

XÂY DỰNG BẢN ĐỒ CHI TIẾT CẤP ĐỘ RỦI RO DO NGẬP LỤT HẠ LƯU SÔNG BA

Trần Văn Hưng, Bùi Văn Chanh
Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ

Ngày nhận bài: 11/1/2023; ngày chuyển phản biện: 12/1/2023; ngày chấp nhận đăng: 13/2/2023

Tóm tắt: Cấp độ rủi ro do lũ lụt quy định trong Quyết định 18/2021/QĐ-TTg ngày 22 tháng 4 năm 2021 của Thủ tướng Chính phủ được xác định bằng mực nước và cấp báo động lũ tại các trạm thủy văn nên chưa chi tiết. Vì cùng một mực nước nhưng độ sâu ngập ở các vùng khác nhau nên rủi ro khác nhau, ngoài ra ở những vùng có độ sâu ngập như nhau nhưng mức độ phát triển kinh tế - xã hội khác nhau nên rủi ro cũng khác nhau. Do đó, để nâng cao độ tin cậy về cảnh báo rủi ro do ngập lụt cần xây dựng bản đồ chi tiết theo không gian. Trong nghiên cứu này đã thử nghiệm chi tiết cấp độ rủi ro do ngập lụt cho hạ lưu Sông Ba dựa trên Quyết định 18 và chi tiết bản đồ chỉ số rủi ro dựa trên quan điểm của IPCC, phương pháp AHP. Bản đồ chi tiết chỉ số rủi ro hạ lưu Sông Ba được xây dựng từ bản đồ chi tiết ngập lụt và số liệu điều tra xã hội học. Các kịch bản ngập hạ lưu Sông Ba kết hợp với số liệu điều tra xã hội học xây dựng được bản đồ chi tiết cấp độ rủi ro do ngập lụt ứng với các tần suất 1%, 3%, 5%, 10%, vỡ đập Sông Ba Hạ ứng với lũ thiết kế và lũ kiểm tra. Kết quả cho thấy, kịch bản vỡ đập rủi ro phổ biến là cấp 4, tần suất 1% rủi ro phổ biến là cấp 3 - 4, tần suất 3% và 5% rủi ro phổ biến là cấp 3, tần suất 10% rủi ro phổ biến là cấp 2 - 3; thành phố Tuy Hòa và huyện Sơn Hòa, Sông Hinh có cấp độ rủi ro cao hơn các khu vực khác do mức độ phơi nhiễm của tài sản trước thiên tai hoặc độ sâu ngập lụt lớn.

Từ khóa: Rủi ro do ngập lụt, cấp độ rủi ro, Sông Ba.

1. Đặt vấn đề

Cấp độ rủi ro thể hiện mức độ nguy hiểm của thiên tai đối với tính mạng, tài sản, công trình dân sinh kinh tế - xã hội có vai trò quyết định trong công tác phòng chống ứng phó và được nhiều quốc gia sử dụng. Ở nước ta, cấp độ rủi ro thiên tai được quy định trong Quyết định số 18/2021/QĐ-TTg ngày 22 tháng 4 năm 2021 của Thủ tướng Chính phủ, từ đó quy định trách nhiệm của Ban chỉ huy Phòng chống thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn các cấp thông qua Nghị định 160/2018/NĐ-CP ngày 29 tháng 11 năm 2018. Để phục vụ tốt công tác phòng chống thiên tai ở địa phương, trong các bản tin cảnh báo, dự báo thời tiết thủy văn nguy hiểm quy định cảnh báo cấp độ rủi ro thiên tai theo Quyết định 18; tuy nhiên, cấp độ rủi ro do ngập lụt trong Quyết định 18 quy đổi từ mực nước các trạm thủy văn

nên cấp độ rủi ro của toàn bộ vùng ngập là như nhau và không đảm bảo độ chính xác cao khi áp dụng cho các vùng khác nhau. Trong thực tế, mực nước tại một thời điểm của trạm thủy văn nhưng độ sâu ngập, tốc độ dòng chảy trong vùng ngập và thời gian duy trì ngập khác nhau nên cấp độ rủi ro do ngập lụt khác nhau. Mặt khác, với các vùng có cùng độ sâu, tốc độ và thời gian ngập nhưng mức độ phát triển kinh tế, khả năng phòng chống ứng phó, mức độ và thời gian khôi phục lại đời sống, sản xuất khác nhau nên cấp độ rủi ro khác nhau. Như vậy, cấp độ rủi ro ngập lụt phụ thuộc vào mức độ và quy mô ngập lụt, tính nhạy cảm và khả năng chống chịu với ngập lụt, mức độ phơi nhiễm và ảnh hưởng của tài sản trước nguy cơ ngập lụt.

Hạ lưu Sông Ba có diễn biến ngập phức tạp, mức độ phát triển kinh tế - xã hội giữa các vùng có sự khác nhau, đây là lưu vực điển hình cho khu vực Nam Trung Bộ thể hiện mức độ phân bố mạnh theo không gian về rủi ro do ngập lụt; do đó, chi tiết cấp độ rủi ro ngập lụt đến cấp xã là

Liên hệ tác giả: Bùi Văn Chanh
Email: buivanchanh@gmail.com

rất cần thiết. Để xác định cơ sở khoa học và thực tiễn phục vụ tính toán chi tiết cấp độ rủi ro ngập lụt cho hạ lưu Sông Ba, nghiên cứu đã phân tích lựa chọn phương pháp tính rủi ro thiên tai do IPCC đề xuất [6], sử dụng phương pháp phân tích hệ thống thứ bậc (AHP) [5] để tính trọng số trong công thức của IPCC.

Các thành phần rủi ro thiên tai trong công thức của IPCC gồm nhiều yếu tố và thành phần của tự nhiên và xã hội. Tuy nhiên mức độ ảnh hưởng của chúng đến rủi ro rất khác nhau; để đánh giá mức độ quan trọng của từng yếu tố và thành phần, nghiên cứu xác định trọng số bằng phương pháp phân tích hệ thống thứ bậc (AHP).

2. Phương pháp và số liệu nghiên cứu

Rủi ro thiên tai được định nghĩa là khả năng xảy ra các thay đổi nghiêm trọng trong các chức năng bình thường của một cộng đồng hay một xã hội ở một giai đoạn thời gian cụ thể, do các hiểm họa tự nhiên tương tác với các điều kiện dễ bị tổn thương của xã hội, dẫn đến các ảnh hưởng bất lợi rộng khắp đối với con người, vật chất, kinh tế hay môi trường, đòi hỏi phải ứng phó khẩn cấp để đáp ứng các nhu cầu cấp bách của con người và có thể phải cần đến sự hỗ trợ từ bên ngoài để phục hồi [4]. Rủi ro thiên tai xuất hiện từ việc kết hợp giữa hiểm họa và tính dễ bị tổn thương của các yếu tố bị phơi nhiễm trước hiểm họa, làm tăng khả năng không thực hiện các chức năng bình thường của xã hội khi thiên tai xảy ra [4].

Từ quan điểm và khái niệm trên, phương pháp xác định chỉ số rủi ro là hàm của hiểm họa, độ phơi nhiễm và tính dễ bị tổn thương; trong đó tính dễ bị tổn thương là hàm của tính nhạy cảm và khả năng chống chịu theo công thức sau [6]:

$$R = f(H, E, V) \quad (1)$$

$$V = f(S, A) \quad (2)$$

Trong đó: R là chỉ số rủi ro thiên tai (Risk); H là hiểm họa (Hazard); E là độ phơi nhiễm (Exposure); V là giá trị tính dễ bị tổn thương (Vulnerability); S là tính nhạy cảm (Sensitivity); A là khả năng chống chịu (Adaptivity Capacity).

Chỉ số rủi ro có quan hệ với với các thành phần hiểm họa (H), phơi nhiễm (E), tính nhạy cảm (S) và khả năng chống chịu (A) theo các hàm (1) và (2) được viết dưới dạng sau [5]:

$$R = \sum_{i=1}^n X_i w_i \quad (3)$$

Trong đó: R là chỉ số rủi ro ngập lụt; X_i là các thành phần rủi ro (H, E, V); w_i là trọng số các thành phần; n là tổng số thành phần.

Từ công thức (3) thu được công thức tính chỉ số rủi ro ngập lụt như sau [1]:

$$R_j = H_j \times w_H + E_j \times w_E + V_j \times w_V \quad (4)$$

Trong đó: R_j chỉ số rủi ro ngập lụt vùng j ; H_j chỉ số thành phần ngập lụt vùng j ; E_j chỉ số thành phần phơi nhiễm vùng j ; V_j chỉ số dễ bị tổn thương vùng j ; w_H, w_E, w_V là trọng số của 3 thành phần trên (tổng các trọng số bằng 1).

Chỉ số thành phần dễ bị tổn thương gồm 02 yếu tố tính nhạy cảm và khả năng chống chịu được tính toán theo công thức sau [1]:

$$V_j = S_j \times w_S + A_j \times w_A \quad (5)$$

Trong đó: V_j là chỉ số dễ bị tổn thương vùng j ; S_j là chỉ số yếu tố tính nhạy cảm vùng j ; A_j là chỉ số khả năng chống chịu vùng j ; w_S, w_A là trọng số của 2 yếu tố trên (tổng các trọng số bằng 1).

Chỉ số thành phần hiểm họa ngập lụt được tính toán theo công thức cộng sau [5]:

$$H_j = H_{1j} \times w_1 + H_{2j} \times w_2 + H_{3j} \times w_3 \quad (6)$$

Trong đó: H_j là chỉ số hiểm họa do ngập lụt vùng j ; H_{1j} là chỉ số yếu tố độ sâu ngập vùng j ; H_{2j} là chỉ số yếu tố tốc độ dòng chảy vùng j ; H_{3j} là chỉ số yếu tố thời gian ngập vùng j ; w_1, w_2, w_3 là trọng số của 3 yếu tố trên (tổng các trọng số bằng 1).

Sử dụng phương pháp đánh giá chỉ số phát triển con người (HDI) của UNDP (2006) để chuẩn hóa các yếu tố của các thành phần hiểm họa, phơi bày, tính nhạy cảm và khả năng chống chịu, cụ thể như sau [5]:

$$X_{ij} = \frac{X_{ij} - \text{Min}X_{ij}}{\text{Max}X_{ij} - \text{Min}X_{ij}} \quad (7)$$

Hàm quan hệ thuận với tính dễ bị tổn thương và chuẩn hóa biểu diễn bằng công thức (7).

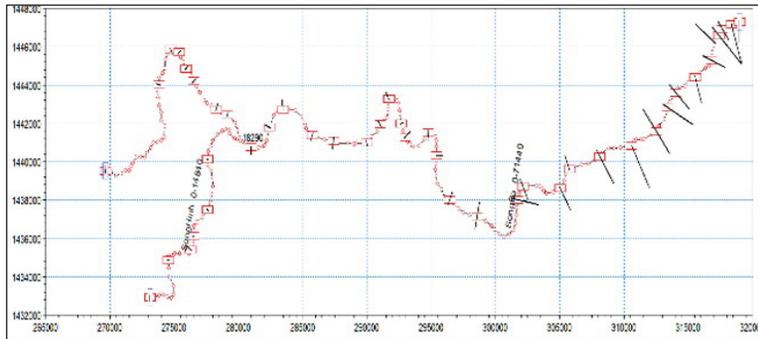
Mặt khác khi xem xét đến các biến mà giá trị của biến càng cao thì khả năng gây tổn thương càng thấp, khi đó công thức đối với hàm quan hệ nghịch sẽ là:

$$X_{ij} = \frac{\text{Max}X_{ij} - X_{ij}}{\text{Max}X_{ij} - \text{Min}X_{ij}} \quad (8)$$

Trong đó: X_{ij} là giá trị điểm thứ j thuộc biến thứ i đã chuẩn hóa; X_{ij} là giá trị điểm thứ j thuộc

biến thứ i chưa chuẩn hóa; $\text{Max}\{X_{ij}\}$ là giá trị lớn nhất thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa; $\text{Min}\{X_{ij}\}$ là giá trị nhỏ nhất thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa.

Thành phần hiểm họa là ngập lụt gồm các yếu tố độ sâu, vận tốc, thời gian. Các yếu tố này được xây dựng thành bản đồ ngập gồm 3 lớp trên từ kết quả mô phỏng của mô hình Mike Flood. Bản đồ ngập lụt hạ lưu Sông Ba được mô phỏng bằng mô hình Mike Flood từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000 hệ tọa độ VN2000, 39 mặt cắt ngang (Hình 1) [2], kịch bản mưa lũ ứng với tần suất 1%, 3%, 5%, 10% (Hình 2 và Hình 3), vỡ đập Sông Ba Hạ ứng với lũ thiết kế ($p = 0,5\%$) và kiểm tra ($p = 0,1\%$) (Hình 4).



Hình 1. Sơ đồ thủy lực mô hình Mike 11 hạ lưu Sông Ba

Trận mưa lịch sử năm 1993 với lưu lượng đỉnh lũ là $20.600 \text{ m}^3/\text{s}$ được sử dụng để thu phóng cho tần suất 1% với $Q_{\text{max}} = 18.600 \text{ m}^3/\text{s}$ ($k = 0,90$), tần suất 3% với $Q_{\text{max}} = 15.300 \text{ m}^3/\text{s}$ ($k = 0,74$), tần suất 5% với $Q_{\text{max}} = 13.700 \text{ m}^3/\text{s}$ ($k = 0,67$), tần suất 10% với $Q_{\text{max}} = 11.500 \text{ m}^3/\text{s}$ ($k = 0,56$) (Hình 2 và Hình 3); vỡ đập Sông Ba Hạ trường hợp lũ thiết kế với $Q_{\text{max}} = 84.000 \text{ m}^3/\text{s}$, lũ kiểm tra với $Q_{\text{max}} = 105.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Hình 4). Mức nước biên triều tại cửa Đà Diễn với tần suất 0,1% là 1,03 m, tần suất 0,5% là 0,98 m, tần suất 1% là 0,94 m, tần suất 3% là 0,90 m, tần suất 5% là 0,88 m, tần suất 10% là 0,84 m (Hình 5). Lượng gia nhập khu giữa được tính từ mô hình Mike NAM kết nối với Mike 11 với lượng mưa của trạm khí tượng Tuy Hòa, Sơn Hòa. Đối với trường hợp vỡ đập được tính theo hồ sơ thiết kế hồ Sông Ba Hạ và mô hình sóng vỡ đập để tính toán lưu lượng về hạ du; với giải thiết hồ vỡ từ giữa và bắt đầu từ mặt đập, vết vỡ phát triển tuyến tính dạng hình thang, hồ bắt đầu vỡ

tại thời điểm mực nước hồ đạt cao trình dâng bình thường. Các kịch bản các yếu tố đầu vào trên được tổ hợp cùng tần suất để xây dựng bản đồ ngập lụt hạ lưu Sông Ba. Mô hình Mike Flood vùng hạ lưu Sông Ba được hiệu chỉnh và kiểm định trước khi mô phỏng các kịch bản ngập trên với chất lượng theo chỉ tiêu Nash từ 90,5 - 92,2% đạt loại tốt theo tiêu chuẩn của WMO [1].

Thành phần tính dễ bị tổn thương gồm các yếu tố tính nhạy cảm và khả năng chống chịu được xác định bằng phiếu điều tra xã hội học, niên giám thống kê. Yếu tố tính nhạy cảm được xác định từ các chỉ số dân số, lao động, thu nhập, dân trí, nghề nghiệp, kinh tế, điều kiện sống, cơ sở hạ tầng, môi trường. Yếu tố khả năng chống chịu được xác định từ các chỉ số về khả năng và kinh nghiệm chống lũ, nhu yếu phẩm, thông tin và mức độ phản ứng khi xảy ra lũ, khả năng hỗ trợ của xã hội và cộng đồng, khả năng bảo vệ tài sản và khôi phục sản xuất. Phiếu điều tra gồm bộ câu hỏi để người dân tự trả lời, đối tượng

được điều tra gồm nhiều thành phần khác nhau về nghề nghiệp, trình độ và hoàn cảnh kinh tế. Phiếu điều tra cán bộ xã gồm các thông tin về phòng chống ứng phó, thiệt hại của các xã, mỗi xã gồm 01 phiếu điều tra cán bộ xã và 6 phiếu điều tra người dân. Vùng hạ lưu Sông Ba có 46 xã, với tổng số phiếu điều tra là 322 phiếu [1].

Thành phần phơi nhiễm của rủi ro đặc trưng cho mức độ lộ diện và ảnh hưởng của tài sản, con người trước hiểm họa. Việc xác định đối tượng, khối lượng, giá trị tài sản phục vụ tính toán thành phần phơi nhiễm rất phức tạp và khó khăn do nhiều loại tài sản biến động theo thời gian như giao thông, hoa màu, hàng hóa. Do giới hạn về dữ liệu điều tra và để đơn giản hóa tính toán, thành phần phơi nhiễm được xác định từ bản đồ sử dụng đất và mã hóa thuộc tính theo mức độ quan trọng, mục đích sử dụng đất. Mức độ quan trọng như sau: (6) Đất an ninh quốc phòng, (5) Đất công cộng, (4) Đất ở và đô thị, (3) Đất nông nghiệp, (2) Đất rừng và cây công nghiệp, (1) Đất trống và sông ngòi [5].

Áp dụng phương pháp AHP xác định trọng số như sau [5]:

- Trọng số thành phần rủi ro: Ngập lụt (hiểm họa): 0,45; Phơi nhiễm: 0,35; Tính dễ bị tổn thương: 0,20.

- Trọng số hiểm họa: Độ sâu ngập lụt: 0,50; Vận tốc dòng chảy trong vùng ngập: 0,15; Thời gian duy trì: 0,35.

- Trọng số tính dễ bị tổn thương: Tính nhạy cảm: 0,60; Khả năng chống chịu: 0,40.

Tuy nhiên, trong các thành phần tính nhạy cảm và khả năng chống chịu còn có nhiều yếu

tố. Thành phần tính nhạy cảm gồm các nhóm: (1) Nhóm dân sinh (S_{nk}) với các yếu tố: Dân số (S_{nk1}), số hộ (S_{nk2}), số dân bị ngập (S_{nk3}), tỷ lệ hộ nghèo (S_{nk4}), tỷ lệ giới tính (S_{nk5}), lao động (S_{nk6}), dân trí (S_{nk7}); (2) Nhóm sinh kế (S_{sk}) với các yếu tố: Thu nhập chính (S_{sk1}), mức sống hộ gia đình (S_{sk2}), thu nhập bình quân đầu người (S_{sk3}), thu nhập bình quân hộ gia đình (S_{sk4}), tỷ lệ công nghiệp (S_{sk5}), tỷ lệ dịch vụ (S_{sk6}), tỷ lệ nông nghiệp (S_{sk7}); (3) Nhóm cơ sở hạ tầng (S_{cs}) với các yếu tố: Nhà ở (S_{cs1}), thông tin (S_{cs2}), giao thông (S_{cs3}), y tế (S_{cs4}), bác sĩ (S_{cs5}); (4) Nhóm môi trường (S_{mt}) với các yếu tố: Rừng (S_{mt1}), nguồn nước (S_{mt2}), dịch bệnh (S_{mt3}), môi trường sống (S_{mt4}). Thành phần khả năng chống chịu gồm các nhóm: (1) Nhóm khả năng ứng phó (A_{dk}) với các yếu tố: Nhu yếu phẩm (A_{dk1}), phương tiện (A_{dk2}), khả năng phòng chống (A_{dk3}), dự báo ngập lụt (A_{dk4}), công trình phòng chống (A_{dk5}), công trình công cộng (A_{dk6}); (2) Nhóm kinh nghiệm phòng chống (A_{kn}) với các yếu tố: Kinh nghiệm phòng chống (A_{kn1}), khả năng bảo vệ tài sản (A_{kn2}), biện pháp ứng phó (A_{kn3}); (3) Nhóm hỗ trợ ứng phó (A_{ht}) với các yếu tố: Tập huấn ứng phó (A_{ht1}), hỗ trợ cộng đồng (A_{ht2}), hỗ trợ chính quyền (A_{ht3}); (4) Nhóm phục hồi sau thiên tai (A_{kp}) với các yếu tố: Sinh hoạt (A_{kp1}), sản xuất (A_{kp2}), sức khỏe (A_{kp3}), môi trường (A_{kp4}). Trọng số các yếu tố trong thành phần tính nhạy cảm và khả năng chống chịu được thể hiện ở Bảng 1 và Bảng 2 dưới đây [5]:

Bảng 1. Trọng số thành phần tính nhạy cảm

Thành phần	S _{nk1}	S _{nk2}	S _{nk3}	S _{nk4}	S _{nk5}	S _{nk6}	S _{nk7}
Trọng số	0,09	0,11	0,18	0,19	0,21	0,12	0,1
Thành phần	S _{sk1}	S _{sk2}	S _{sk3}	S _{sk4}	S _{sk5}	S _{sk6}	S _{sk7}
Trọng số	0,21	0,21	0,18	0,08	0,11	0,11	0,1
Thành phần	S _{cs1}	S _{cs2}	S _{cs3}	S _{cs4}	S _{cs5}	S _{mt1}	S _{mt2}
Trọng số	0,28	0,16	0,20	0,20	0,16	0,19	0,21
Thành phần	S _{mt3}	S _{mt4}	S _{nk}	S _{sk}	S _{cs}	S _{mt}	
Trọng số	0,31	0,29	0,28	0,29	0,22	0,21	

Bảng 2. Trọng số thành phần khả năng chống chịu

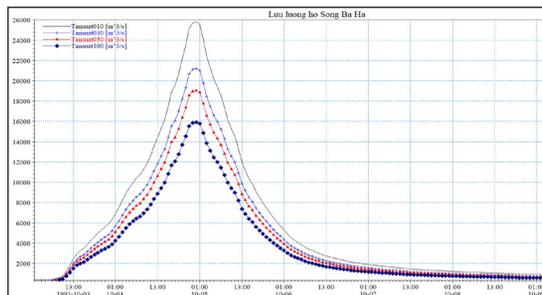
Thành phần	A.dk1	A.dk2	A.dk3	A.dk4	A.dk5	A.dk6	A.kn1
Trọng số	0,18	0,09	0,21	0,11	0,20	0,21	0,39
Thành phần	A.kn2	A.kn3	A.ht1	A.ht2	A.ht3	A.kp1	A.kp2
Trọng số	0,29	0,32	0,22	0,30	0,48	0,21	0,30
Thành phần	A.kp3	A.kp4	Adk	Akn	Aht	Akp	
Trọng số	0,29	0,20	0,24	0,26	0,28	0,22	

3. Kết quả và thảo luận

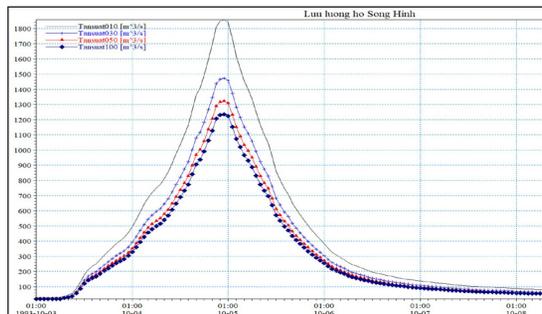
3.1. Kết quả tính toán chi tiết hóa cấp độ rủi ro do ngập lụt cho hạ lưu Sông Ba

Cấp độ rủi ro do ngập lụt hạ lưu Sông Ba được chi tiết bằng kỹ thuật chồng chập bản đồ và tiếp cận của IPCC, phương pháp AHP; do đó, các yếu tố và thành phần của rủi ro là các bản đồ số. Dữ liệu điều tra xã hội học được số hóa lên bản đồ,

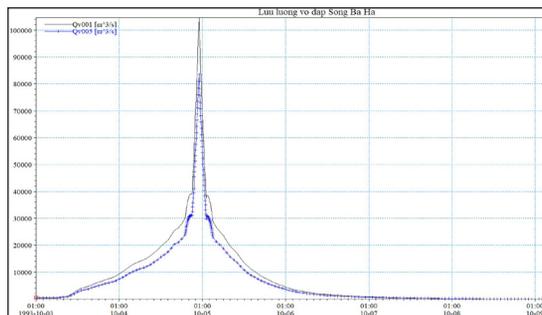
thành phần phơi nhiễm được mã hóa từ bản đồ sử dụng đất; đối với thành phần hiểm họa được mô phỏng bằng mô hình Mike Flood với các kịch bản được xác định như trên. Đường quá trình lũ tại Sông Ba Hạ được thể hiện trong Hình 2, Sông Hinh được thể hiện trong Hình 3 và mực nước triều tại cửa Đà Diễn được thể hiện trong Hình 5; vỡ đập Sông Ba Hạ được thể hiện trong Hình 4.



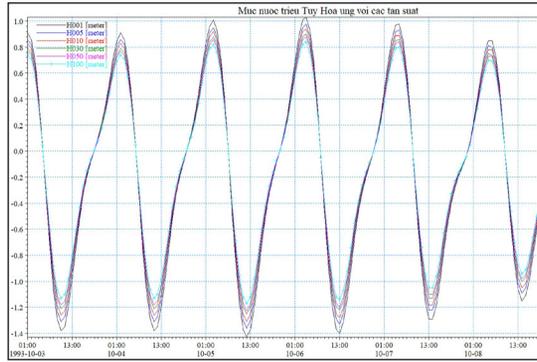
Hình 2. Lưu lượng tại biên Sông Ba Hạ



Hình 3. Lưu lượng tại biên Sông Hinh



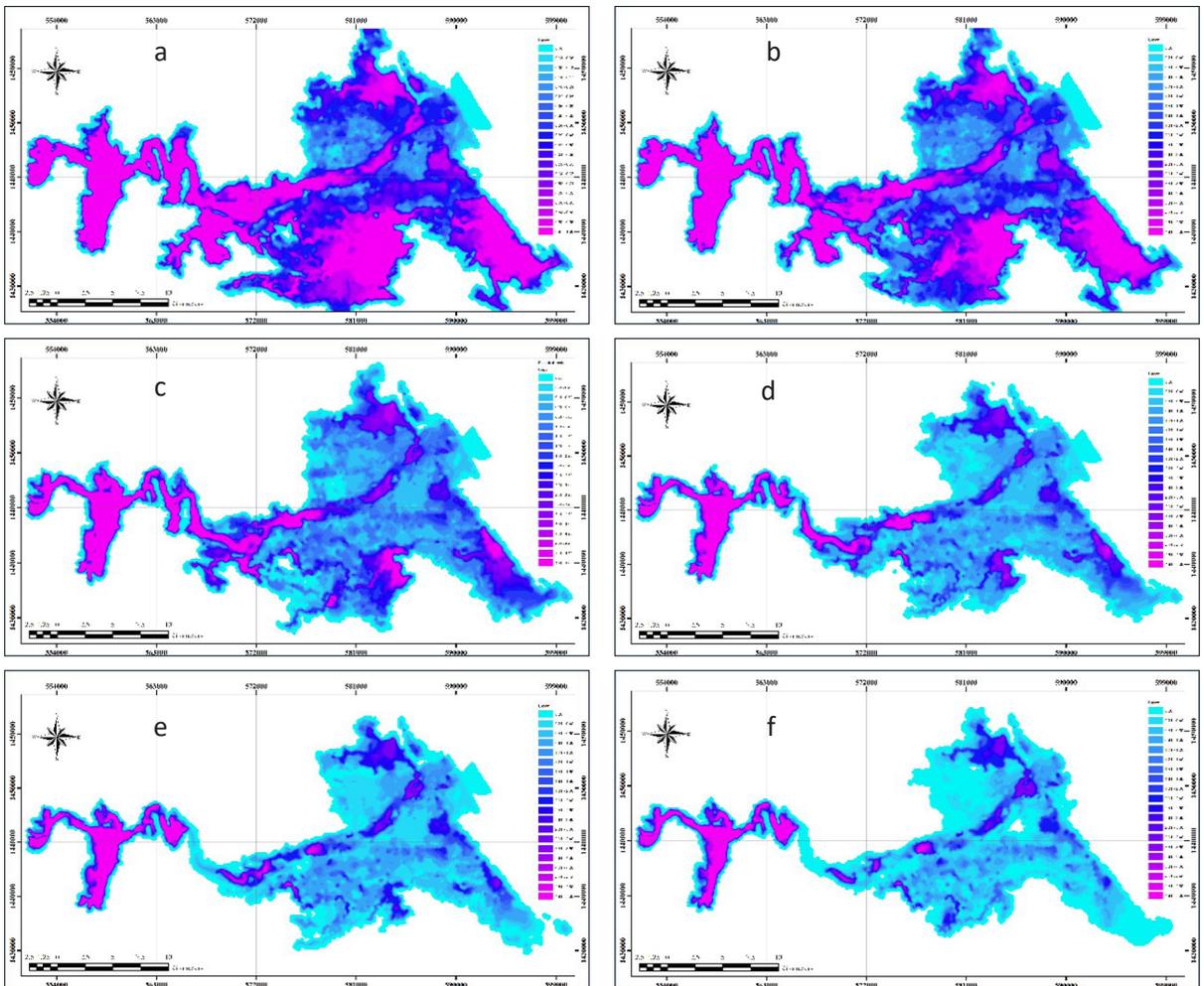
Hình 4. Quá trình lưu lượng về hạ du do vỡ hồ Sông Ba Hạ



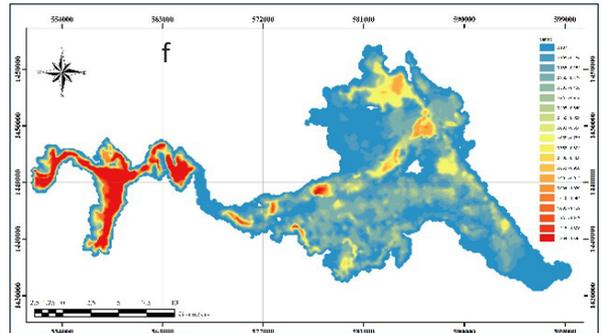
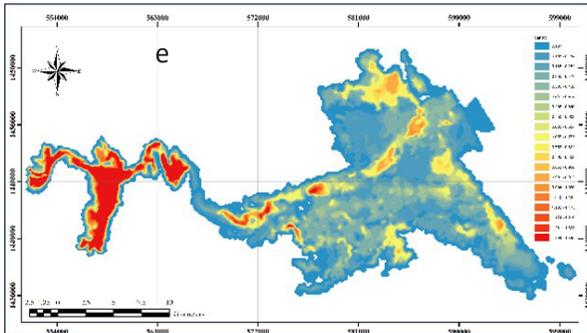
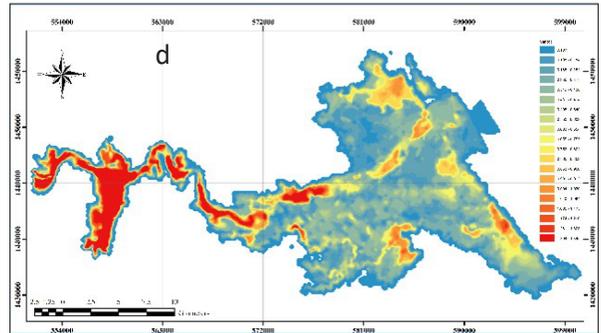
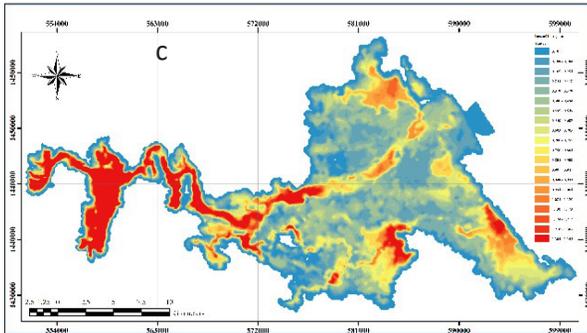
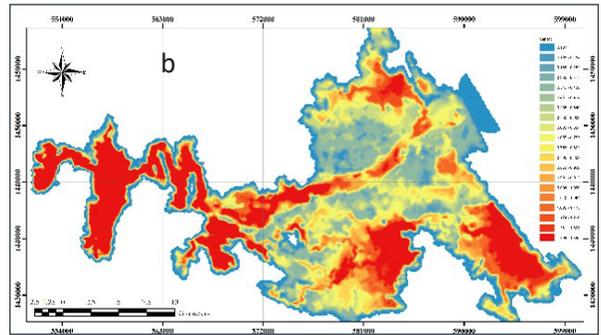
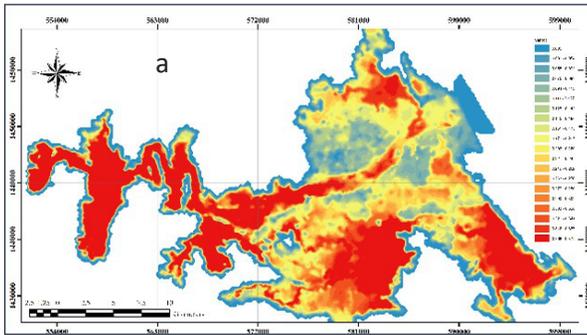
Hình 5. Quá trình mực nước triều

Kết quả mô phỏng các yếu tố độ sâu được thể hiện từ Hình 6a đến Hình 6f, vận tốc được

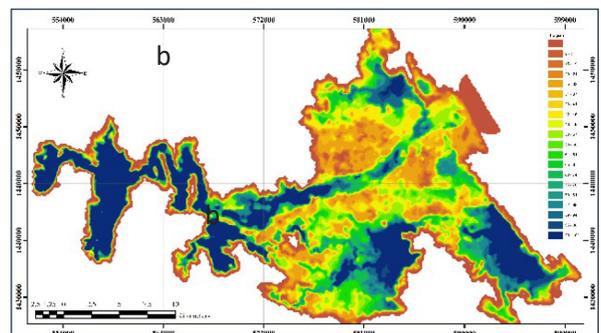
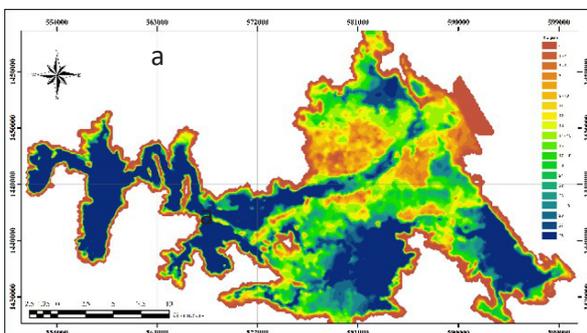
thể hiện từ Hình 7a đến Hình 7f và thời gian ngập được thể hiện từ Hình 8a đến Hình 8f.



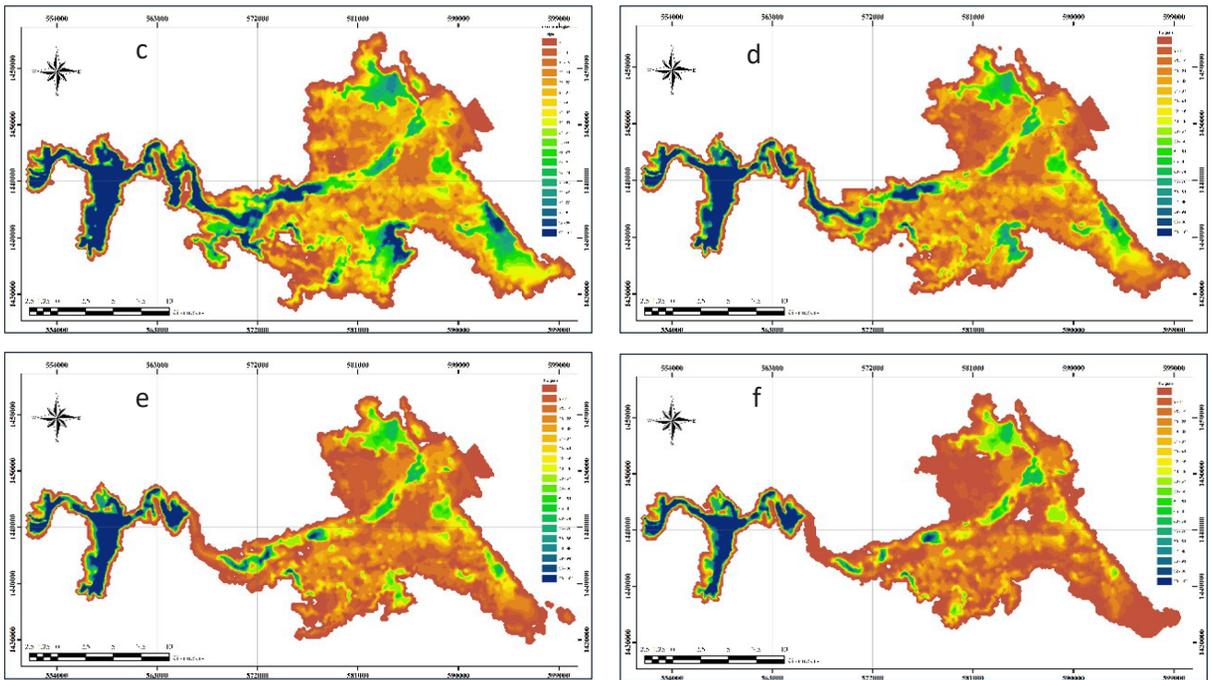
Hình 6. Bản đồ độ sâu ngập: (a) Vỡ đập kiểm tra, (b) Vỡ đập thiết kế, (c) Tần suất 1%, (d) Tần suất 3%, (e) Tần suất 5%, (f) Tần suất 10%.



Hình 7. Bản đồ vận tốc dòng chảy trong vùng ngập: (a) Tần suất vỡ đập kiểm tra, (b) Tần suất vỡ đập thiết kế, (c) Tần suất 1%, (d) Tần suất 3%, (e) Tần suất 5%, (f) Tần suất 10%



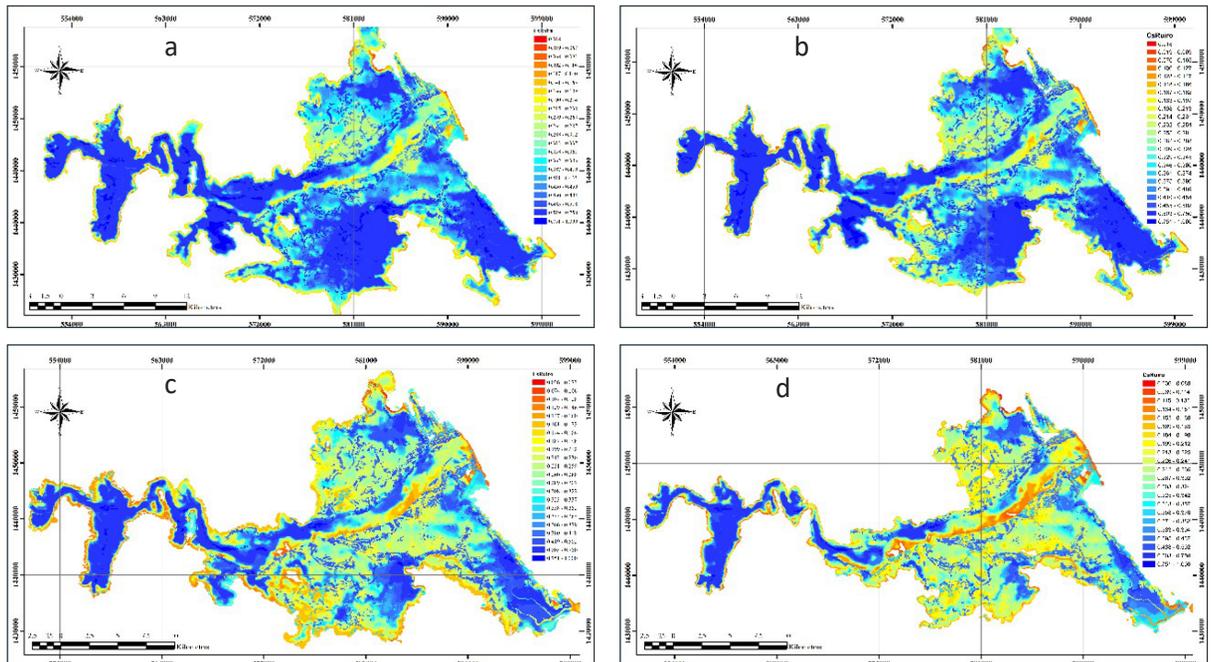
Hình 8. Bản đồ thời gian ngập: (a) Vỡ đập kiểm tra, (b) Vỡ đập thiết kế



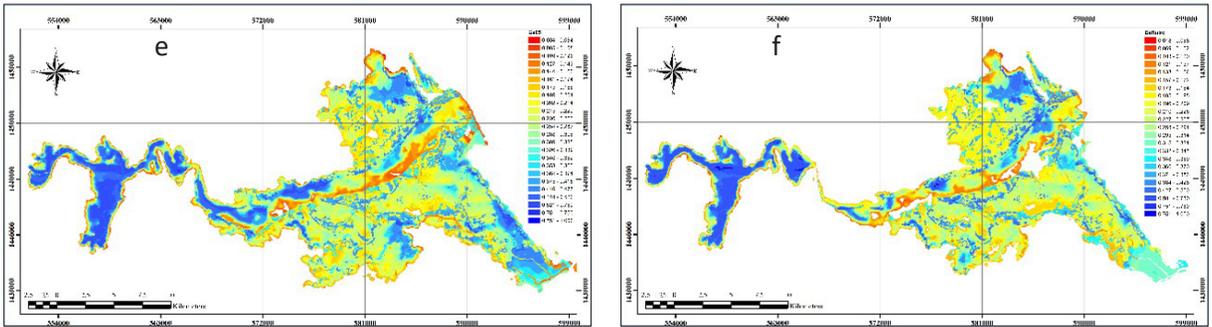
Hình 8. Bản đồ thời gian ngập: (c) Tần suất 1%, (d) Tần suất 3%, (e) Tần suất 5%, (f) Tần suất 10%

Các bản đồ độ sâu, vận tốc và thời gian ngập được sử dụng để tính chỉ số thành phần hiểm họa theo công thức (6). Kết hợp bản đồ chỉ số

ngập lụt với các thành phần phơi nhiễm và tổn thương theo công thức (4) được bản đồ chỉ số rủi ro, thể hiện từ Hình 9a đến Hình 9f.



Hình 9. Bản đồ chỉ số rủi ro: (a) Vỡ đập kiểm tra, (b) Vỡ đập thiết kế, (c) Tần suất 1%, (d) Tần suất 3%

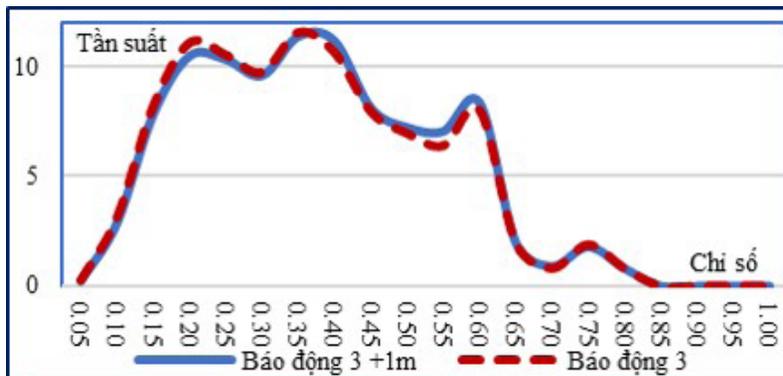


Hình 9. Bản đồ chỉ số rủi ro: (e) Tần suất 5%, (f) Tần suất 10%

3.2. Kết quả chi tiết cấp độ rủi ro ngập lụt

Cấp độ rủi ro thiên tai được chia thành 5 cấp theo Quyết định 18, mỗi cấp có giá trị màu tương ứng như sau: (1) Cấp 1: Màu xanh dương nhạt là rủi ro nhỏ, (2) Cấp 2: Màu vàng nhạt là rủi ro trung bình, (3) Cấp 3: Màu da cam là rủi ro

lớn, (4) Cấp 4: Màu đỏ là rủi ro rất lớn, (5) Cấp 5: Màu tím là thảm họa. Bản đồ chi tiết cấp độ rủi ro ngập lụt hạ lưu Sông Ba được xây dựng từ bản đồ chỉ số rủi ro và phân ngưỡng chỉ số bằng hàm phân bố xác suất nhị thức [3] dựa trên Quyết định 18 (Hình 10).



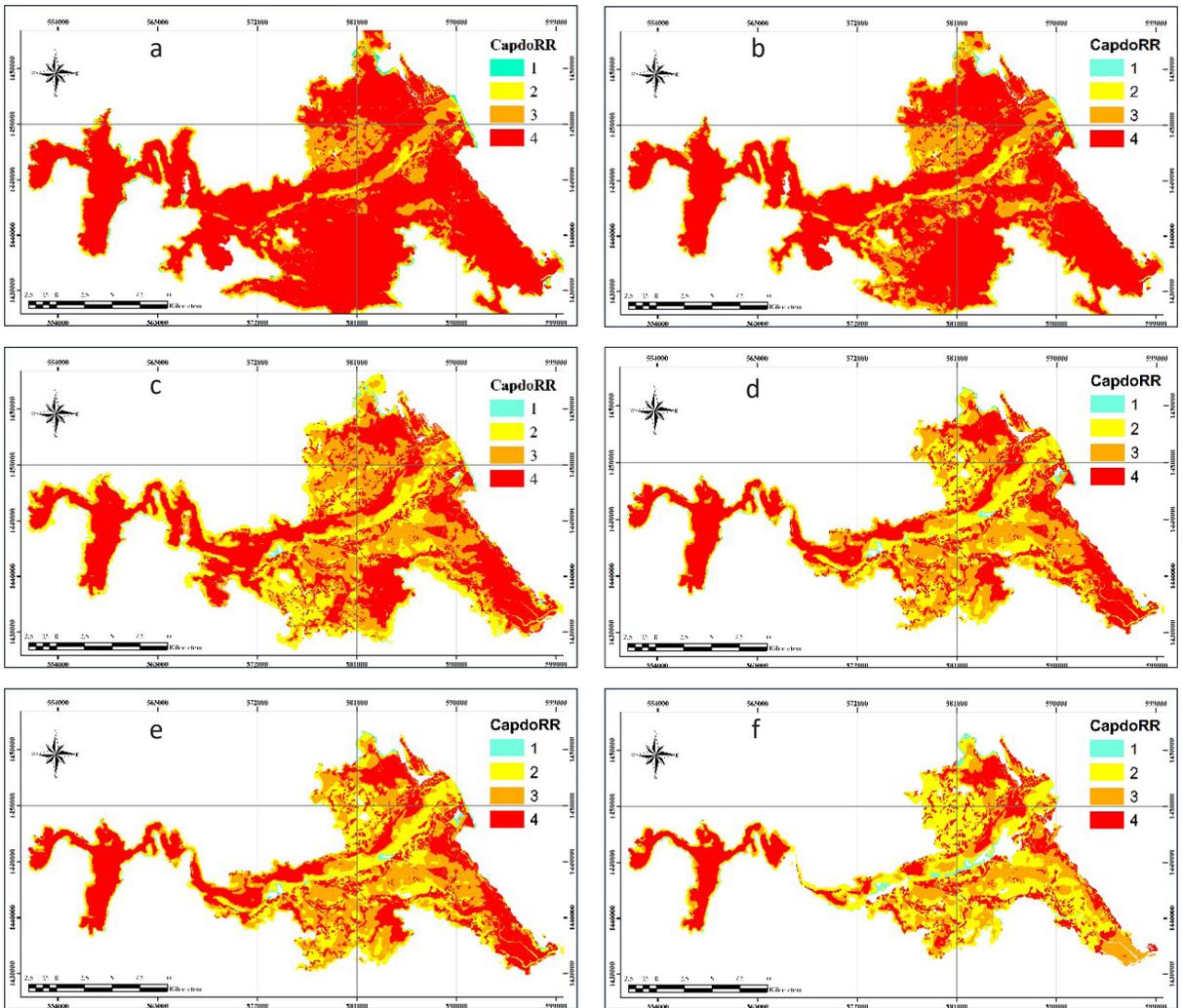
Hình 10. Phân bố xác suất nhị thức liên tục

Chia tần suất lũy tích trên thành 3 phần bằng nhau, phần 1 có tần suất gần 0% đến 33,33%, phần 2 có tần suất từ 33,33% đến 66,67% và phần 3 có tần suất 66,67% đến gần 100%. Giá trị chỉ số rủi ro tổng hợp trong khoảng tần suất từ 33,33% đến 66,67% tương đương với cấp độ rủi ro thiên tai cấp 3 theo Quyết định 18. Nội suy trị số chỉ số rủi ro tổng hợp ở tần suất 33,33% ứng với trận lũ ở cấp báo động 3 và báo động 3 + 1 m được giá trị 0,25; tương tự thực hiện cho tần suất 66,67% được giá trị 0,41. Chỉ số có tần suất lớn hơn 66,67% có cấp độ rủi ro do ngập lụt ở cấp 4. Chỉ số có tần suất nhỏ hơn 33,33% có cấp độ rủi ro do ngập lụt ở cấp 1 và cấp 2; để xác định ngưỡng giữa 2 chỉ số này, nghiên cứu chia đôi khoảng tần suất và xác định chỉ số rủi cấp 2

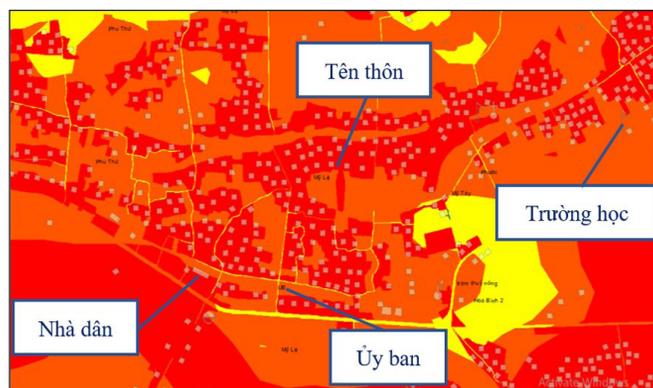
từ 16,7% đến 33,3% tương ứng chỉ số rủi ro từ 0,17 đến 0,25. Cấp độ rủi ro cấp 1 nhỏ hơn tần suất 16,7% tương với chỉ số rủi ro 0,17 [1].

- * Chỉ số rủi ro ngập lụt từ 0,09 đến 0,17: Rủi ro cấp 1
- * Chỉ số rủi ro ngập lụt từ 0,17 đến 0,25: Rủi ro cấp 2
- * Chỉ số rủi ro ngập lụt từ 0,25 đến 0,41: Rủi ro cấp 3
- * Chỉ số rủi ro ngập lụt lớn hơn 0,41: Rủi ro cấp 4.

Bản đồ chi tiết cấp độ rủi ro do ngập lụt hạ lưu sông Ba ứng với các kịch bản được thể hiện từ Hình 11a đến Hình 11f. Minh họa chi tiết ở 1 khu vực phục vụ cảnh báo và phòng chống ứng phó được thể hiện trong Hình 12.



Hình 11. Chi tiết cấp độ rủi ro do ngập lụt: (a) Vỡ đập kiểm tra, (b) Vỡ đập thiết kế, (c) Tần suất 1%, (d) Tần suất 3%, (e) Tần suất 5%, (f) Tần suất 10%



Hình 12. Minh họa chi tiết cấp độ rủi ro tần suất 1% huyện Tây Hòa

4. Kết luận

- Nghiên cứu đã chi tiết cấp độ rủi ro ngập lụt đến cấp thôn/xã vùng hạ lưu Sông Ba với các kịch bản lũ 1%, 3%, 5%, 10% và vỡ đập Sông Ba Hạ với lũ thiết kế và lũ kiểm tra. Các kịch bản chi tiết cấp độ rủi ro ngập lụt là cơ sở nâng cao năng lực cảnh báo và triển khai có hiệu quả phòng chống ngập lụt ở địa phương.

- Bản đồ chi tiết cấp độ rủi ro ngập lụt hạ lưu Sông Ba được xây dựng dựa trên cơ sở khoa học và thực tiễn, cung cấp luận cứ để hoàn thiện và bổ sung phương pháp chi tiết cấp độ rủi ro ngập lụt.

- Tần suất lũ 10%, rủi ro ngập lụt chủ yếu ở cấp độ 2 - 3; tần suất 5%, rủi ro ngập lụt chủ yếu ở cấp độ 3; tần suất 1 và 3%, rủi ro ngập lụt chủ

yếu ở cấp độ 3 - 4; vỡ đập Sông Ba Hạ, rủi ro ngập lụt chủ yếu ở cấp độ 4.

- Bản đồ chi tiết rủi ro ngập lụt được xây dựng bản đồ ngập tỷ lệ 1/10.000 và số liệu điều tra xã hội học khách quan nên kết quả phù hợp với thực tế địa phương. Bản đồ rủi ro được xây dựng trên nền bản đồ tỷ lệ 1/10.000 đảm bảo được mức độ chi tiết nên hiệu quả trong áp dụng thực tiễn có tính khả thi.

- Sử dụng công thức cộng theo quan điểm của IPCC phù hợp với hạ lưu Sông Ba. Sử dụng phương pháp AHP để xác trọng số trong công thức cộng có tính khách quan và đánh giá được mức độ ảnh hưởng của từng thành phần trong công thức, từ đó xác định được chỉ số rủi ro phù hợp với thực tế.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bùi Văn Chanh (2021), "*Nghiên cứu xây dựng hệ thống hỗ trợ cảnh báo, dự báo chi tiết các cấp độ rủi ro thiên tai do: bão, mưa lớn, nắng nóng, sạt lở do nước biển dâng, hạn hán, lũ lụt cho tỉnh Phú Yên*", Báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh, Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Phú Yên.
2. Đặng Thanh Mai (2013), "*Nghiên cứu xây dựng hệ thống phân tích, giám sát, cảnh báo và dự báo lũ, ngập lụt và hạn hán cho hệ thống Sông Ba*", Báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ. Bộ Tài nguyên và Môi trường.
3. Nguyễn Thanh Sơn, Trần Ngọc Anh (2003), *Xác xuất thống kê trong thủy văn*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
4. Trần Thục (2015), *Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về quản lý rủi ro thiên tai và các hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu*. Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
5. Cấn Thu Văn (2015), "*Nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt lưu vực sông Vũ Gia - Thu Bồn phục vụ quy hoạch phòng chống thiên tai*", Luận án Tiến sĩ Thủy văn học, Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.

Tài liệu tiếng Anh

6. Field, C.B. et al (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA.
7. Saaty, T. (1994), *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory, with the Analytical Hierarchy Process*. Pittsburgh, PA.: RWS Publications.
8. Saaty, T. (2001), *Decision Making with Dependence and Feed Back the Analytical Network Process*. 2nd ed., University of Pittsburg, Pittsburg: RWS Publications.

DEVELOPMENT OF INUNDATION RISK MAP FOR THE BA RIVER-DOWN STREAM

Tran Van Hung, Bui Van Chanh

Southern Central Regional Hydro-Meteorological Center

Received: 11/1/2023; Accepted: 13/2/2023

Abstract: *The flood risk level in the Prime Minister's Decision No-18/2021/QĐ -TTg of April 22th in 2014 which is identified by water and alarm level at hydrology stations, therefore it is not detailed. Because, at the same water level but inundation depth is deferent between regions so inundation risk level is deferent. Beside, at the same inundation depth but socioeconomic is deferent between regions so inundation risk level is deferent too. Therefore, it is needed to develop inundation risk maps for advancing reliability about warning. This research, experimented establishing detail inundation risk level map in the Ba downstream river based on the Decision No-18 and risk index detail based on the IPCC of perspective, the AHP of method. The detail inundation risk index map in the Ba downstream river is established by detail inundation map and sociology survey data. Inundation scenario maps in the Ba downstream river and sociology survey data are combined to establish detail inundation risk level map for 1%, 3%, 5%, 10% flood frequency and dam break of Ba Ha River with design flood, test flood. The results show that the case of dam break then common risk level is level 4, 1% flood frequency then common risk level is level 3 - 4, 3% and 5% frequency then common risk level is level 3, 10% frequency then common risk level is level 2 - 3; risk level in Tuy Hoa city, Son Hoa and Song Hinh district are higher than other areas because exposure of property in hazard or inundation depth is higher.*

Keywords: *Inundation risk, risk level, Ba River.*