



Original Article

Research on the Vulnerability of the Community to Flood: A Case Study at the Downstream of Gianh River, Quang Binh Province

Nguyen Thi Ha Thanh*, Nguyen Ngoc Diep, Nguyen Huu Duy,
Dang Dinh Kha, Pham Le Tuan, Bui Ngoc Tu

VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

Received 28 August 2021

Revised 05 October 2021; Accepted 25 November 2021

Abstract: Flood is a frequent natural disaster which has a negative impact on the socio-economic activities of the community in the lower Gianh river area - one of the most vulnerability areas under the flood in the North Central Region, Vietnam. The aim of this paper is to assess the risk of flooding in the study area as well as point out the factors that increase the vulnerability of the local community. The study applies UNESCO-IHE vulnerability approach, combining the flood assessment method by MIKE FLOOD model and sociological investigation, with 90 household questionnaires (selected randomly and door-to-door interview). The main results include flood risk level maps (by analyzing inundation depth and flood flow velocities); data on community resilience to flood (resilience capacity and local people's perceptions on flood risks). These results are the basis for not only raising awareness about flood risks but also propose non-structural flood protection solutions for managers and local communities in the research areas.

Keywords: Vulnerability, flood, the downstream of Gianh River.

* Corresponding author.

E-mail address: hathanh-geog@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4846>

Nghiên cứu tính dễ bị tổn thương của cộng đồng dân cư dưới tác động của lũ: nghiên cứu trường hợp tại hạ lưu sông Gianh, tỉnh Quảng Bình

Nguyễn Thị Hà Thành*, Nguyễn Ngọc Diệp, Nguyễn Hữu Duy,
Đặng Đình Khá, Phạm Lê Tuấn, Bùi Ngọc Tú

*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 28 tháng 8 năm 2021

Chỉnh sửa ngày 05 tháng 10 năm 2021; Chấp nhận đăng ngày 25 tháng 11 năm 20201

Tóm tắt: Lũ là loại thiên tai xảy ra thường xuyên nhất, và gây tác động tiêu cực đến hoạt động kinh tế - xã hội của cộng đồng dân cư vùng hạ lưu sông Gianh – một trong những vùng dễ bị tổn thương bởi lũ ở khu vực Bắc Trung Bộ. Bài báo này được thực hiện với mục tiêu chính là đánh giá thực trạng tính rủi ro lũ tại khu vực nghiên cứu và chỉ ra những yếu tố làm gia tăng tính dễ bị tổn thương của cộng đồng dân cư tại đây. Nghiên cứu áp dụng phương trình tính dễ bị tổn thương của UNESCO-IHE, kết hợp phương pháp phân mức rủi ro lũ theo mô hình MIKE FLOOD và phương pháp điều tra xã hội học với 90 phiếu phỏng vấn hộ gia đình trên cơ sở lựa chọn mẫu ngẫu nhiên đơn giản và phương thức hỏi door-to-door. Kết quả nghiên cứu chính thu được gồm bản đồ mức độ nguy cơ lũ (trên cơ sở phân tích độ ngập sâu, vận tốc lũ); số liệu về khả năng chống chịu của cộng đồng dân cư trước lũ (gồm mức độ ảnh hưởng của lũ đến các hộ gia đình, khả năng phục hồi kinh tế sau lũ và nhận thức của người dân về rủi ro lũ). Các kết quả nghiên cứu sẽ góp phần bổ sung cơ sở để nâng cao nhận thức về rủi ro lũ và đề xuất giải pháp chống lũ phi công trình đối với các nhà quản lý và cộng đồng dân cư địa phương.

Từ khóa: Tính dễ bị tổn thương, lũ, hạ lưu sông Gianh.

1. Mở đầu

Lũ là một trong những loại thiên tai xảy ra thường xuyên nhất và gây ra nhiều tác động xấu đến phát triển kinh tế xã hội của nhiều nước trên thế giới, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng cực đoan và diễn biến bất thường [1]. Số liệu của Cơ sở dữ liệu Thiên tai Quốc tế (EM-DAT) cho thấy, năm 2019 lũ là nguyên nhân khiến cho nhiều người chết nhất và luôn nằm trong bảng

xếp hạng 5 loại thiên tai gây nên số người chết nhiều nhất của thập kỷ này [2]. Tại khu vực Châu Á, thống kê từ 1980-2008 cho thấy lũ là loại hình thiên tai hàng đầu về số lượng người bị ảnh hưởng, xếp thứ 3 về số lượng người chết và gây thiệt hại kinh tế lớn thứ 4 (sau động đất, hạn hán và cháy rừng) [3]. Việt Nam là một trong ba quốc gia có tần suất lũ cao nhất (theo CRED) và thiên tai này được cho là sẽ trở nên khốc liệt hơn do chế độ mưa ngày càng thay đổi [4].

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: hathanh-geog@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4846>

Chính vì sự gia tăng tác động của lũ đến đời sống con người trong những năm gần đây, nên hướng nghiên cứu về tính dễ bị tổn thương do lũ đã trở thành xu thế có tính thời sự. Trong đó, nhiều công trình nghiên cứu đã chứng minh rằng đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ cần cái nhìn đa diện, không chỉ từ các khía cạnh điều kiện tự nhiên mà còn phải quan tâm đến điều kiện kinh tế - xã hội [5]. Trong nghiên cứu của mình, A. E. Kissi và cộng sự (2015) [6] đã chỉ ra rằng gia tăng tính dễ bị tổn thương không chỉ do sự thay đổi về tần suất và cường độ lũ, mà còn bị ảnh hưởng lớn bởi rất nhiều yếu tố nhân sinh điển hình. Trong trường hợp của vùng hạ lưu sông Mono, phía đông nam Togo, thì các yếu tố đó là vị trí đất nông nghiệp với bờ sông, vị trí và vật liệu xây dựng nhà ở của khu dân cư, quy mô hộ gia đình, trình độ học vấn của chủ hộ, sự đa dạng hóa chiến lược sinh kế, hệ thống cảnh báo lũ, sự sẵn sàng và khả năng ứng phó,... A. R. Hamidi và cộng sự (2020) [7] khi xem xét đa chiều các yếu tố liên quan đến tính dễ bị tổn thương do lũ theo một hệ thống chung của khung MOVE cũng chứng minh rằng sự gia tăng dân số, mở rộng khu dân cư và đô thị hóa là các yếu tố gia tăng nguy cơ ngập lụt ở Pakistan. Để có thể giảm thiểu được tính dễ bị tổn thương do lũ cần nhận thức được các yếu tố dẫn đến nguy cơ ngập lụt nghiêm trọng. M. E. Pamela và cộng sự (2016) [8] đã nghiên cứu toàn diện tính dễ bị tổn thương do lũ của các hộ gia đình ở vùng nông thôn đồng bằng sông Hồng và chỉ ra đặc điểm của những khu vực dân cư dễ bị tổn thương nhất do lũ. Đó thường là nơi có sinh kế nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản. Hộ gia đình nghèo bị thiệt hại cao hơn. Bên cạnh đó, hộ gia đình có các lao động lớn tuổi hơn lại ít bị thiệt hại hơn do lũ. Qua đây, có thể nhận ra rằng nghiên cứu về tính dễ bị tổn thương do lũ cần thiết phải đánh giá tổng hợp dựa trên các yếu tố nhân sinh. Nhưng việc lựa chọn các yếu tố nào để đánh giá lại phải căn cứ vào điều kiện thực tiễn của khu vực nghiên cứu. Khó có thể áp dụng một vài chỉ tiêu nhất định cho mọi vùng nghiên cứu.

Tỉnh Quảng Bình là một trong những địa phương thuộc vùng Bắc Trung Bộ, có điều kiện tự nhiên đặc thù nên chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của lũ. Trận lũ lịch sử từ 16-20/10/2020 đã gây thiệt hại nghiêm trọng cho người và tài sản trên toàn tỉnh

Quảng Bình, đặc biệt là đối với địa bàn huyện Lệ Thủy, Quảng Ninh, lưu vực sông Gianh và sông Son (mức nước trên các sông đều vượt trên mức báo động III), với tổng thiệt hại lên đến 3.511 tỷ đồng [9]. Tuy là vùng trọng điểm thiên tai lũ của tỉnh Quảng Bình nói riêng và của vùng Bắc Trung Bộ nói chung, nhưng các nghiên cứu về lũ ở khu vực hạ lưu sông Gianh vẫn còn rất hạn chế. Bài báo tập trung đánh giá thực trạng tính dễ bị tổn thương của cộng đồng dân cư tại hạ lưu sông Gianh và chỉ ra những yếu tố làm tăng tính dễ bị tổn thương của cộng đồng dân cư tại đây dựa trên việc lựa chọn các tiêu chí về điều kiện tự nhiên và kinh tế - xã hội từ bộ tiêu chí tổng hợp của UNESCO-IHE. Các tiêu chí được lựa chọn căn cứ trên kết quả khảo sát thực địa và phỏng vấn sâu đối với cán bộ thôn, xã, huyện tại khu vực nghiên cứu. Kết quả phân tích sẽ góp phần xây dựng các bản đồ tổn thương, bản đồ rủi ro lũ, bản đồ cảnh báo lũ,... giúp tăng hiệu quả của các biện pháp chống lũ phi công trình cho các nhà quản lý.

2. Cơ sở lý luận về tính dễ bị tổn thương

Theo khái niệm được đưa ra bởi Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu IPCC (2014), tính dễ bị tổn thương là mức độ mà một hệ thống dễ bị ảnh hưởng và không có khả năng đối phó với các tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu, bao gồm cả sự biến đổi và cực đoan của khí hậu (IPCC 2014). Theo UNESCO-IHE, ba yếu tố của tính dễ bị tổn thương do lũ là mức độ phơi nhiễm, tính nhạy cảm và khả năng phục hồi được liên hệ với nhau bằng phương trình [10]:

$$\text{Tính dễ bị tổn thương} = \text{Mức độ phơi nhiễm} + \text{Tính nhạy cảm} - \text{Khả năng phục hồi}$$

Trong đó, mức độ phơi nhiễm có thể được định nghĩa là sự hiện diện của con người, sinh kế, dịch vụ và tài nguyên, cơ sở hạ tầng hoặc tài sản kinh tế xã hội,... nằm trong các khu vực chịu ảnh hưởng bất lợi bởi lũ. Việc phân tích mức độ phơi nhiễm có thể xác định các đối tượng kinh tế - xã hội chịu ảnh hưởng của lũ và đặc điểm lũ như chỉ số về tần số, cường độ, khoảng thời gian tồn tại,... Tính nhạy là khả năng dễ bị ảnh hưởng bởi những tác động bên ngoài, ở đây là tác động của lũ. Tính nhạy

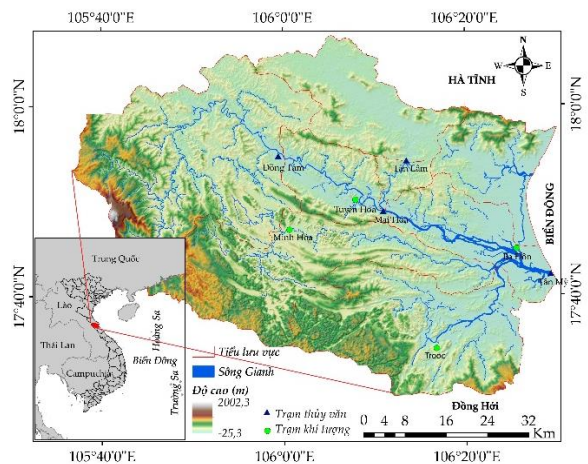
là kết quả của sự tương tác giữa điều kiện tự nhiên (như thổ nhưỡng, khí hậu, nước, cấu trúc và chức năng sinh thái) và điều kiện kinh tế - xã hội (như dân số, thể chế xã hội, cơ cấu kinh tế,...). Khả năng phục hồi là năng lực của cộng đồng trong việc ứng phó với rủi ro để duy trì hiệu quả các hoạt động của các thành phần kinh tế, xã hội, môi trường và vật lý [11]. Khả năng phục hồi bao gồm sự tương tác giữa khả năng đối phó của hệ thống quản lý; các thiệt hại đã xảy ra (số người thiệt mạng, trì trệ nền kinh tế, ô nhiễm,...) và khả năng điều chỉnh, thích ứng của hệ thống xã hội (hiệu quả của cơ quan chức năng trong quản lý lũ; tính kịp thời của các biện pháp/chính sách hỗ trợ,...).

UNESCO-IHE định nghĩa tiêu chí, hay bộ tiêu chí được coi như là những đặc điểm được định lượng hóa để thể hiện tình trạng của một hệ thống. Các tiêu chí thường thể hiện những khía cạnh nhỏ, dễ quản lý và hữu hình của hệ thống đó, nhằm giúp mọi người có cái nhìn về một bối cảnh lớn hơn. Bộ tiêu chí đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ (FVI – Flood Vulnerability Index) được UNESCO-IHE đề xuất vì thế có thể áp dụng để phân tích trạng thái tương đối của toàn bộ hệ thống, phản ánh điều kiện kinh tế - xã hội - môi trường và vật lý của khu vực địa lý [10]. Chỉ số Tính dễ bị tổn thương do lũ (FVI) giúp dễ dàng so sánh mức độ dễ bị tổn thương của các cộng đồng đối với thảm họa lũ và xác định chính xác các cộng đồng dễ bị tổn thương nhất [6].

Để có thể định lượng hóa mức độ dễ bị tổn thương, UNESCO-IHE cũng đưa ra bảng thống kê các tiêu chí theo từng thành phần tính dễ bị tổn thương dựa trên lý thuyết do Blaika nghiên cứu [12]. Bộ tiêu chí gồm: 30 tiêu chí về thành phần xã hội, 21 tiêu chí về thành phần kinh tế, 16 tiêu chí về thành phần môi trường và 23 tiêu chí về thành phần vật lý; thể hiện cho 3 nhóm biến về độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng phục hồi. Trong đó các tiêu chí về điều kiện tự nhiên có 19 tiêu chí, đều thuộc thành phần vật lý, và thuộc nhóm biến đánh giá độ phơi nhiễm. Còn lại là các tiêu chí về kinh tế-xã hội. Một số tiêu chí có thể lặp lại, như đập và khả năng lưu trữ vừa thuộc thành phần xã hội, vừa thuộc thành phần vật lý (thuộc nhóm biến đánh giá khả năng phục hồi).

3. Giới thiệu khái quát về khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Gianh nằm trong phạm vi từ vĩ độ 17°31' đến 18°04' và kinh độ từ 105°56' đến 106°30', thuộc vùng Bắc Trung Bộ. Lưu vực sông Gianh là lưu vực lớn nhất và có độ dốc bình quân lớn nhất trong các sông nằm ở phía bắc của tỉnh Quảng Bình [13]. Diện tích toàn lưu vực là 4.680 km², sông chính có chiều dài 158 km, mật độ lưới sông trong lưu vực tương đối lớn: 1,54 km/km², với ba phụ lưu chính gồm sông Rào Trố, sông Rào Nan và sông Son [13] (Hình 1). Lượng mưa trung bình năm xấp xỉ 2.000 mm, trong đó, lượng mưa của riêng các tháng IX-XI đã chiếm khoảng 65-75% tổng lượng mưa năm. Số liệu thống kê từ năm 1961 đến năm 2014 cho thấy lượng mưa năm ngày lớn nhất có xu thế tăng ở hai trạm khí tượng Ba Đồn và Tuyên Hóa [14].



Hình 1. Bản đồ mô hình số độ cao khu vực nghiên cứu.

Lưu vực sông Gianh với đặc điểm địa hình hẹp và dốc từ tây sang đông (Hình 1) nên khi có mưa lớn, nước tập trung vào sông nhanh và gây nên lũ nghiêm trọng ở vùng hạ lưu. Hơn nữa, mùa lũ trên lưu vực sông Gianh thường kéo dài trong 4 tháng từ tháng VIII – XI, đây cũng là thời kỳ xuất hiện nhiều loại hình thể thời tiết gây mưa lớn, như bão, áp thấp nhiệt đới, gió mùa đông bắc,... Các hình thể này nhiều khi tác động độc lập, có lúc ảnh hưởng kết hợp gây ra mưa rất lớn trên diện rộng dẫn đến xuất hiện những trận ngập lụt lớn ở hạ lưu lưu vực sông Gianh [15]. Do đó, mức độ nguy hiểm từ thủy

tai nói chung, cũng như lũ nói riêng đối với khoảng 500 nghìn dân cư trên lưu vực sông Gianh là rất lớn, đặc biệt vào mùa mưa. Phân bố dân cư trên lưu vực không đều, chủ yếu tập trung ở vùng đồng bằng và ven biển. Hoạt động kinh tế chủ yếu trong vùng này là nông nghiệp với diện tích đất nông nghiệp chiếm 10%, và tổng số lao động nông nghiệp chiếm khoảng 70-75%, đây cũng là yếu tố quan trọng làm gia tăng tính dễ bị tổn thương do lũ [6]. Sự phát triển kinh tế - xã hội trên lưu vực thể hiện qua việc thay đổi mục đích sử dụng đất: diện tích rừng tự nhiên đã suy giảm rõ rệt do chuyển đổi sang đất nông nghiệp, đất ở và các công trình xây dựng.

Số liệu thống kê của các sông ở Bắc Trung Bộ trong 3 thập kỷ qua cho thấy sự gia tăng cả về số lượng và lưu lượng đỉnh lũ [7]. Nghiên cứu sử dụng số liệu phân tích từ trận lũ lịch sử vào tháng 10/2010 xảy ra ở các tỉnh Bắc Trung bộ làm cơ sở để đánh giá, phân tích rủi ro và nguy cơ lũ ở hạ lưu sông Gianh. Trong trận lũ này, Quảng Bình đã xảy ra ngập lụt trên diện rộng, kéo dài và là tỉnh chịu thiệt hại nặng nề nhất. Trận mưa bão từ 14 - 19/10/2010 với tổng lượng mưa đo được tại trạm khí tượng Ba Đồn là 665,6 mm (chiếm 30% tổng

lượng mưa năm) và mực nước trên sông Gianh tại Mai Hóa là 7,61 m vượt báo động III là 1,11 m đã gây ngập nghiêm trọng vùng hạ lưu sông Gianh. Trận mưa lớn từ ngày 16/10/2020 đến ngày 20/10/2020 với tổng lượng mưa tại Ba Đồn là 1.098,4 mm (chiếm 50% tổng lượng mưa năm) đã làm mực nước cao nhất trên Sông Gianh tại trạm Mai Hóa trong đợt lũ vừa qua là 8,51 m, trên báo động III là 2,01 m, đã gây ngập úng diện rộng toàn lưu vực sông Gianh [8].

4. Phương pháp nghiên cứu

4.1. Phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ

Dựa trên bộ tiêu chí của UNESCO-IHE và kết quả khảo sát thực địa kết hợp phỏng vấn sâu các cán bộ thôn, xã và huyện, nhóm tác giả đã lựa chọn bộ tiêu chí để đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ cho vùng hạ lưu sông Gianh, tỉnh Quảng Bình bao gồm: mức độ phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng phục hồi.

Chi tiết bộ tiêu chí được trình bày như Bảng 1:

Bảng 1. Các chỉ tiêu đánh giá tính dễ bị tổn thương của người dân tại hạ lưu sông Gianh

	Độ phơi nhiễm	Tính nhạy	Khả năng phục hồi
Thành phần xã hội	Mật độ dân số	Nhận thức của người dân. Trình độ học vấn.	Hệ thống cảnh báo, năng lực thể chế. Dịch vụ khẩn cấp.
	Tỷ lệ nghèo	Sự chuẩn bị sẵn sàng.	Nơi trú ẩn.
Thành phần kinh tế	Sử dụng đất	Thu nhập bình quân hoặc năng lực GDP.	Thời gian khôi phục kinh tế sau lũ. Kinh nghiệm trước đây.
	Khoảng cách từ các khu quần cư đến sông	Quy hoạch đô thị.	Đập và khả năng lưu trữ.
Thành phần vật lý	DEM		Đập và khả năng lưu trữ.
	Độ ngập sâu		
	Vận tốc lũ		

Trong nghiên cứu này, yếu tố độ ngập sâu và vận tốc lũ được chiết xuất sử dụng từ mô hình thủy lực MIKE FLOOD. Các yếu tố khác bao gồm hiện trạng sử dụng đất, mô hình số độ cao, khoảng cách đến khu dân cư và khoảng cách đến sông được thu thập xử lý từ bản đồ địa hình 1:10.000, được xây dựng bởi Sở Tài Nguyên và Môi Trường tỉnh

Quảng Bình. Tỷ lệ nghèo và mật độ dân cư được thu thập từ các phòng thống kê của 5 huyện: Quảng Trạch, Bố Trạch, Ba Đồn, Tuyên Hóa và Minh Hóa. Tất cả những yếu tố này đều được gán trọng số thông qua phương pháp phân tích thứ bậc AHP trước khi được sử dụng để thiết lập bản đồ mức độ phơi nhiễm với lũ, với các giá trị như sau:

Mức độ phơi nhiễm = 0,5*Thành phần xã hội + 0,3*Thành phần kinh tế + 0,2*Thành phần vật lý
 Thành phần xã hội = 0,6*Mật độ dân số + 0,4*Tỷ lệ nghèo

Thành phần kinh tế = 0,65*Sử dụng đất + 0,35*Khoảng cách đến sông

Thành phần vật lý = 0,5*DEM + 0,35*Độ sâu ngập lụt + 0,25*Vận tốc lũ

Riêng đối với mức độ nhạy cảm và khả năng phục hồi với lũ thì nhóm tác giả chưa định lượng hóa được trong nghiên cứu này, chủ yếu do hạn chế về thời gian và kinh phí trong việc thu thập dữ liệu kinh tế - xã hội của nhiều địa bàn cùng một lúc. Bên cạnh đó, các yếu tố này trên thực tế còn ít được nghiên cứu, đặc biệt đối với các nước đang phát triển, nên việc lựa chọn phương pháp tính toán còn gặp nhiều khó khăn.

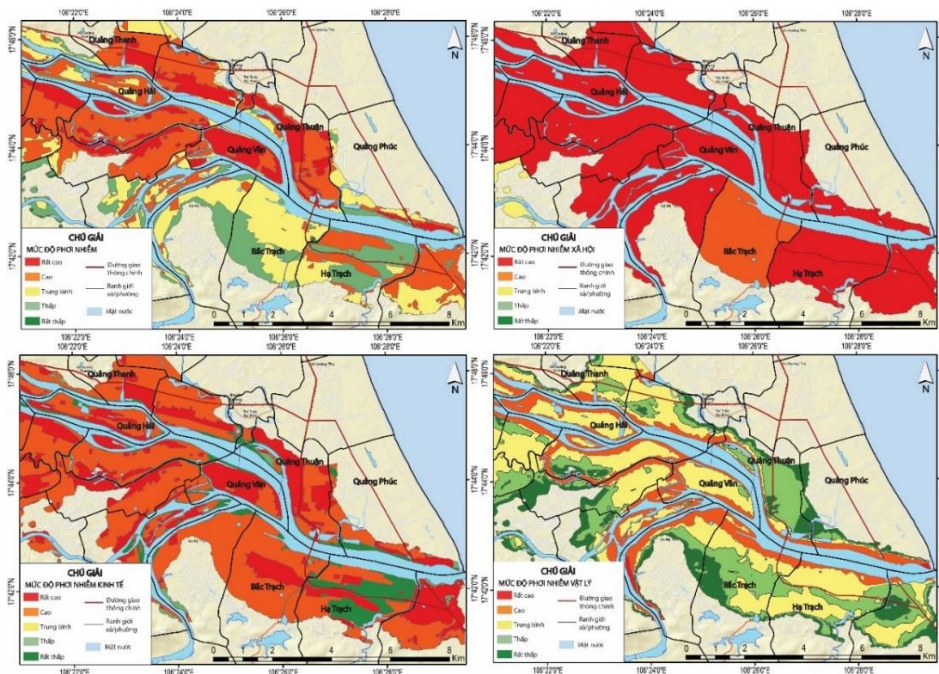
4.2. Phương pháp phân mức hiểm họa lũ

Trong nghiên cứu này, mô hình MIKE FLOOD được sử dụng để tính toán mức độ ngập sâu và vận tốc dòng chảy trên lưu vực sông Gianh. Toàn bộ lưu vực được chia thành 9 tiểu lưu vực (Hình 1). Dòng chảy trên các tiểu lưu vực được tính

toán bằng mô hình MIKE NAM. Khu vực ngập lụt ở hạ lưu được tính toán bằng mô hình thủy lực 2 chiều MIKE 21 kết nối với mô hình thủy lực 1 chiều trong sông được mô phỏng bằng mô hình thủy lực MIKE 11, các mô hình thủy lực 1-2 chiều được kết nối trong mô hình MIKE FLOOD.

Mạng lưới thủy lực MIKE 11 được thiết lập với 2 sông là sông Gianh và sông Son bao gồm 42 mặt cắt trên dòng chính sông Gianh (từ trạm thủy văn Đồng Tâm đến Cửa Gianh (56,5 km), và 11 mặt cắt trên sông Son (21,5 km). Trong khi đó miền tính toán 2D được giới hạn từ trạm thủy văn Đồng Tâm tới cửa sông Gianh với tổng diện tích là 281 km². Khu vực này được hợp thành từ 60.362 ô lưới với kích thước mỗi ô lưới từ 70 đến 100 m và 30.644 điểm nút lưới.

Mô hình đã được hiệu chỉnh với trận lũ tháng 10/2010 và kiểm định với trận lũ tháng 10/2013. Dữ liệu lưu lượng tại trạm thủy văn Đồng Tâm và dữ liệu mực nước tại trạm thủy văn Mai Hóa được sử dụng để hiệu chỉnh cho mô hình thủy văn MIKE NAM và mô hình thủy lực MIKE FLOOD: hệ số Nash-Sutcliffe đạt 92% cho mô hình thủy văn và 85% cho mô hình thủy lực.



Hình 2. Bản đồ mức độ phơi nhiễm tổng hợp và các bản đồ mức độ phơi nhiễm thành phần (kinh tế, xã hội, vật lý) do lũ tại khu vực hạ lưu sông Gianh.

4.3. Phương pháp điều tra xã hội học

Bên cạnh mô hình thủy lực MIKE FLOOD, nghiên cứu còn sử dụng phương pháp điều tra xã hội học nhằm khai thác thông tin đa chiều về tác động của thiên tai lũ; những giải pháp, hành động đề ứng phó với lũ của người dân và chính quyền địa phương tại hạ lưu sông Gianh. Cuộc điều tra được thực hiện vào tháng 5/2020, sử dụng bảng hỏi cấu trúc, gồm các nội dung hỏi về: nhân khẩu học, nhận thức của người dân về sự nguy hiểm của lũ, khả năng chống chịu và những biện pháp được sử dụng bởi người dân và chính quyền địa phương để ứng phó với lũ. Tổng số mẫu phiếu điều tra được sử dụng cho nghiên cứu là 90 phiếu, phân bố ở các địa phương nằm ở hạ lưu sông Gianh bao gồm: xã Quảng Hải, xã Quảng Văn, phường Quảng Phúc, phường Quảng Thuận (thuộc thị xã Ba Đồn); xã Bắc Trạch, xã Hạ Trạch (thuộc huyện Bố Trạch) và xã Quảng Thanh (thuộc huyện Quảng Trạch). Các hộ gia đình được lựa chọn theo phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên đơn giản, với phương pháp phỏng vấn door-to-door để đảm bảo độ tin cậy và chính xác của thông tin thu được. Đây là nguồn thông tin quan trọng để đánh giá khả năng chống chịu, cũng như những tổn thương do lũ của người dân ở khu vực hạ lưu sông Gianh. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng điều tra, phỏng vấn sâu (bán cấu trúc) đối với 11 cán bộ địa phương và người dân sống lâu năm trong khu vực nghiên cứu để có thêm những thông tin về các hoạt động cảnh báo lũ, đề điều, đập, kè, và dịch vụ cứu trợ ở địa phương.

5. Kết quả và thảo luận

5.1. Mức độ phơi nhiễm trước lũ

Mức độ phơi nhiễm trước lũ được lựa chọn đánh giá dựa trên 7 chỉ tiêu thuộc ba thành phần kinh tế, xã hội và vật lý theo khung của UNESCO-IHE (Bảng 1), đã bổ sung thêm một số chỉ tiêu so với những chỉ tiêu cơ bản mà một số nghiên cứu trước thường dùng để đánh giá giá trị độ phơi nhiễm vùng lũ, gồm: DEM, độ ngập sâu, vận tốc lũ và sử dụng đất [9, 20]. Kết quả phân tích (thể hiện

ở Hình 2) cho thấy mức độ phơi nhiễm về mặt xã hội ở các xã khu vực hạ lưu sông đều ở mức rất cao bởi vì các khu vực này có mật độ dân số cao (>1.000 người/km²) và tỷ lệ nghèo thấp (<6%). Trong khi đó, các khu vực có mức độ phơi nhiễm kinh tế cao thường tập trung tại các xã có tốc độ tăng trưởng đô thị lớn và có khoảng cách gần sông hơn cả. Điển hình như xã Quảng Văn và xã Quảng Thuận với lần lượt 75% và 50% diện tích nằm trong vùng có mức độ phơi nhiễm rất cao. Về mức độ phơi nhiễm vật lý, phần lớn khu vực nghiên cứu có mức độ phơi nhiễm ở mức trung bình và thấp, khu vực có mức phơi nhiễm cao phân bố ở ven sông và các nhánh sông, trong phạm vi cách bờ sông dưới 500 m. Do toàn bộ xã Quảng Hải nằm trên khu vực bãi bồi với địa hình thấp nên khu vực này chịu tác động mạnh mẽ bởi lũ (độ sâu ngập lụt >2 m và vận tốc lũ >1 m/s), chính vì vậy xã Quảng Hải có mức độ phơi nhiễm vật lý cao nhất. Ngược lại, xã Quảng Thuận có mức phơi nhiễm vật lý thấp vì khu vực này có vận tốc lũ (0,5 m/s) và độ sâu ngập lụt (0,5 m) thấp nhất.

Dựa trên cơ sở tích hợp mức phơi nhiễm trên ba thành phần xã hội, kinh tế và vật lý (với trọng số lần lượt là 0,5; 0,3 và 0,2), mức độ phơi nhiễm chung của khu vực được thể hiện trên Hình 2. Theo kết quả tính toán, tổng diện tích khu vực có nguy cơ lũ rộng khoảng 53,6 km². Mức độ phơi nhiễm được chia thành 5 mức từ rất thấp đến rất cao, trong đó mức độ phơi nhiễm rất cao phân bố ở các khu vực ven sông như Quảng Thanh, Quảng Thuận và chiếm khoảng 80% diện tích xã Quảng Văn. Tả ngạn sông và khu vực phía trên xã Quảng Văn về phía thượng nguồn có mức độ phơi nhiễm phổ biến ở mức cao do địa hình thấp, nhiều nhánh sông nhỏ và tập trung đông dân cư hơn so với khu vực lân cận.

5.2. Tính nhạy cảm với lũ

Để đánh giá được tính nhạy cảm với lũ của cộng đồng dân cư vùng hạ lưu sông Gianh, nhóm tác giả đã sử dụng các tiêu chí đánh giá theo UNESCO-IHE, với các giá trị dữ liệu cụ thể như trong Bảng 2:

Bảng 2. Các tiêu chí đánh giá mức độ nhạy cảm với lũ của người dân tại hạ lưu sông Gianh

	Tiêu chí	Dữ liệu	Nguồn dữ liệu
Thành phần xã hội	Nhận thức của người dân	Tỷ lệ người dân nhận thấy tần suất lũ tăng: 84,4%.	Phòng vấn hộ gia đình
		Tỷ lệ người dân nhận thấy vận tốc lũ nhanh hơn: 81,1%.	
		Tỷ lệ người dân theo dõi tình hình bão và lũ trong khu vực: 86,7%.	
	Trình độ học vấn	Tỷ lệ không đi học: 2%.	Phòng vấn hộ gia đình
		Trình độ tiểu học: 14%.	
		Trình độ trung học cơ sở: 58%.	
		Trình độ trung học phổ thông: 16%.	
	Sự chuẩn bị sẵn sàng	Trình độ đại học/cao đẳng: 10%.	Phòng vấn hộ gia đình
		100% hộ gia đình bị thiếu điện và nước trong lũ.	
		54,4% hộ gia đình thiếu đồ ăn trong lũ.	
23,3% bị cô lập và sống trên những nóc nhà hoặc gác xếp đến 2-3 ngày.			
Thành phần kinh tế	Thu nhập bình quân hoặc năng lực GDP	70% người dân không cảm thấy an toàn khi bão lũ xảy ra, 17% người dân cảm thấy an toàn.	UBND các xã thuộc khu vực nghiên cứu
	Quy hoạch đô thị	Giảm dần diện tích đất nông nghiệp và lâm nghiệp, tăng dần diện tích đất xây dựng công trình và khu dân cư.	Sở Tài nguyên và Môi trường Quảng Bình

Tính nhạy cảm với lũ được phân tích dựa trên 6 chỉ tiêu, thuộc thành phần kinh tế và xã hội. Về thành phần kinh tế, nguồn thu nhập của dân cư trong khu vực nghiên cứu chủ yếu dựa vào hoạt động trồng trọt và nuôi trồng thủy hải sản. Xã Quảng Văn, Quảng Hải và xã Bắc Trạch có mức thu nhập bình quân thấp nhất (32-37 triệu đồng/người/năm) do 80% lao động chỉ tham gia hoạt động trồng trọt, chủ yếu là trồng lúa và hoa màu. Tại xã Hạ Trạch và Quảng Thanh, người dân có thêm nguồn thu nhập từ các ngành tiểu thủ công nghiệp và kinh doanh. Mức thu nhập bình quân đầu người trung bình tại hai xã này là 41,4 triệu đồng/người/năm. Trong khi mức thu nhập bình quân đầu người cao nhất là xã Quảng Phúc và Quảng Thuận với 49-52 triệu đồng/người/năm. Tại hai xã này, ngoài thu nhập chính từ trồng trọt và nuôi trồng thủy hải sản, người dân còn duy trì và phát triển các ngành nghề tiểu thủ công nghiệp như sản xuất vật liệu xây dựng, nón lá, làm mộc,... Do

các hoạt động trồng trọt, chăn nuôi và nuôi trồng thủy hải sản phụ thuộc nhiều vào điều kiện thời tiết, dễ bị tổn thất do lũ hơn so với các hoạt động sinh kế khác, nên các xã có nguồn sinh kế chính từ nông nghiệp sẽ có mức độ nhạy cảm cao hơn. Quy hoạch đô thị, cũng như sự biến đổi sử dụng đất cũng được sử dụng như một tiêu chí đánh giá tính nhạy cảm với lũ về thành phần kinh tế. Các khu vực được bê tông hóa làm biến đổi dòng chảy, gia tăng vận tốc lũ và diện tích thoát nước tự nhiên bị thu hẹp, dẫn đến tình hình lũ càng nghiêm trọng hơn. Kết quả khảo sát cho thấy diện tích nông nghiệp của 26,7% hộ gia đình đã bị giảm để mở rộng công trình hạ tầng kỹ thuật như đường giao thông, hệ thống thoát nước,... Diện tích đất xây dựng tại xã Quảng Phúc và Hạ Trạch tăng nhanh, đạt hơn 200% từ năm 2005 đến năm 2020. Tại xã Bắc Trạch và Quảng Thanh, diện tích đất xây dựng tăng đến hơn 180% từ năm 2005 đến năm 2020. Trong khi đó diện tích đất đô thị tại ba xã Quảng Hải, Quảng Văn, và

Quảng Thuận tăng chậm, dưới 125% trong cùng giai đoạn. Nhìn chung, với hiện trạng diện tích công trình dân sinh tăng và diện tích rừng giảm, khu vực nghiên cứu có xu hướng tăng cao tính nhạy với lũ.

Về thành phần xã hội: tính nhạy cảm có sự tương quan chặt chẽ đến nhận thức của người dân về nguy cơ lũ. Kết quả khảo sát thu được tỷ lệ trên 80% người dân nhận thức được tần suất xảy ra lũ những năm gần đây tăng lên, vận tốc lũ nhanh hơn và có sự quan tâm tới tình hình lũ ở các tỉnh lân cận thông qua các phương tiện truyền thông. 47,8% người trả lời không nhận thấy mối tương quan giữa quy hoạch đô thị và gia tăng lũ, trong khi một tỷ lệ tương đương số người cho rằng quy hoạch đô thị ảnh hưởng tiêu cực đến tình hình lũ trong khu vực sống của họ (hệ thống thoát nước tệ hơn, mức ngập nghiêm trọng hơn,...). Có tới 58% chủ hộ trong khu vực có trình độ học vấn mới chỉ hết cấp 2, và có độ tuổi khá cao, phần lớn đều đã trên 50 tuổi. Trình độ học vấn và độ tuổi thường có liên hệ chặt chẽ đến nguồn thu nhập, mức thu nhập cũng như khả năng tiếp cận thông tin, từ đó ảnh hưởng đến tính nhạy cảm và mức độ dễ bị tổn thương trước thiên tai.

Về sự chuẩn bị sẵn sàng cho lũ, kết quả khảo sát cho thấy 100% người dân đều bị mất điện và thiếu nước sinh hoạt, 54,5% hộ gia đình bị thiếu đồ ăn trong thời gian ngập lụt. 23,3% số người được hỏi kể rằng họ thường bị cô lập và có khi phải sống trên những nóc nhà hoặc gác xếp trong 2-3 ngày sau những trận lũ lớn. Do đã có kinh nghiệm đối phó với lũ, người dân được hỏi trong khu vực nghiên cứu cho biết họ không quá hoảng loạn khi bão lũ xảy ra, nhưng phần lớn trong số họ đều cảm thấy không được an toàn trước lũ tại nơi ở của mình. Trong đó, xã Quảng Văn, Hạ Trạch và Bắc Trạch có tỉ lệ người dân cảm thấy thiếu an toàn cao nhất với trên 83% số hộ được hỏi. Nguyên nhân cảm giác thiếu an toàn trước lũ của người dân cũng phản ánh phần nào điều kiện sống của họ: thu nhập thấp, nhà ở thiếu kiên cố, địa hình thấp,... Do hạn chế về nguồn vốn, các biện pháp ứng phó với lũ của người dân đều rất đơn giản và mang tính tạm thời, như: chằng chéo nhà cửa, đồ đạc; sơ tán và di chuyển tài sản đến vị trí cao hơn trong nhà hoặc đến các địa điểm gần nhà như nhà cao tầng hoặc

trường học có nền cao,... Chiến lược nâng cao nền nhà cũng là phương án hiệu quả, được đồng tình bởi cả cán bộ địa phương và người dân được hỏi. Tuy nhiên, không phải hộ gia đình nào cũng đủ kinh phí để thực hiện.

Nhìn chung, tính nhạy cảm trước lũ trên toàn bộ khu vực nghiên cứu đều ở mức cao do dân cư ở đây tuy rằng đã có nhận thức và kinh nghiệm đối phó với lũ, nhưng do hạn chế về thu nhập nên họ ít khả năng chuẩn bị tốt trước lũ. Trong khi đó, diện tích đất nông nghiệp và lâm nghiệp cũng đang giảm dần, diện tích đất xây dựng và đất công trình sự nghiệp lại ngày càng tăng cao dẫn đến sự gia tăng độ nhạy cảm của khu vực đối với lũ. Xét theo từng xã, Quảng Văn, Quảng Hải và Bắc Trạch là ba xã có tính nhạy cao nhất do trình độ học vấn và điều kiện thu nhập thấp, sự chuẩn bị sẵn sàng để đối phó với lũ của người dân chưa cao. Ngược lại, các xã Hạ Trạch, Quảng Thuận và Quảng Phúc có tính nhạy cảm thấp hơn, bởi vì các xã này có mức thu nhập khá, sự chuẩn bị sẵn sàng của người dân tốt hơn.

5.3. Khả năng phục hồi trước lũ của cộng đồng dân cư

Khả năng phục hồi là chỉ số thể hiện năng lực khôi phục của hệ thống sau khi trải qua sự kiện lũ, tỷ lệ nghịch với giá trị tính dễ bị tổn thương. Khả năng phục hồi được đánh giá dựa trên sáu chỉ tiêu thuộc ba thành phần kinh tế, xã hội và vật lý (Bảng 3).

Về thành phần kinh tế: thời gian khôi phục hoạt động kinh tế của dân cư phân hóa theo loại hình sinh kế. Các hộ gia đình làm nông thường phải mất đến 3 tháng để khôi phục hoạt động trồng lúa và hoa màu. Đối với khu vực ruộng bị nhiễm mặn sau ngập lụt cần 1 năm mới phục hồi lại được. Trong khi đó, phần lớn những hộ có sinh kế từ ngành thủ công nghiệp, kinh doanh, nhân viên, giáo viên,... thì chỉ cần khoảng vài ngày đến một tuần để ổn định hoạt động kinh tế sau lũ. Về kinh nghiệm chống lũ, 100% dân cư tham gia phỏng vấn đều đã định cư lâu năm và trải qua nhiều trận lũ xảy ra trong khu vực, đặc biệt là hai trận lũ lịch sử năm 2010 và 2016.

Bảng 3. Các tiêu chí đánh giá khả năng phục hồi trước lũ của người dân tại hạ lưu sông Gianh

	Tiêu chí	Dữ liệu	Nguồn dữ liệu
Thành phần xã hội	Hệ thống cảnh báo	Hoạt động tương đối hiệu quả, chính quyền địa phương thông báo trước mưa lũ khoảng 2-3 ngày cho người dân.	Phòng vấn bán cấu trúc cán bộ địa phương và người dân.
	Dịch vụ khẩn cấp	Hiện còn thiếu về số lượng thuyền cứu hộ. Một số điểm khó cứu hộ do ngõ hẹp.	Phòng vấn bán cấu trúc cán bộ địa phương và người dân.
	Nơi trú ẩn	Trường học, Nhà văn hóa thôn, gác xếp, mái nhà	Phòng vấn bán cấu trúc cán bộ địa phương và người dân.
Thành phần kinh tế	Thời gian khôi phục kinh tế sau lũ	<1 tuần: 30,7%.	Phòng vấn hộ gia đình.
		1-2 tuần: 17%.	
		1 tháng: 9,1%.	
		3 tháng: 31,8%.	
	>1 năm: 11,4%.		
Kinh nghiệm trước đây	Tỷ lệ dân cư đã có kinh nghiệm, trải nghiệm với lũ trong khu vực: 100% hộ.	Phòng vấn hộ gia đình.	
Thành phần vật lý	Đập và khả năng lưu trữ	Hệ thống đê điều và đập hoạt động chưa thực sự hiệu quả. Nguồn tài chính để tu bổ đê, kè và đập còn thiếu.	Sở Nông nghiệp và PTNT- Chi cục thủy lợi và PCBL; Phòng vấn bán cấu trúc cán bộ địa phương và người dân.

Về thành phần xã hội: Kết quả khảo sát cho thấy hệ thống cảnh báo trong khu vực tương đối hiệu quả, mưa bão và khả năng xảy ra lũ thường được chính quyền địa phương cảnh báo bằng hệ thống loa phát thanh cố định trước khi xảy ra mưa lũ khoảng 2-3 ngày đến tất cả khu dân cư. Ngoài ra, các bản tin dự báo bão lũ thường xuyên được người dân cập nhật qua các phương tiện thông tin đại chúng, như: báo, đài, ti vi. Dịch vụ khẩn cấp trong thiên tai tuy có hoạt động, nhưng chưa đủ đáp ứng nhu cầu cứu trợ do các thuyền bè cứu hộ thiếu về số lượng và khó tiếp cận được những ngôi nhà nhỏ trong ngõ, hẻm. Bên cạnh đó, việc phân phối lương thực, thực phẩm và nước sạch còn chậm và phân bố không đồng đều. Chỉ có 13,3% người dân cho phản hồi tốt về công tác hỗ trợ của chính quyền địa phương trong lũ, bao gồm cứu trợ và cung cấp nhu yếu phẩm kịp thời. 70% số người được hỏi cho rằng gia đình họ nhận hỗ trợ không đáng kể, đó là một ít mì tôm trong khi bị cô lập bởi ngập lụt, một số tiền nhỏ (30.000-100.000 VNĐ/hộ) sau lũ. Một số ít hộ gia đình được hỗ trợ với rửa mặn hoặc giồng cây trồng và sự hỗ trợ dọn dẹp vệ sinh môi

trường sau khi nước lũ rút. Tỷ lệ còn lại (16,7%) phản ánh rằng hộ gia đình họ không nhận được hỗ trợ nào từ cơ quan chức năng cả trong và sau lũ, đặc biệt là ở các xã Quảng Phúc và Quảng Văn. Các hộ dân sống ven những con đường lớn thường nhận được nhiều vật phẩm hỗ trợ từ cả cơ quan chức năng cũng như các đơn vị từ thiện, các nhà hảo tâm hơn các hộ sinh sống trong những con ngõ nhỏ hẹp, do có khả năng tiếp cận cao hơn.

Về thành phần vật lý: khu vực hạ lưu sông Gianh có khoảng 99 km đê với chiều cao từ 1,5 đến 3 m và chiều rộng từ 2 đến 3 m. Khảo sát thực địa và phỏng vấn bán cấu trúc cho thấy hệ thống đê, kè hoạt động chưa có hiệu quả cao. Vấn đề tu bổ, nâng cấp hệ thống đê và công ít được chú trọng đầu tư bởi các cơ quan chuyên trách, chủ yếu do thiếu vốn, cũng như không có nguồn tài chính dự phòng khi hệ thống này xuống cấp sau mưa bão.

Qua phân tích các chỉ tiêu trên, có thể thấy khả năng phục hồi do lũ ở địa bàn nghiên cứu không cao do thời gian khôi phục hoạt động kinh tế chủ đạo kéo dài, thiếu các phương án chống lũ mang tính bài bản và lâu dài như tập huấn phòng tránh

rủi ro lũ, đầu tư tu sửa, nâng cấp đê kè,... Khả năng phục hồi về thành phần kinh tế và thành phần vật lý không quá khác nhau giữa các xã, chỉ có thành phần xã hội mới mang lại sự phân hóa rõ rệt. Trong đó, xã Hạ Trạch và Quảng Văn có khả năng phục hồi cao nhất do tốc độ khôi phục kinh tế nhanh và có nơi trú ẩn an toàn trong khi lũ xảy ra; xã Quảng Phúc và Quảng Hải có khả năng phục hồi thấp nhất do công tác cứu trợ yếu kém và tốc độ khôi phục hoạt động kinh tế chậm hơn so với trung bình khu vực nghiên cứu.

6. Kết luận

Nghiên cứu này cung cấp một bức tranh toàn diện về tính dễ bị tổn thương của cộng đồng dân cư dưới tác động của lũ tại hạ lưu sông Gianh tỉnh Quảng Bình bằng cách tích hợp mức độ phơi nhiễm, tính nhạy cảm và khả năng phục hồi, có thể hỗ trợ các nhà hoạch định chính sách đưa ra các quyết định hiệu quả nhằm quản lý toàn diện thiên tai lũ.

Kết quả nghiên cứu cho thấy tính dễ bị tổn thương do lũ ở từng khu vực không giống nhau. Như trường hợp xã Quảng Hải có tính dễ bị tổn thương do lũ rất lớn bởi mức độ phơi nhiễm trung bình, tính nhạy cao, nhưng khả năng phục hồi lại thấp. Xã Quảng Văn cũng có tính dễ bị tổn thương do lũ lớn do mức độ phơi nhiễm, tính nhạy cao, tuy nhiên khả năng phục hồi cao. Xã Quảng Thanh có tính dễ bị tổn thương do lũ ở mức độ trung bình liên quan đến mức độ phơi nhiễm cao, nhưng tính nhạy thấp, khả năng phục hồi cao. Xã Bắc Trạch có tính dễ bị tổn thương do lũ ở mức độ trung bình do mức độ phơi nhiễm ở mức trung bình, khả năng phục hồi và tính nhạy ở mức cao. Xã Quảng Thuận có mức độ tổn thương do lũ ở mức trung bình vì mức độ phơi nhiễm cao, tính nhạy thấp và khả năng phục hồi ở mức độ trung bình. Xã Quảng Phúc có tính dễ bị tổn thương do lũ ở mức độ trung bình vì mức độ phơi nhiễm và tính nhạy thấp, tuy nhiên khả năng phục hồi cũng thấp. Ngược lại, xã Hạ Trạch có mức độ tổn thương do lũ thấp do mức độ phơi nhiễm trung bình, tính nhạy thấp và khả năng phục hồi cao.

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, tần suất và cường độ lũ ngày càng tăng, cộng thêm quá trình

đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ, diện tích bề mặt thấm nước tự nhiên thu hẹp, dẫn đến tình hình lũ ngày càng trầm trọng hơn. Do đó việc nghiên cứu tính dễ bị tổn thương của cộng đồng dân cư dưới tác động của lũ là cần thiết, có thể hữu ích cho việc ứng phó khẩn cấp và quản lý thiên tai. Tuy nhiên, nếu nghiên cứu có thể phát triển hơn để định lượng hóa tính dễ bị tổn thương cho từng khu vực, thì việc so sánh giữa các xã sẽ dễ dàng hơn, giúp các nhà quản lý có thể lựa chọn các xã dễ bị tổn thương nhất để ưu tiên đầu tư nâng cao khả năng phục hồi và giảm thiểu mức phơi nhiễm và tính nhạy.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED), với đề tài mã số 105.07-2019.308.

Tài liệu tham khảo

- [1] Center of Research on the Epidemiology of Disasters CRED – UCLouvain, USAID, Nature Disasters 2018.
- [2] Center of Research on the Epidemiology of Disasters CRED – UCLouvain, USAID, Nature Disasters 2019.
- [3] M. S. Islam, S. H. Lim, When “Nature” Strikes: A Sociology of Climate change and Disaster Vulnerabilities in Asia. *Nature and Culture*, Vol. 10, No. 1, 2015, pp. 57-80, <https://doi.org/10.3167/nc.2015.100104>.
- [4] Prime Minister, The National Strategy on Climate Change, No 2139/QĐ-TTg, Released on 05th December 2011, Available at: <http://vanban.chinhphu.vn/> (assessed on: April 26th, 2021) (in Vietnamese).
- [5] C. T. Van, N. T. Son, Research Setting Basic Methods of Flood Risk Assessment in the Mekong Delta, *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, Vol. 32, No. 3S, 2016, pp. 264-270, <https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4085> (in Vietnamese).
- [6] A. E. Kissi, G. A. Abbey, K. Agboka, A. Egbendewe, Quantitative Assessment of Vulnerability to Flood Hazards in Downstream Area of Mono Basin, South-Eastern Togo: Yoto District, *Journal of Geographic Information System*, Vol. 7, No. 6, 2015, pp. 607-619,

- <http://dx.doi.org/10.4236/jgis.2015.76049>.
- [7] A. R. Hamidi, J. Wang, S. Guo, Z. Zeng, Flood Vulnerability Assessment Using MOVE Framework: A Case Study of the Northern Part of District Peshawar, Pakistan, *Natural Hazards*, Vol. 101, No. 2, 2020, pp. 385-408, <https://doi.org/10.1007/s11069-020-03878-0>.
- [8] M. E. Pamela, N. Tuyen, L. Hue, V. Huong, Flood Vulnerability Among Rural Households in the Red River Delta of Vietnam: Implications for Future Climate Change Risk and Adaptation, *Natural Hazards*, Vol. 86, No. 1, 2017, pp. 465-492, <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2701-6>.
- [9] The People Committee of Quang Binh Province, The Situation of Socio-Economic Implementation in 2020, the Report No. 294/BC-UBND, Released on 26 November 2020, Available at: <https://cucthongke.quangbinh.gov.vn/> (assessed on : April 26th, 2021) (in Vietnamese).
- [10] UNESCO-IHE, Flood Vulnerability Indices, <http://unihefvi.free.fr/indicators.php/> (accessed on: July 2nd, 2021).
- [11] A. R. Irfan, K. R. Jayant, Multidimensional Model for Vulnerability Assessment of Urban Flooding: An Empirical Study in Pakistan, *International Journal of Disaster Risk Science* Vol. 9, No. 3, 2018, pp.359-375, <https://doi.org/10.1007/s13753-018-0179-4>.
- [12] S. F. Balica, Development and Application of Flood Vulnerability Indices for Various Spatial Scales. UNESCO-IHE Institute for Water Education, 2007, pp. 4, <https://ihedelftrepository.contentdm.oclc.org/digital/collection/masters2/id/43243/> (accessed on: July 2nd, 2021).
- [13] Institute of Water Resources Planning, Reviewing, Updating and Supplementing the Planning for Development and Protection of Water Resources of Gianh River and Its Surroundings, Summary Report of the Project Planning for Development and Protection of Water Resources in the south of Gianh River – north of Nhat Le River in 2005 (in Vietnamese).
- [14] N. V. Thang, V. V. Thang, Study on Current and Future Characteristics, Trends of Rainfall in Quang Binh Province, Vietnam *Journal of Hydrometeorology*, Vol. 5, 2017, pp. 14-22, <http://tapchikttv.vn/article/289> (in Vietnamese).
- [15] National Centre for Hydro-Meteorological Forecasting, Summary Report of the Project Research and Development Technology Forecasting and Warning for Flood of Main Rivers in Quang Binh, Quang Tri, 2015.
- [16] N. Y. Nguyen, I. Yutaka, I. Hiroshi, Establishing Flood Damage Functions for Agricultural Crops Using Estimated Inundation Depth and Flood Disaster Statistics in Data-Scarce Regions, *Hydrological Research Letters*, Vol. 11, No. 1, 2017, pp. 12-18, <https://doi.org/10.3178/hrl.11.12>.
- [17] IMHEN & UNDP, Special Report of Vietnam on Risk Management of Natural Disasters and Extreme Weather Events for Promoting the Resilience on Climate Change, Vietnam Publishing House of Natural Resources, Environment and Cartography, Hanoi, 2015 (in Vietnamese).
- [18] Steering Committee of Flood and Storm Control, Search and Rescue – the People Committee of Quang Binh Province, Report on Assessment of Causes of Heavy Rain and Prolonged Flooding in March 2011 (in Vietnamese).
- [19] N. T. Son, N. C. Tuan, N. Q. Hung, P. N. Thang, Mapping Vulnerable Properties and Solutions Limited Flood Damage on the Ben Hai – Thach Han River Basins, *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, Vol. 32, No. 3S, 2016, pp. 175-183, <https://js.vnu.edu.vn/EES/article/view/3661> (in Vietnamese).
- [20] D. D. Kha, T. N. Anh, N. T. Son, Flood Vulnerability Assessment of Downstream in Thach Han River Basin, Quang Tri Province, The Second International MAHASRI/HyARC Workshop, Nha Trang, Vietnam, 2011 (in Vietnamese).