

# Xây dựng bộ tiêu chí đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt cho thành phố Đông Hà, tỉnh Quảng Trị

Ngô Chí Tuấn<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Kiên Dũng<sup>2</sup>, Cấn Thu Văn<sup>3</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## TÓM TẮT

Trong thập kỷ gần đây việc nghiên cứu tính dễ bị tổn thương lũ lụt đã và đang được các nhà khoa học ở Việt Nam cũng như quốc tế đề cập và sử dụng rộng rãi. Có nhiều phương pháp khác nhau để đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt cho một khu vực. Đặc biệt, những năm gần đây thì các phương pháp định tính xác định chỉ số dễ bị tổn thương trong được chú trọng. Bài báo này bổ sung, phát triển một bộ tiêu chí thông qua việc tổng hợp, lựa chọn và loại trừ các tiêu chí trong các nghiên cứu điển hình về tổn thương do lũ lụt đã áp dụng thành công ở Việt Nam và các nước khác. Trên cơ sở đó, lựa chọn các chỉ số dễ bị tổn thương và sự hội nhập các quan điểm của các bên liên quan khác nhau để đánh giá tổn thương lũ lụt cho một khu vực, cụ thể áp dụng đánh giá tổn thương lũ lụt cho thành phố Đông Hà tỉnh Quảng Trị. Bộ tiêu chí được xây dựng gồm có các tiêu chí về độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu thuộc các thành phần: kinh tế ( $FV_{kinhte}$ ), thành phần xã hội ( $FV_{xahoi}$ ), thành phần môi trường ( $FV_{moitruong}$ ) và thành phần vật lý ( $FV_{vatly}$ ). Kết quả có thể thấy rằng tính dễ bị tổn thương lũ lụt trên địa bàn thành phố Đông Hà dao động từ tổn thương nhỏ đến trung bình trong đó: phường Đông Thanh có giá trị tổn thương lớn nhất là 0,41 và phường 3, phường 4 có giá trị tổn thương thấp nhất là 0,06.

**Từ khóa:** Tính dễ bị tổn thương, bộ tiêu chí đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ, bộ chỉ số dễ bị tổn thương do lũ, tỉnh Quảng Trị

## GIỚI THIỆU

Thành phố Đông Hà là thành phố trung tâm của tỉnh Quảng Trị với diện tích 72,95 km<sup>2</sup>. Đông Hà gồm 9 phường, theo Niên giám thống kê thành phố Đông Hà năm 2014, dân số có 87.362 nhân khẩu. Mật độ dân số là 1.197 người/km<sup>2</sup> <sup>1</sup>.

**Địa hình:** Địa hình có đặc trưng về mặt hình thể như là một mặt cầu mở rộng ra hai phía Nam, Bắc của quốc lộ 9, địa hình hơi nghiêng và thấp dần từ Tây sang Đông. Các vùng đất đồi bị chia cắt bởi nhiều đồi bát úp xen giữa là các khe.

**Khí hậu, sông ngòi:** Khí hậu Đông Hà thuộc kiểu khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa với đặc trưng là gió Lào (gió Phơn Tây Nam). Nhiệt độ trung bình hàng năm khoảng 25 đến 26°C, có biên độ dao động khá lớn.

Lượng mưa trung bình hàng năm là 2200 – 2700mm, cao hơn mức trung bình của cả nước và phân bố không đều, tập trung chủ yếu là từ tháng IX đến tháng XII. Độ ẩm tương đối bình quân nhiều năm trong khoảng 85-89%. Bốc hơi bình quân nhiều năm đạt 1200-1300 mm. Thành Phố Đông Hà nằm trong lưu vực sông Thạch Hãn, là vùng mưa tương đối của nước ta nên nguồn nước tương đối dồi dào. Thành phố Đông Hà có tổng trữ lượng nguồn nước mặt lớn, phân bố khá đều trên thành phố. Ngoài nguồn nước từ sông

Hiếu, Vĩnh Phước, Thạch Hãn, Hói Sông và hàng chục khe suối, các hồ chứa, Đông Hà còn có một số hồ đập nhân tạo phục vụ cho sản xuất nông nghiệp, cải tạo môi trường và nuôi trồng thủy sản như: hồ Trung Chỉ, hồ Khe Mây, hồ Đại An, hồ Đại An, hồ Khe Sắn. Đông Hà còn là nơi có sông Cam Lộ chảy qua. Nằm trong lưu vực sông Thạch Hãn chính vì vậy thành phố Đông Hà chịu ảnh hưởng của chế độ dòng chảy tại đây. 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 tháng VIII.

## PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG DO LŨ LỤT

Trong 30 năm qua, khái niệm về tính dễ bị tổn thương đã có nhiều thay đổi, khái niệm này được các nhà khoa học đưa ra với các định nghĩa khác nhau và với các hướng quan tâm, nghiên cứu khác nhau nhằm phân loại các thành phần, yếu tố để đánh giá tính dễ bị tổn thương.

Tính dễ bị tổn thương được định nghĩa phụ thuộc vào các mối nguy hiểm tiếp xúc với xã hội, như là các mối nguy hiểm do biến đổi khí hậu <sup>2</sup>, mối nguy hiểm do môi trường <sup>3,4</sup>, mối nguy hiểm do lũ <sup>5-9</sup>.

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Việt Nam

<sup>3</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM, Việt Nam

### Liên hệ

**Ngô Chí Tuấn**, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam

Email: tuanncc@vnu.edu.vn

### Lịch sử

- Ngày nhận: 06-8-2021
- Ngày chấp nhận: 11-11-2021
- Ngày đăng: xx-11-2021

### DOI:



### Bản quyền

© ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



**Trích dẫn bài báo này:** Tuấn N C, Dũng N K, Văn C T. **Xây dựng bộ tiêu chí đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt cho thành phố Đông Hà, tỉnh Quảng Trị.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(S12):1-7.

Theo định nghĩa của Liên hợp quốc<sup>5</sup>, tính dễ bị tổn thương do lũ lụt được coi như là mức độ thiệt hại của mỗi yếu tố (ví dụ như dân cư, nhà ở, các công trình nông nghiệp, đất, các tòa nhà công cộng, dịch vụ công cộng, các ngành công nghiệp sản xuất và khai thác,...), hoặc 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 (0-không có thiệt hại, 1-tổng thiệt hại). Theo McCarthy và cs. 2001<sup>6</sup>, tính dễ bị tổn thương do lũ cũng được xác định là mức độ nhạy cảm của hệ thống do sự phơi nhiễm lại với khả năng của nó (hoặc không ổn định) để ứng phó, giải quyết hoặc cơ bản là thích nghi.

Để tăng cường tính ứng dụng trong của các nghiên cứu trong thực tế, đặc biệt là trong chủ động đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ thì Janet Edwards 2007<sup>10</sup> đã đưa ra một khái niệm nữa là bản đồ tính dễ bị tổn thương do lũ “ là bản đồ cho biết vị trí các vùng nơi mà con người, môi trường thiên nhiên, của cải gặp rủi ro do các thảm họa có thể dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng như thiệt hại về người, gây ô nhiễm môi trường”.

Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng định nghĩa được phát triển theo quan điểm của IPCC, UNESCO-IHE<sup>11</sup>, “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”. Trong định nghĩa này đã bao hàm đầy đủ các yếu tố được đề cập trong việc xác định tính dễ bị tổn thương do lũ.

*Phương pháp:* Để đánh giá định lượng mức độ tổn thương cho vùng nghiên cứu, có thể thông qua việc xây dựng “chỉ số tính dễ bị tổn thương”. Chỉ số này được xác định dựa trên bộ tiêu chí được lựa chọn làm nên tính dễ bị tổn thương của một vùng. Balica (2009)<sup>9</sup> đã đưa ra công thức xác định tính dễ bị tổn thương do lũ và được Viện giáo dục ngành nước UNESCO-IHE phát triển là:

*Chỉ số tính dễ bị tổn thương do lũ = Độ phơi nhiễm X Tính nhạy / Khả năng phục hồi.*

## XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHÍ

Năm 2009<sup>9</sup>, 2012<sup>12</sup> Balica đã đưa ra bộ tiêu chí để xác định tính dễ bị tổn thương do lũ cho khu vực đô thị. Bộ tiêu chí gồm có 34 biến thể hiện rõ các đặc trưng của đô thị như dân số, cơ sở hạ tầng, đặc điểm khí hậu, địa hình.

Năm 2013, Hajar Nasiri and Shahram Shahmohammadi-Kalalagh<sup>13</sup> đã sử dụng 29

tiêu chí để đánh giá tổn thương lũ lụt cho các vùng đô thị ở Malaysia.

Năm 2014, M. Ghahroudi Tali và cộng sự<sup>14</sup> đã sử dụng 5 tiêu chí để đánh giá tổn thương lũ lụt cho thành phố Tehran ở Iran.

Năm 2015, Cấn Thu Văn và cộng sự<sup>15</sup> đã xây dựng bộ công cụ để đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt cho một số lưu vực sông miền trung (lưu vực sông Lam, lưu vực sông Bến Hải – Thạch Hãn, và lưu vực sông Thu Bồn) với 43 tiêu chí được lựa chọn, thể hiện những đặc trưng về tự nhiên, kinh tế - xã hội và môi trường trong mối liên quan đến tai biến lũ lụt.. tại khu vực nghiên cứu.

Như vậy, việc lựa chọn bộ tiêu chí nhằm xác định chỉ số dễ bị tổn thương do lũ cho khu vực nghiên cứu phụ thuộc vào nhiều yếu tố như không gian nghiên cứu được lựa chọn, mức độ quan trọng của biến, sự ảnh hưởng tới tính dễ bị tổn thương lũ lụt của biến và khả năng thu thập số liệu.

Bộ tiêu chí trong nghiên cứu của Balica (2009, 2012) và Hajar Nasri cùng cộng sự (2013) tương đối đầy đủ các yếu tố tuy nhiên trong các tiêu chí về độ phơi nhiễm lại không đề cập đến thành phần thời gian ngập, vận tốc ngập. Bộ tiêu chí trong nghiên cứu của M. Ghahroudi Tali và cộng sự (2014) lại chủ yếu tập trung đánh giá tổn thương về cơ sở hạ tầng (thành phần vật lý) chưa đánh giá về kinh tế, xã hội, môi trường. Trong bộ tiêu chí của Cấn Thu Văn và cộng sự (2015) các tiêu chí về độ phơi nhiễm mới đề cập đến các tiêu chí về tai biến lũ, sử dụng đất mà chưa có các tiêu chí về địa hình, thảm phủ thực vật. Một số tiêu chí các tác giả khác đề trong phần độ phơi nhiễm thì trong nghiên cứu này để trong thành phần tính nhạy (ví dụ như: số hộ dân trong vùng lũ, tổng số dân)

Từ việc phân tích các nghiên cứu trên tác giả tiến hành xây dựng bộ tiêu chí để đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ cho thành phố Đông Hà dựa vào việc xác định độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng phục hồi.

Độ phơi nhiễm (E) cung cấp các dữ kiện cụ thể về các mối đe dọa nguy hiểm tới các yếu tố khác nhau về rủi ro<sup>16</sup>. Độ phơi nhiễm có thể được hiểu như là mức độ có mặt của các giá trị tại địa điểm nơi lũ lụt có thể xảy ra. Những giá trị này có thể là hàng hóa, cơ sở hạ tầng, di sản văn hóa, lĩnh vực nông nghiệp, sử dụng đất, các yếu tố thủy văn (mưa, lưu lượng), các yếu tố địa hình (độ cao, độ dốc), sự xuất hiện lũ hoặc dân cư (dân số trong vùng ngập).

Tính nhạy (S) là biểu hiện của hệ thống thông qua các hoạt động sống của con người trước tai biến lũ lụt. Tính nhạy được xác định là những yếu tố làm ảnh hưởng tới khả năng thiệt hại tương đối của tài sản và vật liệu trong các trận lũ hoặc các sự kiện nguy hiểm khác. Tính nhạy liên quan đến đặc điểm của hệ

thống bao gồm cả các chỉ số của bối cảnh xã hội, của tình hình thiệt hại lũ lụt, đặc biệt là việc chuẩn bị và nâng cao nhận thức của người dân bị ảnh hưởng có liên quan đến rủi ro mà họ sống cùng (trước lũ), các tổ chức có liên quan đến việc giảm thiểu và làm giảm những tác động của các mối nguy hiểm và các biện pháp có thể được triển khai, như lộ trình sơ tán được sử dụng trong các trận lũ.

Khả năng phục hồi (R) là năng lực của một hệ thống, cộng đồng hay xã hội, có khả năng tiếp xúc với các nguy cơ nhằm thích ứng với bất kỳ sự thay đổi, bằng cách chống lại hoặc thay đổi bản thân để duy trì hoặc để đạt được một mức độ chấp nhận của các chức năng và cấu trúc của hệ thống<sup>17</sup>. Chỉ số khả năng phục hồi được tạo thành từ sự phục hồi và thích ứng với năng lực (khả năng phục hồi, nhận thức, kinh nghiệm quá khứ, ...).

Các biến 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.

Nhóm tham số tính tổn thương xã hội bao gồm các biện pháp hoặc các biến mô tả bối cảnh, năng lực, kỹ năng, kiến thức, giá trị, niềm tin và hành vi của các cá nhân, hộ gia đình, tổ chức và các cộng đồng ở quy mô địa lý khác nhau. Chỉ số xã hội thường được sử dụng để đánh giá các điều kiện hoặc thành tựu của mục tiêu xã hội liên quan đến sức khỏe con người, nhà ở, trình độ học vấn, cơ hội giải trí, và các vấn đề công bằng xã hội hiện nay.

Nhóm tham số tính tổn thương kinh tế thể hiện sự phát triển của khu vực nghiên cứu. Những biến này 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 được đặc trưng bởi thu nhập bình quân đầu người thấp, thiếu hụt nguồn nhân lực, thiếu đầu tư và tài chính.... Mặt khác, các nước phát triển có thể được phân biệt bởi một lượng lớn vốn đầu tư, tuổi thọ con người cao, có bảo hiểm lũ lụt, quy hoạch đô thị, .v.v. Nếu tăng phát triển kinh tế, thiệt hại tiềm năng do lũ lụt có thể tăng. Nhóm tham số tính tổn thương môi trường bao gồm các biến 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. Các hoạt động như công nghiệp, nông nghiệp, đô thị hóa, trồng rừng, phá rừng, ... đã được chứng minh sẽ làm tăng tính dễ bị tổn thương lũ lụt, mà cũng có thể tạo ra thiệt hại môi trường nhiều hơn. Một số chỉ số được xem xét là mức nước ngầm, sử dụng đất cho các hoạt động kinh tế hoặc cho bảo

tồn thiên nhiên, khu vực bị suy thoái, tỷ lệ diện tích đô thị hóa, thay đổi tỷ lệ rừng, vv

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. Một số chỉ tiêu được tìm thấy như là địa hình, mưa lớn, tốc độ bay hơi, thời gian trở lại lũ, gần đến sông, chảy sông, độ sâu nước lũ, vận tốc dòng chảy, tải trầm tích, chiều dài đường bờ biển.

FVI (chỉ số tổn thương do lũ) được chia thành các thành phần khác nhau (chỉ số tổn thương xã hội, kinh tế, môi trường và vật lý) rồi liên kết chúng với các yếu tố của tính dễ bị tổn thương như độ phơi nhiễm, tính nhạy, khả năng phục hồi nhằm giúp cho việc xác định những yếu điểm của hệ thống phòng lũ (bất kỳ quy mô nào) và từ đó cũng hỗ trợ để đề xuất các chiến lược để cải thiện các hệ thống tổng thể.

Trong nghiên cứu của Balica<sup>9,12</sup>, Hajar Nasiri and Shahram Shahmohammadi-Kalalagh<sup>13</sup> các tiêu chí thể hiện độ phơi nhiễm không thể hiện thời gian ngập, tốc độ ngập, hai thành phần quan trọng trong việc đánh giá tổn thương ở khu vực thành phố khi lũ lụt xảy ra. Thành phần độ phơi nhiễm trong các nghiên cứu này mới chỉ dừng lại ở việc xét đến độ sâu ngập, sử dụng đất, thành phần về dân số và số hộ dân trong khu vực nghiên cứu.

Trong nghiên cứu của Cấn Thu Văn và cộng sự<sup>15</sup> các tiêu chí thể hiện độ phơi nhiễm mới chỉ dừng lại ở việc đánh giá các thành phần ngập lụt và sử dụng đất chứ chưa thể hiện các tiêu chí về độ dốc, địa hình và dân cư có trong vùng ngập.

Trong nghiên cứu của M. Ghahroudi Tali và cộng sự<sup>14</sup> mới chỉ xét đến tổn thương về mặt vật lý của khu vực nghiên cứu mà chưa đánh giá đến kinh tế, xã hội và môi trường. Trong khi đó tiêu chí về độ phơi nhiễm mới chỉ nghiên cứu về sử dụng đất và độ dốc mà chưa xét đến thành phần ngập lụt và dân cư trong vùng ngập.

Đối với các tiêu chí về tính nhạy và khả năng phục hồi các tác giả đã lựa chọn dựa trên việc phân tích điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội và đặc thù của khu vực nghiên cứu để đưa ra bộ tiêu chí phù hợp.

Để xây dựng bộ tiêu chí cho thành phố Đông Hà tác giả đã kế thừa, bổ sung cũng như lược bỏ các tiêu chí trong các nghiên cứu trên. Đối với tiêu chí về độ phơi nhiễm đối với thành phố Đông Hà, tác giả đưa vào 11 tiêu chí thể hiện trong Bảng 1.

Tương tự với các tiêu chí về tính nhạy và khả năng phục hồi đối với thành phố Đông Hà, các tiêu chí về rừng, thủy điện, nông nghiệp được loại bỏ, chỉ xét đến các thành phần về giáo dục, y tế, môi trường và kinh tế. Bộ tiêu chí về tính nhạy và khả năng phục hồi cho thành phố Đông Hà được thể hiện trong Bảng 2.

**Bảng 1: Tiêu chí độ phơi nhiễm cho thành phố Đông Hà**

Tiêu chí	Mô tả
Độ phơi nhiễm (E)	Mật độ dân số (Pd)
	Số hộ dân có nguy cơ ngập lụt (Pfa)
	Tỷ lệ số dân không trong độ tuổi lao động (%ye)
	Sử dụng đất (Lu)
	Lượng mưa (Rainfall)
	Độ dốc (T)
	Mức độ ngập lũ (Fwd)
	Vận tốc ngập lũ (Fv)
	Thời gian ngập lũ (Fd)
	Khoảng cách tới sông (Pr)
	Chỉ số khô hạn K: Tỷ lệ bốc hơi/lượng mưa (Ev/Rainfall)

**Bảng 2: Bộ tiêu chí về tính nhạy và khả năng phục hồi**

Tiêu chí	Mô tả
Tính nhạy (S)	Tỷ lệ Số dân biết chữ trong xã (Lr)
	Kinh nghiệm quá khứ (Pe)
	Thu nhập (I)
	Chất lượng cơ sở hạ tầng (Qi)
Khả năng phục hồi (R)	Phục hồi kinh tế (Rt)
	Phục hồi môi trường (EnR)
	Chỉ số khô hạn K: Tỷ lệ bốc hơi/lượng mưa (Ev/Rainfall)
	Nhận thức/Sự chuẩn bị, sẵn sàng (A/P)
	Hệ thống cảnh báo (Ws)
	Dịch vụ y tế (Es)

Từ bộ tiêu chí trên tác giả tiến hành sắp xếp các tiêu chí vào các thành phần tương ứng với việc xác định FVI cho từng FVI thành phần thể hiện trong Bảng 3.

## KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### Cơ sở phương pháp tính toán chỉ số dễ bị tổn thương do lũ - FVI

Để xác định các tiêu chí trên cần có một cơ sở dữ liệu đầy đủ, cơ sở dữ liệu cần thu thập bao gồm: các nhóm tài liệu về điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội, số liệu khí tượng thủy văn, số liệu điều tra theo phiếu điều tra, niên giám thống kê...

Khi thu thập dữ liệu, 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 tính toán tổn thương lũ lụt. Để đồng bộ các dữ liệu của các

biến, các giá trị của các biến thu thập sẽ được chuẩn hóa về về thang điểm 0 - 1 theo công thức:

$$NV_i = \frac{RV_i}{\text{Max}_{i=1,n}(RV_i)} \quad (1)$$

Trong đó: NV<sub>i</sub> là các giá trị chuẩn hóa của biến i (từ 0 - 1), RV<sub>i</sub> là giá trị thực của các chỉ số và là giá trị tối đa từ tập n giá trị thực của chỉ số (n là số các phần tử không gian được xét tới).

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

$$FVI = (E * S) / R \quad (2)$$

Trong đó: E – tiêu chí độ phơi nhiễm

S- Tiêu chí tính nhạy

R- tiêu chí khả năng phục hồi

**Bảng 3: Bảng tổng hợp các tiêu chí xác định FVI thành phần**

FVI	Thành phần	Tiêu chí	Đơn vị	
FVI xã hội	Độ phơi nhiễm (E)	Mật độ dân số (Pd)	%	
		Số hộ dân có nguy cơ ngập lụt (Pfa)	-	
		Tỷ lệ số dân không trong độ tuổi lao động (%ye)	%	
	Tính nhạy (S)	%Số dân biết chữ (Lr)	%	
		kinh nghiệm quá khứ (Pe)	-	
	Khả năng phục hồi (R)	Người dân nhận được bản tin dự báo lũ lụt như thế nào (Ws)	-	
		Khả năng hoạt động của hệ thống thông tin liên lạc hiện tại (Ws)	-	
		Khả năng lường trước những thiệt hại có thể xảy ra (A)	-	
		Mức độ chuẩn bị về lương thực, thực phẩm trước khi có lũ (P)	-	
		Hoạt động tập huấn phòng tránh lũ cho người dân của chính quyền (P)	-	
FVI kinh tế	Độ phơi nhiễm (E)	Dịch vụ y tế công cộng hoạt động trong lũ (Es)	-	
		% đất công nghiệp, thương mại, dịch vụ (Lu)	%	
		% đất nông nghiệp (Lu)	%	
	Tính nhạy (S)	Khoảng cách tới sông (Pr)	m	
		Thu nhập bình quân (I)	VNĐ	
	Khả năng phục hồi (R)	Thời gian khắc phục về sinh hoạt sau lũ (Ecr)	Ngày	
		Thời gian khắc phục về sản xuất sau lũ (Ecr)	Ngày	
	FVI môi trường	Độ phơi nhiễm (E)	Lượng mưa trung bình năm (mm/year) (Rainfall)	mm
			% diện tích rừng (Lu)	%
		Tính nhạy (S)	Chất lượng cơ sở hạ tầng (Qi)	-
Hiện trạng các công trình công cộng (Qi)			-	
Khả năng hoạt động của hệ thống công trình phòng lũ hiện tại (Qi)			-	
Khả năng hoạt động của hệ thống giao thông trong lũ (Qi)			-	
Khả năng phục hồi (R)	Khả năng phục hồi của môi trường sau lũ (Enr)	-		
FVI vật lý	Độ phơi nhiễm (E)	độ dốc (T)	%	
		Mức độ ngập lũ (Fwd)	m	
		Vận tốc ngập lũ (Fv)	m/s	
		Thời gian ngập lũ (Fd)	-	
		Khoảng cách tới sông (Pr)	m	
	Khả năng phục hồi (R)	Chỉ số khô hạn K: Tỷ lệ bốc hơi/lượng mưa (Ev/Rainfall)	-	

Tiếp đó, tiến hành tính toán 4 thành phần của tính dễ bị tổn thương do lũ cho từng xã. Giá trị tính dễ bị tổn thương của mỗi xã là giá trị trung bình của các thành phần tổn thương, hay là:

$$FVI = \frac{1}{4}(FVI_{xahoi} + FVI_{kinhte} + FVI_{moitruong} + FVI_{vatly}) \quad (3)$$

### Chỉ số dễ bị tổn thương FVI cho thành phố Đông Hà, tỉnh Quảng Trị

Kết quả tính toán tính dễ bị tổn thương cho thành phố Đông Hà, tỉnh Quảng Trị được thể hiện trong Bảng 4. Từ bảng kết quả có thể thấy rằng tính dễ bị tổn thương lũ lụt trên địa bàn thành phố Đông Hà dao động từ tổn thương nhỏ đến trung bình trong đó: phường Đông Thanh có giá trị tổn thương lớn nhất là 0,41 và phường 3, phường 4 có giá trị tổn thương thấp nhất là 0,06.

### KẾT LUẬN

Hiện nay có rất nhiều phương pháp tiếp cận khác nhau nhằm xác định các chỉ số dễ bị tổn thương lũ lụt. Kiến thức về quá trình xác định tổn thương đại diện cho một đóng góp rất quan trọng để giảm và kiểm soát thiệt hại gây ra bởi mối nguy hiểm tự nhiên.

Mục đích của nghiên cứu tính dễ bị tổn thương là để hạn chế điểm yếu và tích hợp nguy cơ lũ lụt vào phát triển đô thị. Các công cụ phân tích tính dễ bị tổn thương để xuất tạo ra một tầm nhìn tổng hợp về nguy cơ cho người sử dụng. Bài báo này đã xây dựng bộ tiêu chí để xác định tính dễ bị tổn thương cho khu vực thành phố Đông Hà, tỉnh Quảng Trị. Bộ tiêu chí này có thể được sử dụng để đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ cho các thành phố khác.

### LỜI CẢM ƠN

Bài báo được thực hiện trong quá trình thực hiện luận án tiến sĩ: "Nghiên cứu xây dựng phương pháp xác định tính dễ bị tổn thương do lũ, lụt trên lưu vực sông Bến Hải - Thạch Hãn" của nghiên cứu sinh Ngô Chí Tuấn.

### XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Các tác giả đảm bảo rằng không có xung đột giữa bất kỳ bên nào khác về nội dung của bài báo này.

## ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Ngô Chí Tuấn: Lên ý tưởng, tính toán, thu thập dữ liệu, hình thành bài báo;

Nguyễn Kiên Dũng: hoàn thiện bài báo;

Cần Thu Văn: xử lý dữ liệu và tính toán chỉ số

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ;Available from: <http://dongha.quangtri.gov.vn//chuyenmuc/tabid/235/c/Title/169/Default.aspx?TopMenuId=160&stParentMenuId=169>.
2. IPCC. Climate change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policymakers, WMO. 2001a;.
3. Klein và Nicholls. Assessment of Coastal Vulnerability to Climate Change. AMBIO A Journal of the Human Environment;1999; 28(2);p182-187;.
4. ISDR. Living with floods : UN guidelines offer decision-makers hope to reduce flood losses. 2004;Available from: <http://www.unisdr.org/archive/5353>.
5. UN. Proceedings of the seminars on flood vulnerability analysis and on the principles of floodplain management for flood loss prevention, New York, NY. 1984;.
6. McCarthy MA, et al. Testing the accuracy of population viability analysis. Conservation Biology. 2001;15(4):1030–1038. Available from: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.0150041030.x>.
7. Connor RF, Hiroki K. Development of a method for assessing flood vulnerability. Water Sci Technol. 2005;51(5):61–67. Available from: <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0109>.
8. Veen A, et al. Economic hotspots: visualizing vulnerability to flooding. Natural Hazards, , (), . 2005;36(1-2):65–80. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11069-004-4542-y>.
9. Balica SF, Douben N, Wright NG. Flood vulnerability indices at varying spatial scales. Water Science and Technology. 2009;2571(2580). PMID: 19923763. Available from: <https://doi.org/10.2166/wst.2009.183>.
10. Edwards J. Handbook for Vulnerability Mapping. EU Asia ProEco project. 2007;.
11. Douben. Flood Management. DHI-UNESCO, Lecture note. 2006;.
12. Balica SF. Applying the flood vulnerability index as a knowledge base for flood risk assessment, Delft University. 2012;.
13. Nasiri H, Kalalagh SS. Flood vulnerability index as a knowledge base for flood risk assessment in urban area. 2013;.
14. Tali MG, et al. Flood vulnerability assessment in Tehran city (Iran). 2014;.
15. Văn CT, et al. 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. 2015;31(3S):277 –285.
16. Messner F, Meyer V . Flood Damage, Vulnerability and Risk Perception–Challenges for Flood Damage Research.UFZ-Umwelt-forschungszentrum: Leipzig. 2005;.
17. UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). Living with Risk. A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. 2004;.

**Bảng 4: Tính dễ bị tổn thương FVI của thành phố Đông Hà, tỉnh Quảng Trị**

STT	Xã/Phường	$FVI_{xahoi}$	$FVI_{kinhte}$	$FVI_{moitruong}$	$FVI_{vatly}$	FVI	Phân hạng
1	Phường 1/Đông Hà	1,00	0,36	0,00	0,03	0,35	Tính dễ bị tổn thương do lũ trung bình
2	Phường 2/Đông Hà	0,33	0,02	1,00	0,00	0,34	Tính dễ bị tổn thương do lũ trung bình
3	Phường 4/Đông Hà	0,02	0,23	0,00	0,00	0,06	Tính dễ bị tổn thương do lũ nhỏ
4	Phường 3/Đông Hà	0,06	0,10	0,00	0,09	0,06	Tính dễ bị tổn thương do lũ nhỏ
5	Phường 5/Đông Hà	0,63	0,50	0,00	0,00	0,28	Tính dễ bị tổn thương do lũ trung bình
6	Đông Lễ	0,01	1,00	0,00	0,28	0,32	Tính dễ bị tổn thương do lũ trung bình
7	Đông Giang	0,15	0,35	0,02	0,65	0,29	Tính dễ bị tổn thương do lũ trung bình
8	Đông Lương	0,05	0,88	0,00	0,24	0,29	Tính dễ bị tổn thương do lũ trung bình
9	Đông Thanh	0,21	0,43	0,00	1,00	0,41	Tính dễ bị tổn thương do lũ trung bình