878
				Dân cư vùng nông thôn	0.07945
				Di sản văn hóa	0.083945
				Tăng trưởng dân số	0.122077
		S	0.191	Giáo dục (Tỷ lệ biết chữ)	0.305149
				Chất lượng cung cấp nước	0.110808
				Chất lượng cung cấp lương thực	0.584043
		R	0.2308	Kinh nghiệm trong quá khứ	0.242881
				Khả năng lường trước những thiệt hại có thể xảy ra (A)	0.192641
				Hoạt động tập huấn phòng tránh lũ cho người dân của chính quyền	0.270244
				Số dân/ bác sĩ	0.294233
FVI kinh tế	0.2458	E	0.405	% đất công nghiệp	0.322697
				% đất nông nghiệp	0.106466
				Sử dụng đất (% S đất rừng)	0.085689
				Khoảng cách tới sông	0.15485
				% diện tích đô thị hóa	0.330297
		S	0.291	Thất nghiệp	0.244153
				GDP khu vực/ người	0.409526
				Bất bình đẳng	0.137995
				Phát triển đô thị	0.208326
		R	0.304	Quản lý cơ sở hạ tầng	0.391199
				Thời gian khắc phục về sinh hoạt sau lũ (Ecr)	0.226084
				Thời gian khắc phục về sản xuất sau lũ (Ecr)	0.127378
				Kinh nghiệm trong quá khứ	0.136572
				Đê (S.U)	0.118767
FVI môi trường	0.2984	E	0.6619	% đất công nghiệp	0.282306
				% đất nông nghiệp	0.09314
				Sử dụng đất (% S đất rừng)	0.074964
				Diện tích đất không có dân(%KM2)	0.260635

FVI thành phần	Trọng số	Thành phần	Trọng số	Biến	Trọng số TH1
		S	0.2385	% diện tích đô thị hóa	0.288955
				Chất lượng cơ sở hạ tầng	0.54489
				Phát triển đô thị	0.270801
				Lượng mưa	0.184309
		R	0.1496	Bốc hơi	0.446451
				Khả năng phục hồi của môi Trường	0.553549
FVI vật lý	0.2054	E	0.7401	Độ dốc địa hình	0.173774
				Thời gian ngập lụt	0.174747
				Khoảng cách tới sông	0.167374
				Bốc hơi	0.099931
				Độ sâu ngập lụt	0.136622
				Vận tốc dòng chảy lũ	0.138483
				Lượng mưa	0.10907
		R	0.2599	Đê (S.U)	0.418541
				Tỉ lệ bốc hơi/lượng mưa	0.581459

Thực hiện tuần tự các bước trên với các giá trị chuẩn hóa và trọng số đã tính, xác định được giá trị các thành phần, giá trị các tiêu chí và chỉ số dễ bị tổn thương và kết quả được minh họa trong bảng 3.7

Bảng 3.7. Kết quả tính giá trị chỉ số dễ bị tổn thương TH1 – minh họa huyện

Gio Linh tỉnh Quảng Trị

Huyện	Xã	FVI xã hội	FVI kinh tế	FVI môi trường	FVI vật lý	FVI
Trọng số		0.2503	0.2458	0.2984	0.2054	
Gio Linh	Gio Châu	0.1968	0.2116	0.04858	0.0376	0.1084
	Gio Hải	0.4248	0.1998	0.01953	0.0075	0.1344
	Gio Mai	0.7542	0.1624	0.0538	0.0449	0.2145
	Gio Mỹ	0.255	0.3385	0.0345	0.005	0.1318
	Gio Phong	0.2838	0.2772	0.04798	0.003	0.1276
	Gio Quang	0.2523	0.2429	0.02905	0.0124	0.1126
	Gio Thành	0.3785	0.4061	0.02072	0.0502	0.1826
	Gio Việt	0.3301	0.2445	0.0003	0.0561	0.1363
	TT.Gio Linh	0.6234	0.3995	0.05638	0.0227	0.2302

TH2: Áp dụng chuẩn hóa theo công thức Balica và tính FVI theo công thức Balica

Tính tương tự như trường hợp 1. Giá trị trọng số của các biến, các thành phần của TH2 được thể hiện trong bảng 3.8

Bảng 3.8. Giá trị trọng số của các biến, các thành phần trong TH2

FVI thành phần	Trọng số	Thành phần	Trọng số	Biến	Trọng số TH2
FVI xã hội	0.1578	E	0.26804	Mật độ dân số	0.22136
				Dân số trong khu vực bị ngập lụt	0.089259
				Đường bờ biển	0.097304
				Hộ nghèo	0.10239
				% diện tích đô thị hóa	0.233481
				Dân cư vùng nông thôn	0.081762
				Di sản văn hóa	0.086388
				Tăng trưởng dân số	0.088057
		S	0.42805	Giáo dục (Tỷ lệ biết chữ)	0.849085
				Chất lượng cung cấp nước	0.028131
				Chất lượng cung cấp lương thực	0.122784
		R	0.30391	Kinh nghiệm trong quá khứ	0.106142
				Khả năng lường trước những thiệt hại có thể xảy ra (A)	0.257822
				Hoạt động tập huấn phòng tránh lũ cho người dân của chính quyền	0.133324
				số dân/ bác sĩ	0.502712
FVI kinh tế	0.1757	E	0.2395	% đất công nghiệp	0.319159
				% đất nông nghiệp	0.114517
				Sử dụng đất (% S đất rừng)	0.08475
				Khoảng cách tới sông	0.154897
				% diện tích đô thị hóa	0.326676
		S	0.1874	Thất nghiệp	0.164393
				GDP khu vực/ người	0.541956

FVI thành phần	Trọng số	Thành phần	Trọng số	Biến	Trọng số TH2
				Bất bình đẳng	0.165026
				Phát triển đô thị	0.128625
		R	0.5731	Quản lý cơ sở hạ tầng	0.595742
				Thời gian khắc phục về sinh hoạt sau lũ (Ecr)	0.245512
				Thời gian khắc phục về sản xuất sau lũ (Ecr)	0.090582
				Kinh nghiệm trong quá khứ	0.045774
				Đê (S.U)	0.022391
FVI môi trường	0.181	E	0.1311	% đất công nghiệp	0.276482
				% đất nông nghiệp	0.099204
				Sử dụng đất (% S đất rừng)	0.073417
				Diện tích đất không có dân (%KM2)	0.267903
				% diện tích đô thị hóa	0.282994
		S	0.5785	Chất lượng cơ sở hạ tầng	0.427747
				Phát triển đô thị	0.026357
				Lượng mưa	0.545896
		R	0.2904	Bốc hơi	0.469899
				Khả năng phục hồi của môi trường	0.530101
FVI vật lý	0.4855	E	0.8711	Độ dốc địa hình	0.130695
				Thời gian ngập lụt	0.042551
				Khoảng cách tới sông	0.029098
				Bốc hơi	0.168227
				Độ sâu ngập lụt	0.032206
				Vận tốc dòng chảy lũ	0.025838
				Lượng mưa	0.571384
		R	0.1289	Đê (S.U)	0.123681
				Tỉ lệ bốc hơi/lượng mưa	0.876319

Xác định được giá trị các thành phần, giá trị các tiêu chí và chỉ số dễ bị tổn thương theo công thức (2.5). Kết quả được minh họa trong bảng 3.9.

Bảng 3.9. Kết quả tính giá trị chỉ số dễ bị tổn thương TH2 – minh họa huyện Gio Linh tỉnh Quảng Trị

Huyện	Xã	FVI xã hội	FVI kinh tế	FVI môi trường	FVI vật lý	FVI
Trọng số		0.1578	0.1757	0.181	0.4855	
Gio Linh	Gio Châu	0.4853	0.3816	0.3559	0.6566	0.5269
	Gio Hải	0.5827	0.2779	0.2787	0.5095	0.4387
	Gio Mai	0.4362	0.167	0.2866	0.5456	0.4151
	Gio Mỹ	0.2809	0.1571	0.3707	0.5485	0.4055
	Gio Phong	0.3403	0.2869	0.3456	0.6333	0.4743
	Gio Quang	0.3042	0.2179	0.3014	0.5461	0.4061
	Gio Thành	0.3757	0.2011	0.3115	0.5643	0.4251
	Gio Việt	0.3301	0.1157	0.1939	0.5188	0.3596
	TT.Gio Linh	0.678	0.3791	0.3546	0.6218	0.5398

Tương tự toàn bộ các xã thuộc lưu vực khác được tính toán tương tự và kết quả được thể hiện trong phụ lục 02 và 03.

Ta thấy, chỉ số FVI thành phần của trường hợp 2 cao hơn trường hợp 1. Cụ thể: Trong trường hợp 1 sử dụng công thức chuẩn hóa của UNDP, trong công thức này có xét đến tính thuận nghịch của chỉ số, vì vậy chuẩn số liệu sau khi chuẩn hóa sẽ tập trung ở khoảng giữa của chuỗi số. Còn trong trường hợp 2 sử dụng công thức chuẩn hóa của Balica đã sử dụng, chuỗi số liệu sau khi chuẩn hóa sẽ bị thiên cao. Vì vậy, khi tính chỉ số FVI của trường hợp 2 sẽ cao hơn so với FVI trong trường hợp 1. Tiếp theo, khi chỉ số FVI thành phần cao hơn dẫn tới chỉ số FVI tổng hợp của trường hợp 2 cũng sẽ cao hơn và ngược lại.

3.3. Xây dựng bản đồ và đánh giá tính dễ bị tổn thương

Sử dụng mô hình Mapinfo để xây dựng các bản đồ biểu thị giá trị các tiêu chí và bản đồ mức độ tổn thương trên lưu vực sông. 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. Ứng với bộ chỉ số của mỗi tiêu chí ta tiến hành xây dựng các bản đồ thành phần và bản đồ mức độ dễ bị tổn thương tổng hợp cho cả lưu vực vùng nghiên cứu với cả 2 trường hợp.

Bên cạnh đó, bản đồ mức độ dễ bị tổn thương lũ lụt được xây dựng sau khi phân tích chuỗi giá trị chỉ số dễ bị tổn thương thành từng 5 cấp. Cơ sở phân cấp mức độ dễ bị tổn thương dựa vào phân bố xác suất Beta tương ứng tần suất xuất hiện mỗi cấp 20% (5 cấp). Dựa vào bản đồ đã xây dựng để đánh giá mức độ tổn thương cho khu vực ngập trên lưu vực sông Thạch Hãn nghiên cứu.

Bảng 3.10. Phân hạng mức độ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt

STT	Phân hạng	Màu sắc thể hiện trên bản đồ
1	Mức độ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt rất thấp (FVI rất thấp)	Màu vàng nhạt
2	Mức độ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt thấp (FVI thấp)	Màu xanh dương nhạt
3	Mức độ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt trung bình (FVI trung bình)	Màu da cam
4	Mức độ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt cao (FVI cao)	Màu đỏ
5	Mức độ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt rất cao (FVI rất cao)	Màu tím

3.3.1. Xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương

Sử dụng mô hình Mapinfo để xây dựng các bản đồ biểu thị giá trị các tiêu chí và bản đồ mức độ tổn thương trên lưu vực sông. 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 tích chuỗi giá trị chỉ số dễ bị tổn thương thành từng 5 cấp. Ứng với mỗi bộ chỉ số của mỗi trường hợp ta tiến hành xây dựng được 4 bản đồ mức độ dễ bị tổn thương thành phần và 1 bản đồ mức độ dễ bị tổn thương tổng hợp cho toàn lưu vực.

a. FVI xã hội

Bản đồ dễ bị tổn thương do lũ lụt thành phần xã hội cho lưu vực sông Thạch Hãn được thể hiện ở hình 3.2.

Ta nhận thấy, mức độ tổn thương do lũ lụt thành phần xã hội chủ yếu đạt rất thấp và thấp trong cả hai trường hợp. Trường hợp 1 mức độ tổn thương rất thấp chiếm 45.45%, mức độ thấp chiếm 31.82%; còn trường hợp 2 mức độ rất thấp chiếm 38.64%, mức độ thấp chiếm 36.36%. Còn lại mức độ trung bình, cao và rất cao chiếm rất ít %.

Bảng phân bố số xã và số % của mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần xã hội được thể hiện trong bảng 3.10.

Bảng 3.11. Tổng hợp chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt thành phần xã hội lưu vực sông Thạch Hãn

Mức độ dễ bị tổn thương		Tổn thương rất thấp	Tổn thương thấp	Tổn thương trung bình	Tổn thương cao	Tổn thương rất cao
TH1	Số xã	21	14	6	2	2
	Tỷ lệ % theo số xã	45.45	31.82	13.64	4.55	4.55
	Tỷ lệ % theo diện tích	37.1	41.9	7.1	3.4	10.5
TH2	Số xã	17	16	4	5	2
	Tỷ lệ % theo số xã	38.64	36.36	9.09	11.36	4.55
	Tỷ lệ % theo diện tích	38.0	41.2	7.1	10.9	2.8

Do cách chuẩn hóa khác nhau nên chỉ số FVI xã hội của 2 trường hợp cũng có sự khác nhau. Tuy nhiên, mức độ tổn thương của 2 trường hợp ở các xã cũng chênh lệch không nhiều, đa số các xã là chênh lệch 1 cấp. Chỉ 1 số ít xã chênh lệch đến 2 cấp trong 2 trường hợp.

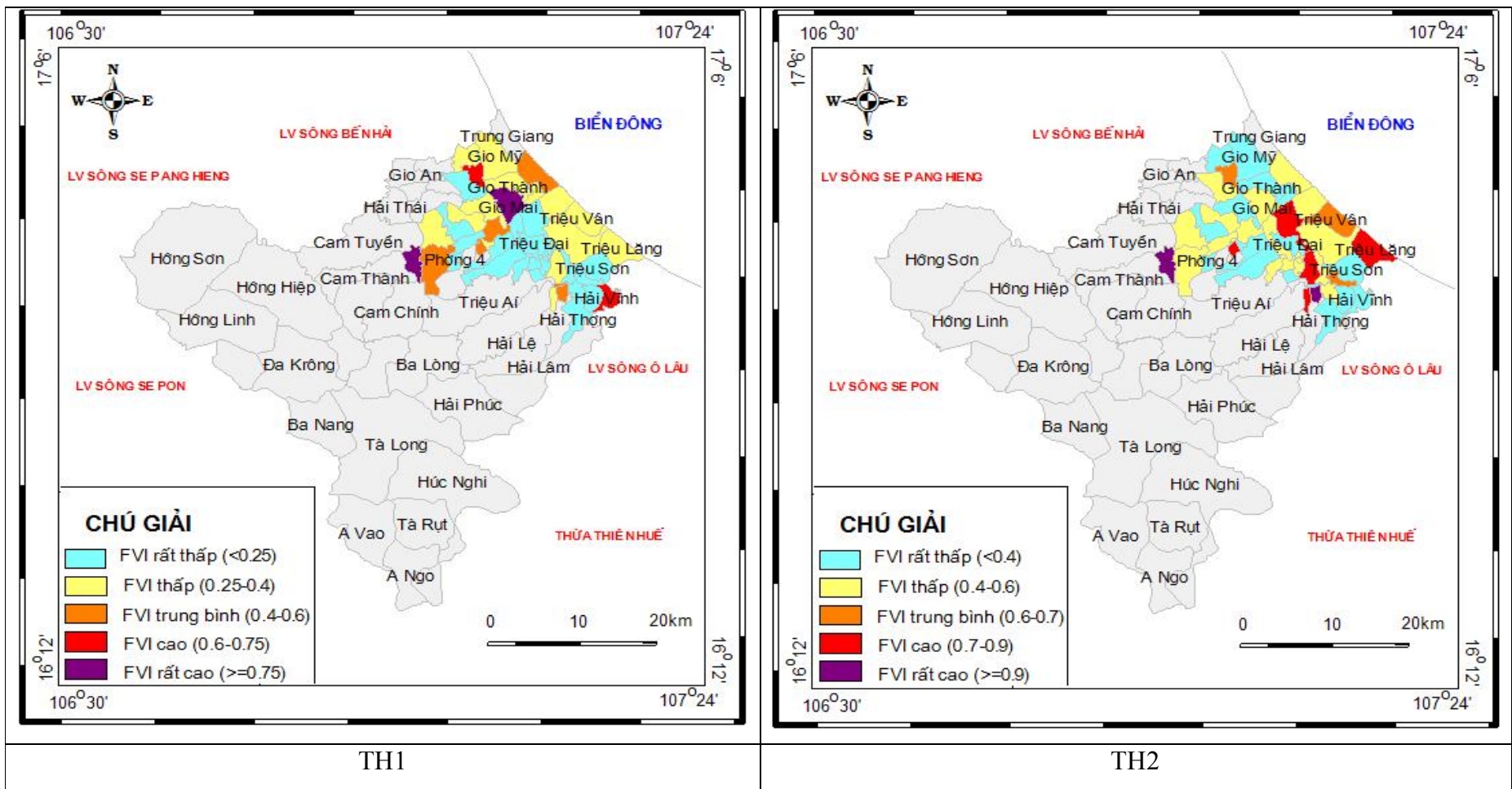
Ở TH1, Xã Triệu Đại (huyện Triệu Phong) có giá trị FVI xã hội thấp nhất so với các xã trong lưu vực. Một số xã khác có FVI rất thấp như Hải Thượng, Hải

Xuân (huyện Hải Lăng), Triệu Giang, Triệu Long (huyện Triệu Phong). Các xã có giá trị FVI cao như thị trấn Cam Lộ (huyện Cam Lộ), xã Gio Mai và thị trấn Do Linh (huyện Gio Linh) (Hình 3.2).

Ở TH2, Xã Hải Vĩnh (huyện Hải Lăng) có giá trị FVI xã hội thấp nhất so với các xã trong lưu vực. Một số xã khác có FVI rất thấp như Hải Thượng, Hải Xuân (huyện Hải Lăng), Gio Mỹ (huyện Gio Linh). Các xã có giá trị FVI cao như thị trấn Cam Lộ (huyện Cam Lộ), phường 1, phường 2 (thị xã Quảng Trị) (Hình 3.2).

Các xã có chỉ số FVI rất thấp nhìn chung đều có mật độ dân số thấp hơn những xã khác; sự chuẩn bị về lương thực, thực phẩm, nhu yếu phẩm cần thiết cho sinh hoạt hàng ngày trước khi có lũ lụt kém hơn những xã khác, hoạt động tập huấn phòng tránh lũ lụt cho người dân của chính quyền và dịch vụ y tế cộng đồng hoạt động trong lũ lụt cũng kém hơn so với các xã khác (Hình 3.2).

Ngược lại, các xã có chỉ số FVI cao có mật độ dân số cao, lại có số hộ dân có nguy cơ ngập lụt cũng nhiều nên có giá trị FVI xã hội cao nhất so với các xã khác trong lưu vực sông Thạch Hãn (Hình 3.2).



Hình 3.2. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần xã hội lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị

b. FVI kinh tế

Tương tự như chỉ số FVI xã hội, chỉ số FVI kinh tế cũng chủ yếu đạt rất thấp và thấp trong cả hai trường hợp. Trường hợp 1 mức độ rất thấp chiếm 47.73%, mức độ thấp chiếm 36.36%; còn trường hợp 2 mức độ rất thấp chiếm 47.73%, mức độ thấp chiếm 29.55%.

Mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần kinh tế được thể hiện trong bảng 3.13 và hình 3.3.

Ở TH1, xã Triệu Độ (huyện Triệu Phong) có giá trị FVI kinh tế thấp nhất so với các xã trong lưu vực. Một số xã khác có FVI rất thấp như Triệu Phước, Triệu Sơn, Triệu Long, Triệu Thuận (huyện Triệu Phong). Các xã có giá trị FVI kinh tế cao như thị trấn Cam Lộ, xã Cam An (huyện Cam Lộ), phường 1 (thị xã Quảng Trị) (Hình 3.3).

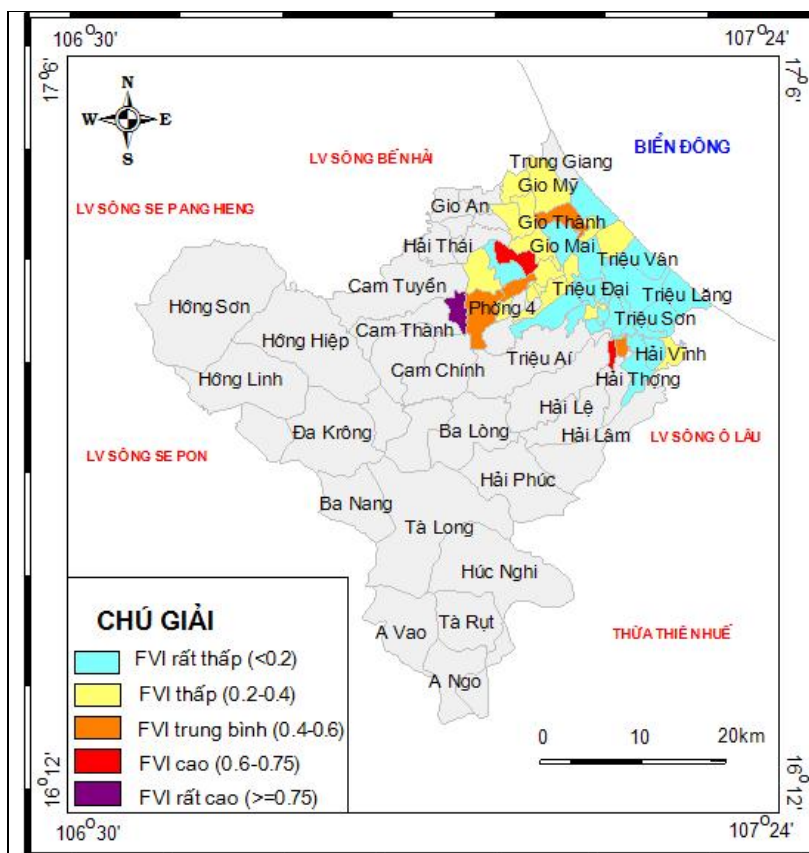
Ở TH2, xã Triệu Thành (huyện Triệu Phong) có giá trị FVI kinh tế thấp nhất so với các xã trong lưu vực. Một số xã khác có FVI rất thấp như Triệu Tài, Triệu Phước (huyện Triệu Phong). Các xã có giá trị FVI kinh tế cao như thị trấn Cam Lộ (huyện Cam Lộ), phường 1, phường 2 (thị xã Quảng Trị) (Hình 3.3).

Các xã có thu chỉ số FVI kinh tế rất thấp do có thu nhập thấp, tỷ lệ đất sử dụng cho công nghiệp, thương mại, dịch vụ; đất nông nghiệp, thủy sản thấp, nên mức độ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt thành phần kinh tế của các xã này cũng thấp hơn các xã khác trong lưu vực. Ngược lại, các xã có thu nhập cao tỷ lệ đất sử dụng cho nông nghiệp, thủy sản lại khá cao; dẫn đến ảnh hưởng của lũ lụt tới hoạt động sản xuất nông nghiệp, thủy sản khá lớn, mà mặt khác, các xã này đều nằm rất gần các con sông có thể gây lũ lụt, nên việc ảnh hưởng của lũ lụt cũng sẽ nhiều hơn, từ đó mức độ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt thành phần kinh tế của các xã này cũng cao hơn các xã khác (Hình 3.3).

**Bảng 3.12. Tổng hợp chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt thành phần kinh tế lưu
vực sông Thạch Hãn**

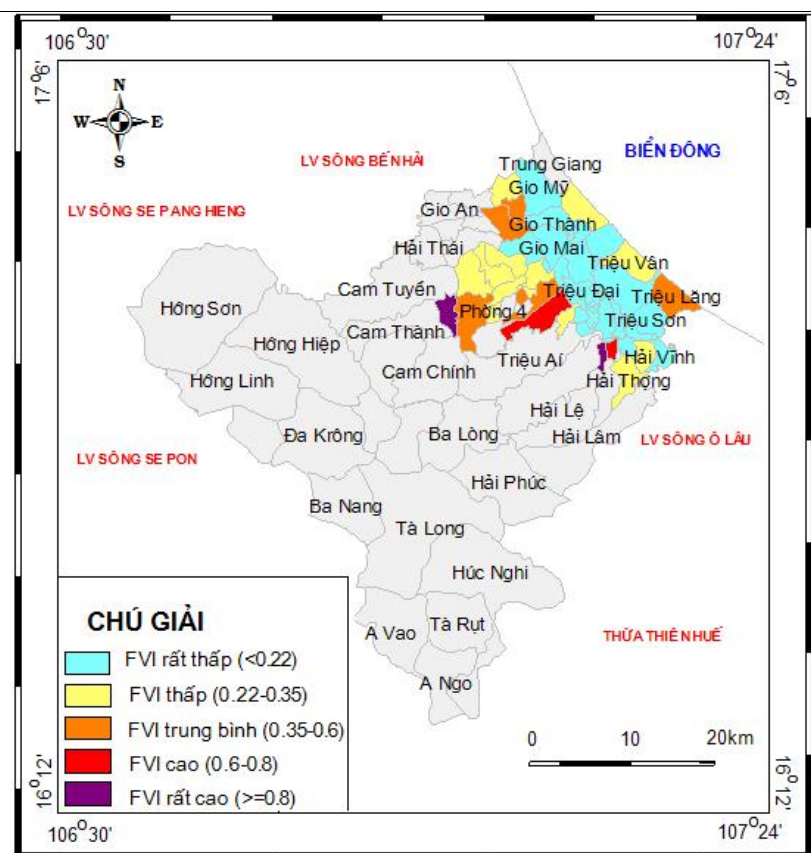
Mức độ dễ bị tổn thương		Tổn thương rất thấp	Tổn thương thấp	Tổn thương trung bình	Tổn thương cao	Tổn thương rất cao
TH1	Số xã	21	16	4	1	2
	Tỷ lệ % theo số xã	47.73	36.36	9.09	4.55	2.27
	Tỷ lệ % theo diện tích	50.8	33.6	10.3	3.2	2.1
TH2	Số xã	21	13	6	2	2
	Tỷ lệ % theo số xã	47.73	29.55	13.64	4.55	4.55
	Tỷ lệ % theo diện tích	46.1	29.5	16.6	5.0	2.8

TH1



TH1

TH2



TH2

Hình 3.3. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần kinh tế lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị

c. FVI môi trường

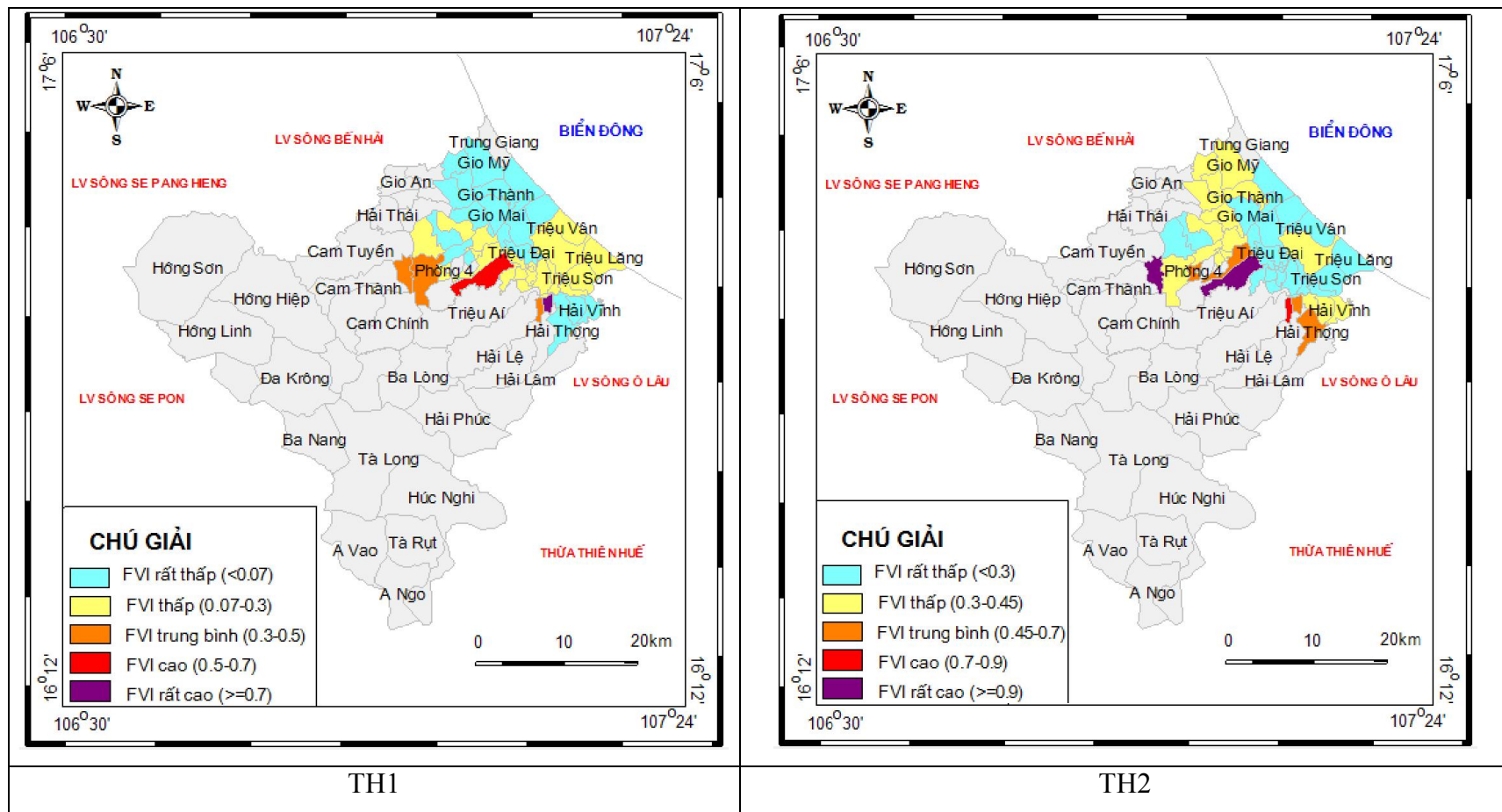
Mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần môi trường được thể hiện trong bảng 3.14 và Hình 3.4.

Ở TH1, xã Triệu Độ (huyện Triệu Phong) có giá trị FVI môi trường thấp nhất so với các xã trong lưu vực. Một số xã khác có FVI rất thấp như Gio Việt (huyện Gio Linh), Triệu Phước (huyện Triệu Phong). Các xã có giá trị FVI môi trường cao như thị trấn Đông Lương (huyện Đông Hà), phường 2 (thị xã Quảng Trị) (Hình 3.4).

Ở TH2, xã Triệu Thành (huyện Triệu Phong) có giá trị FVI môi trường thấp nhất so với các xã trong lưu vực. Một số xã khác có FVI rất thấp như Cam Thanh (huyện Cam Lộ), Gio Việt (huyện Gio Linh). Các xã có giá trị FVI môi trường cao như thị trấn Cam Lộ (huyện Cam Lộ), xã Đông Lương (huyện Đông Hà) phường 1 (thị xã Quảng Trị) (Hình 3.4).

**Bảng 3.13. Tổng hợp chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt thành phần môi trường
lưu vực sông Thạch Hãn**

Mức độ dễ bị tổn thương		Tổn thương rất thấp	Tổn thương thấp	Tổn thương trung bình	Tổn thương cao	Tổn thương rất cao
TH1	Số xã	20	19	3	1	1
	Tỷ lệ % theo số xã	45.45	43.18	6.82	2.27	2.27
	Tỷ lệ % theo diện tích	49.1	38.1	7.8	4.3	0.8
TH2	Số xã	21	16	4	1	2
	Tỷ lệ % theo số xã	47.73	36.36	9.09	2.27	4.55
	Tỷ lệ % theo diện tích	44.2	41.7	7.0	0.8	6.3



Hình 3.4. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần môi trường lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị

d. FVI vật lý

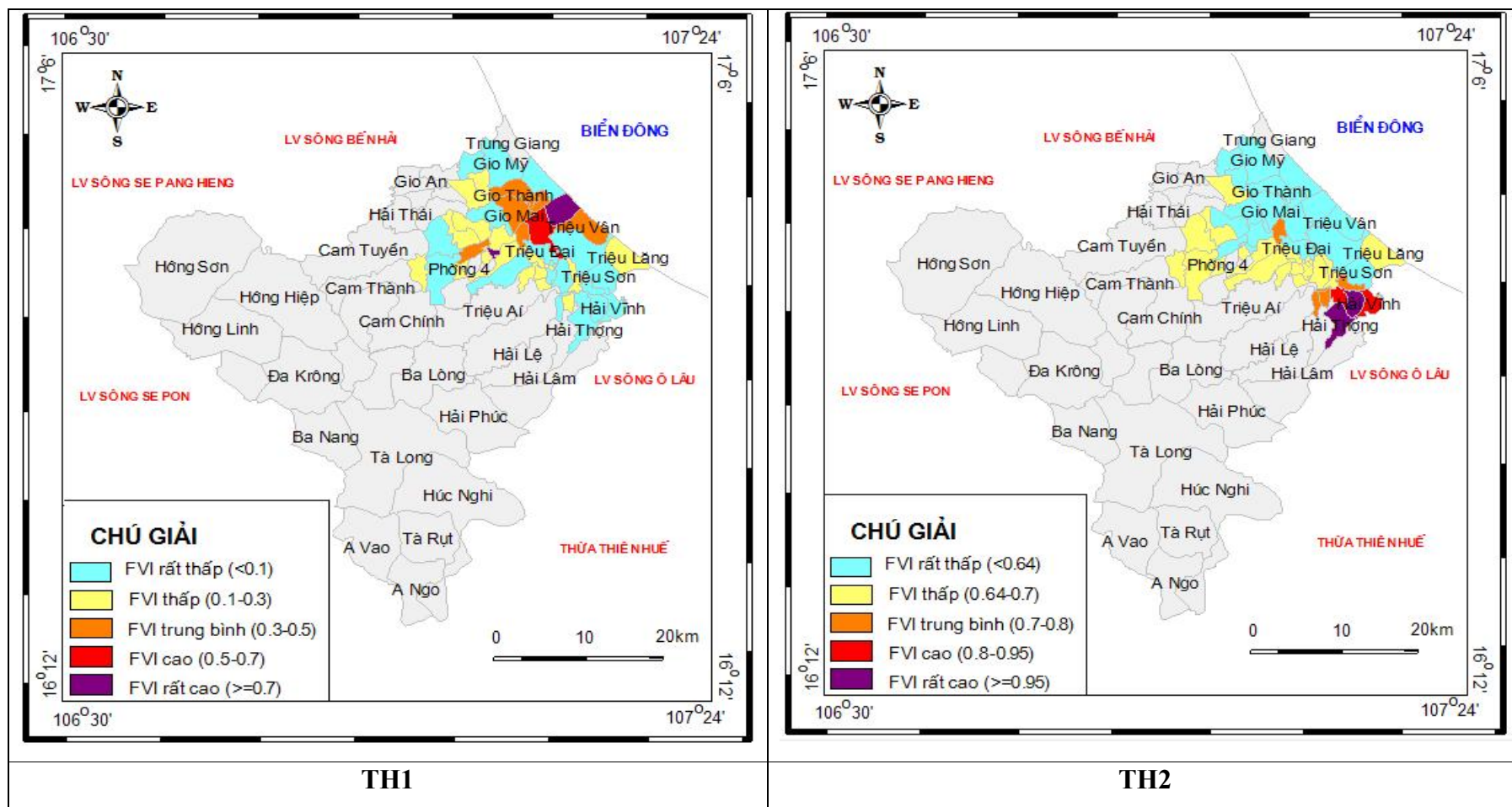
Mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần vật lý được thể hiện trong bảng 3.15 và hình 3.5.

Ở TH1, Xã Hải Quy (huyện Hải Lăng) có giá trị FVI vật lý thấp nhất so với các xã trong lưu vực. Một số xã khác có FVI rất thấp như Gio Mỹ, Gio Phong (huyện Gio Linh), Triệu Đại, Triệu Trạch (huyện Triệu Phong). Các xã có giá trị FVI vật lý cao như thị trấn Phường 2 (huyện Đông Hà), xã Triệu An và Triệu Phước (huyện Triệu Phong) (Hình 3.5).

Ở TH2, Xã Gio Hải (huyện Gio Linh) có giá trị FVI vật lý thấp nhất so với các xã trong lưu vực. Một số xã khác có FVI rất thấp như Gio Mai, Gio Mỹ (huyện Gio Linh). Các xã có giá trị FVI vật lý cao như thị trấn Hải Quy, Hải Thượng, Hải Vĩnh, Hải Xuân (huyện Hải Lăng) (Hình 3.5).

Bảng 3.14. Tổng hợp chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt thành phần vật lý lưu vực sông Thạch Hãn

Mức độ dễ bị tổn thương		Tổn thương rất thấp	Tổn thương thấp	Tổn thương trung bình	Tổn thương cao	Tổn thương rất cao
TH1	Số xã	19	16	6	1	2
	Tỷ lệ % theo số xã	43.18	36.36	13.64	2.27	4.55
	Tỷ lệ % theo diện tích	52.1	26.9	13.8	3.7	3.5
TH2	Số xã	18	17	5	2	2
	Tỷ lệ % theo số xã	40.91	38.64	11.36	4.55	4.55
	Tỷ lệ % theo diện tích	52.2	36.2	3.8	2.9	4.9



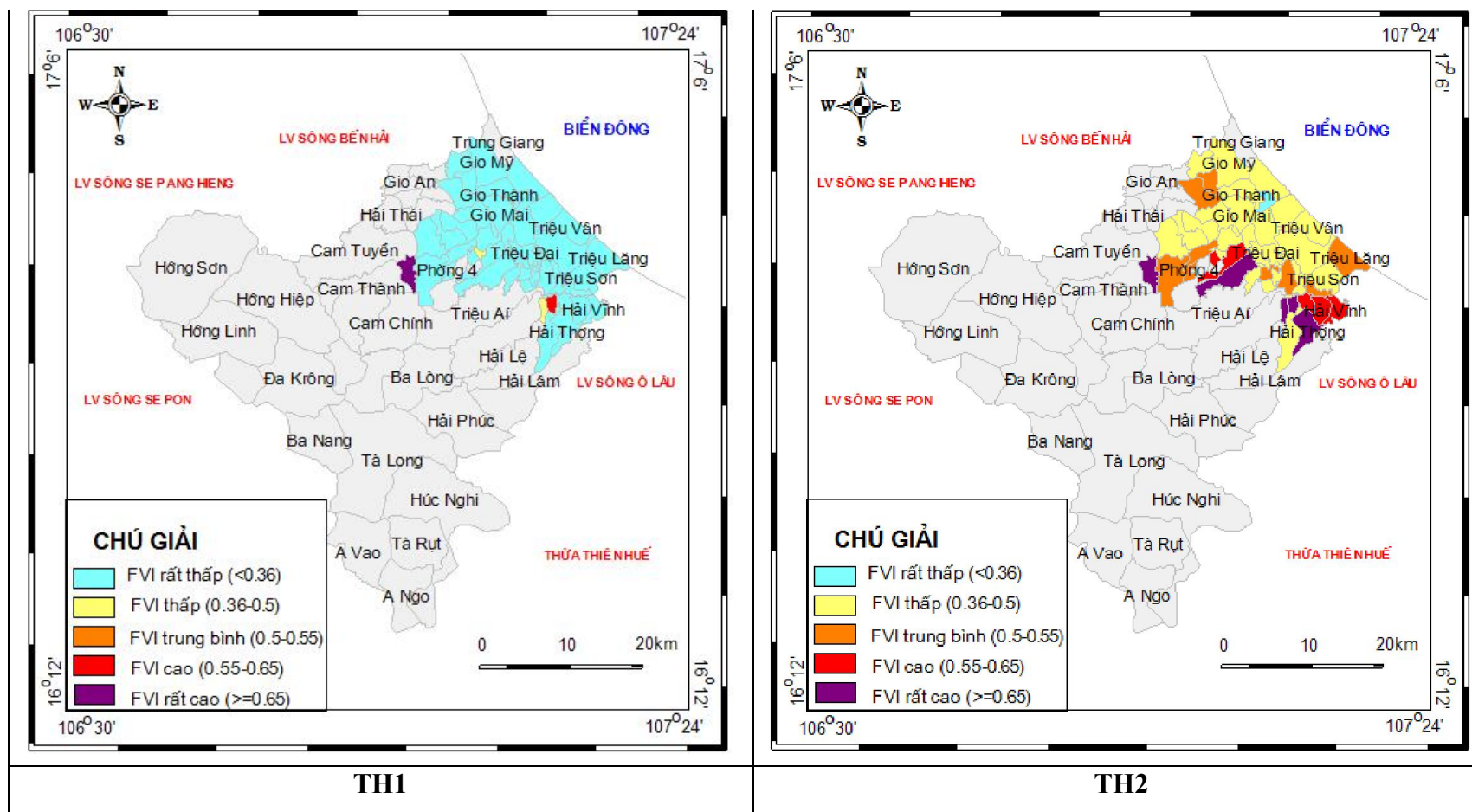
Hình 3.5. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ thành phần vật lý lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị

3.3.2. Đánh giá tính dễ bị tổn thương

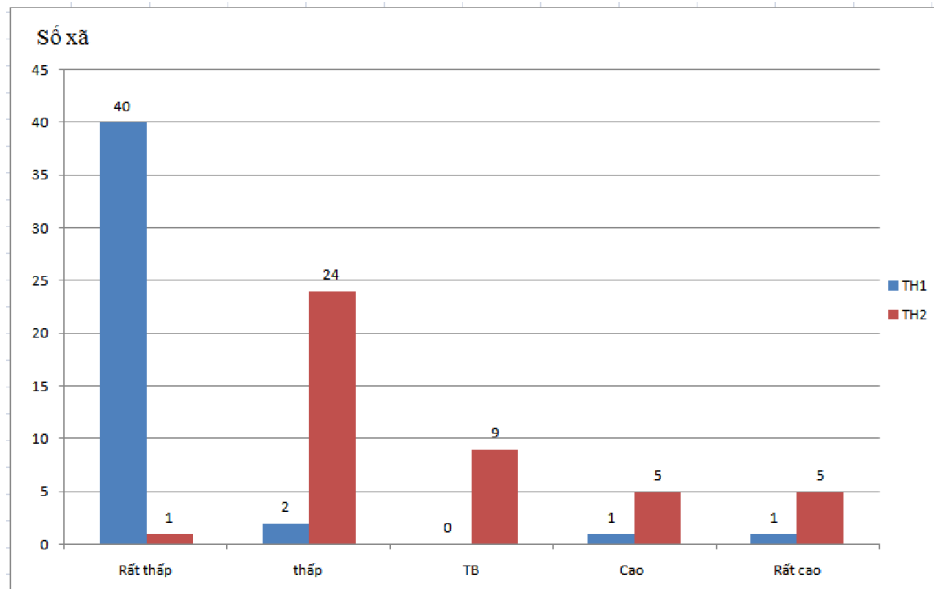
Tổng hợp giá trị và mức độ dễ bị tổn thương trên toàn lưu vực nghiên cứu được minh họa trong bảng 3.10, hình 3.6– 3.8.

Bảng 3.15. Tổng hợp chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt lưu vực sông Thạch Hãn

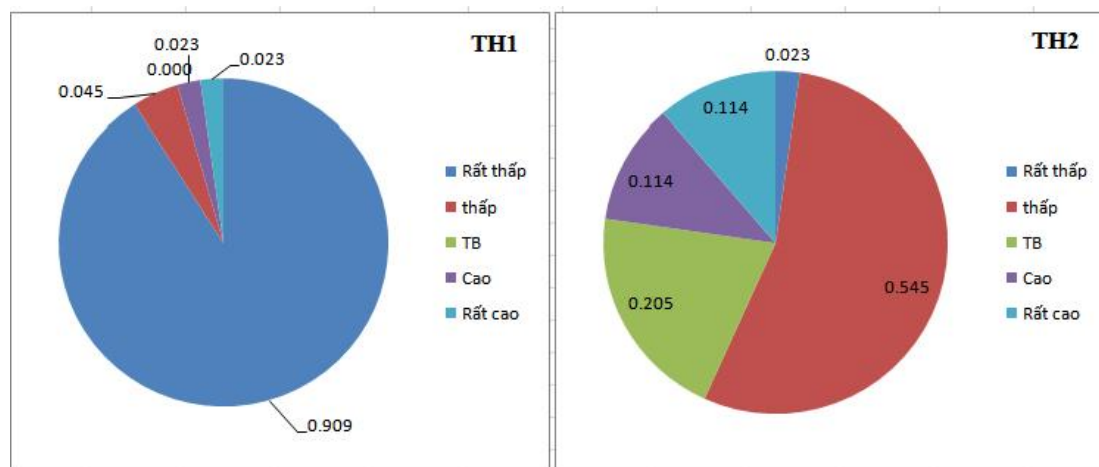
Mức độ dễ bị tổn thương		Tổn thương rất thấp	Tổn thương thấp	Tổn thương trung bình	Tổn thương cao	Tổn thương rất cao
TH1	Số xã	40	2	0	1	1
	Tỷ lệ % theo số xã	90.91	4.55	0.00	2.27	2.27
	Tỷ lệ % theo diện tích	96.1	1.0	0.0	0.8	2.1
TH2	Số xã	1	24	9	5	5
	Tỷ lệ % theo số xã	2.27	54.55	20.46	11.36	11.36
	Tỷ lệ % theo diện tích	1.1	60.5	19.9	7.7	10.8



Hình 3.6. Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương do lũ lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị



Hình 3.7. Biểu đồ phân bố mức độ dễ bị tổn thương theo số lượng xã



Hình 3.8. Biểu đồ phân bố mức độ dễ bị tổn thương theo tỷ lệ % xã

Nhận xét: Từ 2 bản đồ chỉ số tổn thương lưu vực sông Thạch Hãn (hình 3.6) và 2 biểu đồ hình 3.7-3.8 cho thấy:

Khu vực vùng đồng bằng và các khu đô thị có chỉ số tổn thương cao hơn khu vực vùng núi. Đặc biệt, chỉ số tổn thương cao tại phường 1,2 thuộc TX. Quảng Trị, thị trấn Cam Lộ (thuộc huyện Cam Lộ). Cho thấy, nơi có mật độ dân số đông, kinh tế phát triển hơn lại nằm trong khu vực xảy ra ngập lụt nên có chỉ số tổn thương cao và vùng núi thì ngược lại.

Từ biểu đồ phân bố mức độ dễ bị tổn thương cho ta thấy: Chỉ số tổn thương lưu vực sông nghiên cứu, tính theo 2 trường hợp chủ yếu nhận giá trị tổn thương do lũ rất thấp và thấp.

Với TH1, tỷ lệ FVI rất thấp chiếm đến 90.9%, FVI thấp, cao và rất cao chiếm tỷ lệ rất ít. Cả khu vực chỉ có phường 2 (Đông Hà) và phường 1 (TX. Quảng Trị) có FVI thấp, phường 2 (TX. Quảng Trị) đạt FVI cao và thị trấn Cam Lộ (huyện Cam Lộ) đạt FVI rất cao, còn FVI trung bình là không có.

Với TH2, tỷ lệ FVI thấp lại chiếm tỷ lệ cao nhất (chiếm 54.55%) chủ yếu các xã thuộc huyện Gio Linh và Triệu Phong. Tỷ lệ FVI rất thấp chỉ có 1 xã là xã Gio Việt (huyện Gio Linh), FVI trung bình có 9 xã (chiếm 20.45 %), FVI cao và rất cao có 5 xã (chiếm 11.36 %) chủ yếu ở các thị trấn, xã phường thuộc huyện Đông Hà và TX. Quảng Trị.

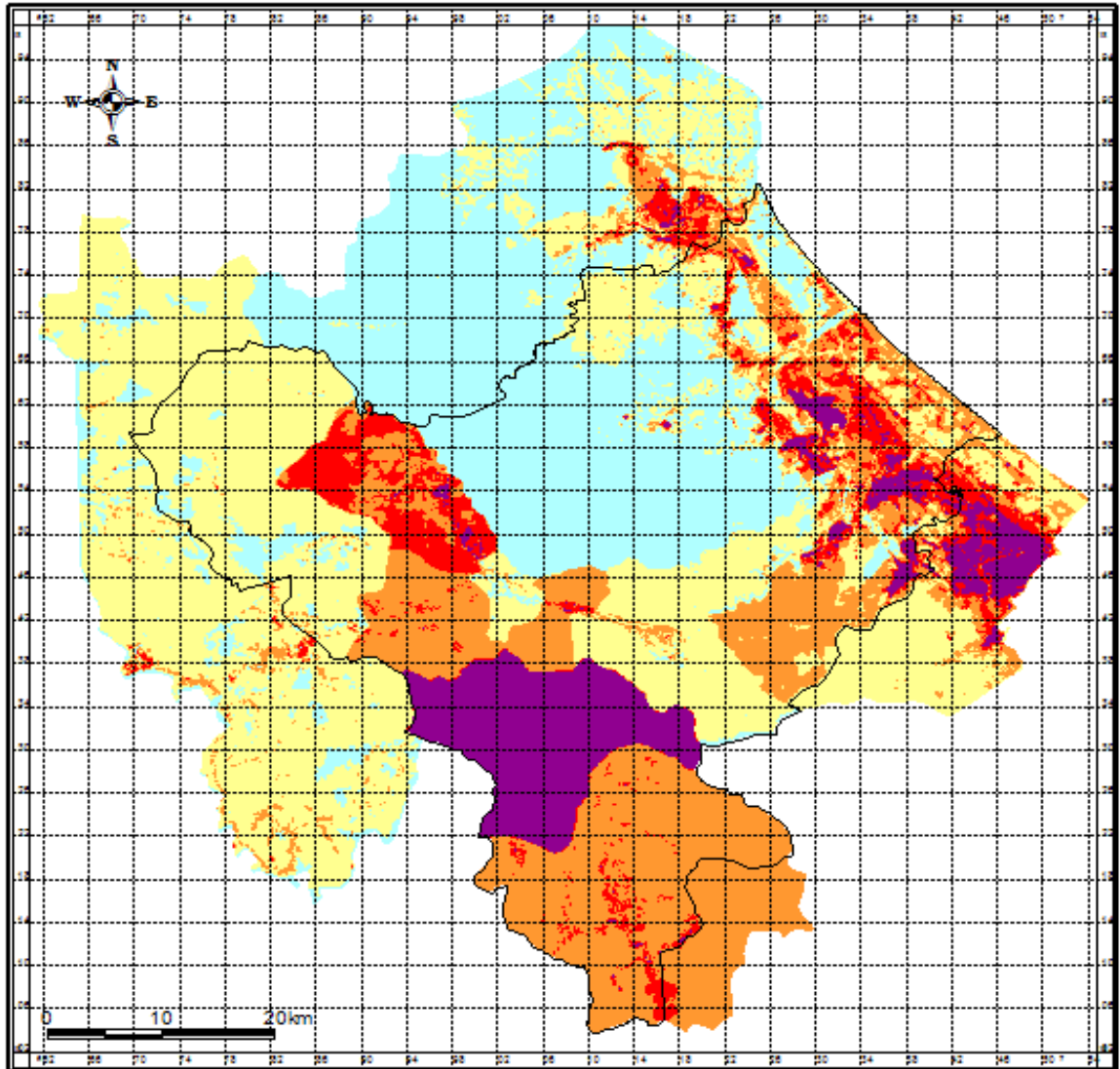
Tính toán tính tổn thương theo công thức chuẩn hóa của Balica cho giá trị tổn thương cao hơn khi sử dụng công thức của UNDP. Có thể vì công thức UNDP có xét đến tính thuận nghịch của chỉ số và khi đó giá trị chuẩn hóa phù hợp với kết quả chỉ số tổn thương hơn. Ngược lại, áp dụng theo công thức chuẩn hóa của Balica đồng bộ cho các chỉ số sẽ làm cho các chỉ số nhận giá trị sau khi chuẩn hóa cao hơn gây tổn thương lớn hơn.

3.4. So sánh kết quả tính toán với kết quả BDKH-19

Trong đề tài BDKH – 19, đã tính toán mức độ tổn thương cho lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn. Bản đồ được thể hiện ở hình 3.9. Tác giả dựa vào kết quả của đề tài để so sánh kết quả 2 TH tính toán trong luận văn. Từ đó, lựa chọn ra công thức xác định tính dễ bị tổn thương cho vùng mưa có ngập lụt với lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị. tác giả nhận thấy;

Khi so sánh kết quả tính toán của 2 TH với kết quả trong đề tài BDKH – 19, bằng trực quan tác giả nhận thấy TH2 cho kết quả khá tương đồng với BDKH-19 hơn so với kết quả tính toán của TH1. Trong đó, chỉ số tổn thương của huyện Gio Linh đa số là rất thấp, ngoại trừ một số xã bị tổn thương cao như thị trấn Gio Linh (thuộc huyện Gio Linh) và thị xã Quảng Trị. Bên cạnh đó, một số xã có kết quả

chưa thực sự giống như các xã thuộc huyện Triệu Phong so với đề tài. Lý do có thể là cách chọn bộ chỉ số và cách phân tích số liệu trong quá trình tính toán của tác giả khác với đề tài.



*Hình 3.9. Bản đồ mức độ tổn thương do lũ lưu vực sông Thạch Hãn – Quảng Trị
trong đề tài BDKH – 19 [13]*

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Luận văn đã làm 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 Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị” và rút ra một số kết luận sau:

Đã tổng quan được một số phương pháp tính toán tổn thương và lựa chọn công thức Balica để thử nghiệm bởi lẽ công thức Balica là áp dụng cho các vùng mưa lũ và ở lưu vực sông Thạch Hãn (Việt Nam) chưa tác giả nào áp dụng.

Đã thiết lập được bộ tiêu chí đặc trưng cho lưu vực dựa trên đặc điểm địa lý tự nhiên, kinh tế, xã hội, của lưu vực sông Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị.

Áp dụng công thức Balica thử nghiệm với 2 TH chuẩn hóa nhằm so sánh để rút ra phương án tối ưu với lưu vực sông Thạch Hãn cho kết quả như sau:

Chỉ số tổn thương lưu vực sông nghiên cứu, tính theo 2 trường hợp chủ yếu nhận giá trị tổn thương do lũ rất thấp và thấp.

Với TH1, phường 2 (TX.Quảng Trị) đạt FVI cao và thị trấn Cam Lộ (huyện Cam Lộ) đạt FVI rất cao, TH2 có FVI trung bình có 9 xã (chiếm 20.45 %), FVI cao và rất cao có 5 xã (chiếm 11.36 %) chủ yếu ở các thị trấn, xã phường thuộc huyện Đông Hà và TX. Quảng Trị.

So sánh cách tính tổn thương của 2TH với kết quả của đề tài BDKH – 19 thì thấy chuẩn hóa của Balica (TH2) khá phù hợp với KQ đề tài BDKH -19, ngoại trừ một số xã có kết quả chưa thực sự giống như các xã thuộc huyện Triệu Phong.

Trong trường hợp sử dụng công thức chuẩn hóa của Balica cho giá trị tổn thương cao hơn so với UNDP (vì công thức UNDP 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).

KIẾN NGHỊ

Qua kết quả nghiên cứu, thấy rằng, để giảm bớt sự tổn thương do lũ lụt của khu vực tỉnh Quảng Trị với phương châm như sau:

- Trước hết vẫn là công tác tuyên truyền, nâng cao nhận thức cộng đồng chủ động phòng chống thiên tai ở cấp cơ sở;
- Công tác dự báo, cảnh báo các loại hình thiên tai phục vụ việc chỉ huy, chỉ đạo phòng, chống, ứng cứu ở cấp cơ sở;
- Cần có sự chỉ huy, điều hành thống nhất từ cấp tỉnh đến cơ sở, nhất là công tác sơ tán dân, cấm tàu thuyền và việc huy động lực lượng, phương tiện, trang thiết bị ứng cứu đúng thời điểm;
- Nâng cao tính chủ động của chính quyền và người dân cấp cơ sở trong việc triển khai phòng, chống, ứng phó với thiên tai;
- Phải thực hiện nghiêm túc việc lồng ghép công tác phòng, chống thiên tai vào quy hoạch, kế hoạch phát triển kinh tế xã hội

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng việt

1. Niên giám thống kê tỉnh Quảng Trị 2016
2. Cấn Thu Vãn, Nguyễn Thanh Sơn và cs (2014) ” Xây dựng chỉ số dễ bị tổn thương lũ lụt sử dụng phương pháp phân tích hệ thống phân cấp(AHP)- thử nghiệm cho rìa đơn vị cấp xã tỉnh Quảng Nam thuộc hạ lưu sông Thu Bồn”, Tạp chí KTTV, số 643, tr 10-18, Tháng 7/2014.
3. Đặng Đình Khá, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Tiên Giang, Cấn Thu Vãn (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” Tạp chí khoa học, ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, tập 29, số 2S, Tr 87-100.
4. Cấn Chu Vãn, (2014) nghiên cứu “Đánh giá ảnh hưởng của sử dụng đất đến kết quả tính toán chỉ số dễ bị tổn thương do lũ – áp dụng tính cho huyện địa bàn tỉnh Quảng Nam thuộc hạ lưu vực sông Thu Bồn.
5. <http://www3.quangtri.gov.vn/>
6. Nguyen Mai Dang (2010), "Intergrated flood risk assessment for the Day river flood diversion area in the Red river, Vietnam". PhD dissertation of engineering in water engineering and management. AIT 2010
7. Nguyễn Thanh Sơn, Cấn Thu Vãn (2012), “Các phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương – Lý luận và thực tiễn. Phần 1. Khả năng ứng dụng trong đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt ở Miền Trung Việt Nam”, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 28 Số 3S, 115 – 122.
8. Ngô Chí Tuấn (2009), Tính toán cân bằng nước hệ thống lưu vực sông Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị.
9. Cục thống kê QuảngTrị (2015), “Niên giám thống kê tỉnh Quảng Trị năm 2016”, *Nhà xuất bản thống kê*.
10. Ngô Thị Vân Anh, Nguyễn Thanh Tường, Lê Hà Phương (2013), "Đánh giá tính dễ bị tổn thương đối với biến đổi khí hậu của thành phố Cần Thơ", *Kỷ yếu hội thảo khoa học*, Viện khí tượng thủy văn và môi trường 6/2013, tr.184-194.

11. <http://www.unesco-ihe-fvi.org>
12. Nguyễn Thanh Sơn (2006), “Quy hoạch tổng hợp tài nguyên nước tỉnh Quảng Trị đến 2010”, Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, T.XXII, số 2B PT – 2006, tr. 139-148, Hà Nội
13. Ngô Chí Tuấn, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Thanh Sơn, (2009), Cân bằng nước hệ thống lưu vực sông Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị bằng mô hình MIKE BASIN. Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, T.25 số 3S – 2009, tr 535 -541. Hà Nội.
14. Nguyễn Thanh Sơn (chủ trì), “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: BDKH – 19.
15. 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, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc gia Hà Nội.

Tiếng anh

16. Dapeng Huang, Renhe Zhang, ZhiguoHuo, Fei Mao, Youhao E, Wei Zheng (2012), “An assessment of multidimensional flood vulnerabilityat the provincial scale in China based on the DEA method”, Nat Hazards
17. Yalcin, Z. Akyurek (2002), “Analyzing flood vulnerable areas with multicriteria evaluation”, Unpublished MS Thesis in GGIT METU, Ankara Yalcin, Z. Akyurek (2002), “Analyzing flood vulnerable areas with multicriteria evaluation”, Unpublished MS Thesis in GGIT METU, Ankara
18. SaniYahaya, Noordin Ahmad, RanyaFadlallaAbdalla (2010), “Multicriteria analysis for flood vulnerable areas in Hadejia-Jama’are river basin, Nigeria”, European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.42 No.1, pp.71-83
19. Dr. Popovici Elena-Ana,. (2013), “Vulnerability assessment of rural communities to floods in the western part of Romania (Banat plain)”,

20. Connor R.F., & Hiroki K. (2005), "Development of a method for assessing flood vulnerability"
21. Fekete A. (2009), "Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany", *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, p.393–403
22. BalicaStefaniaFlorina (2012), "Applying the Flood Vulnerability Index as a Knowledge base for flood risk assessment"
23. Viet Trinh, LarsRibbe, Jackson Roehrig&Phong Nguyen (2010),. "Flood risk assessment for the Thach Han River Basin, Quang Tri Province
24. Janet Edwards (2007), *Handbook for Vulnerability Mapping*, EU Asia ProEco project
25. Fekete A. (2009), "Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany", *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, p.393–403.
26. Fekete A. (2009), "Assessment of Social Vulnerability for River-Floods in Germany", *Inaugural-Dissertation zurErlangung des Grades DoktorIngenieur (Dr.-Ing.) der HohenLandwirtschaftlichenFakultät der RheinischenFriedrichsWilhelm-Universitätzu Bonn*. 2009
27. IPCC (1996). "Second Assessment Report".
28. IPCC (2001a), "Climate change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability", *Summary for Policymakers*, WMO
29. Joanne Linnerooth-Bayer (2010), "Risk and Vulnerability Program". *Research Plan 2006-2010*
30. Janet Edwards (2007), *Handbook for Vulnerability Mapping*, EU Asia ProEco project

Phụ lục 01

PHIẾU THU THẬP THÔNG TIN TÌNH HÌNH ĐỐI PHÓ VỚI LŨ LỤT CỦA NGƯỜI DÂN

Tỉnh.....Huyện....., Xã.....
Ông (bà):thôn/xóm.....CMND.....

1. Ông/bà đã sống ở đây bao nhiêu năm Ở đây đã xảy ra những trận lũ lớn năm nào?

2. Thu nhập chính của gia đình ông/bà từ nghề gì?

☐ Cán bộ CNV

☐ Dịch vụ

☐ Chăn nuôi

☐ Trồng trọt & NTTS

☐ Khác.....

3. Kinh tế của gia đình ông (bà) hiện tại thuộc diện nào?

☐ Khá

☐ Có tiết kiệm chút ít

☐ Vừa đủ

☐ Nghèo

☐ Đói

4. Nhà ở của ông/bà là loại nhà nào? (Người hỏi tự quan sát và điền thông tin)

☐ Cao tầng

☐ Cấp 3

☐ Cấp 4

☐ Nhà tạm

☐ Nhà lá (nát)

5. Khi biết sắp có lũ lụt, gia đình ông/bà cảm thấy thế nào?

☐ Không lo lắng gì

☐ Hơi lo lắng

☐ Lo lắng

☐ Rất lo lắng

☐ Hoảng loạn

6. Ông/bà có lường trước được những nguy cơ gây thiệt hại mà lũ lụt có thể gây ra cho gia đình mình không?

☐ Có, chúng tôi lường trước rất tốt (>80%)

☐ Lường trước được tương đối (60-80%)

☐ Lường trước được cái cơ bản (40 – 60%)

☐ Lường trước nhưng không đáng kể (20 – 40%)

☐ Không lường trước được

7. Trong 5 năm gần đây, lũ lụt đã gây ra những thiệt hại nào cho gia đình, theo mức độ ưu tiên (**Đánh số theo mức độ ưu tiên: số 1 cho đối tượng bị thiệt hại lớn nhất, số 2 cho nhóm đối tượng bị thiệt hại thứ 2..., số 0 cho nhóm đối tượng không bị thiệt hại.**)

☐ Nhà cửa, đồ dùng

☐ Thu nhập, sản xuất

☐ Sức khỏe

☐ Môi trường ô nhiễm

☐ Không thiệt hại

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?

- ☐ Luôn đầy đủ
- ☐ Chuẩn bị được khoảng 80%
- ☐ Có chuẩn bị tương đối (60-80%)
- ☐ Có chuẩn bị nhưng sơ sài (20-40%)
- ☐ Không chuẩn bị gì

9. Các phương tiện mà ông bà sẵn có hoặc chuẩn bị trước lũ có khả năng bảo vệ được những đối tượng nào? (chọn nhiều hơn 1)

- ☐ Con người
- ☐ Tài sản giá trị cao (tivi, xe máy, tủ lạnh, ...)
- ☐ Tài sản còn lại (thóc, lúa, quần áo...)
- ☐ Gia súc, gia cầm, ao cá
- ☐ Không bảo vệ được gì

10. Những trận lũ đã xảy ra thì yếu tố nào gây thiệt hại nhất cho gia đình? (chỉ chọn yếu tố gây ra thiệt hại chính)

- ☐ Độ sâu ngập
- ☐ Thời gian ngập
- ☐ Tốc độ dòng nước lũ
- ☐ Cả 3 yếu tố như nhau
- ☐ Không

11. Ông/bà biết những biện pháp phòng tránh lũ nào sau đây? (Có thể chọn nhiều hơn 1 lựa chọn)

- ☐ Di dời lên vùng không bị ngập;
- ☐ Gia cố nhà, công trình;
- ☐ Theo sự hướng dẫn của chính quyền;
- ☐ Chuẩn bị sẵn các phương tiện chống lũ;
- ☐ Khác.....
- ☐ Không biết biện pháp nào cả

12. Lũ lụt đã làm ảnh hưởng đến sức khỏe các thành viên trong gia đình ông bà như thế nào? (trong 5 năm gần đây)

- Cóngười mất do lũ lụt
- Có.....người bị thương do lũ lụt

13. Sau khi lũ đi qua, thường thì gia đình ông bà mất bao lâu để **sinh hoạt** trở lại bình thường?

- ☐ Ngay khi lũ kết thúc ☐ 1-7 ngày ☐ 1-4 tuần
☐ 1 -2 tháng ☐ trên 2 tháng

14. Sau khi lũ đi qua, thường thì gia đình ông bà mất bao lâu để **sản xuất** trở lại bình thường?

- ☐ Ngay khi lũ kết thúc ☐ 1-7 ngày ☐ 1-4 tuần
☐ 1 -2 tháng ☐ trên 2 tháng

15. Chính quyền có tổ chức tập huấn, tuyên truyền cho người dân về công tác phòng và tránh lũ không?

- ☐ Hàng năm và rất chi tiết ☐ 3-4 năm 1 lần và rất chi tiết
☐ Sơ sài ☐ Chỉ một số gia đình được tập huấn
☐ Chưa bao giờ tập huấn cho người dân

16. Trước mỗi trận lũ gia đình ông/bà có nhận được các bản tin dự báo và cảnh báo lũ như thế nào?

- ☐ Luôn kịp thời và độ chính xác cao;
☐ Kịp thời và độ chính xác tương đối;
☐ Kịp thời và độ chính xác không cao
☐ Thời gian dự báo rất ngắn;
☐ Không nhận được bản tin (hoặc luôn luôn sai)

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?

- ☐ Rất tốt ☐ Hoạt động bình thường ☐ Tương đối
☐ Không đảm bảo ☐ Không có/hoạt động

18. Hệ thống thông tin liên lạc khi xảy ra lũ lớn ở địa phương hoạt động như thế nào?

- ☐ Rất tốt ☐ Hoạt động bình thường ☐ Tương đối
☐ Chập chờn ☐ Tê liệt hoàn toàn

19. Hệ thống giao thông trong mùa lũ ở địa phương theo ông/bà hoạt động như thế nào?

- ☐ *Rất tốt* ☐ *Hoạt động bình thường* ☐ *Tương đối*
☐ *Di chuyển khó khăn* ☐ *Tê liệt hoàn toàn*

20. Hiện trạng các công trình công cộng như: trường học, bệnh viện, công viên, trung tâm hành chính...thế nào?

- ☐ *Rất tốt (mới tu sửa)*
☐ *Tốt (chưa bị xuống cấp)*
☐ *Tương đối (một vài hạng mục không còn nguyên vẹn)*
☐ *Xấu (Đã lâu chưa tu sửa, đã bị xuống cấp)*
☐ *Rất xấu (Xuống cấp nặng nề)*

21. Sau khi có hồ chứa/thủy điện thì thiệt hại sau mỗi trận lũ đối với gia đình ông bà như thế nào?

- ☐ *Không còn thiệt hại* ☐ *Thiệt hại giảm đáng kể* ☐ *Không thay đổi*
☐ *Thiệt hại tăng* ☐ *Thiệt hại ngày càng trầm trọng*

22. Khi có lũ dịch vụ y tế công cộng tại địa phương đã hỗ trợ người dân như thế nào?

- ☐ *Rất tốt* ☐ *Tốt* ☐ *Bình thường*
☐ *Không đáng kể* ☐ *Không hỗ trợ gì*

23. Những người xung quanh, người thân đã giúp đỡ gia đình ông bà **trong lũ** như thế nào? (có thể chọn nhiều hơn 1)

- ☐ *Di dời lên vùng cao;* ☐ *Gia cố nhà, công trình;*
☐ *Cung cấp phương tiện, dụng cụ* ☐ *Lương thực, thực phẩm;*
☐ *Hỗ trợ tiền* ☐ *Sách vở quần áo*
☐ *Khác* ☐ *Không hỗ trợ gì cả*

24. Trong lũ chính quyền địa phương đã giúp đỡ, hỗ trợ gia đình ông/bà vấn đề gì? (có thể chọn nhiều hơn 1)

- ☐ *Di dời lên vùng cao;*
☐ *Gia cố nhà, công trình;*
☐ *Cung cấp phương tiện, dụng cụ*

- ☐ *Lương thực, thực phẩm;*
- ☐ *Không hỗ trợ gì cả*
- ☐ *Khác.....*

25. Chính quyền địa phương có những biện pháp khắc phục **sau lũ** nào sau đây? (có thể chọn nhiều hơn 1 biện pháp)

- ☐ *Cứu trợ lương thực;*
- ☐ *Khắc phục giao thông liên lạc;*
- ☐ *Hỗ trợ dụng cụ sản xuất bị thiệt hại;*
- ☐ *Hỗ trợ tiền*
- ☐ *Hỗ trợ vật liệu xây để dựng lại nhà cửa*
- ☐ *Hỗ trợ khắc phục vệ sinh môi trường*
- ☐ *Các hỗ trợ khác.....*
- ☐ *Không hỗ trợ*

26. Hiện trạng rừng ở địa phương theo ông bà như thế nào?

- ☐ *Rất tốt* ☐ *Tốt (bị khai thác ít)*
- ☐ *Tương đối (đã bị khai thác)* ☐ *Xấu (đã bị khai thác nhiều)*
- ☐ *Rất xấu (bị khai thác gần hết)*

27. Khi lũ xảy ra, vệ sinh môi trường ở địa phương như thế nào

- ☐ *Không bị ảnh hưởng gì* ☐ *Có bị bẩn nhưng không đáng kể*
- ☐ *Bùn, rác bẩn tương đối nhiều* ☐ *Bùn, rác bẩn và chất thải nhiều*
- ☐ *Bùn, rác bẩn và chất thải gây mất vệ sinh nghiêm trọng*

28. Khi lũ xảy ra, hiện tượng dịch bệnh ở địa phương diễn ra như thế nào/

- ☐ *Không xảy ra* ☐ *Có dịch bệnh nhưng không đáng kể*
- ☐ *Dịch bệnh tương đối nhiều* ☐ *Dịch bệnh nhiều*
- ☐ *Dịch bệnh diễn ra nghiêm trọng và rất phức tạp*

29. Sau khi lũ đi qua, môi trường tại nơi ông bà sinh sống mất bao lâu để trở lại bình thường?

- ☐ *Ngay khi lũ kết thúc* ☐ *1-7 ngày*
- ☐ *1-4 tuần* ☐ *1 -2 tháng*
- ☐ *trên 2 tháng*

30. Chất lượng nguồn nước sinh hoạt tại địa phương sau khi lũ xảy ra như thế nào?

☐ Vẫn dùng tốt

☐ Bị ảnh hưởng ít

☐ Nhiễm bẩn tương đối

☐ nhiễm bẩn nhiều

☐ Không dùng được

31. Theo ông/bà thì vai trò của người dân và chính quyền trong công tác giảm thiểu tổn thương do lũ lụt thì ai đóng vai trò quan trọng nhất?

☐ Người dân

☐ Chính quyền

32. Theo ông/bà để giảm thiểu tổn thương do lũ thì điều nào sau đây nên được ưu tiên thực hiện trước?

☐ Nâng cao nhận thức, kinh nghiệm đối phó với lũ

☐ Phát triển kinh tế gia đình

33. Theo ông/bà thì sự hỗ trợ của chính quyền ở giai đoạn nào là quan trọng nhất trong việc giảm nhẹ tổn thương do lũ lụt?

☐ Trước khi xảy ra lũ

(VD: Dự báo, xây dựng các công trình phòng tránh lũ, nâng cấp đường,)

☐ Trong khi xảy ra lũ

(VD: cứu trợ lương thực, thuốc men, đưa dân ra khỏi vùng lũ,...)

☐ Sau khi xảy ra lũ

(VD: Hỗ trợ giống sản xuất, dựng lại nhà cửa, giảm thuế,...)

34. Theo ông/bà để khắc phục những tổn thương(thiệt hại) do ngập lụt gây ra trên địa bàn thì cần ưu tiên làm gì? (**Lựa chọn nhóm đối tượng ưu tiên nhất**)

☐ Nâng cao năng lực chống lũ của người dân;

☐ Xây dựng nhiều công trình phòng chống lũ (hồ chứa, đê kè, trạm bơm...);

☐ Di chuyển dân ra ngoài vùng ngập lụt, quy hoạch đất sử dụng....;

☐ Thay đổi phương thức sản xuất (giống cây trồng, vật nuôi...) để đối phó với lũ

lụt

☐ Khác

PHỤ LỤC 02**KẾT QUẢ TÍNH TOÁN CHỈ SỐ DỄ BỊ TỔN THƯƠNG DO LŨ LỤT LƯU
VỰC SÔNG THẠCH HẸN – QUẢNG TRỊ TRONG TRƯỜNG HỢP 1**

Huyện	Xã	FVI xã hội	FVI kinh tế	FVI môi trường	FVI vật lý	FVI
Trọng số		0.2503	0.2458	0.2984	0.2054	
Cam Lộ	Cam An	0.3298	0.6025	0.11935	0.18	0.3033
	Cam Hiếu	0.4491	0.4145	0.35498	0.0724	0.3351
	Cam Thanh	0.1799	0	0.04994	0.2453	0.1103
	Cam Thủy	0.3227	0.3233	0.08235	0.0819	0.2016
	TT. Cam Lộ	1	1	0.39396	0.2266	0.6603
Gio Linh	Gio Châu	0.1958	0.2116	0.04858	0.2674	0.1704
	Gio Hải	0.4229	0.1998	0.01953	0.0564	0.1724
	Gio Mai	0.7522	0.1624	0.0538	0.3269	0.3114
	Gio Mỹ	0.2538	0.3385	0.0345	0.0377	0.1648
	Gio Phong	0.2825	0.2772	0.04798	0.0236	0.158
	Gio Quang	0.2511	0.2429	0.02905	0.0918	0.1501
	Gio Thành	0.3763	0.4061	0.02072	0.3634	0.2749
	Gio Việt	0.3284	0.2445	0.0003	0.4112	0.2269
	TT. Gio Linh	0.6183	0.3995	0.05638	0.1647	0.3037
Hải Lăng	Hải Quy	0.2467	0.1698	0.03546	0	0.1141
	Hải Thượng	0.1273	0.148	0.01079	0.0251	0.0766
	Hải Vĩnh	0.7232	0.2463	0.02233	0.0158	0.2515
	Hải xuân	0.1071	0.0476	0.02575	0.0104	0.0483
Đông Hà	Đông Giang	0.4228	0.2702	0.09801	0.268	0.2566
	Đông Lễ	0.1522	0.2847	0.13148	0.175	0.1833
	Đông Lương	0.2129	0.0653	0.50889	0.0566	0.2328
	Đông Thanh	0.2448	0.5034	0.05747	0.4392	0.2924
	Phường 1	0.5693	0.2198	0.06127	0.2135	0.2587

Huyện	Xã	FVI xã hội	FVI kinh tế	FVI môi trường	FVI vật lý	FVI
	Phường 2	0.253	0.3497	0.09799	1	0.3839
	Phường 4	0.1968	0.3651	0.1052	0.1809	0.2076
Triệu Phong	Ái Tử	0.0146	0.1812	0.26411	0.2048	0.1691
	Triệu An	0.264	0.2066	0.03179	0.8375	0.2984
	Triệu Đại	0	0.1369	0.06407	0.0066	0.0541
	Triệu Độ	0.2414	0.3751	0	0.3835	0.2314
	Triệu Đông	0.2937	0.1852	0.07864	0.0415	0.151
	Triệu Giang	0.1235	0.1733	0.09685	0.1678	0.1369
	Triệu Hòa	0.1435	0.1654	0.08636	0.0958	0.122
	Triệu Lăng	0.2957	0.0017	0.08806	0.2321	0.1484
	Triệu Long	0.1181	0.2907	0.10967	0.2962	0.1946
	Triệu Phước	0.1999	0.1847	0.00942	0.6705	0.236
	Triệu Sơn	0.1242	0.0318	0.21317	0.02	0.1066
	Triệu Tài	0.1509	0.1762	0.07316	0.1303	0.1297
	Triệu Thành	0.4577	0.0519	0.08379	0.0927	0.1714
	Triệu Thuận	0.2327	0.021	0.09107	0.1537	0.1222
	Triệu Trạch	0.3318	0.0862	0.16305	0.0092	0.1548
	Triệu Trung	0.1322	0.1638	0.10481	0.0573	0.1164
	Triệu Vân	0.2975	0.0787	0.08258	0.4282	0.2064
Tx.Quảng Trị	Phường 1	0.3074	0.7498	0.48119	0.0679	0.4188
	Phường 2	0.4038	0.5221	1	0.1082	0.5501

PHỤ LỤC 03

KẾT QUẢ TÍNH TOÁN CHỈ SỐ DỄ BỊ TỒN THƯƠNG DO LŨ LỤT LƯU

VỰC SÔNG THẠCH HẦN – QUẢNG TRỊ TRONG TRƯỜNG HỢP 2

Huyện	Xã	FVI xã hội	FVI kinh tế	FVI môi trường	FVI vật lý	FVI
Trọng số		0.1578	0.1757	0.181	0.4855	
Cam Lộ	Cam An	0.4767	0.2622	0.3644	0.5846	0.4711
	Cam Hiếu	0.4241	0.3831	0.4398	0.6803	0.5441
	Cam Thanh	0.3276	0.2297	0.1991	0.6452	0.4414
	Cam Thủy	0.4319	0.2221	0.2853	0.6443	0.4716
	TT. Cam Lộ	0.9169	1	0.9997	0.6987	0.8406
Gio Linh	Gio Châu	0.4853	0.3816	0.3559	0.6521	0.5247
	Gio Hải	0.5827	0.2779	0.2787	0.5079	0.4378
	Gio Mai	0.4362	0.167	0.2866	0.543	0.4137
	Gio Mỹ	0.2809	0.1571	0.3707	0.5475	0.4049
	Gio Phong	0.3403	0.2869	0.3456	0.6308	0.4729
	Gio Quang	0.3042	0.2179	0.3014	0.5442	0.405
	Gio Thành	0.3757	0.2011	0.3115	0.5615	0.4236
	Gio Việt	0.3301	0.1157	0.1939	0.5165	0.3583
	TT. Gio Linh	0.678	0.3791	0.3546	0.6185	0.5381
Hải Lăng	Hải Quy	0.4046	0.1916	0.3229	0.9213	0.6033
	Hải Thượng	0.2682	0.2355	0.4726	1	0.6547
	Hải Vĩnh	0.2402	0.2142	0.3916	0.9457	0.6056
	Hải xuân	0.3069	0.2804	0.3806	0.9673	0.6362
Đông Hà	Đông Giang	0.4166	0.2752	0.4428	0.5658	0.4689
	Đông Lễ	0.2744	0.4367	0.6534	0.6675	0.5624
	Đông Lương	0.2749	0.7682	1	0.6431	0.6716
	Đông Thanh	0.5366	0.2922	0.44	0.6001	0.507

Huyện	Xã	FVI xã hội	FVI kinh tế	FVI môi trường	FVI vật lý	FVI
	Phường 1	0.8674	0.3588	0.3873	0.6705	0.5955
	Phường 2	0.3751	0.2865	0.3731	0.5572	0.4476
	Phường 4	0.3207	0.3099	0.4726	0.699	0.53
Triệu Phong	Ái Tử	0.3026	0.1928	0.2396	0.6846	0.4574
	Triệu An	0.579	0.205	0.282	0.5773	0.4587
	Triệu Đại	0.38	0.1936	0.2824	0.5952	0.4341
	Triệu Độ	0.469	0.1704	0.2685	0.7118	0.4981
	Triệu Đông	0.8954	0.2073	0.2289	0.6759	0.5473
	Triệu Giang	0.4729	0.2216	0.2756	0.6715	0.4895
	Triệu Hòa	0.4004	0.1731	0.2775	0.6608	0.4646
	Triệu Lăng	0.7493	0.3738	0.2698	0.6469	0.5468
	Triệu Long	0.6363	0.1876	0.2983	0.6861	0.5205
	Triệu Phước	0.7639	0.1594	0.2779	0.5675	0.4744
	Triệu Sơn	0.3996	0.2198	0.2665	0.6226	0.4522
	Triệu Tài	0.4929	0.1587	0.2301	0.6878	0.4813
	Triệu Thành	0.3282	0.0872	0.1496	0.7079	0.4379
	Triệu Thuận	0.4731	0.1845	0.2179	0.6753	0.4744
	Triệu Trạch	0.4211	0.1993	0.4234	0.5508	0.4455
	Triệu Trung	0.6444	0.2005	0.2393	0.7067	0.5233
	Triệu Vân	0.6803	0.2961	0.275	0.5955	0.4983
Tx.Quảng Trị	Phường 1	0.7807	0.8376	0.8101	0.7191	0.7661
	Phường 2	1	0.6452	0.5375	0.733	0.7243

Phụ lục 04: Số liệu gốc các tiêu chí của thành phần xã hội

Huyện	Xã	E								S			R			
		Mật độ dân số	Dân số trong khu vực bị ngập lụt	Đường bờ biển	Hộ nghèo	% diện tích đô thị hóa	Dân cư vùng nông thôn	Di sản văn hóa	Tăng trưởng dân số	Giáo dục (Tỷ lệ biết chữ)	Chất lượng cung cấp nước	Chất lượng cung cấp lương thực	Kinh nghiệm trong quá khứ	Khả năng lường trước những thiệt hại có thể xảy ra (A)	Hoạt động tập huấn phòng tránh lũ cho người dân của chính quyền	Dịch vụ y tế công cộng
Cam Lộ	Cam An	353	210	0	97	0	13.26	1	0.3	97.3	85.3	2.25	3.5	2.75	1.5	2.75
	Cam Hiếu	212	210	0	159	0	13.87	0	0.2	91.0	95	2.4	3.5	3.3175	2.4657	2.75
	Cam Thanh	187	500	0	45	0	6.10	1	0.2	96.0	95	2.33333	2.6667	2.6667	1.5556	2.75
	Cam Thủy	228	400	0	130	0	11.97	0	0.4	90.7	100	3	3.4	3.9	1	3
	TT. Cam Lộ	619	200	0	90	11.7	0.00	2	0.5	94.0	100	2.4	3.2	3.3	2.2	2.9
Gio Linh	Gio Châu	230	452.75	0	152	0	6.35	4	0.09	94.4	95	3.03333	3.05	3.4857	1.6452	2.7167
	Gio Hải	343	452.75	7.695	138	0	5.39	1	0.06	87.8	95	3.03333	3.05	3.4857	1.7167	2.7167
	Gio Mai	284	1334	0	174	0	8.00	0	0.08	71.4	84	3	3.0667	3.3333	2	2.6
	Gio Mỹ	207	87	0	35	0	7.19	4	0.00	83.6	98	3.03333	3.0667	3.4667	1.7333	2.6667
	Gio Phong	282	452.75	0	57	0	5.83	4	-0.01	85.2	100	3.03333	3.05	3.4857	1.7167	2.7167
	Gio Quang	159	452.75	0	48	0	4.70	3	0.11	85.1	96	3.1	3.05	3.4857	1.7167	2.7167
	Gio Thành	189	328	0	91	0	3.98	6	0.04	86.3	95	3	2.7333	3.6429	2.1333	2.8
	Gio Việt	1380	62	0	110	0	7.92	0	0.11	84.8	50	3.09091	3.3333	3.5	1	2.8
	TT. Gio Linh	1000	150	0	247	0.74	12.39	4	0.19	81.0	85	3.1	3.8	3.8	1	2.4
Hải Lăng	Hải Quý	645	0	0	226	0.0011	5.49	3	-0.194	90	92.6	2.71429	2.7143	2.2857	2.2857	2.7143
	Hải Thượng	297	210	0	83	0.0028	6.13	2	-0.171	90	98	2.83333	2.1667	2.5	2.25	2.6667
	Hải Vĩnh	401	0	0	116	0.0018	5.36	3	-0.155	90	100	0	2.0909	2.9091	2.9091	2.8182
	Hải xuân	471	0	0	171	0.0014	4.81	2	-0.179	90	99.5	3.11111	2.1111	2.7778	2.3333	2.5556
Đông	Đông Giang	857	1000	0	91	0.2309	0.00	2	0.05	86.5	15	2.2	3.1	2.6	1.5	2.3

Hà	Đông Lễ	889	95	0	57	0.3447	0.00	2	0.10	95.4	9	2.8	3.75	2.4	1.4	2.4
	Đông Lương	520	511	0	72	0.7342	0.00	0	0.17	89.0	28	2.9	3.6	4	1	2.1
	Đông Thanh	878	954	0	46	0.1773	0.00	4	0.06	94.0	63.6	2.22222	3.7	2.3	1	2
	Phường 1	8229	627	0	0	0.0951	0.00	1	0.20	93.8	10	2.65278	2.7639	2.375	1.8542	2.5152
	Phường 2	2480	400	0	0	0.0734	0.00	2	0.07	89.0	39	2.45718	3.2442	2.3229	1.342	2.2893
	Phường 4	949	205	0	101	0.1894	0.00	2	0.06	94.8	10	2.58053	3.3051	2.5734	1.0438	2.4741
Triệu Phong	Ái Tử	1183	56	0	58	0.11	4.83	2	-0.04	96.9	85	3.44444	1.4	3.1111	2.4	2.9
	Triệu An	400	293	3.689	304	0	6.48	0	-0.07	95.0	90	2.8	1	2.375	2.8	3.1111
	Triệu Đại	513	300	0	164	0	5.51	2	-0.04	98.4	85	3.5	1	2.8	3.2	3.2222
	Triệu Độ	545	500	0	150	0	6.51	3	-0.08	88.9	100	2.8	3.7	4	1	2
	Triệu Đông	842	1467	0	173	0	5.85	7	-0.04	91.8	100	2.9	3.6	3.5	1	2
	Triệu Giang	643	537.1	0	140	0	5.29	3	-0.02	96.3	100	2.95556	2.2886	3.0962	1.7848	2.7219
	Triệu Hòa	505	400	0	175	0	6.30	1	-0.08	94.0	100	2.8	2.2	2.9	1.4	2.8
	Triệu Lăng	366	537.1	5.854	187	0	4.88	5	-0.04	93.0	97	2.95556	2.2886	3.0962	1.7848	2.7219
	Triệu Long	707	537.1	0	307	0	7.40	2	-0.13	97.9	100	2.95556	2.2886	3.0962	1.3333	2.7219
	Triệu Phước	385	1409	0	156	0	7.71	5	-0.09	98.1	70	3	4	4	1	2
	Triệu Sơn	198	505	0	191	0	4.08	2	-0.04	97.4	89	3	3.4	3.6	1.1	2.8
	Triệu Tài	717	537.1	0	134	0	5.56	4	-0.08	94.9	100	2.95556	2.2886	3.0962	1.7848	2.7219
	Triệu Thành	1451	349	0	95	0	4.22	2	-0.03	88.4	19	3	4	4	1	2.8
	Triệu Thuận	717	800	0	101	0	5.87	3	-0.05	90.5	100	2.77778	1	2.5556	2.4	2.9
	Triệu Trạch	161	537.1	0	151	0	6.35	4	-0.10	82.5	100	2.95556	2.2886	3.0962	1.7848	2.7219
	Triệu Trung	652	690	0	200	0	5.56	5	-0.06	98.0	98	3	1.1	3.1	3.4	2.4444
	Triệu Vân	217	537.1	7.144	131	0	2.69	4	0.04	93.3	80	2.95556	2.2886	3.0962	1.7133	2.7219
Tx. Quảng Trị	Phường 1	2413	500	0	35	2.12	0	0	1.0	94.8	34.1	2.85714	2.2857	2.3571	1.5714	2.3571
	Phường 2	3087	1200	0	34	2.12	0	0	1.0	94.8	31.2	2.8	2.4	2.8	1.8	2

Phụ lục 05: Số liệu gốc các tiêu chí của thành phần kinh tế

Huyện	Xã	E					S				R				
Huyện	Xã	% đất công nghiệp p	% đất nông nghiệp	Sử dụng đất (% S đất rừng)	Khoảng cách tới sông	% diện tích đô thị hóa	Thất nghiệp	GDP khu vực/ người	Bất bình đẳng	Phát triển đô thị	Quản lý cơ sở hạ tầng	Thời gian khắc phục về sinh hoạt sau lũ (Ecr)	Thời gian khắc phục về sản xuất sau lũ (Ecr)	Kinh nghiệm trong quá khứ	Đê (S.U)
Cam Lộ	Cam An	8.52	34.5	25.56	1.08	0	115.65	14	73.82	1.7363	3	1.75	2.5	3.5	2.8
	Cam Hiếu	4.23	22	57.66	3.08	0	120.95	14.34	77.86	3.0233	3	2	2.6394	3.5	5.2
	Cam Thanh	3.11	3.95	26.47	3.51	0	53.217	16	43.77	1.5046	2.6667	2	3	2.6667	1.4
	Cam Thủy	3.17	3.07	35.62	2.32	0	104.36	13	80.15	2.4207	2.9	2	2	3.4	1.8
	TT. Cam Lộ	3.74	43.59	30.29	1.75	11.7	392.15	15	100	1.2332	2.6	2.1	2.1	3.2	0
Gio Linh	Gio Châu	9.68	33.46	21.04	4.96	0	87.207	14.34	96.62	0.1271	3.0083	2.05	2.075	3.05	0.5
	Gio Hải	7.87	21.35	29.57	2.91	0	74.057	14.34	98.98	0.0723	3.0083	2.05	2.075	3.05	9.4
	Gio Mai	2.34	34.93	33.29	1.49	0	109.93	14.8	28.2	0.1296	3	2.1333	2.1333	3.0667	3.2
	Gio Mỹ	2.59	44.41	20.69	0.15	0	98.787	13.2	97.96	0.2199	3.1333	2.0667	2.0667	3.0667	14.1
	Gio Phong	6.59	65.65	1.25	2.70	0	80.024	14.34	85.79	0.0952	3.0083	2.05	2.075	3.05	3.5
	Gio Quang	2.52	44.41	19.95	1.58	0	64.598	14.34	100	0.1356	3.0083	2.05	2.075	3.05	9.4
	Gio Thành	4.12	48.53	19.3	0.72	0	54.631	13	100	0.0969	3	2	2	2.7333	2.9
	Gio Việt	4.36	21.96	22.76	0.33	0	108.82	14	41.75	0.0264	2.9	2	2.1	3.3333	0
	TT. Gio Linh	6.77	64.18	1.51	2.94	0.74	462.89	13	100	0.057	2.8	2	2	3.8	4.5
Hải Lăng	Hải Quý	1.72	63.71	15.6	0.32	0.0011	98.787	16	100	0.0547	3.1429	2.4286	3.7143	2.7143	9.5
	Hải Thượng	4.51	38.93	33.1	0.25	0.0028	110.26	20.5	98.2	0.1327	3.1667	2.1667	3.9167	2.1667	5.3
	Hải Vĩnh	4.39	36.1	37.99	0.69	0.0018	96.444	14.34	100	0.0859	3.0909	2	3.7273	2.0909	5.2
	Hải xuân	2.57	45.03	39.21	1.41	0.0014	86.544	21	95.8	0.0657	3.1111	2.8889	3.6667	2.1111	4.4
Đông Hà	Đông Giang	5.45	61.26	0.8	1.05	0.2309	119.23	15.4	100	0.5447	2.7	2	2	3.1	5.3

	Đông Lễ	9.99	46.79	15.03	3.15	0.3447	184.58	18	100	0.8132	2.9	2.2	2.1	3.75	3.7
	Đông Lương	11.21	37.53	38.15	1.68	0.7342	229.88	31.5	100	1.732	2.3333	2	2	3.6	12.8
	Đông Thanh	4.12	70.97	3.66	0.95	0.1773	93.903	19	100	0.4183	3.1	2	2	3.7	1.8
	Phường 1	6.24	61.07	6.92	0.91	0.0951	471.9	22.30	100	0.2243	2.8472	2.0139	3.1597	2.7639	0
	Phường 2	11.41	67.25		0.05	0.0734	109.88	14.70	100	0.1732	2.5845	2.015	2.3397	3.2442	0
	Phường 4	7.86	14.4	50.2	0.69	0.1894	108.25	19.3	100	0.4469	2.8712	2.0015	2.0387	3.3051	0
Triệu Phong	Ái Tử	8.32	36.37	2.89	0.14	0.11	91.627	23.23	100	0.0039	3.6	2.6	2.7	1.4	0
	Triệu An	5.04	42.66	5.65	1.21	0	122.96	13.5	92.7	0.0153	2.8	1.9	1.9	1	0
	Triệu Đại	0	74.71		0.85	0	104.53	14.1	100	0.0101	3	2.2	2.3	1	14.4
	Triệu Độ	0	67.69		0.74	0	123.52	17	62.9	0.0113	3.1	2	2	3.7	0
	Triệu Đông	1.51	59.51		2.08	0	111.07	14.8	100	0.0066	3.1	2.5	2.5	3.6	3.4
	Triệu Giang	4.23	56.23	7.36	0.73	0	100.29	16.9	100	0.0078	2.932	2.3788	2.2362	2.2886	4.1
	Triệu Hòa	0	72.07		1.79	0	119.49	10	100	0.0118	3	3	2	2.2	2.2
	Triệu Lăng	2.61	17.16	45.79	6.22	0	92.511	14.34	95	0.0125	2.932	2.3788	2.2362	2.2886	0
	Triệu Long	9.68	46.58		0.04	0	140.34	14.2	100	0.0099	2.932	2.3788	2.2362	2.2886	0
	Triệu Phước	0.52	56.76		0.93	0	146.24	18	56.2	0.0189	3	2.2	2.2	4	0.7
	Triệu Sơn	1.98	34.44	18.69	2.78	0	77.372	16	84.5	0.0194	2.9	2.6	2.5	3.4	9.7
	Triệu Tài	0.78	60.16	1.4	0.10	0	105.53	16.5	100	0.0073	2.932	2.3788	2.2362	2.2886	3.1
	Triệu Thành	2.59	33.2	3.49	0.04	0	80.024	18	40.5	0.0027	3	2.7	2.7	4	1.1
	Triệu Thuận	1.04	59.08		0.77	0	111.38	17.5	51	0.0077	2.5	2.1	2.1	1	1.6
	Triệu Trạch	6.02	35.46	23.46	0.95	0	120.53	16.4	66	0.0372	2.932	2.3788	2.2362	2.2886	14.4
	Triệu Trung	0.23	65.61		0.75	0	105.55	17	100	0.0081	3	2	2.2	1.1	5.5
	Triệu Văn	1.68	16.07	56.07	4.18	0	51.007	14.34	84.9	0.0117	2.932	2.3788	2.2362	2.2886	0
Tx. Quảng Trị	Phường 1	54.95	8.88		0.33	2.12	1182.9	16	100	0.0365	2.7143	2.2857	3.5	2.2857	1.9
	Phường 2	20.79	55.08	0	1.51	2.12	1182.9	17	100	0.0022	2.8	2.1	3.6	2.4	2.5

Phụ lục 06: Số liệu gốc các tiêu chí của thành phần môi trường

Huyện	Xã	E					S			R	
Huyện	Xã	% đất công nghiệp	% đất nông nghiệp	Sử dụng đất (% S đất rừng)	Diện tích đất không có dân (%KM2)	% diện tích đô thị hóa	Chất lượng cơ sở hạ tầng	Phát triển đô thị	Lượng mưa	Bốc hơi	Khả năng phục hồi của môi Trường
Cam Lộ	Cam An	8.52	34.5	25.56	4.3529	0	3	1.7363	2245.9	1157.9	2.25
	Cam Hiếu	4.23	22	57.66	7.5795	0	3	3.0233	2400	1157.9	2.4561
	Cam Thanh	3.11	3.95	26.47	3.7722	0	2.6667	1.5046	2288.6	1157.9	2.1111
	Cam Thủy	3.17	3.07	35.62	6.0689	0	2.9	2.4207	2333.9	1157.9	2.1
	TT. Cam Lộ	3.74	43.59	30.29	3.0916	11.7	2.6	1.2332	2400	1157.9	2
Gio Linh	Gio Châu	9.68	33.46	21.04	3.6825	0	3.0083	0.1271	2272.6	1157.9	2.1
	Gio Hải	7.87	21.35	29.57	2.0942	0	3.0083	0.0723	2127.6	1157.9	2.1
	Gio Mai	2.34	34.93	33.29	3.7553	0	3	0.1296	2134.6	1157.9	2.3333
	Gio Mỹ	2.59	44.41	20.69	6.3703	0	3.1333	0.2199	2268.8	1157.9	2.0667
	Gio Phong	6.59	65.65	1.25	2.7565	0	3.0083	0.0952	2323.6	1157.9	2.1
	Gio Quang	2.52	44.41	19.95	3.9268	0	3.0083	0.1356	2190.6	1157.9	2.1
	Gio Thành	4.12	48.53	19.3	2.8058	0	3	0.0969	2162.9	1157.9	2
	Gio Việt	4.36	21.96	22.76	0.7652	0	2.9	0.0264	2090	1157.9	2
	TT. Gio Linh	6.77	64.18	1.51	1.6505	0.74	2.8	0.057	2266.5	1157.9	2
Hải Lăng	Hải Quý	1.72	63.71	15.6	1.6586	0.0011	3.1429	0.0547	2482.8	787.9	2.8571
	Hải Thượng	4.51	38.93	33.1	4.021	0.0028	3.1667	0.1327	2552.4	787.9	2.0833
	Hải Vĩnh	4.39	36.1	37.99	2.6017	0.0018	3.0909	0.0859	2505.7	787.9	2.4545
	Hải xuân	2.57	45.03	39.21	1.9913	0.0014	3.1111	0.0657	2512.3	787.9	2.5556
Đông Hà	Đông Giang	5.45	61.26	0.8	9.4222	0.2309	2.7	0.5447	2157.9	1157.9	2
	Đông Lễ	9.99	46.79	15.03	14.066	0.3447	2.9	0.8132	2346.8	1157.9	1.9
	Đông Lương	11.21	37.53	38.15	29.959	0.7342	2.3333	1.732	2400	1157.9	2
	Đông Thanh	4.12	70.97	3.66	7.2352	0.1773	3.1	0.4183	2216.9	1157.9	2.1

	Phường 1	6.24	61.07	6.92	3.8797	0.0951	2.8472	0.2243	2400	1157.9	1.9236
	Phường 2	11.41	67.25		2.9959	0.0734	2.5845	0.1732	2154.8	1157.9	2.0839
	Phường 4	7.86	14.4	50.2	7.7295	0.1894	2.8712	0.4469	2400	1157.9	2.0209
Triệu Phong	Ái Tử	8.32	36.37	2.89	1.0059	0.11	3.6	0.0039	2433	1157.9	2.8
	Triệu An	5.04	42.66	5.65	3.9948	0	2.8	0.0153	2189.7	1157.9	2
	Triệu Đại	0	74.71		2.644	0	3	0.0101	2400	1157.9	2.3
	Triệu Độ	0	67.69		2.9602	0	3.1	0.0113	2106.8	1157.9	2
	Triệu Đông	1.51	59.51		1.7157	0	3.1	0.0066	2413	1157.9	2.5
	Triệu Giang	4.23	56.23	7.36	2.029	0	2.932	0.0078	2400	1157.9	2.3988
	Triệu Hòa	0	72.07		3.0751	0	3	0.0118	2400	1157.9	2.4
	Triệu Lăng	2.61	17.16	45.79	3.2763	0	2.932	0.0125	2313.8	1157.9	2.3988
	Triệu Long	9.68	46.58		2.5808	0	2.932	0.0099	2400	1157.9	2.3988
	Triệu Phước	0.52	56.76		4.9432	0	3	0.0189	2105.9	1157.9	2
	Triệu Sơn	1.98	34.44	18.69	5.0696	0	2.9	0.0194	2400	1157.9	2.6
	Triệu Tài	0.78	60.16	1.4	1.914	0	2.932	0.0073	2415.2	1157.9	2.3988
	Triệu Thành	2.59	33.2	3.49	0.7156	0	3	0.0027	2468.7	1157.9	2.6
	Triệu Thuận	1.04	59.08		2.0192	0	2.5	0.0077	2400	1157.9	2.3
	Triệu Trạch	6.02	35.46	23.46	9.7225	0	2.932	0.0372	2305.6	1157.9	2.3988
	Triệu Trung	0.23	65.61		2.1037	0	3	0.0081	2448.9	1157.9	2.5
	Triệu Vân	1.68	16.07	56.07	3.0636	0	2.932	0.0117	2232.1	1157.9	2.3988
Tx. Quảng Trị	Phường 1	54.95	8.88		2.4217	2.12	2.7143	0.0365	2505	1157.9	2.3571
	Phường 2	20.79	55.08	0	2.8554	2.12	2.8	0.0022	2488.9	1157.9	2.7

Phụ lục 07: Số liệu gốc các tiêu chí của thành phần vật lý

Huyện	Xã	E							R	
		Độ dốc địa hình	Thời gian ngập lụt	Khoảng cách tới sông	Bốc hơi	Độ sâu ngập lụt	Vận tốc dòng chảy lũ	Lượng mưa	Đê (S.U)	Tỉ lệ bốc hơi/lượng mưa
Cam Lộ	Cam An	1.48	17.886	1.08	1157.9	0.635	0.029	2245.9	2.8	0.51556
	Cam Hiếu	1.91	22.529	3.08	1157.9	1.332	0.165	2400	5.2	0.48246
	Cam Thanh	1.65	29.930	3.51	1157.9	1.321	0.070	2288.6	1.4	0.50594
	Cam Thủy	1.87	7.751	2.32	1157.9	0.473	0.074	2333.9	1.8	0.49612
	TT. Cam Lộ	1.77	13.815	1.75	1157.9	0.550	0.254	2400	0	0.48246
Gio Linh	Gio Châu	1.77	27.267	4.96	1157.9	1.132	0.101	2272.6	0.5	0.50951
	Gio Hải	1.31	27.601	2.91	1157.9	0.517	0.035	2127.6	9.4	0.54422
	Gio Mai	1.44	25.274	1.49	1157.9	0.746	0.052	2134.6	3.2	0.54245
	Gio Mỹ	1.45	29.354	0.15	1157.9	1.027	0.157	2268.8	14.1	0.51035
	Gio Phong	1.95	9.984	2.70	1157.9	0.303	0.044	2323.6	3.5	0.49832
	Gio Quang	1.41	31.127	1.58	1157.9	1.232	0.099	2190.6	9.4	0.52857
	Gio Thành	1.48	32.269	0.72	1157.9	0.938	0.051	2162.9	2.9	0.53534
	Gio Việt	1.41	25.566	0.33	1157.9	0.439	0.071	2090	3.6	0.55401
	TT. Gio Linh	1.62	29.379	2.94	1157.9	1.184	0.191	2266.5	4.5	0.51088

Hải Lăng	Hải Quy	2.08	36.343	0.32	787.9	1.344	0.197	2482.8	9.5	0.31734
	Hải Thượng	1.73	33.045	0.25	787.9	1.781	0.138	2552.4	5.3	0.30869
	Hải Vĩnh	1.53	32.672	0.69	787.9	1.302	0.059	2505.7	5.2	0.31445
	Hải xuân	1.62	30.506	1.41	787.9	1.204	0.058	2512.3	4.4	0.31362
Đông Hà	Đông Giang	1.55	39.024	1.05	1157.9	1.652	0.115	2157.9	5.3	0.53658
	Đông Lễ	1.65	30.724	3.15	1157.9	1.138	0.289	2346.8	3.7	0.49340
	Đông Lương	1.75	42.354	1.68	1157.9	2.076	0.221	2400	12.8	0.48246
	Đông Thanh	1.48	29.126	0.95	1157.9	1.189	0.177	2216.9	1.8	0.52231
	Phường 1	1.48	16.077	0.91	1157.9	0.349	0.092	2400	0	0.48246
	Phường 2	1.55	16.794	0.05	1157.9	0.370	0.023	2154.8	0	0.53736
	Phường 4	2.01	19.061	0.69	1157.9	0.811	0.063	2400	0	0.48246
Triệu Phong	Ái Tử	1.5	19.960	0.14	1157.9	0.539	0.030	2433	0	0.47591
	Triệu An	1.29	31.469	1.21	1157.9	0.516	0.040	2189.7	0	0.52880
	Triệu Đại	1.58	32.919	0.85	1157.9	0.714	0.069	2400	14.4	0.48246
	Triệu Độ	1.5	48.502	0.74	1157.9	1.268	0.155	2106.8	0	0.54959
	Triệu Đông	1.96	19.932	2.08	1157.9	0.437	0.022	2413	3.4	0.47986
	Triệu Giang	1.53	31.808	0.73	1157.9	1.626	0.140	2400	4.1	0.48246
	Triệu Hòa	1.6	20.132	1.79	1157.9	0.376	0.014	2400	2.2	0.48246
	Triệu Lăng	1.26	25.955	6.22	1157.9	0.614	0.050	2313.8	0	0.50043

	Triệu Long	1.54	34.488	0.04	1157.9	0.968	0.036	2400	0	0.48246
	Triệu Phước	1.6	48.273	0.93	1157.9	1.028	0.089	2105.9	0.7	0.54983
	Triệu Sơn	1.51	27.617	2.78	1157.9	0.786	0.047	2400	9.7	0.48246
	Triệu Tài	1.91	37.520	0.10	1157.9	0.886	0.036	2415.2	3.1	0.47943
	Triệu Thành	1.95	17.792	0.04	1157.9	0.341	0.013	2468.7	1.1	0.46903
	Triệu Thuận	1.7	30.335	0.77	1157.9	0.576	0.018	2400	1.6	0.48246
	Triệu Trạch	1.42	27.783	0.95	1157.9	0.708	0.057	2305.6	14.4	0.50221
	Triệu Trung	2.28	36.296	0.75	1157.9	1.168	0.043	2448.9	5.5	0.47283
	Triệu Vân	1.19	23.719	4.18	1157.9	0.361	0.047	2232.1	0	0.51876
Tx. Quảng Trị	Phường 1	1.93	16.863	0.33	1157.9	0.423	0.012	2505	1.9	0.46224
	Phường 2	1.93	29.601	1.51	1157.9	1.188	0.065	2488.9	2.5	0.46523