

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

Ngô Chí Tuấn

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG PHƯƠNG
PHÁP XÁC ĐỊNH TÍNH DỄ BỊ TỔN
THƯƠNG DO LŨ, LỤT TRÊN LƯU
VỰC SÔNG BẾN HẢI – THẠCH HẸN**

Chuyên ngành: Thủy văn học

Mã số: 9440224.01

DỰ THẢO TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ THỦY VĂN

Hà Nội – 2020

Công trình được hoàn thành tại: Khoa Khí tượng, Thủy văn và
Hải dương học

Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS.TS. Nguyễn Thanh Sơn
2. PGS.TS. Nguyễn Kiên Dũng

Phản biện:

Phản biện:

Phản biện:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng cấp cơ sở chấm
luận án tiến sĩ họp tại

vào hồi giờ ngày tháng năm 20...

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam
- Trung tâm Thông tin - Thư viện, Đại học Quốc gia Hà Nội

MỞ ĐẦU

0.1 TÍNH CẤP THIẾT

Ở Việt Nam, lũ lụt xảy ra với tần suất nhiều nhất, nguy hiểm nhất vẫn là khu vực miền Trung, nơi sông ngòi có độ dốc lớn, sự tập trung nước cao. Thời gian lũ lên rất nhanh do thời gian chảy truyền ngắn cộng với việc một loạt các hồ thủy lợi, thủy điện khai thác chưa đúng cách nên hiện tượng lũ chồng lũ (cả tự nhiên lẫn nhân tạo) khá phổ biến gây khó khăn cho công tác phòng chống lũ. Lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn thuộc tỉnh Quảng Trị, là khu vực có điều kiện tự nhiên khắc nghiệt, lũ lụt thường xuyên xảy ra, đe dọa tới cuộc sống của người dân và sự phát triển kinh tế xã hội của vùng.

Nghiên cứu về lũ lụt, tìm cách hạn chế tác hại của lũ lụt đối với đời sống xã hội đã được rất nhiều khoa học tham gia cả trong và ngoài nước. Tựu trung, các nghiên cứu này tập trung theo các hướng: 1) Nghiên cứu các nguyên nhân gây lũ và tìm cách dự báo, cảnh báo để chủ động phòng chống; 2) Nghiên cứu các mô hình phát triển kinh tế xã hội và tìm cách thích ứng với lũ; 3) Đánh giá các thiệt hại do lũ gây ra (trước, trong và sau) để có giải pháp quy hoạch phòng lũ, giảm thiểu thiệt hại một cách chủ động. Một trong các biện pháp giảm thiểu thiệt hại lũ lụt là phương pháp đánh giá tổn thương do lũ lụt để quy hoạch lãnh thổ cho phù hợp, giảm thiểu tổn thất xuống mức thấp nhất. Hướng tiếp cận đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt được chúng tôi sử dụng để thực hiện Luận án này.

Trong việc đánh giá thiệt hại, xuất hiện nhu cầu phát triển các công cụ hỗ trợ quyết định để giảm thiểu tác hại lũ lụt và tăng khả năng phục hồi, Đề tài “Nghiên cứu xây dựng phương

pháp xác định tính dễ bị tổn thương do lũ, lụt trên lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn” vì thế có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

0.2 MỤC TIÊU LUẬN ÁN

- Xây dựng bộ tiêu chí tổ hợp xác định tính dễ bị tổn thương lũ lụt cho các lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn.

- Áp dụng bộ tiêu chí tổ hợp để tính toán, đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt các lưu vực sông Bến Hải và Thạch Hãn.

0.3 PHẠM VI NGHIÊN CỨU

- *Phạm vi khoa học:* tập trung nghiên cứu các bộ tiêu chí nhằm thiết lập bộ tiêu chí tổ hợp đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ, lụt

- *Giới hạn không gian:* Các xã thuộc lưu vực sông Bến Hải - Thạch Hãn.

0.4 NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI

(1) - Lập luận, phân tích và thiết lập được cơ sở khoa học xác định bộ tiêu chí khả dụng để tính toán tính dễ bị tổn thương lũ lụt; (2) Áp dụng bộ tiêu chí để xây dựng thành công bản đồ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt các lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn.

0.5 LUẬN ĐIỂM BẢO VỆ

Luận điểm 1: Bộ tiêu chí được thiết lập qua việc phân tích luận giải là có cơ sở khoa học có thể áp dụng cho các vùng của lưu vực sông nghiên cứu.

Luận điểm 2: Bộ tiêu chí tổ hợp được xây dựng thành công để tính toán, đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt cho toàn bộ lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn

0.6 Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN

Ý nghĩa khoa học: Trên cơ sở phân tích, đánh giá các bộ tiêu chí sử dụng cho các vùng riêng biệt trên lưu vực, thấy rằng việc sử dụng mỗi phương pháp riêng cho mỗi vùng gây khó khăn cho việc đánh giá tính dễ bị tổn thương một cách đồng bộ, công trình này đã kế thừa chọn lọc và thiết lập được một bộ tiêu chí có một cơ sở khoa học vững chắc, sử dụng cho toàn bộ lưu vực, thuận lợi khi thành lập bản đồ dễ bị tổn thương..

Ý nghĩa thực tiễn: Việc xây dựng thành công bộ tiêu chí và áp dụng được cho lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn có ý nghĩa phục vụ quản lý lưu vực trong việc phòng chống và giảm thiểu tác hại do lũ lụt gây ra.

0.7 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các phương pháp nghiên cứu chính trong luận án gồm: *Phương pháp điều tra thực địa, phân tích hệ thống, hệ thống thông tin địa lý (GIS), thống kê.*

0.8 CƠ SỞ TÀI LIỆU CỦA LUẬN ÁN

- Luận án được thực hiện dựa trên nguồn tài liệu phong phú, gồm:

- a) Các đề tài, dự án mà NCS tham gia
- b) Các Báo cáo tổng kết, các báo cáo chuyên đề, Niên giám thống kê, các dự án khoa học cấp tỉnh, ngành trên địa bàn tỉnh Quảng Trị
- c) Các tài liệu khảo sát, phỏng vấn điều tra kê thừa và bổ sung
- d) Các tài liệu lưu trữ tại các Thư viện Quốc gia, Thư viện ngành

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ LŨ LỤT TỈNH QUẢNG TRỊ VÀ CÁC NGHIÊN CỨU VỀ ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG

1.1 TÌNH HÌNH LŨ LỤT Ở LƯU VỰC SÔNG BẾN HẢI – THẠCH HẪN TỈNH QUẢNG TRỊ

Tỉnh Quảng Trị nằm trên đất Miền Trung Việt Nam là khu vực có điều kiện tự nhiên khắc nghiệt, chịu nhiều ảnh hưởng của các loại hình thiên tai như bão, lũ lụt, hạn hán... đã và đang tác động và gây thiệt hại nghiêm trọng đối với sản xuất, tài sản, sức khỏe, đời sống của cộng đồng.

Từ năm 1999 trở lại đây, trên địa bàn xảy ra nhiều đợt lũ lớn, kéo dài nhiều ngày nhất là từ năm 2005 đến 2019. Trận lũ tháng XI năm 1999 (tổng thiệt hại kinh tế lên đến trên 564 tỷ đồng). Đợt lũ trên lưu vực sông Bến Hải từ ngày 06 đến 09/X/2005 có giá trị thiệt hại lên đến trên 185 tỷ đồng; Đợt lũ do ảnh hưởng của cơn bão số 9 từ ngày 27/IX - 03/X/2009 có giá trị thiệt hại gần 2.500 tỷ đồng.

Nhiều công trình nghiên cứu để ứng phó với lũ lụt và giảm nhẹ tác hại của chúng đã và đang được quan tâm trên diện rộng. Các hướng nghiên cứu chính là: (1) Mô tả về lũ lụt và xác định nguyên nhân hình thành, các quan hệ về thời gian, không gian cho các lưu vực sông miền Trung; (2) Nghiên cứu các phương pháp, phương án cảnh báo, dự báo lũ lụt là nâng cao độ chính xác về thời gian xuất hiện, quy mô trận lũ cũng như thời gian dự kiến; (3) Đề xuất các phương án phòng tránh lũ lụt bằng những phương án ứng phó hiệu quả (công trình, phi công trình). Hiện nay, việc đề xuất một quy hoạch tổng thể về thích ứng lũ đang là hướng nghiên cứu được nhiều nhà khoa

học quan tâm, trong đó có một nội dung quan trọng là xác định tính dễ bị tổn thương lũ lụt.

1.2 KHÁI NIỆM, ĐỊNH NGHĨA VỀ TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG

Khái niệm tính dễ bị tổn thương đã có nhiều thay đổi theo hướng phát triển trong nhiều năm qua, qua việc xem xét các thành phần, tham gia để đánh giá tính dễ bị tổn thương.

Có hai hướng tiếp cận chính để đánh giá tính dễ bị tổn thương: các nghiên cứu trong lĩnh vực khoa học tự nhiên thường chú trọng vào khái niệm rủi ro (risk), trong khi các nghiên cứu thuộc lĩnh vực khoa học xã hội thường nhắc đến thuật ngữ tính dễ bị tổn thương (vulnerability). Khái niệm tính dễ bị tổn thương được các nhà khoa học xã hội gắn với nhóm các yếu tố kinh tế - xã hội và xác định khả năng của cộng đồng trong việc chống chọi với hiện tượng thiên tai. Đối với khoa học tự nhiên, như các nhà khoa học về khí hậu lại thường xem khái niệm tính dễ bị tổn thương là khả năng xuất hiện và các tác động tiềm tàng của các hiện tượng thời tiết và khí hậu có liên quan.

Nhìn chung, các nghiên cứu đánh giá tính dễ bị tổn thương trước đây phần lớn chủ yếu tập trung vào đánh giá các tác nhân vật lý mà ít xét đến trạng thái của hệ thống xã hội và thành phần cộng đồng dân cư. 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, môi trường) nhằm xác định sâu sắc hơn các thành phần gây nên thiệt hại của hệ thống trước tai biến. Từ nhóm quan điểm thứ 1, chú trọng nhiều đến yếu tố tự nhiên như là độ lớn, xác suất của các tai biến mà có thể coi nhẹ sự gây hại đến cộng đồng dân cư;

đến nhóm quan điểm thứ 2, chú trọng nhiều đến yếu tố xã hội có khả năng thích ứng hay chống chịu với các tai biến mà chưa đi sâu phân tích nhiều đến bản chất tự nhiên của hiện tượng; và để tổng hòa hai trường phái này, hướng nghiên cứu mang tính tổng hợp, toàn diện cả tự nhiên và xã hội tạo nên nhóm quan điểm thứ 3.

Các định nghĩa về tính dễ bị tổn thương đã dần được phát triển thể hiện một cái nhìn toàn diện của xã hội, liên quan đến nhiều lĩnh vực của cuộc sống như: tự nhiên, kinh tế, xã hội và môi trường. Luận án này sẽ hướng đến nghiên cứu tính dễ bị tổn thương bao hàm cả yếu tố tự nhiên, xã hội, kinh tế, môi trường – là các yếu tố thuộc nguy cơ, độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu của cộng đồng dân cư trước các tai biến lũ lụt.

Qua tổng quan một số công trình đã cho thấy sự phức tạp và tính đa dạng của vấn đề nghiên cứu. Tùy vào từng bài toán đặt ra mà có sự điều chỉnh phù hợp trong cách vận dụng lý luận vào thực tiễn để lựa chọn phương pháp, bộ tiêu chí và cách thể hiện. Trong luận án này đã lựa chọn một cách tiệm cận tổng hợp phù hợp nhất đối với việc xác định bộ chỉ số dễ bị tổn thương cho lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn, chi tiết sẽ được bàn ở các phần tiếp theo.

Định nghĩa được sử dụng trong luận án phát triển theo quan điểm của IPCC, UNESCO-IHE, “Tính dễ bị tổn thương là mức độ mà ở đó một hệ thống dễ bị ảnh hưởng và không thể chống chịu với các tác động tiêu cực của lũ lụt. Nó được xác định trong điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội và môi trường thông qua độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu trước nguy cơ lũ lụt nhất định”. Luận án này không có tham

vọng xây dựng 1 quy trình hoàn chỉnh, mà cố gắng đưa ra cơ sở khoa học để thiết lập bộ tiêu chí, chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt cho 1 lưu vực sông cụ thể (lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn). Vì vậy, luận án sẽ hướng đến việc sử dụng các phương pháp nghiên cứu điển hình để làm cơ sở khoa học giảm các chỉ số thành phần mà không làm cho tính dễ bị tổn thương thay đổi. Điều này cũng giúp cho việc áp dụng vào thực tiễn dễ dàng và thuận tiện hơn trong công tác phòng chống thiên tai lũ lụt ở các địa phương.

Chương 2. PHÂN TÍCH, THIẾT LẬP BỘ TIÊU CHÍ TỔ HỢP ĐỂ ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG DO LŨ, LỤT

2.1 CƠ SỞ KHOA HỌC XÁC ĐỊNH BỘ TIÊU CHÍ TỔ HỢP ĐỂ PHỤC VỤ TÍNH CHỈ SỐ DỄ BỊ TỔN THƯƠNG DO LŨ, LỤT

Như đã trình bày các cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu đánh giá tính dễ bị tổn thương do thiên tai nói chung và lũ lụt nói riêng đến hệ thống, kinh tế, xã hội của các khu vực thuộc các lưu vực sông. Hiện có 3 phương pháp cơ bản để đánh giá tính dễ bị tổn thương là: đánh giá bằng phương pháp điều tra các đối tượng liên quan; đánh giá theo từng chuyên đề rồi chồng chập kết quả tính toán (bản đồ mức độ tác động) để đưa ra bức tranh tổng thể; Thông qua FVI để xác định tính dễ bị tổn thương với bộ tiêu chí được xác lập. Luận án sẽ phân tích và chi tiết các phương pháp xác định bộ tiêu chí để tính chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ, lụt tiêu biểu trên thế giới và Việt Nam từ đó thiết lập bộ tiêu chí của luận án.

Tổng quan các nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy mỗi một lưu vực và mỗi một cách tiếp cận có những bộ tiêu chí

khác nhau phù hợp nhất với vùng nghiên cứu.

(1) Theo nghiên cứu của Subhankar Karmakar và cộng sự thì $FVI = f(H, E)$, trong đó gồm có: Tôn thương vật lý; Tôn thương kinh tế; Tôn thương cơ sở hạ tầng; Tôn thương xã hội. Cụ thể là các biến số: đa dạng sinh học, công trình cơ sở hạ tầng, phương tiện, độ tuổi, dân số, dân tộc, kinh tế gia đình.

(2) Parker và cộng sự (2005) Xem xét chỉ số tổn thương xã hội được đề xuất bao gồm các tiêu chí: Tuổi tác - trẻ em và người già; Giới tính - phụ nữ; Việc làm; Thất nghiệp; Nghề nghiệp; Trình độ học vấn; Thành phần gia đình / hộ gia đình; Quốc tịch / dân tộc; Loại nhà ở; Số phòng; Nông thôn / thành thị; Mức độ nhận thức về rủi ro chuẩn bị; Kinh nghiệm trước lũ lụt; Tiếp cận việc ra quyết định; Tin tưởng vào các cơ quan chức năng (không +, vắng -); Bệnh tật dài hạn hoặc khuyết tật (+); Thời gian cư trú (được liên kết với experience trước, short residence +); Được phục vụ bởi hệ thống cảnh báo lũ lụt (có -, không +); Loại lũ (cho biết mức độ thiệt hại tiềm tàng); Thời gian trả lại lũ (cho biết mức độ thiệt hại tiềm tàng).

(3) Theo nghiên cứu của Nguyen Mai Dang 2010 Đánh giá tính dễ bị tổn thương gồm có: Tôn thương kinh tế bao gồm các tiêu chí về: Nhà ở, Công trình công cộng (bệnh viện, trường học, chợ, ...), Cơ sở hạ tầng, Diện tích đất nông nghiệp (sông, vùng cỏ, đất lúa, rau, cây ăn trái). Tôn thương xã hội bao gồm các tiêu chí: Dân số, Nhận thức về rủi ro, Giá trị tinh thần (tín ngưỡng, lịch sử, văn hóa), Thu nhập. Tôn thương môi trường bao gồm các tiêu chí: Ô nhiễm (Công nghiệp, sinh hoạt, ứng ngập), Xói lở, Không gian mở (vui chơi ngoài trời, hấp dẫn khách du lịch, dự trữ tự nhiên).

(4) Popovici Elena-Ana và cộng sự (2013) Hướng nghiên

cứu này coi tính dễ bị tổn thương của hệ thống là sự tổn thương các thành phần đặc trưng của xã hội gồm các mặt: kinh tế, xã hội và môi trường sinh thái. Trong nghiên cứu này đã sử dụng 27 tiêu chí để tính toán giá trị dễ bị tổn thương lũ, lụt cho vùng nông thôn đồng bằng Bannat ở Romania.

(5) M. Ghahroudi Tali và cộng sự (2014) Nghiên cứu đưa ra một công cụ đơn giản dùng để đánh giá tính dễ bị tổn thương cho khu vực thành phố dựa trên 6 tiêu chí (sử dụng đất, mật độ dân số, khối kết cấu cũ, khoảng cách đến cầu, độ dốc, mật độ mạng lưới thoát nước). Chủ yếu xét đến thành phần vật lý, các yếu tố thuộc độ phơi nhiễm.

(6) Trong các nghiên cứu của Balica Trong các nghiên cứu này chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt được phân chia thành 4 nhóm thành phần: Xã hội, kinh tế, môi trường, vật lý. Balica đã đưa ra 71 tiêu chí phục vụ cho việc lựa chọn bộ tiêu chí để tính toán chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ lụt cho từng không gian nghiên cứu khác nhau.

(7) Cấn Thu Văn năm 2015, BĐKH.19 Trong các nghiên cứu này các tác giả lựa chọn bộ tiêu chí gồm 4 thành phần: nguy cơ ngập lụt, độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu để mô tả tính dễ bị tổn thương của lưu vực trước tai biến lũ lụt. Bộ tiêu chí gồm 43 tiêu chí đã được đưa vào để đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt cho một số lưu vực sông thuộc khu vực miền Trung.

Qua phân tích và giới thiệu các bộ tiêu chí ở trên, bộ tiêu chí trong đề tài nghiên cứu BĐKH.19, trong nghiên cứu của Balica, trong nghiên cứu của Popocivi được lựa chọn trong việc xây dựng bộ tiêu chí tổ hợp bởi tính đa dạng và khả năng

áp dụng của bộ tiêu chí cũng như phù hợp với khái niệm về tính dễ bị tổn thương do lũ lụt được áp dụng trong luận án.

2.2 PHÂN TÍCH THIẾT LẬP BỘ TIÊU CHÍ

Với phân tích trong phần 2.1 ở trên thấy rằng hiện nay có rất nhiều bộ tiêu chí khác nhau, với các thành phần chỉ thị khác nhau và số lượng các chỉ thị cũng khác nhau đã gây ra những hạn chế cơ bản là:

- Các tiêu chí, thành phần, chỉ thị là nhiều, phức tạp;
- Nhiều tiêu chí, thành phần có sự trùng lặp, phụ thuộc (cái này là hậu quả của cái kia, ...);
- Phần nhiều các chỉ thị là định tính và gây khó khăn trong việc điều tra, thu thập dữ liệu cũng như chuẩn hóa giá trị khi sử dụng tính toán;
- Đặc biệt, ứng với mỗi vùng khác nhau lại sử dụng bộ tiêu chí, thành phần khác nhau để tính toán rồi dùng kết quả đó so sánh với nhau là không phù hợp. Hơn nữa việc so sánh chỉ số dễ bị tổn thương ở các lưu vực khác nhau là điều cần thiết và khi ấy thì tất cả đều phải được tính trên cùng 1 bộ tiêu chí.

Vì vậy, nghiên cứu và đề xuất được 1 bộ tiêu chí chung phù hợp là rất có ý nghĩa hiện nay.

Trên cơ sở 3 bộ tiêu chí khác nhau của 3 nghiên cứu điển hình ở trên, luận án sẽ tôn trọng và sử dụng tất cả các tiêu chí để phân tích, sàng lọc, lựa chọn và thiết lập riêng cho nghiên cứu của mình một bộ tiêu chí. Để đạt được mục tiêu trên, luận án thực hiện theo các bước:



Hình 2.1. Biểu đồ thực hiện các bước thiết lập bộ tiêu chí tổ hợp đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt.

2.2.1. Phương pháp so sánh tiêu chí

Dựa trên 3 bộ tiêu chí được tổng hợp, luận án tiến so sánh sự trùng lặp của các tiêu chí theo cặp và so sánh chéo. Tiếp theo là phân tích tính chất nội hàm của từng tiêu chí để xem tiêu chí nào là hệ quả của tiêu chí khác. Kết quả sự trùng lặp của các tiêu chí tổng số tiêu chí của 3 nghiên cứu điển hình là 109 tiêu chí. Số tiêu chí trùng nhau trong 3 nghiên cứu là 9 tiêu chí, số tiêu chí trùng nhau ở trong 2 nghiên cứu là 22 tiêu chí, 01 tiêu chí chỉ số tuổi thọ đã được xác định để tính chỉ số phát triển con người do vậy loại, số tiêu chí là độc lập của cả 3 bộ tiêu chí là 38. Ở đây có 3 tiêu chí về hiểm họa lũ lụt (độ lớn lũ lụt) là: độ sâu ngập lụt, vận tốc đỉnh lũ và thời gian lũ đều có trong cả 3 nghiên cứu. Tuy nhiên, trong cách tiếp cận và khái niệm được sử dụng trong luận án và theo các báo cáo của IPCC thì các tiêu chí này không được đề cập. Vì thế, 3 tiêu chí này được xem xét loại bỏ.

Cuối cùng là tổng hợp tất cả các tiêu chí của cả 3 nghiên cứu thành bộ tiêu chí chung và không có tiêu chí nào là trùng lặp. *Kết quả sử dụng phương pháp so sánh thu được 63 tiêu chí.*

2.2.2. Phương pháp chuyên gia

Trên cơ sở 63 tiêu chí sau khi đã tổng hợp và sàng lọc ở phương pháp so sánh, một phiếu điều tra gồm bộ câu hỏi được xây dựng để tham khảo ý kiến chuyên gia với các câu hỏi cơ bản là: đồng ý/không đồng ý/đồng ý nhưng sửa, mức độ ý nghĩa của các tiêu chí đối với giá trị tồn thương lũ lụt và cuối cùng là ý kiến bổ sung các tiêu chí khác (phiếu điều tra được trình bày trong phụ lục 1). 50 phiếu điều tra khảo sát đã được gửi tới các chuyên gia (chuyên gia có thể là người làm trong lĩnh vực chuyên ngành, cán bộ quản lý, người dân) được tổng hợp trong bảng 2.1.

Bảng 2.1. Số lượng phiếu gửi tới chuyên gia

STT	Chuyên gia trong lĩnh vực	Số phiếu
1	Lĩnh vực địa lý tự nhiên	04
2	Lĩnh vực địa lý kinh tế	04
3	Lĩnh vực thủy văn và tài nguyên nước	20
4	Lĩnh vực Khí tượng	05
5	Lĩnh vực tài nguyên môi trường	05
6	Cán bộ quản lý	8
7	Người dân	04
Tổng		50

Kết quả, thu về được 49 phiếu có phản hồi đạt tỷ lệ là 98% và giá trị khảo sát được tổng hợp như sau: các tiêu chí có tỷ lệ đồng ý <25% sẽ được xem xét trước khi ra quyết định bỏ. Trong 25 tiêu chí có tỷ lệ đồng ý <50% có 22 tiêu chí được lược bỏ sau khi phân tích lý giải, 02 tiêu chí được ghép vào tiêu chí Số người khuyết tật là người già và trẻ em để thiết lập thành tiêu chí Số dân yếu thế. Tiêu chí sử dụng đất (% sử dụng đất cho nông nghiệp, công nghiệp, thương mại, dịch vụ) được đề nghị tách ra thành 2 tiêu chí là sử dụng đất (% cho nông nghiệp) và

sử dụng đất (% cho công nghiệp, thương mại, dịch vụ). Tiêu chí Số lượng vật nuôi (tỷ lệ 98% được đề nghị thêm), Kinh nghiệm phòng ngừa dịch bệnh (tỷ lệ 83.7% được đề nghị thêm) sau khi phân tích quyết định đưa vào bởi đây là tiêu chí quan trọng khi xét tổn thương cho các hộ gia đình ở nông thôn.

Sau khi lọc bằng phương pháp chuyên gia thu được bộ tiêu chí tổ hợp gồm 41 tiêu chí.

2.2.3. Phương pháp đánh giá mức ý nghĩa các tiêu chí

Sau khi tiến hành các bước lọc trùng, ý kiến chuyên gia, luận án tiến hành bước phân tích mức ý nghĩa của từng phương pháp trên cơ sở mối quan hệ với tính dễ bị tổn thương lũ lụt (đã được tham vấn chuyên gia qua phiếu điều tra ở phụ lục 1) và nội hàm của từng tiêu chí để tiếp tục giảm số lượng tiêu chí nhằm đạt được một bộ tiêu chí tổ hợp có tính: Khái quát, đặc trưng, tinh gọn và dễ dàng thu thập dữ liệu. Áp dụng phương pháp AHP tính trọng số và đánh giá ưu tiên để chọn lựa phương án loại các tiêu chí ý nghĩa thấp. Kết quả tính trọng số theo phương pháp AHP được trình bày trong bảng 2.2.

Bảng 2.2. Bảng tính trọng số các tiêu chí

STT	Tiêu chí	Thành phần	Trọng số (%)	Quyết định
1	Sử dụng đất (% sử dụng đất cho nông nghiệp)	Ekt	38.3	Giữ
2	Sử dụng đất (% sử dụng đất cho công nghiệp, TM, DV)	Ekt	31.3	Giữ
3	Khu vực đô thị hóa	Ekt	10	Bỏ
4	Số lượng vật nuôi	Ekt	20.4	Giữ
5	Diện tích rừng	Emt	24	Giữ

Nhìn vào bảng 2.2 chúng ta thấy tiêu chí Khu vực đô thị hóa có trọng số là 10% được xem xét bỏ. Trong thực tế, khu vực đô thị hóa đặc trưng cho diện tích vùng đô thị, giá trị này được thể hiện trong tiêu chí sử dụng đất. Trọng số và mức ý nghĩa của giá trị Khu vực đô thị hóa/Diện tích đô thị hóa tương đối thấp. Vì vậy độ nhạy của trị số này ở mức thấp. Số dân là người dân tộc thiểu số, số dân nông thôn mang ý nghĩa là những người sống ở khu vực chưa phát triển và dễ bị tác động bởi lũ lụt. Tuy nhiên, hiện tại khu vực nông thôn giữa miền núi và đồng bằng là khác biệt rõ rệt. Khu vực sinh sống có cơ sở hạ tầng kém phát triển hơn, kinh tế, sinh kế kém hơn, các yếu tố này đã nằm trong tiêu chí về cơ sở hạ tầng, về phân hóa giàu nghèo, về chỉ số phát triển con người. Hơn nữa mức ý nghĩa của các tiêu chí này cũng khá thấp nhỏ hơn 8%. Vì vậy các tiêu chí này được xem xét bỏ. Tương tự, phân tích loại bỏ các tiêu chí có trọng số <10% hoặc = 10% sẽ được xem xét loại bỏ. Kết quả 14 tiêu chí xem xét loại bỏ còn lại 27 tiêu chí được tổng hợp trong bảng 2.3.

Bảng 2.3. Bộ tiêu chí tổ hợp

STT	Tiêu chí	Thành phần
1	Sử dụng đất (% sử dụng đất cho nông nghiệp)	Ekt
2	Sử dụng đất (% sử dụng đất cho công nghiệp, TM, DV)	Ekt
3	Số lượng vật nuôi	Ekt
4	Diện tích rừng	Emt
5	Khu bảo tồn thiên nhiên	Emt
6	Khu vực xuống cấp, suy thoái	Emt
7	Di sản văn hóa	Exh

8	Số dân trong vùng lũ	Exh
9	Số dân yếu thế	Exh
10	Hiệu quả công trình phòng lũ	Rkt
11	Khả năng tích trữ của hồ, đập	Rkt
12	Phục hồi kinh tế sau lũ	Rkt
13	Chất lượng nước sinh hoạt/chất lượng nguồn nước sinh hoạt sau khi lũ xảy ra	Rmt
14	Kinh nghiệm phòng ngừa dịch bệnh	Rmt
15	Thời gian phục hồi sau lũ	Rmt
16	Hệ thống dự báo, cảnh báo lũ	Rxh
17	Hỗ trợ từ chính quyền về khắc phục hậu quả	Rxh
18	Kinh nghiệm chống lũ	Rxh
19	Bất bình đẳng (Hệ số GINI) (tỷ lệ giàu nghèo)	Skt
20	Nghề chính (sinh kế)	Skt
21	Số người thất nghiệp/tỷ lệ thất nghiệp	Skt
22	Chất lượng cấp nước/khả năng cung cấp nước sạch	Smt
23	Dịch bệnh	Smt
24	Môi trường sống	Smt
25	Chỉ số phát triển con người (HDI)	Sxh
26	Loại hình nhà ở	Sxh
27	Sự lo lắng	Sxh

2.2.4. Đánh giá độ tin cậy của bộ tiêu chí tổ hợp

Công thức chung

Như đã phân tích các công thức tính chỉ số dễ bị tổn thương lũ lụt đang được sử dụng hiện nay, Luận án sẽ sử dụng công thức cộng có trọng số với 4 thành phần là xã hội, kinh tế, môi trường, vật lý tuy nhiên trong quá trình lọc các tiêu chí để giữ lại các tiêu chí có ý nghĩa thì các thành phần thuộc vật lý

chỉ còn 01 thành phần là địa hình ở trước bước lọc mức ý nghĩa. Sau khi phân tích ở bước lọc bằng tính trọng số tiêu chí địa hình cũng được loại. Vì vậy công thức tính còn lại các thành phần, cụ thể:

$$FVI = (wxh \times FVIxh) + (wkt \times FVIkt) + (wmt \times FVImt)$$

$$FVIxh = (wExh \times Exh) + (wSxh \times Sxh) + (wAxh \times Axh)$$

$$FVIkt = (wEkt \times Ekt) + (wSkt \times Skt) + (wAkt \times Akt)$$

$$FVImt = (wEmt \times Emt) + (wSmt \times Smt) + (wAmt \times Amt)$$

$$FVIvl = (wEvl \times Evl) + (wSvl \times Svl) + (wAvl \times Avl)$$

trong đó:

FVI: Chi số dễ bị tổn thương tổng hợp

FVIxh: Chi số dễ bị tổn thương xã hội

FVIkt: Chi số dễ bị tổn thương kinh tế

FVImt: Chi số dễ bị tổn thương môi trường

wi: Trọng số của các thành phần tương ứng

Thiết lập dữ liệu Việc thiết lập dữ liệu cho các tiêu chí/chi số dựa trên các tài liệu thu thập và điều tra,

Chuẩn hóa dữ liệu Các biến, thành phần có thứ nguyên khác nhau, vì thế khi sử dụng trong hàm quan hệ cần chuẩn hóa trước khi tính toán giá trị tính dễ bị tổn thương lũy lệt. Trong nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp đánh giá chỉ số phát triển con người của UNDP (2006) để chuẩn hóa dữ liệu.

Tính trọng số. Mỗi tiêu chí đều có một vai trò nhất định trong việc hình thành tính dễ bị tổn thương của lưu vực. Tùy thuộc vào mục đích đánh giá mà mỗi tác giả có thể coi vai trò của các tiêu chí là ngang bằng hoặc có trọng số. Luận án tính chỉ số theo các biến và thành phần có trọng số.

Trên cơ sở phân tích khả năng và tính chất của một số phương pháp tính trọng số, trọng số của mỗi tiêu chí, thành phần, biến để tính chỉ số dễ bị tổn thương được tính theo phương pháp AHP. Phương pháp do Saaty (1980) đưa ra trong tiến trình phân tích cấp bậc *analytic hierarchy process* (AHP). Phương pháp này tạo ra ma trận các tỷ số so sánh, trên cơ sở đó, tính toán các trọng số.

Tính chỉ số Sau khi giá trị các biến được thiết lập, chuẩn hóa và được sử dụng để tính toán giá trị các thành phần, từ giá trị các thành phần tiến hành tính toán giá trị các tiêu chí và cuối cùng là tính toán chỉ số dễ bị tổn thương lũy lệt từ các chỉ số tổn thương thành phần.

Xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương lũy lệt Bản đồ tính dễ bị tổn thương lũy lệt được xây dựng dựa trên bộ chỉ số dễ bị tổn thương đã tính bằng công nghệ GIS. Ngoài bản đồ tính dễ bị tổn thương còn xây dựng 3 bản đồ thành phần (tổn thương kinh tế, tổn thương xã hội, tổn thương môi trường) để hỗ trợ cho việc phân tích, xác định nguyên nhân, đánh giá và khắc phục tính dễ bị tổn thương tại một vùng bất kỳ hay toàn bộ lưu vực.

Đánh giá mức độ dễ bị tổn thương. Trên cơ sở bộ chỉ số và bộ bản đồ tính dễ bị tổn thương có thể phân tích, đánh giá mức độ dễ bị tổn thương hoặc tổng hợp, hoặc theo từng tiêu chí để rút ra được bản chất tự nhiên, xã hội và môi trường của vùng nghiên cứu trước tai biến lũ lệt.

Tiến hành tính toán thử nghiệm cho bộ tiêu chí tổ hợp và bộ tiêu chí riêng biệt cho 48 xã tương ứng với kết quả tính theo bộ tiêu chí của BĐKH.19. Tổng hợp kết quả so sánh được thể hiện trong bảng 2.4.

Bảng 2.4. Tổng hợp kết quả so sánh

STT	Độ chênh lệch	Số xã có độ chênh lệch		
		<i>Kết quả so sánh với bộ tiêu chí của Balica</i>	<i>Kết quả so sánh với bộ tiêu chí của Popocivi</i>	<i>Kết quả so sánh với bộ tiêu chí của BĐKH.19</i>
1	0 - 10%	27	18	21
2	10 - 20%	17	10	14
3	20 – 25%	4	7	3
4	25 – 30%	0	8	5
5	30 – 40%	0	5	5

Tổng hợp kết quả cho thấy các xã có độ chênh lệch nhỏ hơn 25% so với bộ tiêu chí của Balica đạt 100%, so với bộ tiêu chí của Popocivi đạt 73%, so với bộ tiêu chí của BĐKH.19 đạt 79%.

Dùng cách so sánh kết quả tính định lượng để chứng minh thiết lập bộ tiêu chí tổ hợp cho thấy sự phù hợp và có cơ sở khoa học của bộ tiêu chí tổ hợp. Bộ tiêu chí tổ hợp này sẽ được sử dụng để tính giá trị dễ bị tổn thương lũ lụt cho toàn bộ tỉnh Quảng Trị ở Chương 3.

CHƯƠNG 3: ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG LŨ LỤT LƯU VỰC SÔNG BẾN HẢI – THẠCH HẢI THEO BỘ TIÊU CHÍ TỔ HỢP

3.1 GIỚI THIỆU KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Tỉnh Quảng Trị được giới hạn bởi 16⁰18' đến 17⁰10' vĩ độ Bắc và 106⁰32' đến 107⁰34' kinh độ Đông, nằm giữa đất nước ta. Với đường bờ uốn lồm về đất liền, lưng tựa dãy Trường Sơn nên ở đây thuận lợi cho việc đón nguồn ẩm từ Biển Đông theo hướng theo hướng Đông Bắc và Đông Nam. Hàng năm Quảng Trị là một trong các tỉnh đón nhận nhiều mưa, bão khắc nghiệt

nhất. Do mùa lũ ngắn từ tháng X đến tháng XII nên lượng mưa trung bình tháng duy trì ở mức cao, gây nguy cơ lũ lụt trầm trọng.

Đặc điểm tự nhiên tạo cho vùng một đặc trưng mưa lũ khốc liệt, trong khi đó các hoạt động sống của con người trên bề mặt cũng góp phần tạo nên sự khó lường về thiệt hại và mức độ ảnh hưởng của lũ lụt đến đời sống người dân.

3.2 TÍNH TOÁN GIÁ TRỊ DỄ BỊ TỔN THƯƠNG LŨ LỤT CHO LƯU VỰC SÔNG BẾN HẢI – THẠCH HẸN THEO BỘ TIÊU CHÍ TÔ HỢP

3.2.1. Cơ sở dữ liệu

Dữ liệu được sử dụng để thiết lập giá trị cho các chỉ số, các thành phần, các tiêu chí gồm các dữ liệu về tự nhiên và xã hội. Bao gồm các báo cáo liên quan đến kinh tế - xã hội, các báo cáo trong các dự án đề tài thực hiện trên địa bàn tỉnh Quảng Trị, các bản đồ (sử dụng đất, mạng lưới sông suối, các bản đồ chuyên đề...), niên giám thống kê, phiếu điều tra xã hội học năm 2014, 2017, 2018.

3.2.2. Thiết lập giá trị các tiêu chí

Để tính toán giá trị dễ bị tổn thương cần thiết lập giá trị các tiêu chí, giá trị các tiêu chí được thiết lập như sau:

Số liệu dân số trong vùng lũ, lụt được xác định dựa trên bản đồ ngập lụt, niên giám thống kê (2017) cấp huyện và phiếu điều tra chính quyền cấp xã.

Số dân yếu thế được xác định dựa trên niên giám thống kê (2017) cấp huyện và phiếu điều tra chính quyền cấp xã.

Tương tự như vậy, giá trị các tiêu chí theo cấp xã được thiết

lập, kết quả tổng hợp được minh họa trong bảng 3.1.

Bảng 3.1. Minh họa giá trị các tiêu chí thuộc thành phần tổn thương xã hội cho các xã thuộc huyện Cam Lộ

Xã/phường/thị trấn	E_xh			S_xh			R_xh		
	E _{xh1}	E _{xh2}	E _{xh3}	S _{xh1}	S _{xh2}	S _{xh3}	R _{xh1}	R _{xh2}	R _{xh3}
Cam An	210	1647.6	2.0	0.7	3.0	2.0	3.5	2.3	2.0
Cam Hiếu	303	1685.7	1.0	0.7	2.9	2.0	3.5	2.7	2.6
Cam Thanh	500	760.5	2.0	0.7	2.7	2.3	2.7	2.7	2.7
Cam Thành	27.0	1911.8	5.0	0.6	3.1	2.2	2.5	2.9	2.8

3.2.3. Tính toán giá trị để bị tổn thương lũ lụt

Chuẩn hóa số liệu

Kết quả chuẩn hóa số liệu được minh họa trong bảng 3.2.

Bảng 3.2. Minh họa giá trị các tiêu chí được chuẩn hóa thuộc thành phần tổn thương xã hội cho các xã thuộc huyện Cam Lộ

Xã/phường/thị trấn	E_xh			S_xh			R_xh		
	E _{xh1}	E _{xh2}	E _{xh3}	S _{xh1}	S _{xh2}	S _{xh3}	R _{xh1}	R _{xh2}	R _{xh3}
Cam An	0.13	0.19	0.18	0.35	0.60	0.40	0.70	0.47	0.40
Cam Hiếu	0.19	0.19	0.09	0.34	0.57	0.40	0.70	0.53	0.52
Cam Thanh	0.31	0.09	0.18	0.35	0.53	0.47	0.53	0.53	0.53
Cam Thành	0.02	0.22	0.45	0.36	0.62	0.44	0.49	0.59	0.56

Xác định trọng số

Sử dụng phương pháp AHP để xác định trọng số. Tương quan giữa các tiêu chí được xác định theo phương pháp chuyên gia được xây dựng theo mẫu phiếu trong phụ lục 6. Phiếu

chuyên gia được gửi đi là 20 phiếu và thu về 20 phiếu. Trong đó, thành phần chuyên gia bao gồm: 03 chuyên gia về khí tượng, 12 chuyên gia về thủy văn, 01 chuyên gia về địa lý kinh tế, 04 cán bộ quản lý. Kết quả tính trọng số của các tiêu chí trong 1 thành phần, trọng số của từng thành phần trong giá trị để bị tổn thương minh họa trong bảng 3.3.

Bảng 3.3. Giá trị trọng số của các chi tiêu chí, các thành phần trong giá trị để bị tổn thương theo phương pháp AHP

FVI XÃ HỘI	Trọng số các tiêu chí	Trọng số các thành phần
E_xh		0.486
Dân số trong vùng lũ, lụt	0.443	
Số dân yếu thế	0.473	
Cơ sở tín ngưỡng văn hóa	0.084	
S_xh		0.159
Chỉ số phát triển con người (Chỉ số HDI)	0.359	
Loại hình nhà phổ biến	0.433	
Sự lo lắng, bất an, sợ hãi của người dân trước lũ, lụt	0.208	
R_xh		0.355
Kinh nghiệm phòng chống lũ, lụt	0.561	
Sự hỗ trợ của chính quyền và tổ chức	0.134	
Hiệu quả của hệ thống dự báo, cảnh báo lũ	0.305	

Kết quả tính

Từ giá trị các tiêu chí đã chuẩn hóa và trọng số đã tính, xác định được giá trị tổn thương cho các thành phần xã hội, kinh tế, môi trường và giá trị tổn thương tổng hợp cho các xã trên lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn theo công thức tính được trình bày trong chương 2. Kết quả tính được minh họa trong bảng

3.4.

Bảng 3.4. Kết quả tính giá trị dễ bị tổn thương lũ, lụt cho các xã trên lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị

Stt	Xã	FVI _{XH}	FVI _{KT}	FVI _{MT}	FVI
1	Cam An	0.30	0.37	0.41	0.36
2	Cam Hiếu	0.30	0.44	0.38	0.37
3	Cam Thanh	0.33	0.46	0.40	0.40
4	Cam Thành	0.32	0.51	0.39	0.41

Phân cấp mức độ tính dễ bị tổn thương cho từng xã sử dụng phân bố Beta. Kết quả phân cấp mức độ dễ bị tổn thương lũ lụt được minh họa trong bảng 3.5.

Bảng 3.5. Phân cấp mức độ tổn thương giá trị FVI theo bộ tiêu chí tổ hợp

Stt	Xã	FVI Tổ hợp	FVI Beta	Mức độ DBTT	Ghi chú
1	Cam An	0.361	0.124	MĐTT nhỏ	
2	Cam Hiếu	0.370	0.168	MĐTT nhỏ	
3	Cam Thanh	0.399	0.332	MĐTT trung bình	
4	Cam Thành	0.408	0.394	MĐTT trung bình	
5	Cam Thủy	0.374	0.187	MĐTT nhỏ	
6	Cam Chính	0.390	0.278	MĐTT trung bình	

Đánh giá tính dễ bị tổn thương

Kết quả tính toán trên toàn lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn cho thấy: có 37/111 xã (= 33,33%) có mức độ dễ bị tổn thương nhỏ, 37/111 xã (= 33,33%) có mức độ dễ bị tổn thương trung bình, 29/111 xã (= 26,13%) có mức độ dễ bị tổn thương cao, 8/111 (= 7.21%) xã có mức độ dễ bị tổn thương rất cao.

Xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương lũ lụt Sử dụng phần mềm Mapinfo để xây dựng các bản đồ biểu thị mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt cho bộ tiêu chí tổ hợp và bản đồ MĐTT do lũ

lục thành phần cho các xã thuộc lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn. Các bản đồ được xây dựng thể hiện MĐTT trên toàn lưu vực để thuận tiện cho việc phân tích, đánh giá tính dễ bị tổn thương cho khu vực nghiên cứu theo không gian.



Hình 3. 1. Bản đồ tính dễ bị tổn thương lũ lụt theo bộ tiêu chí tổ hợp lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn tỉnh Quảng Trị

KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Sau khi bài toán được giải quyết, luận án đã rút ra được một số kết luận sau:

1. Đã thiết lập bộ tiêu chí tổ hợp gồm 27 tiêu chí bằng cách sàng lọc các bộ tiêu chí hiện đang sử dụng theo nguyên tắc và có cơ sở khoa học.
2. Áp dụng bộ tiêu chí tổ hợp để tính toán tính dễ bị tổn thương cho thấy tính khả dụng của nó và có thể áp dụng quy

trình này cho nhiều lưu vực sông khác.

Kết quả tính toán cho thấy: Bộ chỉ số dễ bị tổn thương từng xã được tính toán và cho thấy mức độ dễ bị tổn thương cao xảy ra ở các xã ở vùng ngập sâu, người dân sống chủ yếu là sản xuất nông nghiệp và đặc biệt là các xã còn nghèo, đồng thời một số địa phương ở thị xã Quảng Trị, hay thành phố Đông Hà cũng có chỉ số dễ bị tổn thương ở mức cao do tính nhạy về kinh tế cao (ở đây là thiệt hại nặng nề về kinh tế khi bị nước ngập cô lập

KIẾN NGHỊ

- Mỗi tiêu chí, thành phần, biến đã được xác định trọng số trong tính toán chỉ số dễ bị tổn thương. Tuy nhiên, cần nghiên cứu chi tiết nội hàm (theo kịch bản) các biến, thành phần này để đánh giá mức độ ảnh hưởng đến chỉ số dễ bị tổn thương.

- Tiến tới việc xây dựng một hệ thống các điểm thu thập thông tin, dữ liệu đồng bộ để cập nhật, đánh giá và chỉnh sửa bộ chỉ số và bản đồ dễ bị tổn thương nhằm phục vụ tốt hơn công tác quy hoạch phòng chống thiên tai lũ lụt cho từng địa phương cụ thể.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC

1. Nguyễn Thanh Sơn, **Ngô Chí Tuấn**, Phạm Lê Phương, Nguyễn Hùng Trí, Nguyễn Thanh Lợi, 2015 Diễn biến dòng chảy tỉnh Quảng Trị giai đoạn 2015 - 2035 theo kịch bản Biến đổi khí hậu *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, Tập 31, Số 1S tr. 78 – 84
2. **Ngô Chí Tuấn**, Phạm Lê Phương, Lê Việt Thìn, Nguyễn Thanh Sơn, 2015 Diễn biến khí hậu tỉnh Quảng Trị thời kỳ 1993 - 2013 và thời kỳ chịu tác động của biến đổi khí hậu 2015-2035 *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, Tập 31, Số 1S tr. 85 -92
3. **Ngô Chí Tuấn**, Nguyễn Thanh Sơn, Trương Thị Minh Thư 2015 Nghiên cứu áp dụng công thức Balica – Unesco để đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt huyện Triệu Phong, tỉnh Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, Tập 31, Số 3S tr. 247 – 252
4. Cán Thu Văn, Nguyễn Thanh Sơn, **Ngô Chí Tuấn**, Phan Ngọc Thắng 2015 Xây dựng bộ công cụ đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt phù hợp cho các lưu vực sông ở miền Trung, Việt Nam *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, Tập 31, Số 3S tr. 277 - 285
5. Nguyễn Thanh Sơn, **Ngô Chí Tuấn**, Nguyễn Quang Hưng, Phan Ngọc Thắng, **2016** Xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương và các giải pháp hạn chế tổn thương do lũ trên lưu vực sông Bến Hải - Thạch Hãn *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN. Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 32, Số 3S, 2016 175