

NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ CỨU TRỢ ĐA NĂNG
CHO NGƯỜI DÂN VÙNG LŨ TẠI VIỆT NAM
RESEARCH ON A MULTI-FUNCTIONAL RELIEF DEVICE
FOR FLOOD-AFFECTED COMMUNITIES IN VIETNAM

NGUYỄN THỊ ÁNH DƯƠNG^{1*}, NGUYỄN THÙY ANH¹,
HOÀNG NGỌC ANH¹, NGUYỄN TIẾN ĐẠT¹, NGUYỄN ANH HIẾU¹,
LÊ SƠN TÙNG²,

¹Sinh viên Viện Đào tạo Quốc tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

²Khoa Kinh tế, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: duong98519@st.vimaru.edu.vn

DOI: <https://doi.org/10.65154/jmst.1042>

Tóm tắt

Gia tăng rủi ro ngập lụt do biến đổi khí hậu và đô thị hóa đòi hỏi các giải pháp tăng cường năng lực tự ứng phó ở cấp hộ gia đình. Nghiên cứu này nhằm đề xuất và đánh giá một mô hình thuyền phao cứu hộ bán tự động tích hợp bơm điện, đèn LED cảnh báo và hệ thống định vị, hướng tới hỗ trợ ứng phó trong giai đoạn khẩn cấp ban đầu. Thiết kế nghiên cứu sử dụng khảo sát định lượng mô tả kết hợp phân tích nội dung định tính, với 90 quan sát hợp lệ từ các cá nhân từng chịu ảnh hưởng bởi lũ lụt. Dữ liệu được phân tích bằng thống kê mô tả cùng Chỉ số đồng thuận (AI) và Chỉ số sẵn sàng ứng dụng (ARI). Kết quả cho thấy mức đồng thuận tương đối cao về tính cần thiết và an toàn của thiết bị; ARI tiệm cận mức “rất sẵn sàng”. Nghiên cứu cung cấp bằng chứng thực nghiệm cho phát triển thiết bị cứu sinh chi phí phù hợp, góp phần củng cố cách tiếp cận thích ứng thiên tai dựa vào cộng đồng.

Từ khóa: Ngập lụt, thiết bị cứu sinh hộ gia đình, Thuyền phao bán tự động, năng lực chống chịu, chỉ số sẵn sàng ứng dụng, thích ứng dựa vào cộng đồng.

Abstract

The increasing risk of flooding driven by climate change and rapid urbanization necessitates solutions that enhance household-level adaptive capacity. This study proposes and evaluates a semi-automatic inflatable rescue boat integrated with an electric pump, LED warning lights, and a GPS positioning system to support emergency response during the initial critical phase of flooding. A descriptive quantitative survey combined with qualitative content analysis was

employed, based on 90 valid responses from individuals previously affected by floods. Data were analyzed using descriptive statistics, the Agreement Index (AI), and the Adoption Readiness Index (ARI). Results indicate a relatively high level of agreement regarding the device's necessity and safety, with the ARI approaching the “very ready” threshold. The findings provide empirical evidence for the development of cost-appropriate personal rescue devices and contribute to advancing community-based disaster adaptation strategies.

Keywords: Flooding, household rescue device, semi-automatic inflatable boat, resilience, adoption Readiness Index, community-based adaptation.

1. Mở đầu

Lũ lụt là một trong những loại hình thiên tai gây thiệt hại nghiêm trọng nhất về người và tài sản trên toàn cầu, đặc biệt tại các quốc gia đang phát triển. Theo cách tiếp cận về tính dễ bị tổn thương, mức độ thiệt hại do thiên tai không chỉ phụ thuộc vào cường độ của hiểm họa tự nhiên mà còn chịu tác động mạnh mẽ bởi các yếu tố kinh tế - xã hội như nghèo đói, hạn chế tiếp cận nguồn lực và năng lực ứng phó của cộng đồng. Điều này cho thấy rủi ro thiên tai mang tính xã hội sâu sắc, trong đó các nhóm dân cư dễ bị tổn thương thường phải gánh chịu hậu quả nặng nề hơn.

Tại Việt Nam, với đặc điểm khí hậu nhiệt đới gió mùa, hệ thống sông ngòi dày đặc và địa hình phức tạp, lũ lụt và ngập sâu xảy ra thường xuyên. Nghiên cứu cho thấy mức độ phơi nhiễm với lũ lụt tại Việt Nam có mối liên hệ chặt chẽ với tình trạng nghèo đói, làm gia tăng nguy cơ tổn thất về sinh kế và an toàn tính mạng [1]. Thực tế cho thấy nhiều trường hợp tử vong do ngập nước xảy ra trong giai đoạn đầu của thiên tai,

khi mực nước dâng nhanh và lực lượng cứu hộ chưa thể tiếp cận kịp thời [2].

Mặc dù các biện pháp phòng, chống thiên tai ở cấp quốc gia như hệ thống đề điều, cảnh báo sớm và cứu hộ chuyên nghiệp đã được tăng cường, khoảng trống về năng lực tự ứng phó ở cấp hộ gia đình vẫn còn đáng kể. Trong nhiều tình huống khẩn cấp, người dân phải tự bảo vệ bản thân trước khi nhận được sự hỗ trợ từ bên ngoài. Do đó, việc phát triển các thiết bị cứu trợ quy mô hộ gia đình có chi phí hợp lý, dễ sử dụng và có khả năng kích hoạt nhanh được xem là một hướng tiếp cận tiềm năng nhằm giảm thiểu rủi ro tử vong và nâng cao năng lực chống chịu của cộng đồng.

Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn trong bối cảnh gia tăng rủi ro lũ lụt và khoảng trống về các giải pháp cứu sinh quy mô hộ gia đình, nghiên cứu này đề xuất và đánh giá một mô hình phao cứu sinh bơm hơi bán tự động tích hợp, hướng tới khả năng ứng phó khẩn cấp tại chỗ. Thiết kế kỹ thuật của thiết bị được xây dựng song song với khảo sát định lượng cộng đồng nhằm thẩm định mức độ cần thiết, tính an toàn, tính khả thi vận hành và mức độ sẵn sàng chấp nhận của người dân. Kết quả nghiên cứu cung cấp bằng chứng thực nghiệm bước đầu cho khả năng triển khai một giải pháp cứu sinh phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội Việt Nam, qua đó góp phần củng cố năng lực chống chịu của cộng đồng trước thiên tai.

2. Cơ sở lý luận

2.1. Lý thuyết về tính dễ bị tổn thương và năng lực chống chịu

Trong nghiên cứu rủi ro thiên tai, cách tiếp cận tính dễ bị tổn thương (vulnerability approach) nhấn mạnh rằng mức độ thiệt hại không chỉ phụ thuộc vào cường độ hiểm họa mà còn vào đặc điểm kinh tế - xã hội và mức độ chuẩn bị của cộng đồng. Theo United Nations Development Programme (UNDP) và Food and Agriculture Organization (FAO), tính dễ bị tổn thương được cấu thành bởi ba yếu tố: phơi nhiễm (exposure), độ nhạy cảm (sensitivity) và năng lực thích ứng (adaptive capacity) [3].

Cách tiếp cận này nhìn nhận thiên tai như một quá trình xã hội, nơi các yếu tố như nghèo đói, bất bình đẳng và hạn chế tiếp cận nguồn lực quyết định mức độ tổn thất. Song song đó, năng lực chống chịu (resilience) được hiểu là khả năng dự báo, ứng phó, thích nghi và phục hồi của cá nhân và cộng đồng, bao gồm cả nguồn lực vật chất, xã hội và thể chế.

Do đó, tăng cường năng lực chống chịu ở cấp hộ gia đình, đồng thời giảm thiểu tính dễ bị tổn thương, là định hướng cốt lõi trong quản lý rủi ro thiên tai và

xây dựng cộng đồng an toàn, bền vững trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

2.2. Vai trò của thiết bị cứu trợ quy mô hộ gia đình

Các bằng chứng quốc tế cho thấy việc trang bị thiết bị cứu sinh cá nhân có chi phí hợp lý, thao tác đơn giản và khả năng kích hoạt nhanh có thể làm giảm đáng kể nguy cơ tử vong do ngập nước, đặc biệt trong giai đoạn đầu của thiên tai khi nguồn lực cứu hộ chuyên nghiệp chưa thể tiếp cận kịp thời [3]. Như vậy, giải pháp ở quy mô hộ gia đình không chỉ mang ý nghĩa hỗ trợ kỹ thuật, mà còn là thành tố quan trọng trong chiến lược ứng phó phân tán và tại chỗ.

Tuy nhiên, trong bối cảnh Việt Nam, các nghiên cứu đánh giá một cách hệ thống thiết bị cứu trợ hộ gia đình có tích hợp cơ chế tự động và giải pháp năng lượng bền vững vẫn còn hạn chế. Phần lớn phương tiện hiện hành mang tính rời rạc, thiếu tính tích hợp, chưa đáp ứng yêu cầu triển khai nhanh và thích ứng với đặc điểm lũ lụt địa phương cũng như điều kiện kinh tế - xã hội của người dân.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu này tập trung thiết kế và thẩm định một mô hình phao cứu sinh bơm hơi bán tự động dành cho hộ gia đình, thông qua sự kết hợp giữa phát triển giải pháp kỹ thuật và khảo sát định lượng cộng đồng. Việc đánh giá được thực hiện trên các tiêu chí về tính cần thiết, độ an toàn, tính khả thi vận hành và mức độ sẵn sàng chấp nhận, qua đó cung cấp luận cứ thực nghiệm cho khả năng ứng dụng giải pháp trong điều kiện Việt Nam và góp phần củng cố năng lực chống chịu ở cấp cơ sở.

3. Thực trạng lũ lụt và nhu cầu thiết bị cứu trợ tại Việt Nam

3.1. Thực trạng thiệt hại do lũ lụt

Lũ lụt và các hiện tượng thiên tai liên quan tiếp tục là nguyên nhân dẫn tới tổn thất lớn về người và tài sản tại Việt Nam trong năm 2025. Theo Báo cáo 451/BC-CTK của Cục Thống kê (Bộ Tài chính), từ đầu năm đến ngày 05/12/2025, thiên tai đã gây ra 420 người chết hoặc mất tích và 730 người bị thương trên phạm vi cả nước. Thiệt hại về nhà ở ở mức nghiêm trọng, với 4.193 ngôi nhà bị sập, đổ hoặc cuốn trôi và gần 348.000 nhà bị hư hỏng hoặc tốc mái. Diện tích sản xuất nông nghiệp bị ảnh hưởng vượt quá 541.000 ha lúa và hoa màu, cùng hàng chục nghìn gia súc và hàng triệu gia cầm bị thiệt hại. Hệ thống hạ tầng như đê điều, kênh mương, bờ sông và giao thông cũng bị tổn thất nặng nề, với tổng giá trị thiệt hại ước tính lên tới hơn 99.469 tỷ đồng [4].

Các khu vực chịu ảnh hưởng nặng nề nhất bao gồm miền Trung, miền núi phía Bắc và các vùng trũng thấp ven sông, ven biển [5]. Trong đó, miền Trung là nơi thường xuyên hứng chịu bão và mưa lớn kéo dài với đặc điểm địa hình hẹp ngang và độ dốc lớn khiến lũ dâng nhanh và ngập sâu trên diện rộng. Tại miền núi phía Bắc, địa hình chia cắt mạnh kết hợp với suy giảm rừng đầu nguồn làm gia tăng nguy cơ lũ quét và sạt lở đất. Đối với các vùng trũng thấp ven sông, tình trạng ngập sâu kéo dài và tác động của triều cường khiến rủi ro càng trở nên phức tạp, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu và nước biển dâng [6].

Những con số và đặc điểm phân bố trên cho thấy mức độ rủi ro cao và tính chất ngày càng phức tạp của lũ lụt tại Việt Nam trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Điều này đồng thời làm nổi bật nhu cầu cấp thiết về các giải pháp tăng cường năng lực tự ứng phó tại chỗ, đặc biệt ở cấp hộ gia đình - nơi thường chịu tác động trực tiếp trong giai đoạn đầu của thiên tai.

3.2. Thực trạng thiếu hụt thiết bị cứu sinh ở cấp hộ gia đình

Mặc dù thiệt hại do lũ lụt tại Việt Nam ở mức nghiêm trọng, khả năng chuẩn bị và trang bị thiết bị cứu sinh ở cấp hộ gia đình vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu cho thấy phần lớn hộ dân chưa chuẩn bị đầy đủ các thiết bị khẩn cấp như áo phao hay phương tiện nổi hỗ trợ di chuyển khi nước dâng cao [8]. Đồng thời, một nghiên cứu tổng quan về hành vi thích ứng với lũ lụt chỉ ra rằng dù nhận thức được rủi ro, tỷ lệ đầu tư vào biện pháp bảo vệ cá nhân vẫn thấp do rào cản chi phí và tâm lý phụ thuộc vào sự hỗ trợ của Nhà nước [7].

Trong bối cảnh Việt Nam, khảo sát thực tế cho thấy phần lớn hộ gia đình không có phao cứu sinh cá nhân, không có thiết bị nổi bảo vệ tài sản và phụ thuộc gần như hoàn toàn vào lực lượng cứu hộ khi xảy ra lũ lớn. Tuy nhiên, khi giao thông bị chia cắt hoặc điều kiện thời tiết bất lợi, khả năng tiếp cận cứu trợ thường bị chậm trễ, làm gia tăng rủi ro trong “thời điểm vàng” ứng phó ban đầu. Thực trạng này cho thấy tồn tại một khoảng cách đáng kể giữa chính sách phòng, chống thiên tai ở cấp quốc gia và năng lực tự bảo vệ ở cấp hộ gia đình, qua đó đặt ra yêu cầu phát triển các thiết bị cứu sinh quy mô hộ gia đình có chi phí hợp lý, dễ sử dụng và có khả năng vận hành độc lập trong điều kiện khẩn cấp.

4. Giới thiệu thiết bị và hình ảnh sản phẩm

4.1. Mô tả cấu tạo

Thiết bị cứu trợ hộ gia đình được phát triển dựa trên nền tảng thuyền bơm hơi hai người có tải trọng tối đa



Hình 1. Phao cứu sinh bơm hơi tự động

Bảng 1. Thông số kỹ thuật cơ bản của thiết bị

TT	Thông số	Giá trị kỹ thuật
1	Kích thước tổng thể	190 × 98 × 32 cm
2	Tải trọng tối đa	178kg
3	Sức chứa	02 người
4	Vật liệu thân	PVC 3 lớp chống thấm
5	Kết cấu khoang khí	3-4 khoang độc lập
6	Hệ thống bơm	Bơm điện DC mini (module rời)
7	Thời gian bơm đầy	3-5 phút
8	Hệ thống định vị	Module GPS tích hợp
9	Hệ thống chiếu sáng	Đèn LED cảnh báo 360°

178kg, được cải tiến nhằm phục vụ mục tiêu ứng phó lũ lụt tại các khu vực có nguy cơ ngập cao ở Việt Nam. Khác với xuồng hơi dân dụng phục vụ mục đích giải trí, sản phẩm được tái thiết kế theo hướng đơn giản, bền bỉ phù hợp với điều kiện thực tế của các hộ gia đình.

Các thành phần chính của thiết bị được trình bày trong Bảng 1. Ngoài các thông số kỹ thuật cơ bản, thiết bị còn tích hợp module định vị GPS ký hiệu “ALPHA”, đèn LED cảnh báo 360° và dải phản quang nhằm tăng khả năng nhận diện trong điều kiện khẩn cấp. Trên thân thiết bị, ký hiệu “VMU” thể hiện đơn vị phát triển là Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, trong khi “ALPHA” là ký hiệu của module định vị được tích hợp trên sản phẩm.

4.2. Nguyên lý hoạt động

Thiết bị phao cứu trợ hộ gia đình được trang bị hệ thống bơm hơi bán tự động, kích hoạt bằng nút nhấn nhằm đảm bảo khả năng triển khai nhanh trong tình huống khẩn cấp. Khi xảy ra ngập lụt, người dùng chủ động kích hoạt hệ thống bằng thao tác một chạm; bơm điện DC mini sẽ tiến hành nạp khí vào các khoang phao thông qua van một chiều. Mạch giới hạn áp suất được tích hợp để tự ngắt khi đạt ngưỡng thiết kế, tránh quá áp và tăng độ bền vật liệu. Nhờ đó, thiết bị đạt trạng thái nổi ổn định trong khoảng 3-5 phút mà không cần bơm tay. Do thiết bị được sử dụng trong môi trường ngập nước, yếu tố an toàn điện được giải quyết ngay từ khâu thiết kế bằng cách không tích hợp hệ thống điện trực tiếp vào thân phao. Cụ thể, bơm điện DC mini được thiết kế dưới dạng module rời, chỉ kết nối khi sử dụng và có thể tháo rời sau khi bơm, giúp loại bỏ nguy cơ tiếp xúc nước kéo dài. Hệ thống chiếu sáng sử dụng các nguồn năng lượng độc lập như pin khô hoặc pin năng lượng mặt trời, không liên kết với mạch điện trung tâm trên phao. Nhờ đó, thiết bị gần như không tồn tại nguy cơ rò điện hoặc đoản mạch trong quá trình vận hành.

Về an toàn, cấu trúc 3-4 khoang khí độc lập giúp duy trì lực nổi ngay cả khi một khoang bị hư hỏng, bảo đảm tải trọng tối đa 178kg. Thiết bị đồng thời tích hợp GPS định vị (ALPHA), dải phản quang và đèn LED 360° để tăng khả năng nhận diện trong điều kiện thiếu sáng hoặc mưa lớn. Tổng thể, các cải tiến này tạo nên một giải pháp cứu trợ bán tự động, toàn diện và phù hợp với điều kiện lũ lụt tại Việt Nam.

4.3. Phân tích lực nổi

Để đánh giá khả năng nổi của thiết bị trong điều kiện ngập lụt, nghiên cứu áp dụng nguyên lý Archimedes để xác định lực đẩy nổi tác dụng lên phao cứu sinh. Với tải trọng thiết kế 178kg (tương đương hai người), thể tích tối thiểu cần thiết để thiết bị nổi là khoảng 0,178m³. Trong thực tế, thiết bị phải chịu thêm tải trọng phụ và dao động dòng nước, do đó hệ số an toàn 1,3 được áp dụng, giúp cân bằng giữa yêu cầu an toàn và tính khả thi về chi phí, kích thước. Thể tích thiết kế của phao do đó được xác định khoảng 0,23m³ (230 lít), đảm bảo hỗ trợ hai người và duy trì biên độ an toàn cần thiết. Thiết kế sẽ tiếp tục được tối ưu trong các nghiên cứu tiếp theo để nâng cao hệ số an toàn và đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật liên quan. Hệ số an toàn 1,3 được lựa chọn như một mức tối thiểu trong giai đoạn thiết kế sơ bộ; trong các nghiên cứu tiếp theo, hệ số này sẽ được nâng cao ($\geq 1,5$) để đáp ứng yêu cầu an toàn trong điều kiện vận hành thực tế.

4.4. Ưu điểm nổi bật

Thiết bị được thiết kế theo định hướng thực tiễn, phù hợp với điều kiện hộ gia đình tại các khu vực thường xuyên ngập lụt. Trước hết, cơ chế vận hành “một chạm” cho phép người dân nhanh chóng triển khai phương tiện nổi khi nước dâng, qua đó chủ động ứng phó trong những giờ đầu và giảm phụ thuộc vào lực lượng cứu hộ. Thiết kế đơn giản, không đòi hỏi kỹ năng kỹ thuật, giúp tăng tính khả thi và mức độ chấp nhận, đặc biệt với người cao tuổi và nhóm dễ bị tổn thương.

Bên cạnh đó, thiết bị không sử dụng pin tích hợp bên trong mà vận hành thông qua nguồn điện ngoài (pin dự phòng hoặc nguồn cấp trực tiếp khi cần thiết). Cách tiếp cận này giúp loại bỏ rủi ro suy giảm năng lượng trong quá trình lưu kho dài hạn - một vấn đề phổ biến đối với pin Li-ion. Đồng thời, thiết kế này cũng đơn giản hóa yêu cầu bảo trì và tránh các rủi ro liên quan đến quá nhiệt, chai pin hoặc hỏng hóc hệ thống quản lý năng lượng (BMS). Về bảo dưỡng, thiết bị không yêu cầu quy trình kỹ thuật phức tạp, tuy nhiên người dùng được khuyến nghị kiểm tra định kỳ trước mùa mưa lũ, bao gồm: đánh giá tình trạng vật liệu phao, kiểm tra hoạt động của bơm rời và đảm bảo các nguồn điện ngoài (pin dự phòng, pin đèn) luôn ở trạng thái sẵn sàng. Cách tiếp cận này góp phần nâng cao độ tin cậy vận hành trong điều kiện thực tế, đồng thời giảm phụ thuộc vào các hệ thống quản lý năng lượng phức tạp. Việc trang bị thiết bị định vị GPS và cảnh báo ánh sáng giúp tăng khả năng được phát hiện và rút ngắn thời gian tiếp cận cứu hộ. Với chi phí dự kiến dưới 1.000.000 VNĐ - nằm trong ngưỡng chấp nhận của người dân - thiết bị có tiềm năng triển khai rộng rãi, phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội và đặc thù rủi ro tại Việt Nam.

4.5. Thử nghiệm bước đầu và đánh giá kỹ thuật sơ bộ

Để kiểm chứng các thông số thiết kế, nhóm nghiên cứu tiến hành thử nghiệm mô hình trong điều kiện giả lập quy mô nhỏ, tập trung vào thời gian bơm, khả năng chịu tải và độ ổn định trong nước tĩnh. Kết quả cho thấy thời gian bơm đạt 3-5 phút, thiết bị đảm bảo nâng tải hai người và duy trì trạng thái nổi ổn định; các khoang khí hoạt động độc lập, không ghi nhận mất áp đáng kể trong ngắn hạn. Tuy nhiên, thử nghiệm mới dừng ở điều kiện kiểm soát, chưa phản ánh đầy đủ các yếu tố bất lợi như dòng chảy mạnh hay thời tiết cực đoan, do đó cần tiếp tục kiểm chứng trong các nghiên cứu thực địa tiếp theo.

5. Phương pháp và kết quả nghiên cứu

5.1. Thiết kế khảo sát

Nghiên cứu được thực hiện theo thiết kế khảo sát định lượng mang tính mô tả, kết hợp phân tích nội dung định tính, nhằm đánh giá mức độ chấp nhận và tính khả thi ứng dụng của thiết bị thuyền phao cứu hộ bán tự động trong bối cảnh ngập lụt. Dữ liệu được thu thập trong khoảng thời gian từ ngày 18/01/2026 -18/02/2026. Cách tiếp cận này cho phép lượng hóa nhận thức, thái độ và ý định hành vi của người dân đối với một giải pháp công nghệ mới, đồng thời sử dụng dữ liệu định tính để bổ trợ và diễn giải kết quả định lượng.

Khung khảo sát được xây dựng theo bốn mục tiêu: (i) đánh giá mức độ cần thiết của thiết bị trong điều kiện rủi ro lũ lụt gia tăng; (ii) phân tích nhận thức về các đặc tính kỹ thuật cốt lõi; (iii) đo lường mức độ sẵn sàng sử dụng và chấp nhận triển khai; và (iv) xác định ngưỡng chi trả. Việc tích hợp các biến nhận thức và ý định hành vi nhằm bảo đảm đánh giá toàn diện tiềm năng ứng dụng ở cấp hộ gia đình.

Mẫu khảo sát được chọn theo phương pháp lấy mẫu thuận tiện (convenience sampling), hướng đến các cá nhân sống tại vùng từng chịu ảnh hưởng lũ lụt. Bảng hỏi được phân phối trực tuyến qua nhóm cộng đồng và mạng xã hội, ưu tiên người có trải nghiệm thực tế. Mẫu tập trung chủ yếu ở các tỉnh miền Trung, đảm bảo mức độ đại diện tương đối. Sau sàng lọc, 90 quan sát hợp lệ được đưa vào phân tích, phù hợp với nghiên cứu mô tả và các phân tích thống kê cơ bản.

5.2. Công cụ đo lường

Bảng hỏi được thiết kế theo cấu trúc bốn phần, bảo đảm trình tự logic từ đặc điểm nền đến nhận thức và ý định hành vi. Phần A thu thập thông tin về địa phương cư trú, mức độ từng chịu ảnh hưởng bởi lũ lụt và độ sâu ngập đã trải qua, nhằm phân loại mức độ phơi nhiễm rủi ro. Biến “mức độ phơi nhiễm lũ lụt” được sử dụng như biến kiểm soát trong các phân tích so sánh nhóm (Independent Samples t-test), qua đó đánh giá sự khác biệt trong nhận thức và mức độ chấp nhận thiết bị giữa các nhóm đối tượng có trải nghiệm lũ lụt khác nhau.

Phần B đo lường nhận thức đối với thiết bị phao cứu sinh bơm hơi tự động, bao gồm tính cần thiết, độ an toàn, khả năng sử dụng trong tình huống khẩn cấp và tính thuận tiện trong lưu trữ. Các biến được đo bằng thang Likert 5 mức ($1 = \text{hoàn toàn không đồng ý}$; $5 = \text{hoàn toàn đồng ý}$).

Phần C đánh giá mức độ chấp nhận thông qua các biến ý định hành vi (sẵn sàng sử dụng, sẵn sàng giới

thiệu, sẵn sàng mua) và câu hỏi về khoảng giá chấp nhận nhằm xác định ngưỡng chi trả. Phần D gồm các câu hỏi mở; dữ liệu định tính được xử lý bằng phân tích nội dung thông qua mã hóa chủ đề và thống kê tần suất, nhằm bổ trợ và kiểm chứng kết quả định lượng.

5.3. Phương pháp phân tích dữ liệu

Dữ liệu được xử lý bằng thống kê mô tả và các chỉ số tổng hợp nhằm đánh giá mức độ đồng thuận và tiềm năng ứng dụng thực tiễn. Các biến định lượng được phân tích thông qua giá trị trung bình (Mean), độ lệch chuẩn (SD) và tỷ lệ đồng thuận (tỷ lệ lựa chọn mức 4 và 5).

Nghiên cứu xây dựng Chỉ số đồng thuận (Agreement Index - AI), được tính bằng tỷ lệ phần trăm số người chọn mức 4-5 trên tổng mẫu. Ngưỡng diễn giải gồm: $\geq 80\%$ (đồng thuận cao), $60 < 80\%$ (trung bình), $< 60\%$ (thấp).

Để đánh giá mức độ chấp nhận tổng thể, Chỉ số sẵn sàng ứng dụng (Adoption Readiness Index - ARI) được tính bằng trung bình cộng của ba biến hành vi dự kiến (sử dụng, giới thiệu, mua). Theo tiêu chí phân loại, $ARI \geq 4,0$ phản ánh mức rất sẵn sàng; $3,5 < 4,0$ là sẵn sàng; $< 3,5$ cho thấy mức sẵn sàng thấp. Việc sử dụng AI và ARI giúp chuẩn hóa diễn giải, tăng tính minh bạch và hỗ trợ đánh giá tiềm năng triển khai thiết bị trong cộng đồng.

Bên cạnh đó, để bảo đảm tính hợp lệ của việc tổng hợp chỉ số ARI, nghiên cứu tiến hành kiểm định độ tin cậy của thang đo thông qua hệ số Cronbach's Alpha đối với ba biến quan sát: Sẵn sàng sử dụng, sẵn sàng giới thiệu và sẵn sàng mua. Kết quả cho thấy hệ số Cronbach's Alpha đạt 0,78, vượt ngưỡng chấp nhận 0,7, phản ánh mức độ nhất quán nội tại tốt. Đồng thời, các biến đều có hệ số tương quan biến - tổng lớn hơn 0,3, cho thấy mối liên hệ chặt chẽ với cấu trúc khái niệm chung. Do đó, ba biến được xem là đại diện cho cùng một khái niệm “mức độ sẵn sàng ứng dụng” và được gộp thành chỉ số ARI thông qua giá trị trung bình.

5.4. Kết quả nghiên cứu

5.4.1. Đặc điểm mẫu khảo sát

Tổng số quan sát hợp lệ được đưa vào phân tích là $n=90$. Mẫu được thu thập từ nhiều địa phương, tập trung chủ yếu tại khu vực miền Trung - vùng có mức độ rủi ro lũ lụt cao. Cụ thể, Quảng Bình chiếm 38,9% và Hà Tĩnh chiếm 26,7%, tổng cộng 65,6% mẫu khảo sát; tiếp theo là Nghệ An (23,3%), Quảng Trị (6,7%) và một số địa phương khác với tỷ lệ nhỏ. Cơ cấu này cho thấy mức độ phù hợp tương đối cao giữa đặc điểm mẫu và mục tiêu nghiên cứu.

Về mức độ phơi nhiễm lũ lụt, 46,7% người tham gia từng chịu ảnh hưởng từ 1-2 lần và 31,1% trên 3 lần; tổng cộng 77,8% có trải nghiệm thực tế với lũ lụt. Xét theo mức ngập cao nhất, 44,4% ghi nhận mức 0,5-1,0 m, 20,0% trên 1,0m và 35,6% dưới 0,5m; như vậy, 64,4% từng đối mặt với mức ngập từ 0,5m trở lên. Các đặc điểm này phản ánh mức độ phơi nhiễm đáng kể của mẫu khảo sát, qua đó củng cố giá trị thực tiễn của các đánh giá trong nghiên cứu.

5.4.2. Đánh giá tính năng của thiết bị phao cứu sinh bơm hơi tự động

Các tiêu chí được đo lường bằng thang Likert 5 mức và phân tích thông qua giá trị trung bình (Mean), độ lệch chuẩn (SD) và Chỉ số đồng thuận (Agreement Index - AI). Kết quả cho thấy tiêu chí “Cơ chế bơm hơi kích hoạt nhanh bằng nút nhấn là cần thiết” đạt Mean = 4,00 (SD = 1,15; AI = 77,8%). Tiêu chí “Thiết bị giúp tăng mức độ an toàn” đạt Mean = 4,00 (SD = 1,20; AI = 74,4%). Tiêu chí “Dễ sử dụng trong tình huống khẩn cấp” ghi nhận Mean = 4,00 (SD = 1,16; AI = 76,7%), trong khi “Kích thước và trọng lượng phù hợp lưu trữ” đạt Mean = 4,02 (SD = 1,18; AI = 75,6%).

Giá trị trung bình chung của nhóm biến là 4,01, với AI trung bình đạt 76,1%, phản ánh mức đồng thuận tương đối cao. Tuy nhiên, độ lệch chuẩn trên 1,0 ở tất cả các biến cho thấy sự phân tán đáng kể trong nhận thức của người tham gia. Điều này có thể xuất phát từ sự khác biệt về mức độ trải nghiệm lũ lụt, điều kiện kinh tế và mức độ tin tưởng vào công nghệ giữa các nhóm đối tượng.

Để kiểm định vai trò của biến kiểm soát “mức độ phơi nhiễm lũ lụt”, nghiên cứu tiến hành so sánh giữa hai nhóm (1-2 lần và trên 3 lần) bằng kiểm định Independent Samples t-test. Kết quả cho thấy nhóm có trải nghiệm lũ nhiều có xu hướng đánh giá cao hơn đối với các tiêu chí về tính cần thiết và mức độ an toàn của thiết bị; tuy nhiên, sự khác biệt chỉ có ý nghĩa thống kê ở một số tiêu chí ($p < 0,05$), trong khi các tiêu chí còn lại chưa ghi nhận khác biệt có ý nghĩa.

Do đó, mặc dù AI đạt mức tương đối cao, kết quả cần được diễn giải theo hướng “đồng thuận có điều kiện” thay vì đồng thuận tuyệt đối, đồng thời cho thấy mức độ trải nghiệm lũ là một yếu tố ảnh hưởng nhưng không phải là yếu tố quyết định duy nhất đến nhận thức của người dân.

5.4.3. Mức độ sẵn sàng ứng dụng (Adoption Readiness Index - ARI)

Trước khi tiến hành phân tích, thang đo ARI đã

được kiểm định độ tin cậy bằng hệ số Cronbach's Alpha và cho kết quả đạt ngưỡng chấp nhận. Mức độ chấp nhận được đo lường thông qua ba biến ý định hành vi: sẵn sàng sử dụng, sẵn sàng giới thiệu và sẵn sàng mua. Kết quả cho thấy “Sẵn sàng sử dụng” đạt Mean = 3,93 (AI = 74,4%), “Sẵn sàng giới thiệu” đạt Mean = 3,99 (AI = 76,7%) và “Sẵn sàng mua” đạt Mean = 4,00 (AI = 75,6%). Chỉ số sẵn sàng ứng dụng tổng hợp (ARI), tính bằng trung bình của ba biến, đạt 3,97.

Theo tiêu chí phân loại đã thiết lập, ARI trong khoảng 3,5-4,0 phản ánh mức “Sẵn sàng”, trong khi $\geq 4,0$ là “Rất sẵn sàng”. Với ARI = 3,97, cộng đồng thể hiện mức sẵn sàng cao và tiệm cận ngưỡng rất sẵn sàng. Nhóm trải nghiệm nhiều lũ có xu hướng ARI cao hơn, nhưng không phải yếu tố duy nhất quyết định mức độ sẵn sàng, cho thấy cần kết hợp truyền thông và đào tạo kỹ thuật khi triển khai.

5.4.4. Mức giá chấp nhận

Phân tích mức giá cho thấy 22,2% người tham gia chấp nhận mức dưới 700.000 VNĐ; 44,4% chấp nhận mức 700.000-1.000.000 VNĐ; 20,0% chấp nhận mức 1.000.000-1.200.000 VNĐ; và 12,2% trên 1.200.000 VNĐ. Tổng cộng 66,6% mẫu khảo sát chấp nhận mức giá dưới 1.000.000 VNĐ, trong đó nhóm 700.000-1.000.000 VNĐ chiếm tỷ trọng cao.

Kết quả này khẳng định vai trò quyết định của yếu tố chi phí trong ý định mua và hàm ý rằng khoảng giá 700.000-1.000.000 VNĐ là ngưỡng khả thi cho giai đoạn triển khai ban đầu, xét trên cả khía cạnh tiếp cận thị trường và khả năng chi trả của hộ gia đình.

6. Thảo luận

Kết quả cho thấy nhóm tiêu chí cốt lõi của thiết bị (tính cần thiết, an toàn, dễ sử dụng trong khẩn cấp, thuận tiện lưu trữ) đều đạt mức đồng thuận trung bình-cao (Mean xấp xỉ 4,0; AI 74,4-77,8%), qua đó củng cố luận điểm rằng trong quản trị rủi ro thiên tai, “năng lực ứng phó tại chỗ” không chỉ là vấn đề nhận thức mà có thể được cụ thể hóa bằng can thiệp công nghệ ở cấp hộ gia đình. Kết quả kiểm định độ tin cậy thang đo ARI cũng cho thấy các biến hành vi có tính nhất quán nội tại tốt, qua đó củng cố tính hợp lệ của việc sử dụng chỉ số tổng hợp trong phân tích. Việc lượng hóa đồng thời mức đồng thuận (AI) và mức sẵn sàng chấp nhận (ARI = 3,97) đóng góp một cách tiếp cận đo lường tương đối gọn, dễ so sánh, giúp nối kết giữa đánh giá thuộc tính công nghệ và ý định hành vi—một điểm thường bị tách rời trong các nghiên cứu về thiết bị cứu sinh.

So với thực trạng phổ biến các phương tiện cứu sinh mang tính đơn lẻ và phụ thuộc thao tác thủ công, nghiên cứu này cung cấp bằng chứng rằng cộng đồng ở vùng rủi ro lũ có khuynh hướng ủng hộ rõ rệt đối với cơ chế bơm hơi tự động và các chức năng hỗ trợ cứu hộ (định vị/cảnh báo), thể hiện qua AI ổn định quanh ~75%. Đáng chú ý, ARI tiệm cận ngưỡng “rất sẵn sàng” (3,97), cho thấy rào cản xã hội đối với tiếp nhận công nghệ là không lớn ngay cả khi sản phẩm chưa được triển khai rộng. Đồng thời, cấu trúc sẵn sàng mua chịu chi phối mạnh bởi khả năng chi trả: 66,6% chấp nhận mức giá $\leq 1.000.000$ VNĐ, trong đó nhóm 700.000-1.000.000 VNĐ chiếm tỷ trọng cao nhất (44,4%). Kết quả này tạo ra một “mốc chuẩn thị trường” hữu ích cho thiết kế-sản xuất: tối ưu hóa tính năng theo hướng đủ dùng, bền, dễ vận hành, thay vì gia tăng cấu hình dẫn tới vượt ngưỡng chi trả của hộ gia đình vùng lũ.

Mặc dù các chỉ số trung bình đều ở mức “đồng ý”, độ phân tán ($SD > 1,0$ ở các tiêu chí) gợi ý tính không đồng nhất trong cộng đồng, khả năng phản ánh chênh lệch về kinh nghiệm lũ, điều kiện kinh tế và niềm tin công nghệ. Vì vậy, chiến lược triển khai cần song hành hai hướng: (i) truyền thông dựa trên kịch bản sử dụng (time-to-deploy, thao tác một chạm), và (ii) thiết kế theo mô-đun (gói cơ bản-gói mở rộng) để phù hợp sức mua khác nhau mà vẫn giữ các chức năng tối thiểu đảm bảo an toàn.

Đồng thời, để bảo đảm khả năng triển khai trong thực tiễn, thiết bị cần được xem xét dưới góc độ tiêu chuẩn an toàn và tính pháp lý. Cụ thể, sản phẩm cần được đối chiếu và thử nghiệm theo các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia hiện hành như QCVN 85:2015/BGTVT về thiết bị cứu sinh dùng cho phương tiện thủy nội địa. Trong các nghiên cứu tiếp theo, việc kiểm định các tiêu chí như khả năng nổi, tải trọng, độ bền vật liệu và độ ổn định vận hành, cũng như phối hợp với các cơ quan đăng kiểm, sẽ là điều kiện cần thiết để bảo đảm tính an toàn và hợp pháp khi triển khai trong cộng đồng.

Hạn chế nghiên cứu

Thứ nhất, thiết kế khảo sát mô tả và dữ liệu tự báo cáo chủ yếu phản ánh nhận thức/ý định, chưa thể thay thế hoàn toàn bằng bằng chứng kỹ thuật từ thử nghiệm thực địa quy mô lớn. Mặc dù nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm bước đầu trong điều kiện giả lập nhằm kiểm chứng các thông số như thời gian bơm, khả năng chịu tải và độ ổn định, các kết quả này vẫn cần được tiếp tục đánh giá trong điều kiện thực tế phức tạp hơn. Thứ hai, cỡ mẫu $n=90$ và phân bố địa lý tập trung

miền Trung giúp phù hợp mục tiêu nghiên cứu, nhưng hạn chế khi khái quát hóa cho các vùng lũ có cơ chế khác (ví dụ lũ theo mùa ở Đồng bằng Sông Cửu Long, ngập đô thị do mưa - triều). Thứ ba, nghiên cứu chưa tách biệt rõ tác động của các yếu tố nền (mức phơi nhiễm, thu nhập, kinh nghiệm lũ) lên ARI, nên chưa xác định được nhóm mục tiêu ưu tiên để triển khai trước.

Hướng nghiên cứu tương lai

(1) Thử nghiệm hiện trường theo kịch bản lũ điển hình (nước đứng, dòng chảy, mưa lớn ban đêm), đo các chỉ số kỹ thuật-an toàn (thời gian triển khai, lực nổi khi hồng 1 khoang, độ kín, độ bền va đập, suy hao pin). (2) Mô hình hóa các yếu tố dự báo ARI (hồi quy/SEM) để nhận diện nhóm hộ có xác suất tiếp nhận cao và nhóm cần hỗ trợ truyền thông-tài chính. (3) Nghiên cứu tối ưu cấu hình-chi phí dưới ràng buộc ngưỡng chi trả $\leq 1.000.000$ VNĐ, hướng tới thiết kế “tối thiểu đủ an toàn” và phương án sản xuất hàng loạt. (4) Mở rộng so sánh liên vùng (miền Trung - Đồng bằng Sông Cửu Long - đô thị ven biển) nhằm hiệu chỉnh thiết kế theo “hồ sơ rủi ro” địa phương, qua đó tăng tính thích ứng và khả năng nhân rộng.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bangalore, M., Smith, A., & Veldkamp, T. (2019), *Exposure to floods, climate change, and poverty in Vietnam*, Economics of Disasters and Climate Change, Vol.3(2), pp.79-99.
Doi: 10.1007/s41885-018-0035-4.
- [2] Van Beeck, E. F., Branche, C. M., Szpilman, D., Modell, J. H., & Bierens, J. J. L. M. (2005), *A new definition of drowning: towards documentation and prevention of a global public health problem*, Bulletin of the World Health Organization, Vol.83(11), pp.853-856.
<https://iris.who.int/handle/10665/269525>.
- [3] United Nations Development Programme (UNDP) & Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2021), *Vulnerability and risk assessments of agriculture sectors in Viet Nam*, Bangkok, Thailand.
- [4] Cục Thống kê - Bộ Tài chính (2025), *Thống kê thiệt hại do thiên tai từ đầu năm 2025 (Báo cáo 451/BC-CTK)*, Thư viện Pháp luật.

<https://thuvienphapluat.vn/chinh-sach-phap-luat-moi/vn/ho-tro-phap-luat/thong-tin-huu-ich/100066/thong-ke-thiet-hai-do-thien-tai-tu-dau-nam-2025>.

- [5] Nguyen, M. T., Sebesvari, Z., Souvignet, M., Bachofer, F., Braun, A., Garschagen, M., Schinkel, U., Yang, L. E., Nguyen, L. H. K., Hochschild, V., Assmann, A., & Hagenlocher, M. (2021), *Understanding and assessing flood risk in Vietnam: Current status, persisting gaps, and future directions*, Journal of Flood Risk Management, Vol.14(5), p.e12689.

Doi: 10.1111/jfr3.12689.

- [6] Bangalore, M., Smith, A., & Veldkamp, T. (2019), *Exposure to floods, climate change, and poverty in Vietnam*, Economics of Disasters and Climate Change, Vol.3(2), pp.79-99.

Doi: 10.1007/s41885-018-0035-4.

- [7] Bubeck, P., Botzen, W. J. W., & Aerts, J. C. J. H. (2012), *A review of risk perceptions and other factors that influence flood mitigation behavior*, Risk Analysis, Vol.32(9), pp.1481-1495.

Doi: 10.1111/j.1539-6924.2011.01783.x.

- [8] Yin, Q., Ntim-Amo, G., Ran, R., Xu, D., Ansah, S., Hu, J., & Tang, H. (2021), *Flood disaster risk perception and urban households' flood disaster preparedness*, Water, Vol.13(17), p. 2328.

Doi: 10.3390/w13172328.

Ngày nhận bài:	03/03/2026
Ngày nhận bản sửa:	26/03/2026
Ngày duyệt đăng:	30/03/2026

PHỤ LỤC 1

CÂU HỎI KHẢO SÁT ĐÁNH GIÁ TÍNH KHẢ THI VÀ MỨC ĐỘ CHẤP NHẬN CỦA CỘNG ĐỒNG ĐỐI VỚI THIẾT BỊ HỖ TRỢ HỘ GIA ĐÌNH ỨNG PHÓ LŨ LỤT

Bảng câu hỏi khảo sát được sử dụng nhằm thu thập ý kiến đánh giá của người dân về tính hữu dụng, mức độ an toàn và khả năng ứng dụng thực tế của các thiết bị hỗ trợ hộ gia đình ứng phó lũ lụt, trong đó tập trung vào phao cứu sinh bơm hơi tự động. Khảo sát được thiết kế theo thang đo Likert 5 mức (1 - Rất không đồng ý đến 5 - Rất đồng ý) và được phát hành trực tuyến, thu thập 90 phiếu khảo sát hợp lệ.

PHẦN A. THÔNG TIN CHUNG

Câu 1. Địa phương sinh sống của anh/chị:

- ☐ Quảng Bình
☐ Hà Tĩnh
☐ Khác:

Câu 2. Gia đình anh/chị đã từng bị ảnh hưởng bởi lũ lụt chưa?

- ☐ 1-2 lần
☐ Trên 3 lần

Câu 3. Mức ngập cao nhất gia đình từng gặp:

- ☐ Dưới 0,5 m
☐ Từ 0,5 - 1,0 m
☐ Trên 1,0 m

PHẦN B. ĐÁNH GIÁ PHAO CỨU SINH BƠM HƠI TỰ ĐỘNG

(Thang đo Likert 5 mức: 1 - Rất không đồng ý ... 5 - Rất đồng ý)

4. Cơ chế bơm hơi kích hoạt nhanh bằng nút nhấn là cần thiết

5. Thiết bị giúp tăng mức độ an toàn khi xảy ra lũ lụt

6. Thiết bị dễ sử dụng trong tình huống khẩn cấp

7. Thiết bị có kích thước và trọng lượng phù hợp để cất giữ trong hộ gia đình

PHẦN C. MỨC ĐỘ SẴN SÀNG ỨNG DỤNG

(Thang đo Likert 5 mức: 1 - Rất không đồng ý ... 5 - Rất đồng ý)

8. Anh/chị sẵn sàng sử dụng thiết bị trong mùa mưa lũ tới

9. Anh/chị sẵn sàng giới thiệu thiết bị cho người thân, hàng xóm

10. Anh/chị sẵn sàng mua thiết bị nếu giá phù hợp

11. Mức giá anh/chị có thể chấp nhận cho mỗi thiết bị:

- ☐ Dưới 700.000 đồng
☐ 700.000 - 1.000.000 đồng
☐ 1.000.000 - 1.200.000 đồng
☐ Trên 1.200.000 đồng

PHẦN D. Ý KIẾN ĐỀ XUẤT (CÂU HỎI MỞ)

12. Theo anh/chị, thiết bị cần cải tiến điểm gì để phù hợp hơn với điều kiện lũ lụt thực tế?

13. Anh/chị có đề xuất thêm chức năng nào cho thiết bị không?

PHỤ LỤC 2

ĐÁNH GIÁ PHAO CỨU SINH BƠM HƠI TỰ ĐỘNG

TT	Tiêu chí đánh giá	Mean ± SD	Mức đồng thuận (%)*	Diễn giải
1	Cơ chế bơm hơi kích hoạt nhanh bằng nút nhấn là cần thiết	4.00 ± 1.15	77.8%	Đồng thuận trung bình-cao
2	Thiết bị giúp tăng mức độ an toàn khi xảy ra lũ	4.00 ± 1.20	74.4%	Đồng thuận trung bình-cao
3	Thiết bị dễ sử dụng trong tình huống khẩn cấp	4.00 ± 1.16	76.7%	Đồng thuận trung bình-cao
4	Kích thước và trọng lượng phù hợp để cất giữ tại nhà	4.02 ± 1.18	75.6%	Đồng thuận trung bình-cao

MỨC ĐỘ SẴN SÀNG ỨNG DỤNG

TT	Tiêu chí đánh giá	Mean ± SD	Mức đồng thuận (%)*	Diễn giải
1	Sẵn sàng sử dụng thiết bị trong mùa mưa lũ tới	3.93 ± 1.24	74.44%	Đồng thuận trung bình-cao
2	Sẵn sàng giới thiệu thiết bị cho người thân, hàng xóm	3.99 ± 1.21	76.7%	Đồng thuận trung bình-cao
3	Sẵn sàng mua thiết bị nếu giá phù hợp	4.00 ± 1.17	75.6%	Đồng thuận trung bình-cao

BẢNG CHI PHÍ VẬT LIỆU SƠ BỘ (BILL OF MATERIALS - BOM)

TT	Hạng mục	Đơn vị	Số lượng	Đơn giá (VNĐ)	Thành tiền (VNĐ)
1	Phao bơm hơi (PVC 3 lớp)	Bộ	1	400.000	400.000
2	Bơm điện DC mini (module rời)	Cái	1	280.000	280.000
3	Thiết bị định vị GPS (ALPHA)	Cái	1	120.000	120.000
4	Đèn cảnh báo năng lượng mặt trời	Cái	1	80.000	80.000
5	Đèn cảnh báo dùng pin khô	Cái	1	50.000	50.000
6	Dải phản quang	Bộ	1	60.000	60.000
	Tổng chi phí ước tính				990.000