



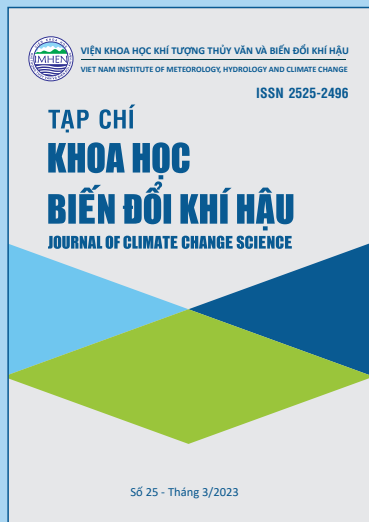
VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

VIET NAM INSTITUTE OF METEOROLOGY, HYDROLOGY AND CLIMATE CHANGE

ISSN 2525-2496

TẠP CHÍ
KHOA HỌC
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
JOURNAL OF CLIMATE CHANGE SCIENCE

Số 25 - Tháng 3/2023



Số 25 - Tháng 3/2023

Trong số này

1

Trần Thục, Đặng Quang Thịnh, Nguyễn Thế Chinh, Đào Minh Trang: Cách tiếp cận dựa vào thị trường trong ứng phó với biến đổi khí hậu và bài học kinh nghiệm cho Việt Nam

11

Đào Hương Giang: Lượng giá kinh tế giá trị du lịch từ các hệ sinh thái biển đảo Phú Quốc

22

Công Thanh, Bùi Công Minh: Ảnh hưởng của BSISO đến mưa cực trị ở Việt Nam

33

Lê Văn Tuấn, Vũ Văn Thắng, Trần Đình Trọng, An Tuấn Anh, Nguyễn Thị Yến: Xây dựng ngưỡng kích hoạt hành động sớm đối với mưa lớn và lũ lụt tại tỉnh Quảng Trị

42

Võ Anh Kiệt, Bùi Văn Chanh: Ứng dụng phương pháp AHP để chi tiết cấp độ rủi ro do sạt lở ở tỉnh Khánh Hòa

54

Trần Văn Hưng, Bùi Văn Chanh: Xây dựng bản đồ chi tiết cấp độ rủi ro do ngập lụt hạ lưu Sông Ba

66

Trần Đức Thiện, Lưu Thị Hồng Linh, Lê Văn Quy: Xác định thời kỳ vận hành kiểm soát lũ lưu vực Sông Cả

73

Doãn Hà Phong: Đánh giá thiệt hại kinh tế của nước biển dâng do biến đổi khí hậu đến sử dụng đất nông nghiệp tỉnh Nam Định

TẠP CHÍ KHOA HỌC BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

TỔNG BIÊN TẬP

Nguyễn Văn Thắng

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

Huỳnh Thị Lan Hương

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Trần Thục

(Chủ tịch Hội đồng biên tập)

Dương Hồng Sơn

Mai Văn Khiêm

Nguyễn Kỳ Phùng

Dương Văn Khảm

Doãn Hà Phong

Hoàng Minh Tuyển

Trương Đức Trí

Đỗ Tiến Anh

Lê Ngọc Cầu

Đỗ Đình Chiến

Bạch Quang Dũng

Nguyễn Xuân Hiến

Vũ Văn Thắng

Thư ký tòa soạn

Trần Thanh Thủy

Trị sự và phát hành

Trần Thanh Thủy

Giấy phép xuất bản

Số 604/GP-BTTTT do

Bộ Thông tin và Truyền thông

cấp ngày 30/12/2016

Tòa soạn

Số 23 ngõ 62 Nguyễn Chí Thanh

Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 024.38344469; Fax: 024.38355993

Email: tapchibdkh@imh.ac.vn

In tại

Công ty CP in và dịch vụ VP Tân Đại Việt

Giá: 20.000 đồng

CÁCH TIẾP CẬN DỰA VÀO THỊ TRƯỜNG TRONG ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ BÀI HỌC KINH NGHIỆM CHO VIỆT NAM

Trần Thục⁽²⁾, Đặng Quang Thịnh⁽¹⁾, Nguyễn Thế Chính⁽¹⁾, Đào Minh Trang⁽¹⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Hội Khí tượng Thủy văn Việt Nam

Ngày nhận bài: 17/1/2023; ngày chuyển phản biện: 18/1/2023; ngày chấp nhận đăng: 15/2/2023

Tóm tắt: Trong lĩnh vực quản lý tài nguyên (QLTN), bảo vệ môi trường (BVMT) và ứng phó với biến đổi khí hậu (BĐKH), đẩy mạnh cách tiếp cận thị trường nhằm giảm gánh nặng can thiệp của Nhà nước, huy động các nguồn lực khác, đồng thời giúp nâng cao hiệu quả, đang là xu hướng chung trên thế giới. Có hai loại công cụ chính sách để QLTN và kiểm soát ô nhiễm là Công cụ dựa vào thị trường (MBA-Market Based Approach) và Điều hành và Kiểm soát (CAC-Command and Control Approach). Các nhà hoạch định chính sách có thể sử dụng CAC thiết lập các tiêu chuẩn cụ thể cho những người gây ô nhiễm hoặc người sử dụng tài nguyên, hoặc sử dụng MBA, dựa vào lực lượng thị trường để khuyến khích những thay đổi trong hành vi của người sản xuất và người tiêu dùng, đồng thời mang lại những cải thiện về môi trường. Bài báo sẽ tập trung phân tích cách tiếp cận dựa vào thị trường, bao gồm các cơ chế mua bán các-bon, thuế các-bon trong ứng phó với BĐKH, đồng thời đưa ra các bài học kinh nghiệm quốc tế về triển khai các cơ chế mua bán các-bon và thuế các-bon, từ đó rút ra bài học kinh nghiệm cho Việt Nam.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, bảo vệ môi trường, dựa vào thị trường, các-bon.

1. Mở đầu

Trong lĩnh vực QLTN, BVMT và ứng phó với BĐKH, lý thuyết về quản lý môi trường và kinh nghiệm thực tiễn tại nhiều quốc gia đều chỉ ra rằng Nhà nước không thể có đủ nguồn lực và đặc biệt là không đủ thông tin cần thiết để dẫn dắt tất cả các bên liên quan thực hiện các quyết định phù hợp và hiệu quả [8]. Vì thế, đẩy mạnh cách tiếp cận thị trường, từ đó giảm gánh nặng can thiệp của Nhà nước, huy động các nguồn lực khác, đồng thời giúp nâng cao hiệu quả của công tác QLTN, BVMT, cũng như ứng phó với BĐKH, đang là xu hướng chung trên thế giới. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng việc phó mặc hoàn toàn cho cơ chế thị trường tự do điều tiết các hoạt động QLTN, BVMT và ƯPBĐKH cũng sẽ không dẫn tới hiệu quả tối ưu. Chất lượng môi trường là hàng hóa công cộng và các vấn đề về quyền sở hữu, vấn đề ngoại ứng sẽ dẫn tới thất bại thị trường, khi đó cần có sự can thiệp của

Nhà nước. Vì thế, các cách tiếp cận quản lý được cho là phù hợp trên thế giới hiện nay thường phải giữ cân bằng giữa các giải pháp dựa vào thị trường và các can thiệp của Nhà nước. Bảng 1 trình bày một số công cụ chính sách hiện đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới.

Theo đó, cách tiếp cận thị trường MBA, các chủ thể thị trường như doanh nghiệp và tổ chức có tư cách pháp nhân được tự do tham gia kinh doanh và cung cấp các dịch vụ liên quan tới QLTN, BVMT và ứng phó với BĐKH, theo quy luật cung - cầu của thị trường, cách tiếp cận MBA còn khuyến khích các hành vi thông qua các tín hiệu thị trường hơn là các hướng dẫn, chỉ thị của Nhà nước [12]. Các giải pháp dựa vào thị trường (Market-Based Solutions) cho phép huy động được nguồn lực của toàn xã hội, giảm gánh nặng cho ngân sách và bộ máy điều hành của Nhà nước trong việc QLTN, BVMT và ứng phó với BĐKH. Có thể chia các giải pháp dựa vào thị trường thành 4 nhóm chính: Chi trả ô nhiễm (VD: Thuế và phí xả thải, đặt cọc-hoàn trả, ký quỹ môi trường), chuyển nhượng quyền phát thải, trợ cấp và giảm các

Liên hệ tác giả: Đặng Quang Thịnh
Email: thinh dangq@gmail.com

hàng rào thị trường nhằm tạo cơ hội để các thị trường mới được hình thành [1]. Năm điều kiện cần là: (i) Xác định rõ ràng các quyền sở hữu và bảo vệ chắc chắn các quyền sở hữu đó bởi pháp luật; (ii) Đảm bảo quyền tự do kinh doanh, cạnh tranh công bằng của các doanh nghiệp; (iii) Khuyến khích hình thành các thị trường mới; (iv) Xây dựng tòa án với mức độ độc lập tư pháp cao, giải quyết tranh chấp hiệu quả; và (v) Hoàn thiện các biện pháp quản lý của Nhà nước, đặc biệt là các công cụ kinh tế và công cụ luật pháp.

Một cách tiếp cận truyền thống, là cách tiếp cận điều hành và kiểm soát - CAC, yêu cầu tất cả các doanh nghiệp phải thực hiện các chiến lược kiểm soát ô nhiễm tương tự nhau, bất kể các chi phí liên quan. Các doanh nghiệp sẽ được thông

báo về mức chuẩn thải cho phép, các kỹ thuật cần áp dụng và các quy trình sản xuất cần tuân thủ. Tuy nhiên, việc yêu cầu các doanh nghiệp, với các đặc điểm tổ chức và năng lực khác nhau, thực hiện chung một kỹ thuật hoặc quy trình như vậy sẽ tốn kém và không hiệu quả về kinh tế đối với hầu hết các doanh nghiệp [16]. Ngoài ra, cách làm này thường không tạo được động lực khuyến khích doanh nghiệp chủ động giảm thải thấp hơn mức chuẩn, tạo tâm lý bị động, đối phó đối với các tiêu chuẩn môi trường, vì tốn kém nên dễ gây nảy sinh tâm lý xả thải trộm, trốn tránh trách nhiệm môi trường. Chi phí của việc xác định, cũng như thay đổi mức chuẩn thải cho phù hợp với các điều kiện kinh tế - xã hội và chi phí giám sát các doanh nghiệp là những gánh nặng rất lớn cho các nhà quản lý [4, 3].

Bảng 1. Các loại công cụ chính sách để quản lý tài nguyên thiên nhiên [16]

Cách tiếp cận	Công cụ chính sách
Mệnh lệnh và Kiểm soát (CAC)	Các lệnh cấm, tiêu chuẩn công nghệ, tiêu chuẩn hiệu suất và hình phạt cho việc không tuân thủ
Công cụ dựa vào thị trường (MBA)	Thuế ô nhiễm, phí hoặc lệ phí Giá nước Trợ cấp hoặc giảm trợ cấp Giấy phép phát thải có thể giao dịch Các chính sách kết hợp như chương trình hoàn lại tiền đặt cọc Chi trả cho các dịch vụ hệ sinh thái

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phân tích và tổng hợp

Tác giả đã tiến hành phân tích các kết quả, luận cứ đã thu được trong quá trình nghiên cứu và sau đó tổng hợp lại và đưa ra luận điểm chính. Tác giả cũng phân chia hợp lý các thông tin, kết quả thu thập được thành các nhóm cụ thể. Từ đó, tác giả có thể thu được kết luận chính xác và phù hợp với mục đích của bài báo nghiên cứu khoa học.

2.2. Tham vấn chuyên gia

Tác giả đã tiến hành phỏng vấn sâu những người am hiểu và có kinh nghiệm về đối tượng nghiên cứu. Các chuyên gia được phỏng vấn có sự hiểu biết sâu, rộng về cách tiếp cận thị trường, bao gồm các cơ chế mua bán các-bon, thuế các-bon, và các loại công cụ chính sách để QLTN và kiểm soát ô nhiễm. Tác giả sử dụng chủ

yếu phương pháp phỏng vấn nhóm chuyên gia.

3. Cách tiếp cận dựa vào thị trường

3.1. Các cơ chế mua bán phát thải các-bon

Mua bán các-bon là công cụ dựa vào thị trường để giảm nhẹ BĐKH, được thực hiện theo hai hình thức: (i) Hạn ngạch và mua bán (cap-and-trade) và (ii) Bù trừ các-bon (các-bon offset). Thị trường buôn bán các-bon được phân làm hai loại: (1) Thị trường chính thống là việc buôn bán các-bon dựa trên sự cam kết của các quốc gia trong Nghị định thư (NĐT) Kyoto để đạt được mục tiêu cắt giảm khí nhà kính (KNK), mang tính chất bắt buộc và chủ yếu dành cho các dự án CDM hoặc JI; và (2) Thị trường các-bon ngoài khuôn khổ NĐT Kyoto (thị trường tự nguyện) dựa trên cơ sở hợp tác thỏa thuận song phương hoặc đa phương giữa các tổ chức, công ty hoặc quốc gia (Bảng 2).

Bảng 2. Tổng quan về các cơ chế mua bán các-bon

	Thị trường trong khuôn khổ NĐT Kyoto	Thị trường ngoài khuôn khổ NĐT Kyoto
Cơ chế hạn ngạch và mua bán phát thải	EU-ETS	- Hệ thống giảm phát thải KNK của New South Wales (NSW GGAS); - Sáng kiến KNK khu vực (RGGI); - Sáng kiến Khí hậu phía Tây (WCI); - Hiệp ước giảm KNK miền Trung Tây (MGGRA) - Trao đổi khí hậu Chicago (CCX) - Chương trình mua bán phát thải thử nghiệm của Trung Quốc.
Cơ chế bù trừ các-bon	JL, CDM, POA	- Cơ chế bù trừ tín dụng song phương của Nhật Bản (JCM/BOCM) - REDD+

Nguồn: Nhóm tác giả

3.1.1. Cơ chế hạn ngạch và mua bán phát thải

Theo nguyên tắc của cơ chế này, chính phủ sẽ đặt ra hạn mức phát thải các-bon cho các công ty (cap), sau đó cấp cho họ một số giấy phép xả thải (các-bon permit). Các công ty có thể đáp ứng cam kết hạn ngạch thông qua áp dụng các công nghệ xanh hoặc mua giấy phép/tín chỉ các-bon từ các công ty khác hoặc từ cơ chế bù trừ các-bon. Nếu hạn ngạch phát thải thấp thì sẽ không tạo động lực đối với các công ty hay ngành công nghiệp cần đổi mới quá trình sản xuất. Tuy nhiên, nếu những thay đổi này không hiệu quả thì các công ty sẽ tốn chi phí khá lớn cho các công nghệ xanh và vì thế sẽ được phép mua thêm giấy phép xả thải để đáp ứng hạn ngạch. Ngược lại, nếu các công ty nhận thấy việc thay đổi quy trình sản xuất là rất dễ dàng và có thể phát thải lượng KNK ít hơn so với mức hạn ngạch thì có thể bán tín chỉ các-bon cho các công ty khác.

Có thể thấy, cơ chế này có thể giảm phát thải với chi phí thấp nhất và khuyến khích những cải tiến thân thiện với môi trường trong ngành công nghiệp [6]. Cơ chế này cũng hiệu quả hơn thuế do quản lý tổng lượng phát thải và tạo ra những khuyến khích tài chính. Tuy nhiên, cơ chế này có thể tạo ra sự trì hoãn trong việc đầu tư cho các công nghệ các-bon thấp [12] và mang lại lợi ích cho các công ty lớn do các công ty này được cấp nhiều giấy phép xả thải. Vấn đề “khí nóng” tại các quốc gia thuộc Liên Xô cũ và Đông Âu cũng bị chỉ trích do lượng giảm thải xuất phát từ chuyển đổi nền kinh tế, chứ không

phải từ nỗ lực cắt giảm KNK [13]. Ngoài ra, còn một số rào cản khác đối với việc thực hiện hiệu quả cơ chế này như các công ty tìm cách vận động hành lang để nhận được nhiều giấy phép phát thải hơn và thị trường buôn bán phát thải không minh bạch.

a) Thị trường trong khuôn khổ Nghị định thư Kyoto (EU-ETS)

Theo NĐT Kyoto, các nước thuộc Phụ lục 1 có thể trao đổi các hạn ngạch phát thải với nhau. Ngày 01/01/2005, Liên minh châu Âu (EU) đã chính thức thành lập Hệ thống mua bán phát thải của Cộng đồng Châu Âu (EU-ETS) - mô hình đầu tiên trên thế giới trao đổi, buôn bán KNK, thị trường hạn ngạch và mua bán phát thải lớn nhất, nhằm ứng phó với BĐKH và là trụ cột quan trọng của chính sách khí hậu châu Âu. Đến tháng 01 năm 2013, EU ETS có sự tham gia của hơn 11.000 xí nghiệp, nhà máy điện và các cơ sở khác tại 31 quốc gia, trong đó có 28 quốc gia châu Âu, Iceland, Na-uy và Liechtenstein. Khoảng 45% lượng phát thải KNK của châu Âu được quản lý bởi EU-ETS. Mục tiêu của EU ETS là cắt giảm 20% lượng phát thải KNK vào năm 2020, 40% vào năm 2030 và 80 - 95% vào năm 2050 (so với mức 1990) (EU, 2016). Sự hình thành và phát triển của EU-ETS được chia làm ba giai đoạn: Giai đoạn I (2005 - 2007); Giai đoạn II (2008 - 2012); và Giai đoạn III (2013 - 2020).

b) Thị trường ngoài khuôn khổ Nghị định thư Kyoto

Hiện nay, đã có một số hệ thống hạn ngạch

và mua bán phát thải hoạt động độc lập với NĐT Kyoto tại các quốc gia như Hoa Kỳ, Úc, Trung Quốc...

3.1.2. Cơ chế bù trừ các-bon

a) Thị trường trong khuôn khổ Nghị định thư Kyoto

Hoạt động mua bán các-bon có thể diễn ra thông qua các tín chỉ các bon có được từ các dự án giảm phát thải KNK. Cơ chế này sẽ giảm phát thải KNK với chi phí thấp và góp phần vào phát triển bền vững tại các quốc gia đang phát triển. Tuy nhiên, việc xác định kịch bản phát triển thông thường (BAU) và các tiêu chí về tính bổ sung môi trường là rất không chắc chắn, vì vậy lượng khí thải có thể tăng lên do sự phóng đại đường cơ sở thực tế của các công ty và sự phân bổ sai các Chứng chỉ giảm phát thải được chứng nhận (CER) [1, 2, 14].

Cơ chế Đồng thực hiện (JI): Điều 6 của NĐT Kyoto quy định các quốc gia thuộc Phụ lục I không có khả năng tự giảm lượng khí thải với chi phí thấp, có thể đầu tư vào một dự án giảm phát thải tại một số quốc gia Phụ lục I khác, mà việc giảm KNK có thể được thực hiện tương đối rẻ. Hầu hết các dự án JI đang được thực hiện tại các quốc gia có "nền kinh tế trong quá trình chuyển đổi", như Nga và Ukraina, thuộc Phụ lục B của NĐT Kyoto. JI có nhiều điểm tương tự như cơ chế phát triển sạch (CDM), nhưng JI được thực hiện tại các nước phát triển về mặt pháp lý bị ràng buộc theo NĐT Kyoto.

Cơ chế Phát triển sạch (CDM): Ghi trong điều 12 của NĐT Kyoto, cho phép chính phủ hoặc tổ chức, cá nhân ở các nước công nghiệp thực hiện dự án giảm phát thải ở các nước đang phát triển để nhận được chứng nhận (Certified Emission Reductions-CERs) đóng góp cho mục tiêu giảm phát thải của quốc gia đó.

b) Thị trường ngoài khuôn khổ Nghị định thư Kyoto

Thị trường bù đắp các-bon tự nguyện đã xuất hiện và không bắt buộc phải đạt được bất kỳ mục tiêu ràng buộc nào. Bất kỳ tập đoàn, tổ chức phi chính phủ và cá nhân nào muốn "trung hòa" lượng khí thải của họ có thể trả tiền cho một số công ty như Chicago Climate Exchange và sau đó các công ty này sẽ đầu tư vào "các dự án xanh". Trong khi thị trường các-bon điều tiết

chưa đạt được kết quả như mong đợi và ngày càng trở nên trầm lắng trong bối cảnh các cuộc đàm phán về BĐKH trên toàn thế giới, thì thị trường các-bon tự nguyện đang ngày càng phát triển và được hình thành và triển khai ở nhiều nước như Úc, New Zealand, Mỹ, Trung Quốc, Hàn Quốc và Thái Lan. Thị trường này được điều chỉnh bởi các bộ tiêu chuẩn khác nhau tùy theo yêu cầu của người mua, ví dụ tiêu chuẩn Các-bon đã được xác minh (VCS). Loại chứng chỉ giảm phát thải chiếm ưu thế trên thị trường này phải kể đến là RMU. Thị trường các-bon tự nguyện đã phát triển nhanh chóng trong giai đoạn 2008 - 2012, nhưng bắt đầu suy giảm từ năm 2013. Phần lớn các dự án thực hiện tự nguyện (VER) có chất lượng chưa được kiểm chứng do thiếu cơ quan kiểm soát chất lượng độc lập có sẵn trong hệ thống CDM. Trong các trường hợp khác, các nhà phát triển dự án sẽ so sánh dự án của họ với các tiêu chuẩn nhất định, ví dụ VCS, Tiêu chuẩn Vivo Plan và Các-bon xã hội. Trong số các tiêu chuẩn áp dụng cho các dự án VER, Tiêu chuẩn vàng được coi là tiêu chuẩn tốt nhất và đã được áp dụng cho các dự án bên ngoài hệ thống CDM (ví dụ Thổ Nhĩ Kỳ và Hoa Kỳ, những nước không tham gia vào Nghị định thư Kyoto).

3.2. Thuế các-bon

Thuế các-bon (thuế xanh), là ý tưởng được đưa ra từ những năm 1990 khi BĐKH và các vấn đề môi trường khác lần đầu tiên được tập trung chú ý. Thuế các-bon bao gồm thuế đầu nguồn (áp thuế trên hàm lượng các-bon của nhiên liệu) và thuế cuối nguồn (áp thuế đối với việc phát thải KNK trực tiếp) hoặc kết hợp cả hai. Các vấn đề chính sách chính liên quan đến mức thuế, việc sử dụng doanh thu từ thuế, các cơ chế bồi thường cho các ngành công nghiệp và hộ gia đình nếu có và sự điều phối và tương tác với các chính sách khác. Hiện tại, giá thị trường của các nhiên liệu có hàm lượng các-bon như than đá, dầu và khí không phản ánh toàn bộ chi phí xã hội và môi trường của việc sản xuất và tiêu thụ, và sẽ được đưa vào chi phí tương lai của BĐKH. Việc áp dụng thuế trên hàm lượng các-bon của nhiên liệu hóa thạch sẽ không cần thêm nhiều các hoạt động quản lý và MRV phát thải [10].

Ngược lại, thuế trên lượng phát thải KNK có thể cần thêm các hoạt động quản lý và tăng cường năng lực cho MRV nhưng cũng cho phép mở

rộng phạm vi quản lý phát thải tại các quốc gia [10]. Ưu và nhược điểm của thuế các-bon được tóm tắt trong Bảng 3.

Bảng 3. Ưu và nhược điểm của thuế các-bon [10]

Ưu điểm	Nhược điểm
• Thuế các-bon có thể được sử dụng như công cụ để tạo doanh thu cho khu vực công và có thể được sử dụng để thay thế cho các loại thuế khác như thuế thu nhập doanh nghiệp hay thuế giá trị gia tăng (VAT); • Thuế các-bon đem lại sự đảm bảo cho doanh nghiệp, tạo điều kiện thuận lợi cho việc lên kế hoạch đầu tư; • Việc thực hiện thuế các-bon đơn giản và không yêu cầu hệ thống tài chính phức tạp.	• Không đảm bảo đạt được mục tiêu giảm phát thải KNK; • Thuế có thể không được ủng hộ về mặt chính trị; • Không có cơ chế tạo doanh thu khi giảm phát thải vượt quá mục tiêu đặt ra; • Có thể ảnh hưởng đến các ngành công nghiệp chính.

4. Kinh nghiệm quốc tế về triển khai các cơ chế mua bán các-bon

4.1. Mỹ

a) Thị trường bắt buộc

• Đạo luật Giải pháp Nóng lên Toàn cầu của California (AB 32)

Chương trình hạn ngạch và mua bán giấy phép xả thải của California là một yếu tố chính trong kế hoạch của bang nhằm giảm lượng phát thải KNK của bang xuống mức 1990 vào năm 2020, một mục tiêu được đưa ra bởi Đạo luật Giải pháp Nóng lên Toàn cầu năm 2006 của bang (AB 32). Không giống như Sáng kiến KNK Khu vực Đông Bắc (RGGI), chương trình của California tìm cách giới hạn lượng phát thải KNK từ tất cả các ngành công nghiệp chính, chiếm khoảng 85% lượng khí thải của tiểu bang. Ban Tài nguyên không khí California (ARB) tổ chức các cuộc đấu giá giấy phép xả thải để cho phép những người tham gia thị trường nhận được giấy phép trực tiếp từ cơ quan, với cuộc đấu giá hàng quý đầu tiên diễn ra vào tháng 11 năm 2012. Quy định của California giới hạn việc sử dụng các khoản bù trừ ở mức 8% trong nghĩa vụ tuân thủ của một tổ chức. Cho đến nay, ARB đã phê duyệt sáu loại dự án bù trừ các-bon: Chăn nuôi, tiêu hủy các chất làm suy giảm tầng ôzôn (ODS) từ các dự án của Mỹ, lâm nghiệp, cây xanh đô thị, và gần đây - mê-tan từ mỏ than, vào tháng 4 năm 2014, và lĩnh vực trồng lúa, đã được thêm vào tháng 6 năm 2015. California cũng đặt mục tiêu

phát triển năng lượng tái tạo mạnh và yêu cầu rằng lượng các-bon từ nhiên liệu xe của bang được sẽ cắt giảm 10% vào năm 2020. ARB sẽ cân nhắc cho phép bù trừ các-bon từ các dự án rừng Giảm phát thải do mất rừng và suy thoái rừng (REDD) từ Acre, Brazil và Chiapas, Mexico vào chương trình hạn ngạch và mua bán giấy phép xả thải của California.

• Tiêu chuẩn Các-bon Dioxide của Oregon

Năm 1997, Oregon ban hành Tiêu chuẩn Oregon, quy định bắt buộc đầu tiên về CO₂ ở Hoa Kỳ, yêu cầu các nhà máy điện mới được xây dựng phải giảm lượng khí thải CO₂ xuống mức thấp hơn 17% so với mức của nhà máy chu trình hỗn hợp hiệu quả nhất, thông qua giảm trực tiếp hoặc bù trừ các-bon có thể cho tổ chức Ủy thác Khí hậu (Climate Trust). Năm 2001, hợp đồng bù trừ các-bon đầu tiên được ký bởi tổ chức này, hiện có một danh mục đầu tư bao gồm 41 dự án bù trừ các-bon trong tám lĩnh vực dự kiến sẽ bù trừ 5,1 MtCO₂tđ. Các loại dự án hiện đang được Climate Trust xem xét gồm: Lâm nghiệp, khí sinh học và nông nghiệp.

• Sáng kiến Khí nhà kính Khu vực (RGGI)

Sáng kiến KNK Khu vực (RGGI) là cơ chế dựa vào thị trường đầu tiên tại Mỹ được thành lập vào năm 2005 nhằm giảm thiểu phát thải KNK có hạn mức trong lĩnh vực năng lượng tại các bang phía Đông Bắc Mỹ, tập trung vào các nhà máy phát điện lớn với gần 100% hạn ngạch được rao bán [11]. Theo bản Đánh giá chương trình

năm 2012, các bang thuộc RGGI đã đưa ra hạn mức 91 triệu tấn CO₂đ trong năm 2014. Hạn mức CO₂ của RGGI giảm 2,5% mỗi năm trong giai đoạn 2015 - 2020. Chín bang đã bước vào giai đoạn tuân thủ thứ hai của RGGI, thực hiện một cuộc cải cách toàn diện nhằm giảm giới hạn khí thải và củng cố chương trình, cho đến đầu 2013, các giấy phép xả thải được giao dịch theo giá khởi điểm. Các bang RGGI đã thông qua việc giảm 45% giới hạn năm 2014, từ 165 MtCO₂đ xuống 91 MtCO₂đ, với mức giảm bổ sung 2,5% hàng năm từ 2015 - 2020. Việc cải tiến đã tạo ra một sự thúc đẩy cho chương trình, với các khoản phụ cấp RGGI bán trên \$5 mỗi tấn trong các cuộc đấu giá hàng quý gần đây.

Mặc dù cho phép sử dụng bù trừ, RGGI đã không thúc đẩy bù trừ các-bon do giá giấy phép xả thải vẫn còn tương đối thấp và các thách thức kỹ thuật. Quy tắc mẫu ban đầu sẽ cho phép các mức giảm phát thải được chứng nhận được ban hành theo Cơ chế Phát triển Sạch của Liên hợp quốc tham gia chương trình RGGI nếu giá cho phép trung bình luân phiên trong 12 tháng đạt 10 đô la/tCO₂đ, nhưng các khoản bù trừ quốc tế hiện bị cấm tham gia chương trình. Giới hạn sử dụng bù trừ trong nước sẽ duy trì ở mức 3,3% thay vì tăng nếu giá dự phòng đạt đến các ngưỡng nhất định, như quy tắc mẫu ban đầu quy định.

Các bang RGGI đã bổ sung một giao thức lâm nghiệp mới để cho phép các dự án cải thiện quản lý rừng, tránh chuyển đổi và tái trồng rừng chủ yếu dựa trên giao thức bù trừ rừng của ARB của Hoa Kỳ để thúc đẩy công việc bởi ARB và Khu bảo tồn Hành động Khí hậu và cung cấp tính nhất quán với ARB chương trình hỗ trợ phát triển nguồn cung cấp trong nước các sản phẩm bù đắp này. Chương trình RGGI cũng cho phép bù trừ các-bon từ bốn loại dự án khác: Thu giữ và phá hủy mê-tan ở bãi rác, giảm lưu huỳnh hexafluoride (SF₆) trong lĩnh vực điện, tránh phát thải khí mê-tan trong nông nghiệp và các dự án xây dựng hiệu quả năng lượng.

Cơ quan lập pháp New Hampshire vừa thông qua Đạo luật 519, theo đó bãi bỏ sự tham gia của bang trong RGGI. Có suy đoán rằng sự thành công của Đạo luật 519 sẽ khiến các tiểu bang khác xem xét rút lui khỏi RGGI và có thể trì hoãn

bất kỳ việc xem xét lại các hạn mức nào.

- Sáng kiến Khí hậu miền Tây (WCI)

California là thành viên đi đầu của Sáng kiến Khí hậu miền Tây (WCI), với mục tiêu giảm phát thải KNK khu vực đến 15% tới 2020 so với mức năm 2005. Tuy nhiên, tương lai của WCI dường như chỉ giới hạn đến Bờ Tây của Hoa Kỳ và một số tỉnh của Canada. Tháng 4/2013, California nhận thấy rằng hệ thống Québec giống với chương trình tại bang của Mỹ về mọi mặt nên cho phép hai chương trình hạn ngạch và buôn bán giấy phép xả thải chính thức liên kết vào tháng 1/2014. Bang California và tỉnh Québec là các thành viên chủ chốt của WCI vì đây là hai khu vực pháp lý duy nhất trong số các thành viên WCI cam kết hoàn toàn với một chương trình buôn bán khí thải cho đến nay. Tuy nhiên, chỉ có bang California thực hiện chương trình buôn bán khí thải. Chương trình của California ban đầu tập trung vào các lĩnh vực sản xuất điện và các nguồn công nghiệp lớn, chiếm khoảng 37% phát thải KNK của bang và mở rộng phạm vi lên 85% năm 2015, bao gồm cả lĩnh vực nhiên liệu trong giao thông [11].

Québec đặt mức giới hạn không đổi cho giai đoạn I (2013 - 2014) ở mức 23,2 MtCO₂đ, khi chương trình bao gồm điện và các lĩnh vực công nghiệp nhất định, chiếm khoảng 30% tổng lượng phát thải KNK trong tỉnh, theo báo cáo về Bản đồ các sáng kiến về định giá các-bon của WB. Hạn ngạch tăng lên 65,3 MtCO₂đ trong giai đoạn II (2015 - 2017) khi lĩnh vực phân phối nhiên liệu được đưa vào chương trình theo từng giai đoạn, nhưng hạn ngạch giảm 2,1 MtCO₂đ mỗi năm.

Năm tiểu bang khác của Hoa Kỳ là thành viên của sáng kiến Bắc Mỹ 2050 (NA2050), nhằm tiết kiệm chi phí giảm phát thải KNK và tạo cơ hội kinh tế. NA2050 có nguồn gốc từ Hợp tác 3 khu vực, bắt đầu vào năm 2009 và gồm các đại diện từ RGGI, WCI và Hiệp định giảm thiểu KNK miền Trung Tây, các tổ chức đang xem xét tiềm năng liên kết giữa các chương trình buôn bán các-bon đang phát triển.

- b) Thị trường tự nguyện

Nguồn cung và nhu cầu bù trừ tự nguyện của Bắc Mỹ mạnh mẽ trong năm 2014 mặc dù nhà cung cấp lo ngại rằng sự chú ý sẽ chủ yếu chuyển sang các thị trường thương mại vốn hóa

California và Québec từ năm 2013. Các thị trường giao dịch khối lượng gần như bằng nhau, với 12,5 triệu tấn ($\text{MtCO}_2\text{đ}$) bởi người mua tự nguyện và 11,5 $\text{MtCO}_2\text{đ}$ được bán cho các cơ sở tuân thủ, theo Báo cáo Tình trạng Thị trường Các bon Tự nguyện năm 2015, nhưng giá trị có sự khác biệt.

Thị trường tự nguyện đã đặt nền móng cho các giao thức được ARB điều chỉnh để sử dụng cho dự án bù đắp tuân thủ, tiếp tục đổi mới các loại dự án và đóng vai trò là cơ sở thử nghiệm cho các phương pháp tuân thủ. Cơ quan Đăng ký Các-bon Hoa Kỳ đã liệt kê dự án đầu tiên trong khuôn khổ Hệ thống Quản lý Lúa gạo Tự nguyện Giảm phát thải, có thể dùng để chạy thử nghiệm trên thị trường đối với giao thức quản lý lúa gạo, đã được ARB phê duyệt vào tháng 6 năm 2015. Các phương pháp luận mới khác hiện tại thử nghiệm vùng thị trường bù trừ các-bon tự nguyện nhưng chưa được xem xét tuân thủ bao gồm REDD + quốc tế, hiệu quả giao thông, đồng cỏ và đất ngập nước.

California tiếp tục thu hút sự chú ý và giao dịch nhiều nhất nhưng bù trừ vẫn là một phần đang diễn ra của các chương trình định giá các-bon ở các tỉnh của Canada như Alberta, British Columbia và Québec. Kế hoạch Điện sạch của Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ, yêu cầu các bang giảm thiểu ô nhiễm từ các nhà máy điện, có thể thúc đẩy thị trường tự nguyện phát triển hơn nữa - nếu các bang xem xét cơ chế thị trường.

4.2. Trung Quốc

Trung Quốc đã triển khai bảy thị trường thí điểm giao dịch khí thải các-bon vào năm 2013, bắt đầu giai đoạn thị trường các-bon quốc gia vào năm 2017 [7]. ETS có thể trở thành một công cụ chính sách khí hậu chính để giúp Trung Quốc hiện thực hóa Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) cho Thỏa thuận Paris về BĐKH và chiến lược các-bon thấp dài hạn của nước này. Giai đoạn tuân thủ đầu tiên bắt đầu vào năm 2020. ETS quốc gia ban đầu sẽ bao gồm các nhà máy nhiệt điện than và khí. Hạn ngạch phát thải KNK (còn được gọi là giấy phép) sẽ được phân bổ dựa trên sản lượng phát điện của mỗi nhà máy, với các tiêu chuẩn cụ thể về nhiên liệu

và công nghệ.

Thị trường các-bon của Trung Quốc gồm hơn 20 ngành công nghiệp và gần 3.000 đơn vị phát thải lớn. Đến tháng 6 năm 2019, khối lượng giao dịch tích lũy của các thị trường các-bon địa phương của Trung Quốc đạt 330 triệu tấn CO_2 , với hơn 1,10 tỷ đô la Mỹ là giá trị giao dịch. Tất cả các thị trường các-bon địa phương của Trung Quốc được phép sử dụng tín dụng CCERs để tuân thủ. Tính đến tháng 8 năm 2019, tổng số tín chỉ CCERs không cho lưu hành là khoảng 18 triệu tấn $\text{CO}_2\text{đ}$, chiếm 22% tổng số CCER đã phát hành [5].

Trung Quốc là thị trường khí thải các-bon lớn nhất thế giới và năm 2021 chứng kiến ETS quốc gia của họ hoàn thành chu kỳ tuân thủ đầy đủ đầu tiên, với tỷ lệ tuân thủ được báo cáo là 99,5%. Hơn 2.100 nhà máy điện đã tham gia trong chu kỳ này, bao phủ khoảng 4,5 tỷ tấn CO_2 tương đương ($\text{tCO}_2\text{đ}$) mỗi năm - hơn 30% tổng lượng phát thải KNK của Trung Quốc. Tuy nhiên, cũng có những thách thức quan trọng, ví dụ Bộ Sinh thái và Môi trường xác nhận một số công ty đã làm sai lệch dữ liệu phát thải.

4.3. Thái Lan

Chính phủ Thái Lan rất coi trọng vấn đề ứng phó với BĐKH và đã tự đặt ra mục tiêu giảm phát thải KNK của đất nước ít nhất 20% vào năm 2030 so với Kịch bản phát triển thông thường. Các công cụ hành động khí hậu dựa trên thị trường đặc biệt nhằm mục đích thực hiện việc cắt giảm chi phí một cách hiệu quả. Có 02 nhóm công cụ chính để thực hiện giảm phát thải KNK:

(i) Các công cụ dựa vào thị trường (market-based instrument), gồm: (1) Thị trường các-bon quốc tế trong khuôn khổ Nghị định thư Kyoto như CDM và JI và các Hệ thống giảm phát thải KNK tự nguyện khác và (2) Thị trường các-bon trong nước: Chương trình giảm phát thải đã được thẩm định dựa trên dự án (T-VER) và Hệ thống buôn bán phát thải tự nguyện của Thái Lan theo khu vực (V-ETS).

(ii) Các công cụ phi thị trường (command-and-control instruments), ví dụ Các công nghệ sản xuất các-bon thấp; thuế/quỹ các-bon; trợ cấp; luật và các quy định...

Tại Thái Lan, một số công cụ tạo động lực cho

thị trường Các-bon hiện nay: Chương trình giảm phát thải đã được thẩm định của Thái Lan (T-VER); chương trình trao đổi phát thải đã được thẩm định của Thái Lan (Thailan V-ETS); chương trình cân đối bù trừ Các-bon của Thái Lan (T-COP); các dự án giảm phát thải đã được thẩm định (VER). Một số công cụ đề xuất khác hỗ trợ cho PMR (Partnership for Market Readiness) của Thái Lan như: Chương trình chứng nhận hoạt động năng lượng (EPC); chương trình thành phố Các-bon thấp (LCC).

5. Kinh nghiệm quốc tế về triển khai thuế các-bon

Theo báo cáo của World Bank (2016) [15], hiện nay có khoảng 40 quốc gia và hơn 20 thành phố, bang, khu vực (chiếm gần $\frac{1}{4}$ tổng phát thải KNK toàn cầu) đã định giá cho các-bon. Thuế các-bon cùng với hệ thống hạn ngạch và mua bán quyền phát thải đã quản lý 7GtCO₂tđ (tương đương với 13% tổng phát thải KNK toàn cầu, trong đó thuế các-bon quản lý 4% và hệ thống hạn ngạch và mua bán quyền phát thải quản lý 8%). Cho đến nay, đã có 21 quốc gia (không bao gồm Úc vì đã bãi bỏ thuế các-bon vào năm 2014), 3 bang thuộc Canada (British Colombia, Alberta và Quebec) và 1 thành phố ở Mỹ (Boulder) thông qua các cơ sở pháp lý cho việc áp dụng thuế các-bon.

Tổng giá trị của ETS và thuế các-bon trong năm 2016 là dưới \$50 tỷ. Sự ổn định này là do sự gia tăng thuế các-bon được bù trừ bởi sự giảm giá trong ETS. Không có xu hướng tăng giá các-bon trong ETS trong khi có sự gia tăng mức thuế các-bon tại một số quốc gia [15].

Mức thuế các-bon tại các quốc gia cũng khác nhau, dao động từ dưới 1 đô-la/tấn CO₂tđ đến hơn 132 \$ /tCO₂tđ. Phần lớn phát thải (75%) đều được định giá ở mức thấp hơn 10 \$/tCO₂tđ, thấp hơn nhiều so với mức giá mà mô hình kinh tế ước tính nhằm đạt được mục tiêu giữ cho mức tăng nhiệt độ không vượt quá 2°C đến cuối thế kỷ 21 như khuyến nghị của các nhà khoa học.

6. Bài học kinh nghiệm cho Việt Nam

6.1. Số liệu đóng vai trò quan trọng

Một hệ thống ETS hoạt động hiệu quả dựa trên cơ sở dữ liệu chính xác và đầy đủ. Bài học kinh nghiệm này đã được Trung Quốc rút ra từ

bảy thị trường ETS thí điểm. Tuy nhiên, dữ liệu ở cấp quốc gia vẫn còn chưa đầy đủ do các đơn vị thiếu năng lực để báo cáo lượng khí thải CO₂. Trong những năm gần đây, Trung Quốc đã yêu cầu các đơn vị tự báo cáo các thông số chính cần thiết để tính toán lượng khí thải CO₂, chẳng hạn như mức tiêu thụ nhiên liệu và khi có thể, hệ số nhiên liệu CO₂. Một tấn phát thải CO₂ được báo cáo tương đương với một hạn mức cho phép. Các đơn vị phải nộp hàng năm để tuân thủ số lượng hạn mức tương ứng với lượng phát thải CO₂ được báo cáo hàng năm của họ.

Dữ liệu tiêu thụ nhiên liệu có độ chắc chắn khá cao. Các hướng dẫn quốc tế và trong nước cung cấp các giá trị hệ số nhiên liệu CO₂ cho các loại nhiên liệu khác nhau. Do sự thống trị của than bitum trong ngành điện than của Trung Quốc và để đơn giản hóa, các hướng dẫn của Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) đối với than bitum 95 kgCO₂/GJ khác đã được sử dụng cho các đơn vị theo dõi hệ số nhiên liệu CO₂. Bằng cách áp đặt giá trị mặc định là 123 kgCO₂/GJ cho các đơn vị không theo dõi hệ số nhiên liệu CO₂, hướng dẫn báo cáo của ETS khuyến khích các nhà máy giám sát các yếu tố nhiên liệu CO₂ của mình bằng cách thực hiện các biện pháp cụ thể. Giá trị mặc định cao hơn nhiều so với giá trị thực, do đó phạt các nhà máy bằng cách yêu cầu họ báo cáo mức phát thải CO₂ cao hơn để tuân thủ, dẫn đến cường độ CO₂ cao hơn. Cho đến nay, số lượng nhà máy đã được giám sát vẫn chưa được biết, dẫn đến sự không chắc chắn cao về tính nghiêm ngặt của các tiêu chuẩn ETS [7].

6.2. ETS đóng vai trò chính trong chuyển đổi ngành năng lượng

Trong một hệ thống ETS khi các hạn mức phát thải được phân bổ dựa trên cường độ phát thải, như ở Trung Quốc, sự thay đổi của nhu cầu điện - cho dù do tăng trưởng GDP, chuyển dịch cơ cấu kinh tế hoặc các biện pháp hiệu quả năng lượng - đều có tác động hạn chế đến cường độ CO₂ của ngành điện. Các yếu tố chính ảnh hưởng đến cường độ CO₂ của ngành điện sẽ là sự cải thiện hiệu quả của các công nghệ sản xuất nhiên liệu hóa thạch khác nhau, chuyển đổi từ than sang khí và tăng tỷ lệ sản xuất các-bon thấp như

năng lượng tái tạo và hạt nhân, và của CCUS. Kể từ năm 2010, việc triển khai các nguồn các-bon thấp, đặc biệt là thủy điện, là yếu tố chính làm giảm cường độ CO₂ của nguồn điện. Tại Trung Quốc, tỷ trọng sản xuất các-bon thấp sẽ tăng lên do các chính sách hỗ trợ cho năng lượng tái tạo và hạt nhân, bao gồm cả các mục tiêu dựa trên sản lượng điện.

Với kế hoạch dự thảo phân bổ trợ cấp ETS, việc triển khai các công nghệ các-bon thấp diễn ra độc lập với ETS. Tuy nhiên, ETS đóng một vai trò quan trọng trong việc giảm cường độ các-bon và chuyển đổi ngành điện. Kết hợp với cải cách thị trường điện, ETS có thể tăng hiệu quả của các nhà máy than, giúp thu hẹp khoảng cách với các tiêu chuẩn khắt khe hơn, khuyến khích những thay đổi trong hoạt động từ các đơn vị kém hiệu quả hơn sang hiệu quả hơn. Điều này đòi hỏi phải thay đổi các quy tắc điều độ điện hiện hành. ETS có thể hỗ trợ việc chuyển đổi từ công nghệ than sang các-bon thấp, hỗ trợ trực tiếp sự chuyển dịch từ than sang các công nghệ các-bon thấp, đặc biệt là năng lượng gió

và mặt trời, hỗ trợ triển khai khí đốt và CCUS. Cần có những thay đổi trong thiết kế phân bổ hạn ngạch ETS, như có ít tiêu chuẩn hơn và cuối cùng có một tiêu chuẩn duy nhất bao gồm tất cả các công nghệ phát điện. ETS sau đó có thể trở thành động lực chính cho quá trình khử các-bon trong ngành điện [9].

7. Kết luận

Bài báo đã trình bày được cách tiếp cận dựa vào thị trường, bao gồm các cơ chế mua bán các-bon trong đó có cơ chế hạn ngạch và mua bán phát thải, cơ chế bù trừ các-bon, thuế các-bon. Bài học kinh nghiệm quốc tế về triển khai các cơ chế mua bán các-bon của một số quốc gia như Trung Quốc và kinh nghiệm về triển khai thuế các-bon, công cụ giao dịch các bon của các quốc gia như Mỹ và Thái Lan. Từ đó, vai trò quan trọng của số liệu đầy đủ và chính xác cho hệ thống ETS cũng được phân tích rõ ràng để Việt Nam rút ra được bài học kinh nghiệm thực tiễn trong triển khai đẩy mạnh cách tiếp cận dựa vào thị trường trong lĩnh vực quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với BĐKH.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Nguyễn Hoàng Nam và cs (2018), *"Cách tiếp cận thị trường trong quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu: Kinh nghiệm Hoa Kỳ"*, Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Nghiên cứu Chính sách và Quản lý, Tập 34, Số 4 (2018), tr. 43-50.

Tài liệu tiếng Anh

2. Bumpus, A. Murray, G. & Liverman, D. M., (2009), *"Accumulation by Decarbonization and the Governance of Carbon Offsets"*, *Economic Geography*, 84, 2: 127- 155.
3. Chavez, C. A., Villena, M. G., & Stranlund, J. K. (2009), *"The choice of policy instruments to control pollution under costly enforcement and incomplete information"*, *Journal of Applied Economics*, 12(2), 207-227.
4. Engel, S., Pagiola, S., & Wunder, S. (2008), *"Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues"*, *Ecological economics*, 65(4), 663-674.
5. Ellerman, A.D., Convery, F. J. & de Perthuis, C., (2010), *Pricing Carbon: The European Union Emissions Trading Scheme*. Cambridge University Press
6. Environmental Defense Fund (EDF), (2019), *2018 - 2019: the progress of China's carbon market*. Available at: <https://www.edf.org/sites/default/files/documents/The-Progress-of-Chinas-Carbon-Market-2018-2019.pdf>, last accessed 1 August 2020.
7. Hepburn, C. (2010), *"Environmental policy, government, and the market"*. *Oxford Review of Economic Policy*, 26(2), 117-136.
8. IEA, (2020), *China's Emissions Trading Scheme: Designing efficient allowance allocation*. Available at: https://webstore.iea.org/download/direct/3020?fileName=China_Emissions_Trading_Scheme.pdf, last accessed 1 August 2020.

9. Michaelowa, A., (2005), *Determination of baselines and additionality for the CDM: A crucial element of credibility of the climate regime*. In *Climate change and carbon markets: A handbook for emissions reduction mechanisms*, ed. F. Yamin, 305–20. London: Earthscan.
10. Partnership for Market Readiness (PMR), (2017), *Carbon Tax Guide: A Handbook for Policy Makers. Appendix: Carbon Tax Case Studies*. World Bank, Washington, DC. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO.
11. Richard, G.N., William, A.P., Daniel, R., (2012), "Carbon markets: past, present and future", *Resources for the Future Discussion Paper* No.12-51. Available at SSRN: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2188930.
12. Robert N. Stavins and Sheila Olmstead, (2006), "An International Policy Architecture for the Post-Kyoto Era", *American Economic Review* 96(2):35-38.
13. Smith, K., (2007), *The Carbon Neutral Myth Offset Indulgences for your Climate Sins*, Transnational Institute, Imprenta Hija de J. Prats Bernadás, The Netherlands.
14. Soroos, M. S., (2001), "Global Climate Change and the Futility of the Kyoto Process", *Global Environmental Politics*, 1: 1-9.
15. Schneider, L., (2007), *Is the CDM fulfilling its environmental and sustainable development objectives? An evaluation of the CDM and options for improvement*. Berlin: Oeko-Institut.
16. Sterner, T, Coria, J. (2012), *Policy instruments for environmental and natural resource management*. Second Edition. RFF Press.
17. World Bank, Ecofys and Vivid Economics, (2016), *State and Trends of Carbon Pricing*. 2016 (October), by World Bank, Washington, DC.
18. Zhang, B. (2013), "Market-based solutions: An appropriate approach to resolve environmental problems", *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 11(1), 87-91.

MARKET-BASED APPROACH IN RESPONSE TO CLIMATE CHANGE AND LESSONS LEARNT FOR VIET NAM

Tran Thuc⁽²⁾, Dang Quang Thinh⁽¹⁾, Nguyen The Chinh⁽¹⁾, Dao Minh Trang⁽¹⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾Viet Nam Association of Meteorology and Hydrology

Received: 17/1/2023; Accepted: 15/2/2023

Abstract: In the field of natural resource management, environmental protection and response to climate change, market-based approaches are considered alternatives to reduce the burden of state intervention, mobilizing other resources, while helping to improve efficiency. The promotion of market-based approaches is also a common trend in the world. There are two types of policy instruments for natural resource management and pollution control: Market-Based Approach (MBA) and Command and Control Approach (CCA). Policymakers can use CCA to establish specific standards for polluters or resource users, or use MBAs, which rely on market forces to encourage changes in behavior of producers and consumers, while delivering environmental improvements. The article will focus on analyzing the MBA, including carbon trading and carbon tax mechanisms, and at the same time giving lessons from international experiences on implementing trading mechanisms, and carbon tax, thereby drawing lessons for Vietnam.

Keywords: Climate change, environmental protection, market-based, carbon.

LƯỢNG GIÁ KINH TẾ GIÁ TRỊ DU LỊCH TỪ CÁC HỆ SINH THÁI BIỂN ĐẢO PHÚ QUỐC

Đào Hương Giang
Trường Đại học Kinh tế quốc dân

Ngày nhận bài: 11/1/2023; ngày chuyển phản biện: 12/1/2023; ngày chấp nhận đăng: 6/2/2023

Tóm tắt: Phú Quốc là một đảo lớn nằm ở biển Tây Nam Bộ, có vị trí đặc biệt quan trọng về kinh tế, chính trị, quốc phòng và an ninh. Với ưu đãi về điều kiện khí hậu ôn hòa, địa hình đa dạng, tài nguyên sinh vật phong phú đã tạo điều kiện cho du lịch thành một trong những định hướng phát triển chính của Phú Quốc. Nghiên cứu đã ước tính giá trị kinh tế từ hoạt động du lịch tại Phú Quốc để thấy tiềm năng du lịch sinh thái của địa phương. Trong nghiên cứu này, các tác giả đã sử dụng phương pháp chi phí du lịch theo vùng với số liệu thu thập từ Ủy ban Nhân dân huyện Phú Quốc và 400 mẫu phỏng vấn được thực hiện theo phương pháp ngẫu nhiên. Kết quả tính toán đã lượng giá được giá trị du lịch sinh thái đạt 5.707.853 triệu đồng; giá trị thặng dư của du khách từ hoạt động tham quan du lịch và giải trí đạt 988.900 triệu đồng/năm; các đơn vị cung cấp dịch vụ du lịch và giải trí cho du khách được hưởng giá trị từ nguồn chi tiêu của khách là 4.718.953 triệu/năm. Nhìn chung, Phú Quốc có thể cung cấp giá trị phúc lợi du lịch tiềm năng nếu phát triển tốt cơ sở hạ tầng, đa dạng hóa các hoạt động giải trí và bảo vệ môi trường sinh thái bền vững. Kết quả nghiên cứu này có thể giúp các nhà chính sách quản lý, quy hoạch, và xây dựng định hướng và đề xuất các giải pháp phát triển bền vững du lịch sinh thái trên đảo Phú Quốc.

Từ khóa: Lượng giá, phương pháp chi phí du lịch, du lịch sinh thái, hệ sinh thái, Phú Quốc.

1. Đặt vấn đề

Phú Quốc nằm ở phía Tây - Nam nước ta, tiếp giáp với Campuchia, Thái Lan và Malaysia, có tổng diện tích 589 km², bao gồm 40 hòn đảo, trong đó có 01 đảo chính và các quần đảo. Đảo chính Phú Quốc có diện tích tự nhiên là 567,88 km² với đường bờ biển dài khoảng 150 km. Với khí hậu ôn hòa của miền nhiệt đới quanh năm nóng ẩm, làn nước trong xanh của biển khơi, hệ sinh thái (HST) đa dạng, Phú Quốc đang là một điểm đến thu hút sự chú ý của khách du lịch trong và ngoài nước, đồng thời cũng thu hút nguồn lực đầu tư lớn trong và ngoài nước cho phát triển kinh tế du lịch. Giá trị du lịch vùng biển đảo Phú Quốc được tạo nên từ các dịch vụ của các HST bao gồm rừng trên đảo, rừng ngập mặn, san hô, cỏ biển...

Tuy nhiên, vùng biển đảo Phú Quốc cũng là khu vực tiềm ẩn nhiều tai biến thiên nhiên như

biến đổi khí hậu (BĐKH) gây bão, lụt, nước biển dâng, xâm nhập mặn; động đất, động đất - sóng thần, bồi tụ - xói lở, ... Những diễn biến phức tạp của BĐKH không chỉ gây ra những dị thường về thời tiết, tác động đến nhiều mặt của đời sống con người, mà còn tác động tiêu cực đến các HST trên đảo và vùng biển ven đảo. Ngoài ra, các tác động của con người như việc xây dựng thiếu quy hoạch, ô nhiễm môi trường, nhận thức về giá trị du lịch của một số bộ phận dân cư còn hạn chế, ... cũng gây ảnh hưởng đến các HST, từ đó làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự phát triển du lịch tại Phú Quốc. Vì vậy, nghiên cứu việc lượng giá giá trị du lịch của các HST tại Phú Quốc là vô cùng quan trọng, có ý nghĩa về mặt lý luận và thực tiễn.

Vấn đề lượng giá giá trị du lịch các HST đã và đang được các nhà khoa học trong và ngoài nước quan tâm nghiên cứu, trong đó, đáng chú ý nhất là các công trình nghiên cứu của Cesar, H.J.S. & Van Beukering, P.J.H [8]; Andersson, J.E.C. [6]; Nguyễn Ngọc Thanh [4]; Phạm Khánh Nam [3], Nguyễn Thế Chinh, Đinh Đức Trường

Liên hệ tác giả: Đào Hương Giang

Email: huonggiangclimatechange@gmail.com

[1], Trần Đình Lân [2]. Kết quả nghiên cứu của các công trình nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp chi phí du lịch với mục tiêu chung là xác định giá trị kinh tế của các yếu tố về môi trường, hệ sinh thái. Bằng việc xây dựng hàm cầu các nghiên cứu đã tính được giá trị du lịch của địa phương được đề cập, qua đó cũng tính toán được thặng dư tiêu dùng của du khách khi tham gia hoạt động du lịch của địa phương.

Mục tiêu của bài báo này là ước tính được giá trị kinh tế từ hoạt động du lịch sinh thái tại Phú Quốc, góp phần làm rõ tiềm năng du lịch sinh thái tại đây, giúp các nhà quản lý nhận biết được giá trị du lịch sinh thái tại khu vực này và mức cầu du lịch của du khách, từ đó xây dựng thị trường du lịch và khai thác giá trị du lịch phù hợp với tiềm năng.

2. Cơ sở lý thuyết

Giá trị du lịch là một phần trong tổng giá trị kinh tế (Total Economic Value - TEV). Tổng giá trị kinh tế của HST bao gồm giá trị sử dụng (UV) và phi sử dụng (NUV).

$$TEV = (UV + NUV) = [(DUV + IUV + OV) + (EV + BV)]$$

+ Giá trị sử dụng trực tiếp (Use value): Bao gồm những hàng hóa và dịch vụ trực tiếp do HST cung cấp và có thể tiêu dùng một cách trực tiếp như tôm, cá, củi, gỗ, thủy hải sản, du lịch giải trí, thuốc chữa bệnh, ...

+ Giá trị sử dụng gián tiếp (Non-use value): Là những giá trị, lợi ích từ các dịch vụ điều tiết của HST như tuần hoàn dinh dưỡng, hấp thụ CO₂, điều hòa khí hậu, phòng chống bão lũ và giảm nhẹ thiên tai, lọc và điều tiết nước, ...

+ Giá trị lựa chọn (Option value): Bản chất của nó chính là các giá trị sử dụng trực tiếp hoặc sử dụng gián tiếp của tài nguyên môi trường HST. Những giá trị này mặc dù có thể sử dụng ở hiện tại nhưng chưa được sử dụng vì một lý do nào đó mà để lại cho tiêu dùng ở tương lai như giá trị cảnh quan, nguồn gen, ...

+ Giá trị tồn tại (Existence value) là những giá trị nằm trong nhận thức, cảm nhận và sự thỏa mãn của các cá nhân khi biết các thuộc tính của tài nguyên, môi trường đang tồn tại ở một trạng

thái nào đó. Giá trị này được đo bằng sự sẵn sàng chi trả của cá nhân để có được trạng thái đó.

+ Giá trị lưu truyền (Bequest value) là những giá trị trực tiếp hoặc gián tiếp mà các thế hệ mai sau có cơ hội được sử dụng. Giá trị này cũng thường được đo bằng sự sẵn sàng chi trả của cá nhân để bảo tồn tài nguyên, môi trường cho các thế hệ mai sau.

Để tính giá trị du lịch của HST, các nhà khoa học có thể sử dụng phương pháp chi phí du lịch (Travel Cost Method - TCM). Phương pháp TCM là một trong các kỹ thuật lượng giá những giá trị phi thị trường đã được sử dụng từ năm 1974 do Hotelling đề xuất nhằm đánh giá giá trị của các Vườn quốc gia Mỹ [5]. Sau đó, phương pháp này được sử dụng rất phổ biến trong các nghiên cứu lượng giá giá trị của các loại hình giải trí ngoài trời như câu cá, săn bắn, du thuyền và ngắm cảnh, ... hoặc đánh giá những thiệt hại ô nhiễm bằng việc quan sát sự thay đổi số lượng du khách đến một địa điểm giải trí nào đó. Hiện nay, phương pháp chi phí du lịch có thể sử dụng để đánh giá giá trị của các nguồn lực tự nhiên (rừng, vườn quốc gia, bãi biển, công viên, ...) sử dụng cho mục đích giải trí, hoặc đánh giá thiệt hại ô nhiễm môi trường thông qua việc quan sát sự thay đổi lượng khách du lịch đến với địa điểm giải trí. Có 2 cách tiếp cận chi phí du lịch là chi phí du lịch cá nhân và chi phí du lịch theo vùng.

- Phương pháp chi phí du lịch cá nhân (ITCM: Individual Travel Cost Method): Xác định mối quan hệ giữa số lần đến điểm du lịch hàng năm của một cá nhân với chi phí du lịch mà cá nhân đó phải bỏ ra.

$$Vi = f(TCi, Si)$$

Trong đó:

Vi: Số lần đến điểm du lịch của cá nhân i trong một năm;

TCi: Chi phí du lịch của cá nhân i;

Si: Các nhân tố khác có ảnh hưởng đến cầu du lịch của cá nhân, ví dụ: Thu nhập, chi phí thay thế, độ tuổi, giới tính, tình trạng hôn nhân, trình độ học vấn...

Đơn vị quan sát của ITCM là các cá nhân đến thăm điểm du lịch, giá trị giải trí của mỗi cá nhân

là diện tích phía dưới đường cầu của họ. Vì vậy, tổng giá trị kinh tế của khách du lịch sẽ được tính bằng cách tổng hợp các đường cầu cá nhân. Do vậy, phương pháp ITCM chỉ được sử dụng khi nguồn lực nghiên cứu dồi dào, đồng thời phù hợp với các điểm du lịch mà các du khách tới tham quan nhiều lần trong năm (công viên, vườn bách thú...).

- Phương pháp chi phí du lịch theo vùng (ZTCM: Zonal Travel Cost Method): Xác định mối quan hệ giữa tỷ lệ tham quan của vùng xuất phát tới vị trí cần nghiên cứu với tổng chi phí của vùng xuất phát.

$$V_i = V(TC_i, POP_i, S_i)$$

Trong đó:

V_i : Số lần tới thăm từ vùng i tới điểm du lịch;

TC_i : Chi phí du lịch theo vùng;

POP_i : Dân số của vùng i ;

S_i : Là các biến kinh tế - xã hội như thu nhập bình quân đầu người của mỗi vùng trong tháng hoặc trong năm.

Thông thường các biến phụ thuộc được biểu diễn dưới dạng:

$$VR_i = V/POP_i \text{ hay tỷ lệ số lần thăm quan /1.000 dân}$$

Áp dụng ZTCM thì diện tích xung quanh điểm du lịch sẽ được chia thành các vùng với khoảng cách khác nhau tới điểm du lịch. Vì vậy, đơn vị quan sát của nó là các vùng. Những hạn chế của ITCM sẽ được khắc phục trong ZTCM. Phương pháp này sử dụng tỷ lệ số lần viếng thăm của mỗi vùng tới điểm du lịch (VR) là hàm của chi phí du lịch, do đó, số lần một cá nhân đến điểm du lịch không ảnh hưởng đến hàm [5].

3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp ZTCM để đảm bảo độ chính xác khi tính toán chi phí du lịch, vì tổng chi phí của du khách phụ thuộc lớn vào chi phí đi lại có liên quan tới khoảng cách theo vùng. Phương pháp ZTCM ước tính giá trị du lịch của Phú Quốc thông qua lợi ích du lịch mà du khách sẵn sàng chi trả để có được. Mức sẵn sàng chi trả bao gồm: Chi phí du lịch, chi phí

đi lại và chi phí cơ hội của thời gian (tổn thất thu nhập trong khoảng thời gian đi du lịch) được ước tính theo tỷ lệ lương mất đi trong thời gian đi du lịch đó và tổng số lượt tham quan trong năm.

3.1. Thu thập số liệu

Để phục vụ tính toán, cần thu thập các số liệu về kinh tế - xã hội (như diện tích, dân số, môi trường, tổng lượng khách...) và giá trị du lịch. Các số liệu về kinh tế - xã hội Phú Quốc được thu thập tại Ủy ban nhân dân huyện Phú Quốc. Các số liệu về giá trị du lịch được điều tra theo mẫu bảng hỏi du khách.

Mẫu điều tra bằng bảng hỏi du khách gồm các thông tin: Nhân khẩu học (tên, giới tính, độ tuổi, thu nhập, trình độ học vấn); hoạt động trong chuyến du lịch (hình thức di chuyển, mục đích chuyến đi, các hoạt động tại điểm tham quan); chi phí di chuyển tới Phú Quốc; chi phí du lịch tại chỗ của du khách (thuê phòng nghỉ, ăn uống, di chuyển trong khu quần đảo, mua sắm vui chơi trên đảo, thuê hướng dẫn viên); thu nhập của du khách nếu đi làm; và các câu hỏi mở phản ánh đánh giá của du khách về an ninh trật tự, cảnh quan thiên nhiên, môi trường khí hậu, sự đón tiếp của người dân địa phương, chất lượng phục vụ, cơ sở hạ tầng, ẩm thực địa phương, chất lượng vui chơi giải trí, giá cả, và ý định quay trở lại điểm đến.

3.2. Mẫu điều tra

Quy mô mẫu cho điều tra giá trị du lịch tại Phú Quốc được tính theo công thức:

$$n = \frac{N}{1 + N * e^2}$$

Trong đó:

n : Quy mô mẫu cần khảo sát;

N : Quy mô mẫu tổng thể;

e : Mức sai số chấp nhận (5%).

Theo số liệu của Cục thống kê huyện Phú Quốc, số lượt thu hút khách du lịch năm 2018 khoảng 4 triệu lượt. Do vậy, quy mô mẫu tối thiểu để điều tra giá trị du lịch Phú Quốc là 400 phiếu điều tra cho khách du lịch. Cơ cấu khách du lịch đến Phú Quốc bao gồm 13% khách quốc tế và 87% khách nội địa. Vì thế, nghiên cứu

sẽ phân bổ phiếu điều tra khách quốc tế là 52 phiếu và khách nội địa là 348 phiếu nhằm đảm bảo độ tin cậy của mẫu nghiên cứu.

3.3. Mô hình tính toán

Theo kết quả khảo sát bảng hỏi, chi phí của du khách phụ thuộc lớn vào chi phí đi lại nên du khách được phân nhóm theo vùng xuất phát để đảm bảo độ chính xác khi ước tính cầu du lịch và chi phí du lịch. Phân vùng du khách (Vùng 1, 2, 3, 4) được thực hiện dựa vào khoảng cách từ điểm xuất phát đến đảo Phú Quốc (Bảng 1).

Số lần du lịch chia theo vùng xuất phát (V_i) được ước lượng bằng cách lấy tổng lượt khách du lịch tới đảo Phú Quốc trong năm (V) nhân với tỷ lệ du khách của vùng ($V_{mẫu}^i / V_{mẫu}$) được điều tra từ mẫu. Trong đó, $V = 3.505$ nghìn lượt/năm với khách nội địa và 536.458 lượt khách quốc tế (theo UBND huyện Phú Quốc) và tỷ lệ du khách nội địa của vùng 1, 2, 3, 4 lần lượt là 34,20%; 28,16%; 24,71%; 12,93% (Theo kết quả điều tra mẫu của nhóm tác giả) và tỷ lệ du khách quốc tế của vùng 1, 2, 3 lần lượt là 67,31%; 19,23%; 13,46%. Sau đó tỷ lệ tham quan trên 1.000 dân (VR_i) được tính bằng số lần du lịch của vùng (V_i) chia cho dân số vùng (POP_i): $VR_i = V_i / POP_i$.

Tiếp theo, tổng chi phí du lịch theo vùng xuất phát (TC_i) được ước lượng từ tổng cộng các chi phí, gồm:

(1) *Chi phí du lịch*: Tổng tiền phòng khách sạn, ăn uống, vé tham quan, phí hoạt động vui chơi giải trí, thuê hướng dẫn viên, tiền đi lại tại các điểm tham quan và mua sắm.

(2) *Chi phí cơ hội của thời gian*: Tổn thất thu nhập trong khoảng thời gian đi du lịch, được ước tính theo tỷ lệ lương mất đi trong thời gian du lịch đó (Cesario & Knetsch, 1976). Việc xác định tỷ lệ lương (thu nhập) mất đi không có sự thống nhất và thường tùy thuộc vào từng trường hợp cụ thể (Hynes và cộng sự, 2004). Ward và Beal (2000) sử dụng 0% lương với lý do người đi du lịch thường chọn ngày nghỉ để đi và vì thế họ không bị mất thu nhập lương cho ngày nghỉ đó.

Trái lại, nhiều nghiên cứu khác như: Bin và cộng sự (2005), Coupal và cộng sự (2001), Englin và Cameron (1996), Hagerty và Moeltner (2005), Hellerstein và Mendelsohn (1993) sử dụng tỷ lệ là 33% lương. Parsons và Massey (2003) tìm thấy ngưỡng chi phí cơ hội của thời gian do đi du lịch sinh thái trong các nghiên cứu trước thường rơi vào khoảng 25 - 100% mức lương. Trong nghiên cứu này, chi phí cơ hội của thời gian bằng 30% lương vì kết quả điều tra cho thấy du khách chủ yếu đi du lịch vào ngày nghỉ hoặc do cơ quan tổ chức. Cụ thể, chi phí cơ hội của thời gian được tính toán bằng số ngày du lịch nhân với 30% tiền lương một ngày của du khách.

(3) *Chi phí đi lại*: Toàn bộ chi phí khứ hồi từ điểm xuất phát đến điểm đến của du khách (chi phí sử dụng phương tiện như: Xăng, vé máy bay và phí trên đường như: Tiền phà, cáp treo, lệ phí đường bộ). Với các du khách thăm nhiều điểm trên tuyến thì nhóm tác giả tính chi phí đi lại bằng tổng chi phí di chuyển từ điểm xuất phát tới điểm dừng gần Phú Quốc nhất. Phương pháp này đã được một số nghiên cứu trước áp dụng thành công như nghiên cứu của Smith (1971).

Bộ số liệu VR_i và TC_i sau đó được dùng để tìm đường cầu du lịch với giả định hàm cầu có dạng hàm (1) và được mô tả ở Hình 1.

$$VR_i = \alpha + \beta.TC_i + e \quad (1)$$

Trong đó:

i : Vùng thứ i ;

VR_i : Tỷ lệ khách du lịch ở vùng xuất phát i ;

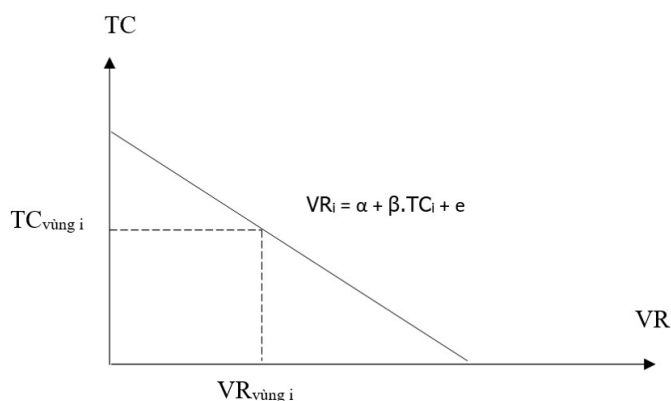
TC_i : Tổng chi phí du lịch của khách ở vùng xuất phát i ;

Hệ số β phản ánh mức độ ảnh hưởng của chi phí đến tỷ lệ tham quan;

e : Sai số ngẫu nhiên của hàm;

Hệ số α phản ánh các nhân tố khác ngoài chi phí ảnh hưởng đến tỷ lệ tham quan;

Hệ số α và β được ước lượng bằng phương pháp OLS dưới sự hỗ trợ của phần mềm Eview.



Hình 1. Đường cầu du lịch

Diện tích nằm phía dưới đường cầu chính là giá trị du lịch (GTDL) của Phú Quốc mang lại cho xã hội. Đồ thị Hình 1 cũng thể hiện phần thặng dư của du khách (CS) khi du lịch tham quan Phú Quốc với một chi phí TC_i . Phần thặng dư ấy chính là diện tích tam giác được tạo thành bởi đường cầu và đường chi phí. Dựa vào chi phí du lịch trung bình TC_i và tỷ lệ viếng thăm VR_i của mỗi vùng, ta tính được giá trị thặng dư cho mỗi vùng.

Chi tiêu du lịch của du khách chính là phần

chênh lệch giữa giá trị du lịch và giá trị thặng dư du lịch. Đây chính là phần giá trị mà các nhà cung cấp dịch vụ du lịch được hưởng.

4. Kết quả nghiên cứu

Số liệu điều tra bằng bảng hỏi cho phép tính toán tỷ lệ tham quan trên 1.000 dân và chi phí du lịch theo vùng xuất phát, kết quả tóm tắt trong Bảng 1, 2.

• Khách nội địa

Bảng 1. Tỷ lệ tham quan trên 1.000 dân và chi phí du lịch theo vùng xuất phát của khách nội địa

Vùng xuất phát	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Vùng 4
Khoảng cách trung bình tới Phú Quốc (Km)	284	438	2.015	1.020
Tỉnh Thành Phố	Kiên Giang & các tỉnh Đồng Bằng Sông Cửu Long	TPHCM và các tỉnh Đông Nam Bộ	Đồng bằng sông Hồng và các tỉnh lân cận Hà Nội (Thái Nguyên, Bắc Giang, Phú Thọ)	Các tỉnh Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung và Tây Nguyên
Số lần du lịch trong năm (Vi)	1.198	987	866	453
Dân số POPi (nghìn người)	10.667	9.352	14.729	15.556
Tỷ lệ tham quan/1.000 dân (VR_i)	112,35	105,53	58,80	29,13
Thời gian lưu trú trung bình (ngày)	3,50	3,75	3,82	4,22
Chi phí đi lại trung bình (đồng)	1.346.875	1.760.000	4.255.556	3.411.765
Chi phí du lịch khác trung bình (đồng)	4.056.457	5.015.095	5.064.941	6.392.222
Chi phí cơ hội thời gian trung bình (đồng)	1.430.472	1.805.492	2.057.978	2.592.768
Chi phí du lịch trung bình theo vùng (TC_i) (đồng)	6.830.000	8.580.000	10.530.000	13.240.000

Nguồn: Theo niên giám thống kê các tỉnh (2016) và tác giả xử lý từ số liệu điều tra

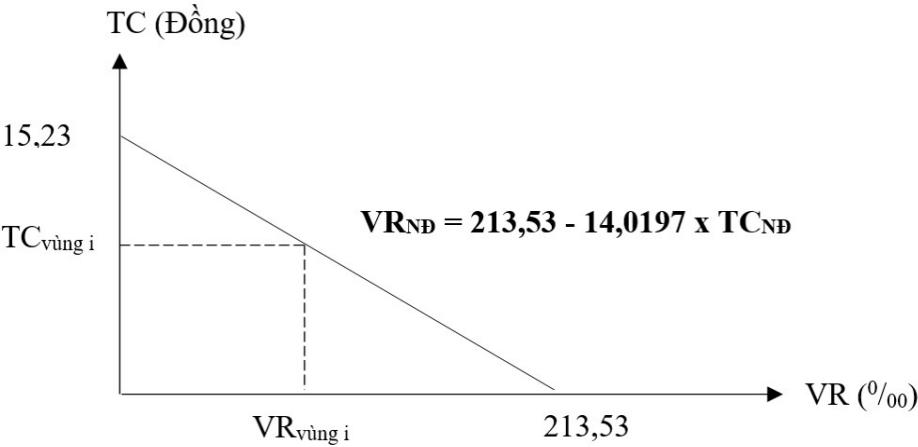
Từ Bảng 1 dễ dàng nhận thấy, Kiên Giang và các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long có tỷ lệ tham quan du lịch trên 1.000 dân trong năm nhiều nhất với 112,35 lần. Tiếp đến là TP Hồ Chí Minh và các tỉnh Đông Nam Bộ với 105,53 lần/1.000 dân. Đây là 2 khu vực có khoảng cách vị trí địa lý gần hơn so với 2 khu vực còn lại. Đứng ở vị trí thứ 3 là Đồng bằng sông Hồng và các tỉnh lân cận Hà Nội với 58,80 lần/1.000 dân. Mặc dù khoảng cách khu vực các tỉnh Bắc Trung Bộ & duyên hải miền Trung và Tây Nguyên đến Phú Quốc gần hơn các tỉnh Đồng bằng sông Hồng và các tỉnh lân cận Hà Nội nhưng lại có số lần tham quan trên 1.000 dân trong năm thấp nhất với 29,13 lần.

Từ các kết quả nghiên cứu về chi phí và tỷ lệ du lịch, mối quan hệ giữa tỷ lệ du lịch theo vùng và chi phí du lịch của vùng tương ứng được thiết lập. Đây là cơ sở để xây dựng đường cầu

du lịch. Từ số liệu tổng hợp trên, nghiên cứu tiến hành ước lượng hàm số thể hiện mối quan hệ giữa tỷ lệ du lịch và chi phí du lịch cho từng vùng. Theo đó, tỷ lệ du lịch (VR) là biến độc lập và chi phí du lịch trung bình (TC) là biến phụ thuộc. Phương pháp hồi quy áp dụng là phương pháp bình phương nhỏ nhất. Nghiên cứu này sử dụng hàm cầu du lịch dạng tuyến tính cho kết quả như sau:

$$VR_{ND} = 213,5303383 - 14,01968942 \times TC_{ND} \text{ với } R^2 = 0,9473$$

Hệ số $R^2 = 0,9473$ tức là có 94,73% sự thay đổi của biến phụ thuộc được giải thích bởi biến độc lập trong mô hình. Từ phương trình trên, đồ thị thể hiện đường cầu du lịch Phú Quốc của khách du lịch trong nước được xây dựng như Hình 2.



Hình 2. Đường cầu du lịch khách nội địa Phú Quốc

Diện tích nằm phía dưới đường cầu chính là giá trị du lịch (GTDL) của Phú Quốc mang lại cho xã hội. Đồ thị Hình 2 cũng thể hiện phần thặng dư của du khách (CS) khi du lịch tham quan Phú Quốc với một chi phí TCi. Phần thặng dư ấy chính là diện tích tam giác được tạo thành bởi đường cầu và đường chi phí. Dựa vào chi phí du lịch

trung bình TCi và tỷ lệ viếng thăm VRi của mỗi vùng, ta tính được giá trị thặng dư cho mỗi vùng.

Bảng 2 dưới đây trình bày tổng các giá trị ước tính gồm các thành phần: Giá trị du lịch (GTDL), thặng dư, chi tiêu của du khách nội địa từ mỗi vùng. Tổng giá trị du lịch bằng tổng thặng dư cộng tổng chi tiêu:

Bảng 2. Giá trị du lịch Phú Quốc của khách nội địa mỗi vùng

Vùng	Khu vực	Vi (nghìn lượt)	Giá trị du lịch (triệu đồng)	Thặng dư du khách (triệu đồng)	Chỉ tiêu DL (triệu đồng)
1	Kiên Giang và các tỉnh Đồng bằng Sông Cửu Long	1.198	1.948.722	592.311	1.356.411
2	TPHCM và các tỉnh Đông Nam Bộ	987	1.604.830	305.950	1.298.880
3	Đồng bằng sông Hồng và các tỉnh lân cận Hà Nội (Thái Nguyên, Bắc Giang, Phú Thọ)	866	1.408.320	81.163	1.327.157
4	Các tỉnh Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung và Tây Nguyên	453	736.912	7.329	729.583
	Tổng (triệu đồng)		5.698.784	986.753	4.712.031
	Tổng (tỷ đồng)		5.699	987	4.712

Nguồn: Kết quả tính toán của tác giả

Kết quả Bảng 2 cho thấy, chỉ tính riêng với đối tượng là khách nội địa, giá trị du lịch của Phú Quốc mang lại cho toàn xã hội và nền kinh tế quy đổi dưới dạng tiền tệ là khoảng 5.699 tỷ đồng/năm. Giá trị này được phân phối, trước hết cho du khách nội địa khi du lịch Phú Quốc, những người đạt được lợi ích bằng cách thực

hiện các hoạt động vui chơi, giải trí, tham quan, du lịch dưới hình thức thặng dư du khách và cho các công ty cung cấp dịch vụ du lịch dưới hình thức chi tiêu. Thặng dư của du khách có được từ việc tham quan, du lịch Phú Quốc là 987 tỷ đồng/năm.

• Khách quốc tế

Bảng 3. Tỷ lệ tham quan trên 1.000 dân và chi phí du lịch theo vùng xuất phát của khách quốc tế

Vùng xuất phát	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3
Tỉnh Thành Phố	Đông Bắc Á (Trung Quốc, Nga, Hàn Quốc, Nhật Bản)	Tây Âu, Bắc Âu và Bắc Mỹ (Anh, Pháp, Đức, Thụy Điển, Hoa Kỳ và Canada....)	Asean (Thái Lan, Malaysia, Singapore...) và Châu Đại Dương (Úc, New Zealand)
Số lần du lịch trong năm (Vi)	361.078	103.165	72.216
Dân số POPI (nghìn người)	1.416.035	513.971	415.781
Tỷ lệ tham quan/1.000 dân (VRi)	0,25	0,20	0,17
Thời gian lưu trú trung bình (ngày)	5,65	4,83	4,75
Chi phí đi lại trung bình (USD)	443,31	463,22	373,34
Chi phí du lịch khác trung bình (USD)	494,53	532,82	677,42
Chi phí cơ hội thời gian trung bình (USD)	527,44	847,6	853,84
Chi phí du lịch trung bình theo vùng (TCi) (đồng)	34.060.000	42.860.000	44.280.000

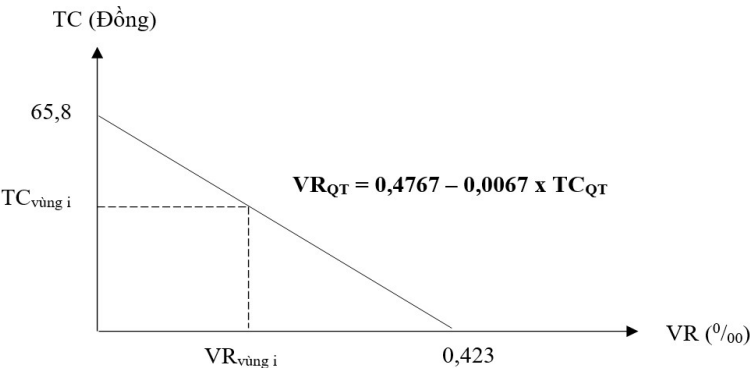
Nguồn: <https://danso.org> và tác giả xử lý từ số liệu điều tra

Với cách ước lượng hồi quy hàm cầu du lịch quốc tế tương tự như ở khách nội địa ta có kết quả như sau:

$$VR_{QT} = 0,4767193658 - 0,006721797585 \times TC$$

với $R^2 = 0,9399$

Hệ số $R^2 = 0,9399$ tức là có 93,99% sự thay đổi của biến phụ thuộc được giải thích bởi biến độc lập trong mô hình. Từ phương trình trên, đồ thị thể hiện đường cầu du lịch Phú Quốc của khách du lịch quốc tế được xây dựng như Hình 3.



Hình 3. Đường cầu du lịch khách quốc tế Phú Quốc

Tổng các giá trị ước tính gồm các thành phần: Giá trị du lịch (GTDL), thặng dư, chi tiêu của du khách quốc tế từ mỗi vùng cũng

sẽ được tính tương tự khách nội địa. Kết quả tính toán được thể hiện trong Bảng 4 dưới đây.

Bảng 4. Giá trị du lịch và giá trị thặng dư của khách quốc tế ở mỗi vùng

Vùng	Khu vực	Vi (nghìn lượt)	Giá trị DL (tr. đồng)	Thặng dư du khách (tr. đồng)	Chi tiêu DL (tr. đồng)
1	Đông Bắc Á (Trung Quốc, Nga, Hàn Quốc)	361	6.104	1.699	4.405
2	Tây Âu, Bắc Âu và Bắc Mỹ (Anh, Pháp, Đức, Thụy Điển, Hoa Kỳ và Canada....)	103	1.744	275	1.469
3	Asean (Thái Lan, Malaysia, Singapore...) và Châu đại dương (Úc, ...)	72	1.221	172	1.049
Tổng giá trị du lịch (triệu đồng)			9.069	2.147	6.922

Nguồn: Kết quả tính toán của tác giả

Khách du lịch quốc tế khu vực Đông Bắc Á đóng góp vào giá trị du lịch Phú Quốc nhiều nhất với 6.104 triệu đồng/năm. Asean và Châu Đại Dương có mức đóng góp thấp nhất khoảng

1.221 triệu đồng/năm. Do dân số khu vực Đông Bắc Á lớn nhất trên thế giới và du khách từ khu vực này chiếm phần lớn trong cơ cấu khách du lịch nên kết quả này hoàn toàn dễ hiểu.

Bảng 5. Tổng giá trị du lịch tại Phú Quốc

Đơn vị: Triệu đồng

	Giá trị du lịch	Thặng dư du lịch	Chi tiêu du lịch
Khách nội địa	5.698.784	986.753	4.712.031
Khách quốc tế	9.069	2.147	6.922
Tổng	5.707.853	988.900	4.718.953

Nguồn: Tính toán của tác giả

Kết quả Bảng 5 cho thấy giá trị du lịch ròng tiềm năng tại Phú Quốc đạt 5.707.853 triệu đồng. Trong đó, giá trị thặng dư của du khách từ hoạt động tham quan du lịch và giải trí có thể đạt 988.900 triệu đồng/năm và các đơn vị cung cấp dịch vụ du lịch và giải trí cho du khách được hưởng giá trị từ nguồn chi tiêu của du khách là 4.718.953 triệu đồng/năm. Đây là số tiền tiềm năng tương đối lớn so với giá trị du lịch tại một số khu vực khác như giá trị du lịch tại đảo Bạch Long Vĩ ước tính là 5,4 tỷ đồng/năm, giá trị du lịch tại Khu bảo tồn Hòn Mun là 17,9 triệu USD/năm. Nếu Phú Quốc phát triển cơ sở hạ tầng, kinh tế nhưng vẫn bảo vệ môi trường, cảnh quan hệ sinh thái thì khả năng thu hút thêm nguồn khách du lịch ở các vùng lân cận và hưởng lợi từ dịch vụ du lịch lớn hơn gấp nhiều lần.

Ý định quay lại điểm đến Phú Quốc sẽ phụ thuộc vào cảm nhận về chuyến đi của du khách được thể hiện trong nhiều khía cạnh. Các khía cạnh, yếu tố cảm nhận chính của du khách trong chuyến du lịch bao gồm: (1) Điều kiện an ninh, an toàn; (2) Cảnh quan sinh thái; (3) Môi trường và khí hậu; (4) Văn hóa, xã hội; (5) Mức độ đáp ứng cơ sở hạ tầng, ẩm thực và lưu trú; (6) Các hoạt động vui chơi, giải trí, mua sắm; (7) Giá cả sản phẩm và dịch vụ. Yếu tố cảnh quan sinh thái là một trong những yếu tố chính tác động đến hành vi quay trở lại du lịch của du khách. Mặt khác, nó phụ thuộc nhiều vào các yếu tố tự nhiên, trong đó ĐDKH có sự ảnh hưởng không nhỏ đến hiện trạng và sự tồn vong của các hệ sinh thái tự nhiên bên cạnh các yếu tố nhân sinh.

Bảng 6. Xếp hạng mức độ quan trọng các tiêu chí ảnh hưởng đến lựa chọn điểm đến của du khách

Tiêu chí	Xếp hạng mức độ quan trọng
Điều kiện an ninh, an toàn	1
Cảnh quan sinh thái đẹp, hấp dẫn	2
Môi trường, khí hậu tốt	6
Văn hóa xã hội ấn tượng	7
Cơ sở hạ tầng, lưu trú và ẩm thực đáp ứng tốt nhu cầu của du khách	5
Đa dạng các hoạt động vui chơi giải trí, mua sắm	4
Giá cả các dịch vụ, sản phẩm hợp lý	3

Nguồn: Theo tác giả xử lý số liệu điều tra

Từ kết quả điều tra trên, càng khẳng định thêm rằng cảnh quan sinh thái (tài nguyên HST) mà thiên nhiên ban tặng có vai trò quan trọng trong thu hút khách du lịch. Với Phú Quốc thì phát triển du lịch dựa vào tài nguyên HST là rất lớn, điển hình như rừng kín thường xanh, rừng tràm, rừng ngập mặn (Vườn quốc gia Phú Quốc); san hô, cỏ biển (Khu bảo tồn biển Phú Quốc). Đây là những tài nguyên quý giá cần được khai thác và bảo vệ hợp lý để ngành du lịch phát triển bền vững.

5. Kết luận

Sử dụng phương pháp chi phí du lịch, bài báo này xác định được đường cầu du lịch của Phú Quốc cho khách nội địa và khách quốc tế, từ đó tính toán được giá trị của du lịch sinh thái Phú Quốc đạt 5.707.853 triệu đồng; giá trị thặng dư

của du khách từ hoạt động tham quan du lịch và giải trí và giải trí tại khu vực Phú Quốc đạt 988.900 triệu đồng/năm; các đơn vị cung cấp dịch vụ du lịch và giải trí cho du khách được hưởng giá trị từ nguồn chi tiêu của khách là 4.718.953 triệu đồng/năm. Đây là một số liệu tương đối lớn, thậm chí lớn gấp nhiều lần so với chi phí du lịch tại đảo Bạch Long Vĩ do Trần Đình Lân lượng giá là 5,4 tỷ/năm, cho thấy Phú Quốc có tiềm năng phát triển giá trị du lịch vùng đảo cao, đặc biệt là du lịch sinh thái, nghỉ dưỡng, du lịch cộng đồng. Việc khai thác hiệu quả tiềm năng của du lịch sinh thái biển đảo Phú Quốc phụ thuộc vào khả năng hấp dẫn du khách nhờ việc xây dựng cơ sở hạ tầng, đa dạng các hoạt động giải trí nhưng vẫn bảo vệ môi trường, giữ được cảnh quan các hệ sinh thái.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Nguyễn Thế Chinh, Đinh Đức Trường (2011), *Lượng giá tổn thất các hệ sinh thái biển tiêu biểu (hệ sinh thái rạn san hô, cỏ biển và rừng ngập mặn) do các tác động tự nhiên và nhân sinh*, Sản phẩm số 4, Dự án thành phần 4, Đề án 47 Chính Phủ, Tổng cục Môi trường, Hà Nội.
2. Trần Đình Lân (2015), *"Lượng giá kinh tế các hệ sinh thái biển - đảo tiêu biểu phục vụ phát triển bền vững một số đảo tiền tiêu ở vùng biển ven bờ Việt Nam"*, Đề tài khoa học công nghệ cấp nhà nước mã số KC09.08/11-15, Viện Tài nguyên và Môi trường Biển, Hải Phòng.
3. Phạm Khánh Nam (2001), *Đánh giá giá trị giải trí của khu bảo tồn biển Hòn Mun - Nha Trang*, Chương trình Kinh tế môi trường Đông Nam Á (EEPSEA).
4. Nguyễn Ngọc Thanh (2015), *"Lượng giá kinh tế do biến đổi khí hậu đối với thủy sản miền Bắc và đề xuất các giải pháp giảm thiểu thiệt hại do biến đổi khí hậu"*, Đề tài nghiên cứu cấp nhà nước mã số BĐKH-25/11-15, Đại học Kinh tế - Đại học Quốc gia Hà Nội.
5. Đinh Đức Trường, Lê Hà Thanh (2013), *Lượng giá tài nguyên & Môi trường - Từ lý thuyết đến ứng dụng tại Việt Nam*. Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội.

Tài liệu tiếng Anh

6. Andersson, J.E.C. (2007), *"The recreational cost of coral bleaching. A stated and revealed preference study of international tourists"*, *Ecological Economics* 62, pp. 704-715.
7. Bin, O., et al (2005), *"Some consumer surplus estimates for North Carolina beaches"*, *Marine Resource Economics*, 20(2), 145-161.
8. Cesar, H.J.S. and Van Beukering, P.J.H. (2004), *"Economic valuation of the coral reefs of Hawai'i"*, *Pacific Science* 58: 231-242.
9. Cesario, F. J., & Knetsch, J. L. (1976), *"A recreation site demand and benefit estimation model"*, *Regional Studies*, 10(1), 97-104.
10. Coupal, R. H., et al (2001), *"The economic benefits of snowmobiling to Wyoming residents: A travel cost approach with market segmentation"*, *Journal of Leisure Research*, 33(4), 492-510.
11. Englin, J., & Cameron, T. A. (1996), *"Augmenting travel cost models with contingent behavior data"*, *Environmental and Resource Economics*, 7(2), 133-147.
12. Hagerty, D., & Moeltner, K. (2005), *"Specification of driving costs in models of recreation demand"*, *Land Economics*, 81(1), 127-143.
13. Hellerstein, D., & Mendelsohn, R. (1993), *"A theoretical foundation for count data models"*, *American Journal of Agricultural Economics*, 75(3), 604-611.
14. Hynes, S., et al (2004), *Measuring the opportunity cost of time in recreation demand modelling: An application to whitewater kayaking in Ireland* (Working Paper No. 87). Ireland: Department of Economics, National University of Ireland, Galway.
15. Parsons, G., & Massey, M. (2003), *"A RUM Model of beach recreation"*. In N. Hanley, D. Shaw, & R. Wright (eds.), *The New Economics of Outdoor Recreation*. UK: Edward Elgar Publishing Ltd.
16. Smith, R. J. (1971), *"The evaluation of recreation benefits: The Clawson method in practice"*, *Urban Studies*, 8(2), 89-102.
17. Ward, F. A., & Beal, D. (2000), *Valuing Nature with Travel Cost Models: A Manual (1st ed.)* Northampton. MA: Edward Elgar Publishing.

ECONOMIC VALUATION OF TOURISM FOR TYPICAL ECOSYSTEMS IN PHU QUOC

Dao Huong Giang
National Economics University

Received: 11/1/2023; Accepted: 6/2/2023

Abstract: *Phu Quoc is a large island being located in the Southwest Sea, with a particularly important role in terms of national economy, politics, defense and security. With favorable climate conditions, diverse terrain and rich biological resources, tourism has become one of the main orientations of development for Phu Quoc island. This study estimated the economic value of nature-based tourism of Phu Quoc to assess its potential economic benefits from ecotourism. Zonal travel cost method is utilized, with data being collected from Phu Quoc District People's Committee and from 400 surveys conducted at various locations selected by random sampling method. The results evaluated the ecotourism value to be around 5,707,853 million VND; whilst economic value of tourists from sightseeing and entertainment activities reached 988,900 million VND/year; the units providing tourism and entertainment services for tourists enjoy the value from tourist's spending of 4,718,953 million VND/ year. In general, Phu Quoc can fully take advantage its potential tourism values and maximize economic revenues if there is policy focusing on its infrastructure development, leisure activity diversity, and natural conservation. The results of this study have great implications for the policymakers to manage, plan, develop orientations and propose solutions for sustainable development of ecotourism of Phu Quoc island.*

Keywords: *Valuation, travel cost method (CVM), ecotourism, ecosystem, Phu Quoc.*

ẢNH HƯỞNG CỦA BSISO ĐẾN MƯA CỰC TRỊ Ở VIỆT NAM

Công Thanh, Bùi Công Minh

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài: 8/2/2023; ngày chuyển phản biện: 9/2/2023; ngày chấp nhận đăng: 2/3/2023

Tóm tắt: Các yếu tố tác động đến sự thay đổi lượng mưa ở Việt Nam rất phức tạp và chúng có tác động đáng kể đến các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội. Sự biến đổi các yếu tố khí tượng giữa các năm đã được nghiên cứu rộng rãi, nhưng tương đối ít nghiên cứu tập trung vào sự biến đổi theo mùa về lượng mưa, mặc dù sự biến đổi này có thể rất quan trọng đối với các hoạt động nông nghiệp. Trong nghiên cứu này, chúng tôi xem xét tác động của chỉ số dao động trong mùa hè (BSISO) đối với sự thay đổi lượng mưa ở Việt Nam (tháng 6 đến tháng 10). Kết quả nghiên cứu chỉ ra cực trị mưa tăng tại vùng Bắc Trung Bộ (BTB) và vùng Tây Nguyên Nam Bộ (TNNB) trong pha 4 đến pha 6 của BSISO-1, vùng Bắc Bộ (BB) tăng ở pha 3 và 4. Trong pha 1 và 2 của BSISO-2, mưa cực trị ở vùng BTB và vùng TNNB tăng, vùng BB có xác suất tăng không đáng kể.

Từ khóa: Mưa cực trị, dao động trong mùa hè (BSISO).

1. Giới thiệu

Dao động nội mùa mùa hè (BSISO) là một trong những dao động nội mùa nổi bật và đáng chú ý nhất ở khu vực gió mùa châu Á (ASM). BSISO đặc trưng bởi sự lan truyền của đối lưu lên phía Bắc qua Ấn Độ Dương và Tây Bắc Thái Bình Dương cũng như lan truyền đối lưu về phía Đông dọc theo đường xích đạo. BSISO có ảnh hưởng lớn đến các hiện tượng thời tiết, là một trong những yếu tố gây nên sự biến đổi thời tiết hạn vừa ở vùng nhiệt đới. Đã có nhiều nghiên cứu về đặc điểm cơ bản của BSISO và ảnh hưởng của BSISO đến yếu tố thời tiết, đặc biệt là mưa ở các khu vực khác nhau trong khu vực gió mùa châu Á. Việt Nam nằm trong khu vực gió mùa châu Á, ít nhiều cũng chịu ảnh hưởng của BSISO đến các yếu tố thời tiết. Do tầm quan trọng của các dao động nội mùa đến sự điều chỉnh của hệ thống thời tiết ở khu vực ASM, việc có một chỉ số thời gian thực để thể hiện trạng thái của các dao động này trở nên rất cần thiết. Thể hiện được trạng thái của các dao động nội mùa có thể giúp ích rất nhiều trong hoạt động theo dõi và dự báo thời tiết cực đoan.

Wheeler và Hendon phát triển chỉ số MJO đa

biến thời gian thực (RMM) [17] được sử dụng rộng rãi trong theo dõi và dự báo thời tiết cực đoan. Tuy nhiên, chỉ số RMM được thiết kế để mô tả hoạt động của MJO trong vùng xích đạo, không thể hiện đầy đủ tính biến đổi theo mùa của ISO, đặc biệt là khi hoạt động của ISO ở xa xích đạo nhất vào mùa hè. Hình 1 cho thấy biến đổi mà chỉ số RMM theo dõi được nằm trong vĩ độ từ 5N đến 18N, không đưa ra được các biến đổi của BSISO ở phía Bắc [6].

Do những hạn chế của RMM trong biến đổi của BSISO, Lee và đồng sự [6] đã đề xuất chỉ số BSISO. Ý tưởng để phát triển chỉ số này tương tự như chỉ số RMM của Wheeler và Hendon, nhưng trọng tâm được hướng vào biến động nội mùa đặc trưng ở khu vực ASM. Chỉ số này đã thể hiện tốt hơn biến đổi của ISO vào mùa hè và theo dõi được sự lan truyền lên phía Bắc của ISO trên toàn bộ khu vực ASM.

Sử dụng phân tích MV-EOF với dị thường của bức xạ song dài (OLR) và dị thường của gió vĩ hướng 850 hPa (U850) chuẩn hóa trung bình ngày trong khu vực ASM. Từ đó xác định hai chỉ số BSISO-1 bao gồm PC1 và PC2, và BSISO-2 bao gồm PC3 và PC4. BSISO-1 thể hiện cho sự lan truyền theo hướng Bắc trong khu vực ASM với chu kỳ bán dao động 30 - 60 ngày. BSISO-2 chủ yếu thể hiện dịch chuyển theo hướng Bắc và Tây Bắc với chu kỳ khoảng 30 ngày và

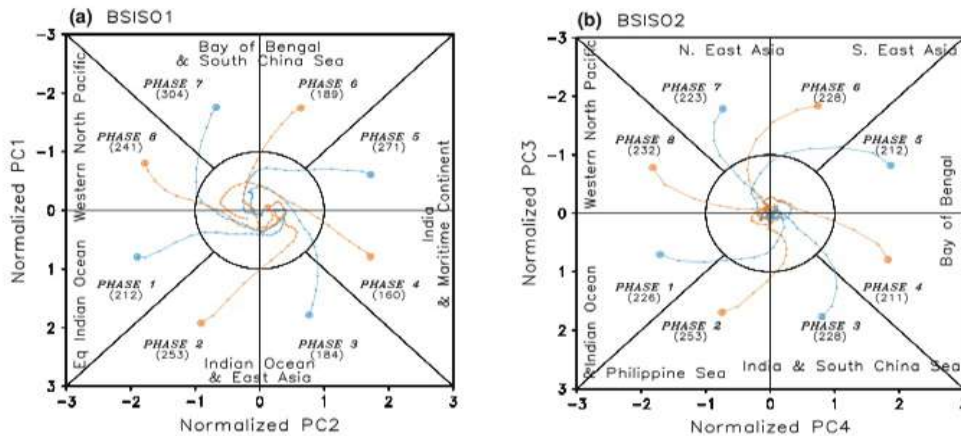
Liên hệ tác giả: Công Thanh

Email: congthanh1477@gmail.com

10 - 20 ngày.

Để hiểu rõ hơn biến đổi và cấu trúc của BSISO-1 và BSISO-2, Lee và đồng sự đã xây dựng

không gian pha tổng hợp. Không gian pha được chia thành tám pha tương tự như cách tiếp cận với MJO của Wheeler và Hendon.



Hình 1. Đường không gian pha tổng hợp của BSISO-1 và BSISO-2 với các PC đã chuẩn hóa. Dữ liệu 30 ngày tiếp theo được chọn và tính trung bình để hiển thị sự phát triển của BSISO [6]

Hiện nay đã có rất nhiều nghiên cứu trên thế giới về dự báo các hiện tượng thời tiết cực đoan, ví dụ nghiên cứu về lượng mưa cực trị tại các khu vực khác nhau trên toàn thế giới. Tại châu Á, Sun và đồng sự đã đưa ra xác suất lượng mưa cực trị dựa trên dự báo dao động nội mùa mùa hè BSISO [10]. Vào tháng 5, xác suất mưa cực lớn trên vùng Đông Nam Trung Quốc có thể đạt khoảng 30% - 40% khi lượng mưa bất thường BSISO xuất hiện trong khu vực. Tương tự, vào tháng 9, xác suất mưa cực lớn ở miền Tây Trung Quốc có thể lên tới 40% - 50% khi xuất hiện BSISO. Hoạt động của BSISO cung cấp thông tin hữu ích trong việc thu hẹp khu vực và thời điểm có khả năng xảy ra mưa cực lớn. Sử dụng dữ liệu theo dõi và dự báo BSISO theo thời gian thực do Trung tâm Khí hậu Hợp tác Kinh tế châu Á - Thái Bình Dương (APEC) cung cấp, cho thấy mô hình tốt nhất (ECMWF) có thể dự đoán BSISO trong khoảng 20 ngày tới với kỹ năng tương quan biến thiên cao hơn 0,5, ngoại trừ vào tháng 5 và phân bố xác suất thực nghiệm của lượng mưa cực trị dựa trên hoạt động của BSISO có thể được các dự báo của BSISO trong thời gian dự báo hơn 2 tuần.

Chudler và đồng sự (2020) [2] khảo sát sự biến đổi trong ngày của cường độ đối lưu, hình thái và lượng mưa bao phủ ngoài khơi và trên đảo Luzon. Các kết quả sau đó được tổng hợp

bởi hoạt động của BSISO. Kết quả chỉ ra rằng lượng mưa ngoài khơi tăng lên rõ rệt trong các pha BSISO đang hoạt động, khi gió mùa Tây Nam mạnh mẽ thấp mang theo độ ẩm tăng lên và hội tụ gió tăng cường trên địa hình cao của hòn đảo. Mặc dù lượng mưa ngoài khơi đạt cực đại vào tối trong các pha hoạt động, kết quả chỉ ra rằng mưa thường xuyên xảy ra trên đại dương suốt ngày đêm có thể do sự gia tăng các thông lượng nhiệt và ẩm nhiệt, theo phương thẳng đứng, sự đứt gió, và sự hội tụ của các luồng gió mùa với các đặc điểm của đất liền.

Ren, P và đồng sự (2018) [9] nghiên cứu các tác động của BSISO đối với lượng mưa cực trị ở miền Đông Trung Quốc. Phản hồi của lượng mưa cực trị đối với hoạt động của BSISO ở miền Đông Trung Quốc là không đồng nhất về mặt không gian. Phân tích vật lý cho thấy khả năng gia tăng của lượng mưa cực lớn có liên quan đến việc tăng cường hội tụ ẩm và vận chuyển ẩm đi lên trong các giai đoạn hoạt động của BSISO. Nghiên cứu của Yokoi, Satomura [14] và Yokoi cùng đồng sự [13] chỉ ra rằng, ở bán đảo Đông Dương, nơi Việt Nam nằm ở bờ phía Đông, hai dao động thống trị của dao động nội mùa của trường mưa được xác định bao gồm dao động 10 - 20 ngày và 30 - 60 ngày.

Còn rất nhiều công trình nghiên cứu về BSISO tác động đối với các sự kiện mưa đã được ghi

nhận ở Châu Á (Zhu và đồng sự 2003; Mao và Wu 2006; Yang và đồng sự 2010; Lee và đồng sự 2012; Chen và đồng sự 2015; Hsu và đồng sự 2016) [16, 8, 12, 6, 1, 3]. Mỗi nghiên cứu đã nêu ở trên đều đưa ra đặc điểm của các dao động nội mùa nói chung và BSISO nói riêng, cũng như ảnh hưởng của chúng tới các đặc điểm mưa ở từng khu vực. Nhận thấy vẫn chưa có nghiên cứu hoàn chỉnh nào về ảnh hưởng của BSISO đến đặc điểm mưa cực trị ở khu vực Việt Nam, trong bài báo này tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của BSISO đến mưa cực trị ở Việt Nam.

2. Số liệu và phương pháp

2.1. Số liệu

Số liệu mưa lưới ngày được lấy từ Bộ số liệu VnGP (Vietnam Gridded Precipitation) độ phân giải 0,1 độ từ năm 1981 - 2010 do Thanh Nguyen Xuan và đồng sự [11] xây dựng. Bộ số liệu VnGP được xây dựng từ số liệu quan trắc hàng ngày từ 481 trạm đo mưa dựa trên kỹ thuật nội suy Spheremap. Việc kiểm định VnGP được thực hiện bằng cách đánh giá sự phân bố không gian, tương quan, sai số trung bình tuyệt đối (MAE), sai số quân phương (RMSE) với các quan sát đo. Kết quả cho thấy VnGP có hiệu suất tốt hơn tương đối so với các bộ dữ liệu sử dụng các kỹ thuật nội suy khác hoặc sử dụng ít đầu vào hơn. Bộ số liệu VnGP hiện được lưu trữ tại Hệ thống Phân tích và Tích hợp Dữ liệu (DIAS) quản lý bởi Đại học Tokyo, Nhật Bản.

Số liệu theo dõi BSISO từ Trung Tâm Khí hậu APEC (APCC) phát triển từ chỉ số BSISO mới của Lee và đồng sự [6]. Dùng chỉ số mới đã thể hiện sự lan truyền theo hướng Bắc của BSISO trong khu vực gió mùa Châu Á, cũng như các thành phần có tần số cao hơn (khoảng 10 - 30 ngày). Hai trạng thái lan truyền, mỗi trạng thái sử dụng một cặp hàm trục giao thực nghiệm đa biến. BSISO-1 chỉ ra thành phần BSISO lan truyền theo hướng Bắc và BSISO-2 nắm bắt thành phần tiền gió mùa và bắt đầu gió mùa có tần số cao hơn.

2.2. Phương pháp

Số liệu theo dõi BSISO từ APCC bao gồm chuỗi số liệu chuẩn hóa của PC1-PC2, PC3-PC4 cũng như cường độ chuẩn hóa của BSISO-1 và BSISO-2. Số liệu theo dõi sau đó được chia

thành 8 pha không gian và đồng bộ với số liệu mưa lưới VnGP. Điều kiện để lựa chọn các ngày có BSISO hoạt động mạnh thì cường độ chuẩn hóa của BSISO-1 và BSISO-2 phải thỏa mãn $(PC1^2 + PC2^2)^{\frac{1}{2}} > 1$ và $(PC3^2 + PC4^2)^{\frac{1}{2}} > 1$. Các tính toán sau này cũng sử dụng tiêu chuẩn trên nhằm chọn ra các ngày có pha BSISO hoạt động mạnh.

Anh hưởng của BSISO đến mưa cực trị, cần xem xét đến những pha nhất định của BSISO gây ảnh hưởng ra sao đến xác suất xảy ra sự kiện cực trị mưa. Do đó công thức tính phần trăm thay đổi trong hàm phân phối xác suất của lượng mưa [4]:

$$\Delta P_{BSISO} = \frac{P_{BSISO}(x \geq x_c) - P_{all}(x \geq x_c)}{P_{all}(x \geq x_c)} \times 100\%$$

ΔP_{BSISO} là phần trăm thay đổi xác suất xảy ra sự kiện lượng mưa (x) vượt qua ngưỡng mưa cho trước (x_c) trong một pha nhất định của BSISO-1 hoặc BSISO-2;

P_{BSISO} là xác suất xảy ra sự kiện lượng mưa (x) vượt qua ngưỡng mưa cho trước (x_c) trong một pha nhất định của BSISO-1 hoặc BSISO-2;

P_{all} giống P_{BSISO} nhưng được tính trong toàn bộ khoảng thời gian mà bài báo đang xem xét.

Phần trăm thay đổi trong xác suất giúp xem xét được sự tăng hay giảm đi của xác suất xảy ra sự kiện lượng mưa vượt ngưỡng x_c trong các pha hoạt động của BSISO so với xác suất xảy ra sự kiện lượng mưa vượt ngưỡng x_c trong toàn bộ khoảng thời gian, từ đó đánh giá được ảnh hưởng của BSISO đến mưa cực trị.

Ngưỡng mưa x_c trong các tính toán ban đầu được lựa chọn là ngưỡng phân vị 90% của phân phối lượng mưa. Dựa trên định nghĩa cực trị thời tiết của IPCC [4], sự kiện mưa cực trị được định nghĩa là ngày có lượng mưa tích lũy 24 h lớn hơn hoặc bằng phân vị 90% của phân phối lượng mưa. Các tính toán sau đó, ngưỡng mưa x_c được điều chỉnh lại khi đã có sự phân vùng ảnh hưởng của BSISO. Thay đổi trong xác suất xảy ra sự kiện lượng mưa vượt ngưỡng x_c được tính với ngưỡng x_c là ngưỡng mưa trong toàn bộ phân phối lượng mưa của vùng trong toàn bộ thời gian.

Cách chọn ngưỡng x_c tại ngưỡng phân vị 90%

dựa trên định nghĩa sự kiện cực trị mang lại sự thống nhất về mặt thống kê do cách lấy mẫu giống nhau tại mỗi vùng, giúp so sánh các vùng có địa hình phức tạp, không đồng nhất [14]. Ảnh hưởng của BSISO đến các vùng cụ thể sẽ được xem xét với các ngưỡng mưa cụ thể mang tính đặc trưng địa phương hơn, từ đó có thể chỉ ra được cụ thể hơn ảnh hưởng của BSISO đến mưa cực trị ở các vùng này.

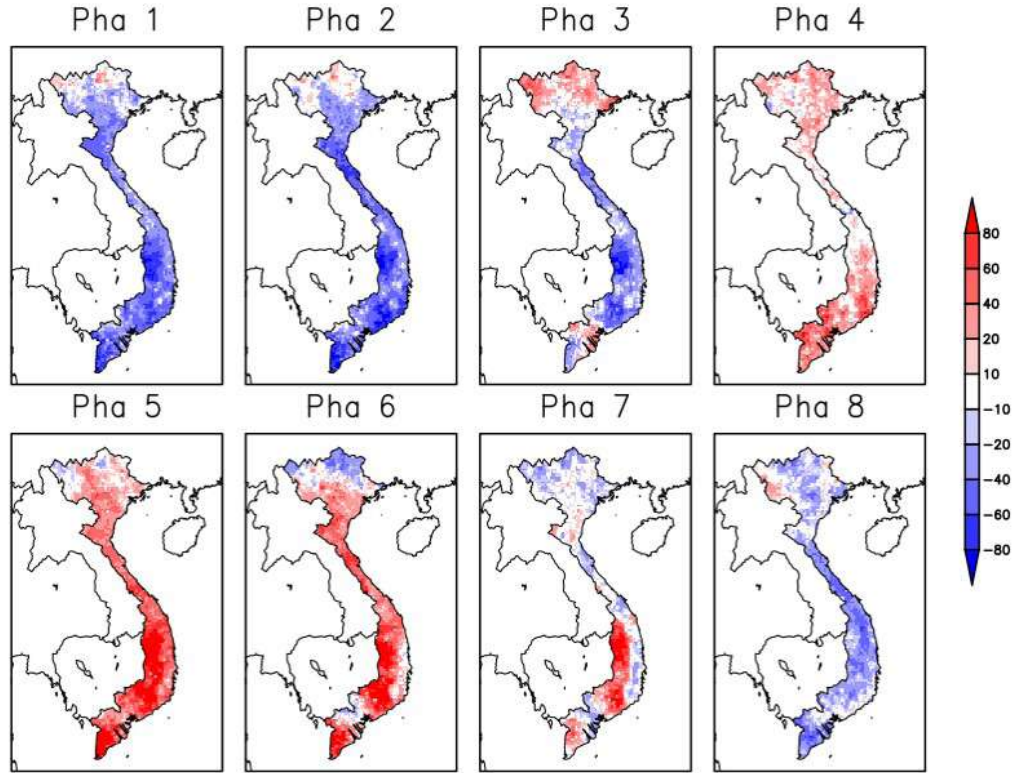
Thời gian tính toán được sử dụng trong khóa luận là từ ngày 01 tháng 06 đến 31 tháng 10 thời đoạn từ 1981 đến 2010. Thời gian BSISO hoạt động mạnh tập trung vào các tháng mùa hè (từ tháng 6 đến tháng 10) trong khi MJO hoạt động mạnh vào các tháng mùa đông (tháng 12 đến tháng 4). Tháng 5 và tháng 11 là tháng chuyển tiếp giữa hoạt động của BSISO và MJO [16].

3. Kết quả

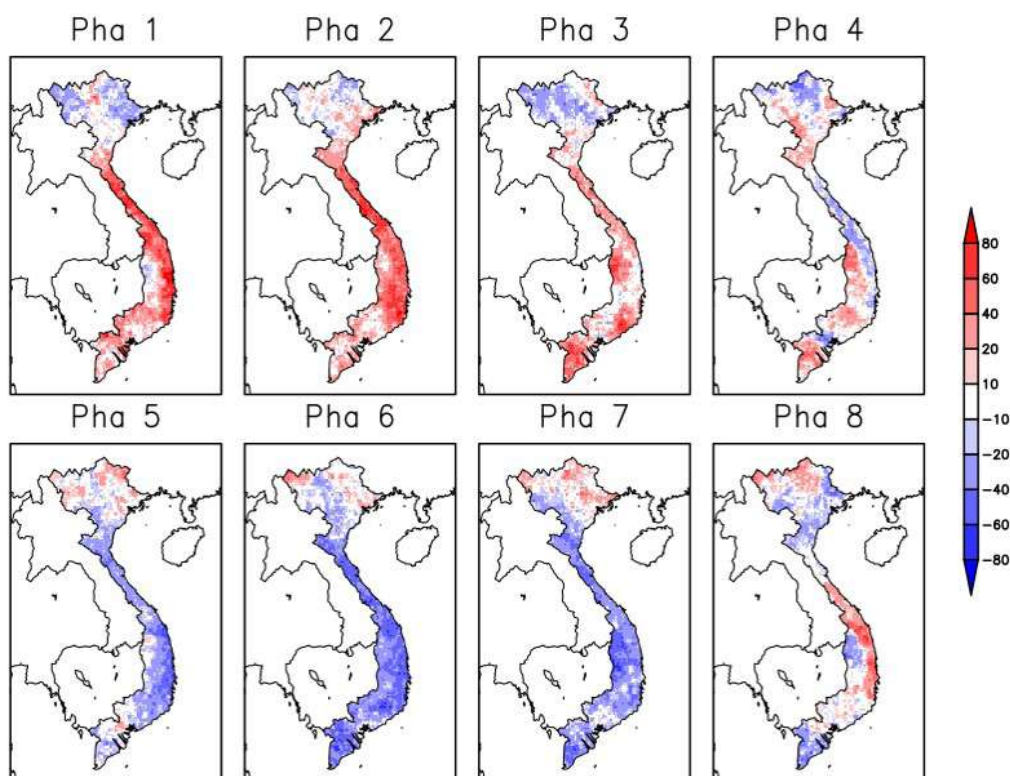
3.1. Thay đổi trong xác suất xảy ra mưa cực trị

ΔP_{BSISO} ở ngưỡng phân vị 90% trong các pha

hoạt động của BSISO-1 thể hiện trong Hình 2. ΔP_{BSISO} thấp tại pha 1 và pha 2, thể hiện sự ảnh hưởng không nhiều của BSISO. Tại pha 3, giá trị ΔP_{BSISO} cao tại khu vực Bắc Bộ. Từ pha 4 đến pha 6, ΔP_{BSISO} mang giá trị dương cao trên toàn bộ Việt Nam, tuy nhiên khu vực Bắc Bộ có giá trị ΔP_{BSISO} thấp hoặc mang giá trị âm. Giá trị ΔP_{BSISO} cao kéo dài đến pha 7 trên khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ, trong khi hầu hết các khu vực khác giá trị của ΔP_{BSISO} đã thấp dưới mức âm. Đến pha 8 giá trị của ΔP_{BSISO} ở Việt Nam mang giá trị âm. Sự ảnh hưởng của BSISO-1 đến mưa cực trị không đồng nhất qua các pha; trong từng pha của BSISO-1 cũng cho thấy ảnh hưởng không đồng nhất trên khu vực Việt Nam. Dựa vào sự khác biệt của phân bố ΔP_{BSISO} , có thể phân chia ảnh hưởng của BSISO-1 thành 3 khu vực ảnh hưởng chính: Vùng Bắc Bộ (BB) (20 N - 24 N); vùng 2 ứng với khu vực Bắc Trung Bộ (BTB) (16 N - 20 N); vùng 3 ứng với khu vực Tây Nguyên Nam Trung Bộ & Nam Bộ (TNNB) (8 N - 16 N).



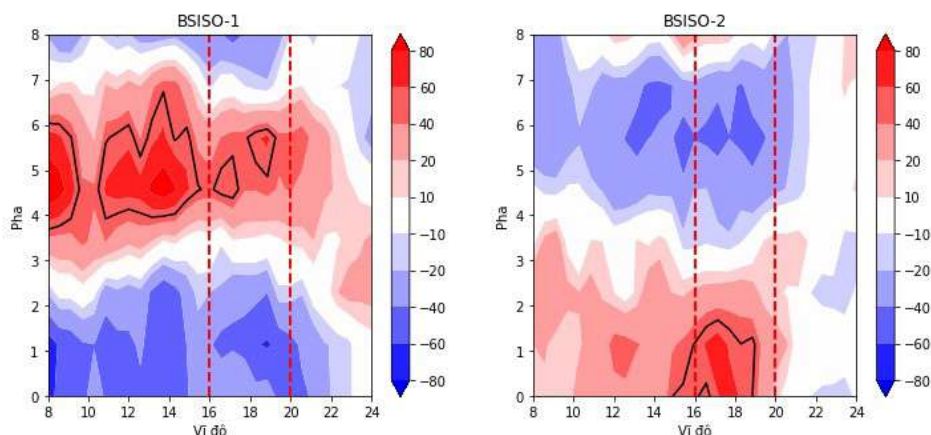
Hình 2. Giá trị ΔP_{BSISO} tại ngưỡng phân vị 90% trong các pha của BSISO-1 trong mùa hè, đơn vị phần trăm



Hình 3. Giá trị ΔP_{BSISO} tại ngưỡng phân vị 90% trong các pha của BSISO-2, đơn vị phần trăm

Trong các pha hoạt động của BSISO-2, phần trăm thay đổi xác suất mưa cực trị tại ngưỡng phân vị 90% được thể hiện (Hình 3). Khác với xu thế được thấy trong BSISO -1, các pha đầu tiên gồm pha 1 đến pha 2 có ΔP_{BSISO} cao nhất, ngoại lệ có khu vực Bắc Bộ có giá trị thấp hơn cả. Xu thế này kéo dài đến pha 4, giá trị cao của ΔP_{BSISO} không còn trải dài trên Việt Nam mà chỉ xuất hiện trên một số vùng. Pha 5 đến pha 7, ΔP_{BSISO} thấp,

chỉ có khu vực Bắc Bộ có giá trị cao hơn ngưỡng âm nhưng khá thấp. Đến pha 8 thì khu vực Nam Trung Bộ có giá trị ΔP_{BSISO} cao nhất trong khi vùng khác có giá trị thấp hay thậm chí là giá trị âm. Tương tự với BSISO-1, ảnh hưởng của BSISO-2 đến mưa cực trị ở Việt Nam không đồng nhất trong các pha và cũng không đồng nhất trong toàn bộ khu vực với 3 khu vực ảnh hưởng chính tương tự: Vùng BB, vùng BTB và vùng TNNB.



Hình 4. Trung bình vĩ hướng giá trị ΔP_{BSISO} của chỉ số BSISO1 và BSISO2 trong từng pha, đơn vị phần trăm. Đường đẳng trị 50% màu đen đậm

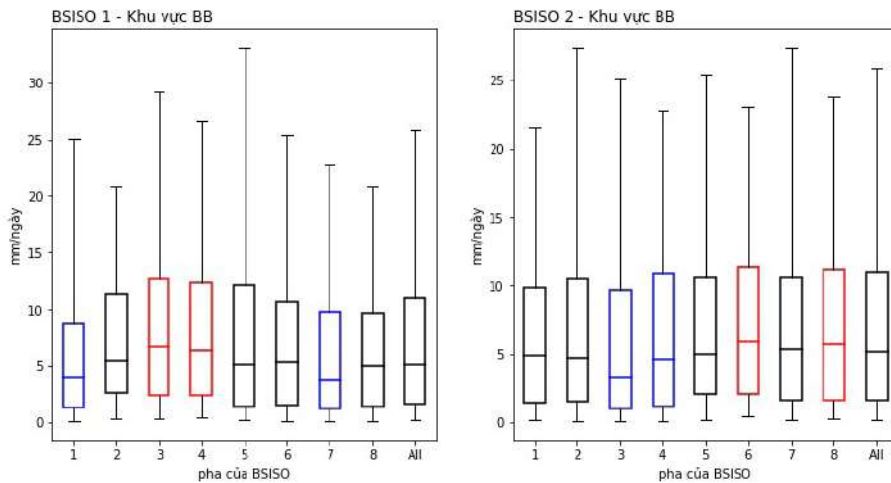
Để thấy rõ hơn sự khác biệt vĩ hướng của phân bố ΔP_{BSISO} trong từng pha hoạt động của BSISO (Hình 4), ΔP_{BSISO} được tính trung bình vĩ hướng. Trong BSISO-1 có thể thấy ảnh hưởng của BSISO-1 đến mưa cực trị lớn nhất tại vĩ độ 14 N và vĩ độ 9N ở pha 5. Ảnh hưởng của BSISO-2 lớn nhất tại vĩ độ 17 N ở pha 1. Vùng có mưa cực trị chịu ảnh hưởng ít bởi cả BSISO-1 và BSISO-2 từ vĩ tuyến 20 N đến vĩ tuyến 24 N.

3.2. Phân bố lượng mưa trong từng pha BSISO

Trong từng pha, vùng ảnh hưởng của BSISO đến mưa cực trị không đồng nhất. Nhằm phân tích rõ hơn sự khác biệt này, phân phối lượng mưa ngày ở từng vùng sẽ được tính cho từng

pha của BSISO, sau đó so sánh với phân phối lượng mưa ngày trung bình khí hậu từ tháng 6 đến tháng 10, giai đoạn 1981 - 2010, tức là trung bình trong toàn bộ thời gian hoạt động của BSISO. Kết quả được thể hiện ở Hình 5, 6, 7.

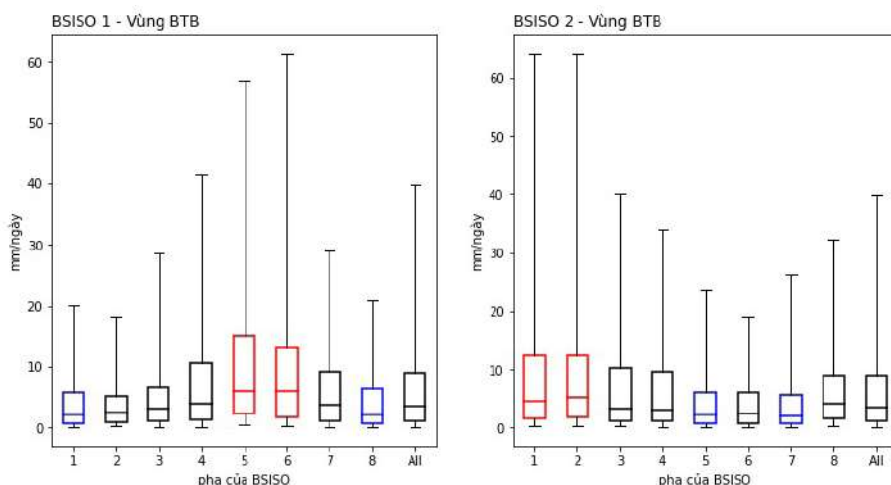
Phân phối của lượng mưa được thể hiện trong biểu đồ hộp. Giới hạn trên của biểu đồ là phân vị 95%; giới hạn dưới là phân vị 5%. Bằng cách so sánh trung vị, có thể chọn ra được các pha hoạt động mạnh điển hình có phân phối lượng mưa ngày mà độ lệch lớn hơn nhất so với phân phối lượng mưa của trung bình khí hậu và ngược lại, chọn ra các pha hoạt động yếu điển hình có độ lệch nhỏ hơn nhất so với trung bình khí hậu.



Hình 5. Phân phối lượng mưa trong mùa mưa (All) và trong các pha hoạt động của BSISO tại vùng Bắc Bộ

Ở Vùng BB (Hình 5), với việc tính phân phối lượng mưa của từng pha, có thể thấy rõ rằng lượng mưa trong từng pha chênh lệch không nhiều, các giá trị trung vị và khoảng biến thiên tương đối đồng đều giữa trung bình khí hậu và giữa các pha với nhau. Chênh lệch lớn nhất ở phân vị 95% cũng chỉ khoảng 15 mm giữa pha có giá trị lớn nhất và nhỏ nhất. BSISO-1 có pha 3 và 4 lệch dương nhiều nhất so với phân phối của lượng mưa toàn bộ thời gian. Các phân vị 5%, phân vị 25%, phân vị 75% và phân vị 95% của 2 pha hoạt động cũng lớn hơn so với phân

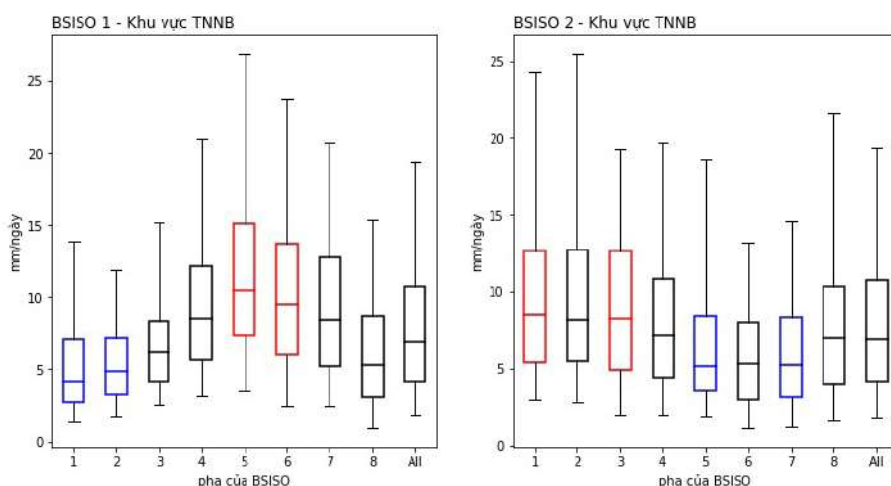
phối lượng mưa trung bình khí hậu, độ lệch lớn hơn nhất so với trung bình khí hậu. Xác suất xảy ra mưa cực trị trong hai pha này của BSISO-1 tăng, ΔP_{BSISO} mang giá trị dương. Các pha 1 và 7 của BSISO-1 lúc này có độ lệch nhỏ hơn nhất so với trung bình khí hậu, đồng thời ΔP_{BSISO} mang giá trị âm. Đánh giá tương tự với BSISO-2 của vùng BB, pha 6 và 8 của BSISO-2 có độ lệch lớn hơn nhất so với trung bình khí hậu, tương ứng là ΔP_{BSISO} mang giá trị dương; pha 3 và 4 có độ lệch dương nhỏ nhất, ΔP_{BSISO} mang giá trị âm.



Hình 6. Phân phối lượng mưa trong mùa mưa trong tất cả các ngày (All) và trong các ngày có pha hoạt động của BSISO tại vùng Bắc Trung Bộ

Đánh giá phân phối lượng mưa tại vùng BTB (Hình 6), pha ảnh hưởng điển hình của BSISO-1 và BSISO-2 có thể phân biệt được rõ ràng hơn so với vùng BB. Phân vị 95% cao nhất tại các pha ảnh hưởng tăng điển hình và ngược lại thấp nhất tại các pha có ảnh hưởng kém điển hình, tại thành một đường cong hình sin trên hình tổng hợp. BSISO-1 có pha 5 và 6 lệch dương nhiều nhất so với phân phối lượng mưa trung bình khí hậu. Khác với vùng BB trước đó, trung vị, phân vị 75% và đặc biệt là phân vị 95% của 2 pha này lớn hơn rất nhiều so với trung bình khí hậu và so với các pha

khác, ngưỡng phân vị này đạt đến 57 - 60 mm/ngày, độ lệch dương lớn hậu, ΔP_{BSISO} mang giá trị dương. Các pha có độ lệch dương nhỏ hơn nhất là 1 và 8 của BSISO-1, các ngưỡng phân vị nhỏ hơn hẳn so với 2 pha lớn nhất, phân vị 95% lúc này chỉ còn ~20 mm/ngày, ΔP_{BSISO} mang giá trị âm. Các pha 1 và 2 của BSISO-2 cũng có các ngưỡng phân vị của lượng mưa chênh lệch lớn ở giữa các pha và giữa trung bình khí hậu, độ lệch lớn hơn nhất so với trung bình khí hậu, tương ứng là ΔP_{BSISO} mang giá trị dương; pha 5 và 7 có độ lệch dương nhỏ nhất, ΔP_{BSISO} mang giá trị âm.



Hình 7. Phân phối lượng mưa trong tất cả các ngày (All) và trong các ngày trong các pha hoạt động của BSISO tại vùng Tây Nguyên Nam Trung Bộ & Nam Bộ

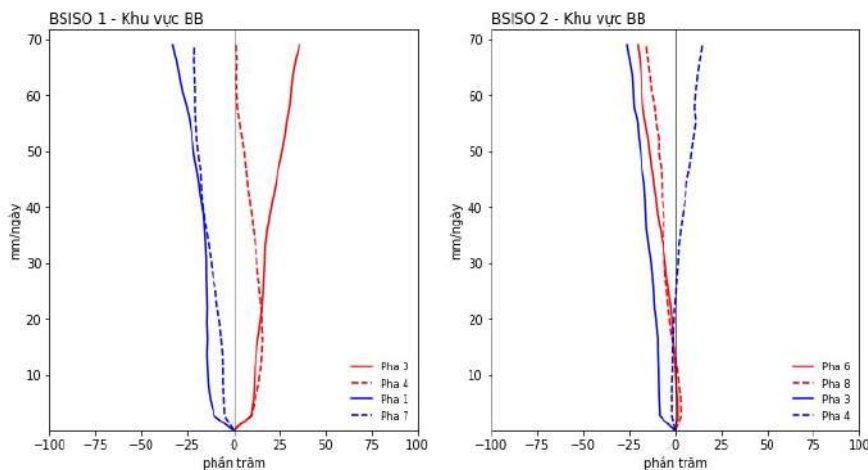
Ở Vùng TNNB (Hình 7), các phân vị chênh lệch rõ ràng giữa các pha của BSISO-1 và BSISO-2 so với các vùng khác. Pha 5 và 6 của BSISO-1 lệch dương nhiều nhất so với phân phối của lượng mưa toàn bộ thời gian, độ lệch dương lớn, ΔP_{BSISO} mang giá trị dương. Các pha có độ lệch dương nhỏ hơn nhất của BSISO-1 là pha 1 và 2 của BSISO-1, các ngưỡng phân vị nhỏ hơn hẳn so với 2 pha lớn nhất, ΔP_{BSISO} mang giá trị âm. Các pha 1 và 3 của BSISO-2 cũng có các ngưỡng phân vị của lượng mưa chênh lệch lớn ở giữa các pha và giữa trung bình khí hậu, độ lệch lớn hơn nhất so với trung bình khí hậu, tương ứng là ΔP_{BSISO} mang giá trị dương; pha 5 và 7 có độ lệch dương nhỏ nhất, ΔP_{BSISO} mang giá trị âm.

Nhìn chung, trong các pha hoạt động của BSISO-1 và BSISO-2, một số pha cho lượng mưa vượt qua ngưỡng cực trị nhiều hơn, phân phối có xu hướng có độ lệch dương lớn, dẫn đến làm tăng xác suất xảy ra mưa cực trị; ngược lại, có những pha mà độ lệch dương thấp hơn, xác suất xảy ra mưa cực trị sẽ giảm. Tuy nhiên trong vùng BB giữa các pha với nhau lại không có sự chênh lệch về độ lệch dương quá lớn, không có một số

pha vượt trội hơn hẳn như là vùng BTB và vùng TNNB.

3.3. Thay đổi trong xác suất xảy ra mưa ở các ngưỡng mưa khác nhau

Ngưỡng phân vị 90% đã cho thấy sự khác biệt trong ảnh hưởng của BSISO đến mưa cực trị tại 3 vùng đã xem xét. Ngưỡng này tuy cố định về cách lấy mẫu số liệu, tuy nhiên lại không cho ra được một giá trị lượng mưa cụ thể mà thay đổi tùy theo tính chất mưa của từng vùng, dung lượng mẫu và phân bố lượng mưa trong thời gian hoạt động của BSISO. Chuỗi số liệu nhận được sẽ bao gồm các đợt mưa vừa, mưa to và mưa rất to. Do vậy, để xem xét chi tiết về ảnh hưởng của BSISO-1, BSISO-2 trong các pha điển hình, biểu đồ giữa ΔP_{BSISO} và phân phối mưa được sử dụng đánh giá ảnh hưởng khác nhau của cả BSISO-1 và BSISO-2 ở các ngưỡng mưa. Toàn bộ giá trị trên trục tung của biểu đồ biểu diễn phân phối lượng mưa của vùng, trục hoành biểu diễn giá trị của ΔP_{BSISO} . Các pha hoạt động mạnh và hoạt động yếu điển hình được phân loại ra từ phần trước được đánh dấu lần lượt với màu đỏ và màu xanh (Hình 8).



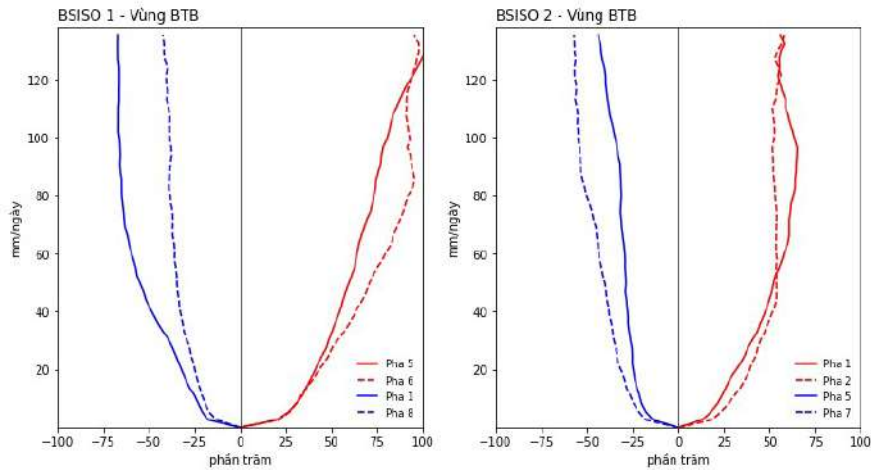
Hình 8. Giá trị ΔP_{BSISO} tại các ngưỡng lượng mưa khác nhau trong các pha ảnh hưởng điển hình của BSISO trong vùng Bắc Bộ

Vùng BB, giá trị của ΔP_{BSISO} cao nhất chỉ đạt khoảng 25 - 30% ở pha hoạt động của BSISO-1. Đối với BSISO-1, xác suất lượng mưa vượt ngưỡng 50 mm/ngày trong các pha ảnh hưởng điển hình tăng khoảng 25% so với trung bình khí hậu ở pha 3 và có xu hướng tăng ở các ngưỡng cao hơn; tại pha 4 xu hướng xác suất sẽ giảm,

ngưỡng 50 mm/ngày xác suất mưa vượt ngưỡng chỉ vào khoảng ~5%. Ngưỡng 70 mm/ngày là giá trị lượng mưa trung bình vùng cao nhất tại khu vực BB, xác suất lượng mưa vượt qua ngưỡng này cũng chỉ tăng vào khoảng 30%. Xác suất mưa vượt ngưỡng giảm khoảng -25% so với trung bình khí hậu tại các pha yếu điển hình. Đến

BSISO-2 thì xác suất mưa vượt qua ngưỡng không tăng mà có đà giảm ở các ngưỡng cao, dưới 25% ở tất cả các ngưỡng mưa trong cả pha tăng và pha giảm điển hình. Phân phối lượng mưa

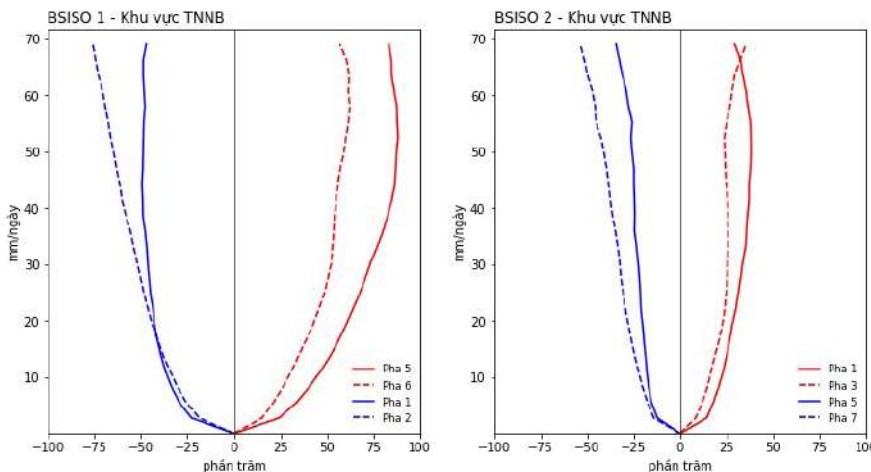
chênh lệch không nhiều giữa các pha BSISO-1 và BSISO-2 so với trung bình khí hậu, cũng như độ lệch dương tương đối đồng đều so với trung bình khí hậu là nguyên nhân gây ra kết quả này.



Hình 9. Giá trị ΔP_{BSISO} tại các ngưỡng lượng mưa khác nhau trong các pha ảnh hưởng điển hình của BSISO trong vùng Bắc Trung Bộ

Các pha tăng điển hình của BSISO-1 và BSISO-2 vùng BTB được chọn ra đó là pha 5, 6 ở BSISO-1 và pha 1, 2 của BSISO-2 (Hình 9). Trong các pha tăng điển hình của BSISO-1, xác suất lượng mưa vượt ngưỡng 50 mm/ngày tăng khoảng ~60% và ~75% tại ngưỡng 50 mm/ngày so với trung bình khí hậu. Thậm chí ở pha 6 của BSISO-1, xác suất lượng mưa vượt ngưỡng 80 mm/ngày tăng cao lên đến 90%. Còn ở BSISO-2, lượng tăng xác suất ~60% ở ngưỡng 50 mm/ngày và không tăng ở các ngưỡng lớn hơn. Giống như khu vực BB, vùng

TNNB có khác biệt phân phối mưa rõ ràng giữa các pha với nhau. Giữa các pha có phân vị 95% lớn nhất và nhỏ nhất, lượng chênh lệch này khoảng 40 mm, lớn hơn rất nhiều so với chênh lệch 5 - 10 mm ở vùng BB (Hình 10). Khi so các pha ảnh hưởng điển hình với trung bình khí hậu, lượng chênh lệch giữa pha tăng/giảm điển hình đã không còn nhỏ và đồng đều như ở vùng BB. Có những pha mà độ lệch dương của phân phối mưa lớn hơn rõ ràng so với trung bình khí hậu, dẫn đến xác suất xảy ra mưa vượt ngưỡng sẽ lớn hơn nhiều.



Hình 10. Giá trị ΔP_{BSISO} tại các ngưỡng lượng mưa khác nhau trong các pha ảnh hưởng điển hình của BSISO trong vùng Tây Nguyên Nam Trung Bộ & Nam Bộ

Các pha tăng điển hình của BSISO-1 tại vùng TNNB, xác suất lượng mưa vượt ngưỡng 50 mm/ngày tăng khoảng 50% ở pha 6 và 80% ở pha 5 so với trung bình khí hậu, nhưng xác suất lượng mưa vượt ngưỡng 60mm/ngày, cao hơn giữ ổn định mà không còn tăng thêm đáng kể. Hai pha tăng điển hình của BSISO-2 có chút khác biệt. Xác suất chỉ tăng khoảng 30% ở ngưỡng 50 mm/ngày có xu hướng giảm khi ngưỡng này cao hơn.

4. Kết luận

Ảnh hưởng của BSISO lên mưa cực trị ở Việt Nam không đồng nhất trong từng pha ở cả BSISO-1 và BSISO-2. Dựa vào ảnh hưởng của BSISO đến mưa cực trị, Việt Nam có thể phân thành 3 vùng: Vùng BB (20N - 24N), vùng BTB (16N - 20N) và vùng TNNB (8N - 16N). Trong pha 4 đến pha 6 của BSISO-1, xác suất có mưa cực trị vùng BTB và vùng TNNB tăng, trong khi đó vùng BB xác suất tăng trong pha 3 và 4. Trong pha 1 và 2 của BSISO-2, xác suất có mưa cực trị ở vùng BTB và vùng TNNB tăng, vùng BB có xác suất tăng không đáng kể.

Phân phối lượng mưa có xu hướng lệch

dương hơn trong pha hoạt động điển hình, từ đó làm tăng hay giảm xác suất xảy ra mưa cực trị tại ngưỡng phân vị 90%. Tại các pha mà giá trị ΔP_{BSISO} lớn đều cho kết quả phân phối mưa tại pha đó có độ lệch dương lớn hơn so với trung bình khí hậu. Nhưng độ lệch dương này có khác biệt giữa các vùng. Tại vùng BB độ lệch dương giữa các pha với nhau và với trung bình khí hậu khác biệt không lớn, các vùng khác có khác biệt lớn hơn nhiều và đáng kể.

Trong các pha BSISO hoạt động điển hình cũng thể hiện sự khác biệt tại các vùng khi xem xét các ngưỡng mưa không cố định. Vùng BB phân phối lượng mưa tại các pha tương đối đồng đều nên xác suất mưa vượt ngưỡng tương đối thấp, chỉ dưới 25%. Vùng BTB có xác suất mưa vượt ngưỡng tại các pha hoạt động điển hình vượt trội nhất, khi mà lượng mưa trung bình tại các pha lớn hơn hẳn so với hai vùng còn lại, ở ngưỡng 50 mm/ngày xác suất tăng khoảng 60% so với trung bình khí hậu và ngưỡng 100 mm/ngày xác suất tăng lên tới 60 - 75%. Vùng TNNB xác suất mưa vượt ngưỡng tăng tại các pha hoạt động điển hình như vùng BTB với giá trị tăng vào khoảng 30 - 70%.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện và hoàn thành nhờ hỗ trợ của Đề tài: “Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo nội mùa (10 đến 45 ngày) khả năng xuất hiện các đợt mưa lớn phục vụ phòng tránh thiên tai”. Mã số đề tài: 2022.06.07. Tác giả xin chân thành cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

1. Chen J et al. (2015), "Influences of northward propagating 25–90-day and quasi-biweekly oscillations on eastern China summer rainfall", *Clim Dyn* 45(1–2):105–124.
2. Chudler and et al. (2020), "Impact of the Boreal Summer Intraseasonal Oscillation on the Diurnal Cycle of Precipitation near and over the Island of Luzon", *Monthly Weather Review*, Volume 148: Issue 5, pp. 1805–1827.
3. Hsu PC, Lee JY, Ha KJ (2016), "Influence of Boreal Summer Intraseasonal Oscillation on rainfall extremes in southern China". *Int J Climatol* 36(3):1403–1412.
4. IPCC (2013), "Climate Change 2013: The Physical Science Basis".
5. Kikuchi K. and et al. (2012), "Bimodal representation of the tropical intraseasonal oscillation", *Climatic Dynamics*, volume 38, pp. 1989–2000.
6. Lee J-Y et al. (2012), "Real-time multivariate indices for the boreal summer intraseasonal oscillation over the Asian summer monsoon region", *Clim Dyn* 40(1–2):493–509.
7. Linden, V D and et al. (2016), "Modulation of Daily Rainfall in Southern Vietnam by the Madden-Julian Oscillation and Convectively Coupled Equatorial Waves", *Journal of Climate*, Volume 29: Issue 16, pp. 5801–5820.
8. Mao J, Wu G (2006), "Intraseasonal variations of the Yangtze rainfall and its related atmospheric circulation features during the 1991 summer", *Clim Dyn* 27(7–8):815–830.

9. Ren, P and et al. (2018), "Impact of boreal summer intraseasonal oscillation on rainfall extremes in southeastern China and its predictability in CFSv2", *JGR Atmospheres*, Volume 123, Issue 9, pp. 4411-4771.
10. Sun-Seon Lee et al (2017), "Subseasonal Prediction of Extreme Precipitation over Asia Boreal Summer Intraseasonal Oscillation Perspective", *Journal of Climate*, Volume 30, issue 8, 2849-2865.
11. Thanh Nguyen-Xuan and et al. (2016), "The Vietnam Gridded Precipitation (VnGP) Dataset: Construction and Validation", *Sola*, volume 12, pp. 291-296.
12. Yang J, Wang B, Bao Q (2010), "Biweekly and 21-30-day variations of the subtropical summer monsoon rainfall over the lower reach of the Yangtze River basin", *J Clim* 23(5):1146-1159.
13. Yokoi and et al. (2007), "Climatological Characteristics of the Intraseasonal Variation of Precipitation over the Indochina Peninsula", *Journal of Climate*, volume 20: Issue 21, pp. 5301-5315.
14. Yokoi and Satomura (2005), "An Observational Study of Intraseasonal Variations over Southeast Asia during the 1998 Rainy Season", *Monthly Weather Review*, volume 133: Issue 7, pp. 2091-2104.
15. Zhang and et al. (2011), "Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data", *WIREs Clim Change*, 2, pp. 851–870.
16. Zhu CW et al. (2003), "The 30-60-day intraseasonal oscillation over the western North Pacific Ocean and its impacts on summer flooding in China during 1998". *Geophys Res Lett* 30(18):1952, pp.1-5.
17. Wheeler and Hendon (2004), "An All-Season Real-Time Multivariate MJO Index: Development of an Index for Monitoring and Prediction", *Monthly Weather Review*, volume 132: Issue 8, pp. 1917-1932.

BSISO'S EFFECTS ON EXTREME RAIN IN VIET NAM

Cong Thanh, Bui Cong Minh

VNU University of Science, Vietnam National University Hanoi

Received: 8/2/2023; Accepted: 2/3/2023

Abstract: The drivers of precipitation variability in the Viet Nam are complex, and they have considerable impact on the economic and social development activities. While interannual variability has been studied intensively, relatively less study has focused on intra-seasonal variability in precipitation, even though this variability can be critical for agricultural activities. In this study, we examine the impact of the fluctuating summer index (BSISO) on the change in rainfall in Viet Nam (June to October). The research results show that the rainfall extremes increase in the North Central region (BTB) and the Southern Central Highlands (TNNB) in phases 4 to phase 6 of BSISO-1, and the Northern region (BB) increases in phases 3 and 4. In phases 1 and 2 of BSISO-2, extreme rainfall in the BTB and TNNB increased, and the BB had a negligible increase in probability.

Keywords: Extreme rain, The Boreal Summer Intraseasonal Oscillation (BSISO).

XÂY DỰNG NGƯỠNG KÍCH HOẠT HÀNH ĐỘNG SỚM ĐỐI VỚI MƯA LỚN VÀ LŨ LỤT TẠI TỈNH QUẢNG TRỊ

Lê Văn Tuấn⁽¹⁾, Vũ Văn Thắng⁽¹⁾, Trần Đình Trọng⁽¹⁾, An Tuấn Anh⁽¹⁾, Nguyễn Thị Yến⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (IMHEN)

⁽²⁾CARE Quốc tế tại Việt Nam

Ngày nhận bài: 16/2/2023; ngày chuyển phản biện: 17/2/2023; ngày chấp nhận đăng: 9/3/2023

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả xây dựng ngưỡng kích hoạt đối với mưa lớn và lũ lụt tại hai xã Thanh và Thuận, huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị. Hành động sớm sử dụng phương pháp xây dựng ngưỡng kích hoạt được xây dựng từ hoạt động tài trợ tài chính dựa trên dự báo (FBF) theo hướng dẫn của Hội chữ Thập đỏ Đức (GRC). Ngưỡng kích hoạt được xây dựng dựa trên mối quan hệ giữa cường độ và tác động của thiên tai thông qua việc phân tích các sự kiện xảy ra trong quá khứ. Kết quả thấy rằng, ngưỡng kích hoạt được đề xuất đối với lũ lụt khi lượng mưa dự báo trong 1 ngày lớn nhất vượt 150 mm ứng với lũ trung bình cho hai xã Thanh và xã Thuận. Với kết quả thử nghiệm dự báo cho năm 2022 đạt kết quả tương đối phù hợp về giá trị và cường độ mưa thực tế, là cơ sở thực hiện các hành động sớm giúp ích cho cộng đồng giảm thiểu tác động của thiên tai trên địa nghiên cứu.

Từ khóa: Ngưỡng kích hoạt, hành động sớm, mưa lớn, lũ lụt, Quảng Trị.

1. Giới thiệu

Tại hội nghị khí hậu của Liên hợp quốc ở Ai Cập năm 2022, tổng thư ký Liên hợp quốc António Guterres đã gợi ý cho Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) đi đầu trong việc thực hiện một kế hoạch hành động nhằm đạt được mục tiêu tham vọng thích ứng với biến đổi khí hậu và thời tiết khắc nghiệt hơn. Thực hiện mục tiêu này, ngày Khí tượng thế giới 23 tháng 3 năm 2022 được Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO) phát động với chủ đề “Early Warning and Early Action. Hydrometeorological and Climate Information for Disaster Risk Reduction” - “Cảnh báo sớm và Hành động sớm. Thông tin Khí tượng Thủy văn và Khí hậu nhằm giảm nhẹ rủi ro thiên tai”. Thông điệp nhấn mạnh vai trò của công tác thông tin, dự báo tác động, là điều kiện tiên quyết để phòng ngừa, sẵn sàng và ứng phó với thời tiết, khí hậu, góp phần bảo vệ cuộc sống và sinh kế bền vững cho người dân [13].

Hiện nay trên thế giới việc áp dụng mô hình này tương đối phổ biến, có thể gọi là tài trợ

tài chính dựa trên dự báo (FBF-Forecast Based Financing) [9] hay hành động sớm dựa trên cảnh báo (FBEA- Forecast Based Early Actions) [10]. Dù tên gọi khác nhau, nhưng hướng đến mục đích cuối cùng là giảm thiểu thiệt hại về của cải và con người do thiên tai thông qua các hành động sớm, dựa trên thông tin dự báo. Ngoài ra, nó còn nhằm tăng cường nhận thức, năng lực và khả năng chống chịu của cộng đồng địa phương và các cá nhân.

Đối với các nghiên cứu về FBEA, trong 5 năm gần đây mới được chú trọng vào các hành động sớm. Trước đó, các thông tin dự báo, cảnh báo chỉ dừng lại ở mức độ thông báo, cung cấp thông tin chứ chưa có dự báo về tác động hoặc rất ít. Điều này, rất khó cho người dân và các tổ chức nhân đạo, tổ chức thực thi có thể đưa ra các quyết định ứng phó kịp thời để giảm thiểu thiệt hại do thiên tai. Mặt khác, việc ứng phó và giảm thiểu chỉ thực hiện sau thiên tai, còn trước thiên tai gần như không có nhiều. Hiện nay, mô hình FBF này cũng đã được nhiều tổ chức như GRC, SRC, Plan, FAO, WV, Care thực hiện tại Việt Nam và các nước trên thế giới, đạt được những hiệu quả rất tích cực đối với cộng đồng. Các nghiên cứu và hành động sớm tập trung chủ yếu vào

Liên hệ tác giả: Lê Văn Tuấn
Email: tuanlvhp@gmail.com

một số loại hình thiên tai như bão, xoáy thuận nhiệt đới, mưa lớn, lũ lụt, hạn hán [3, 4, 5, 7, 8, 11, 12].

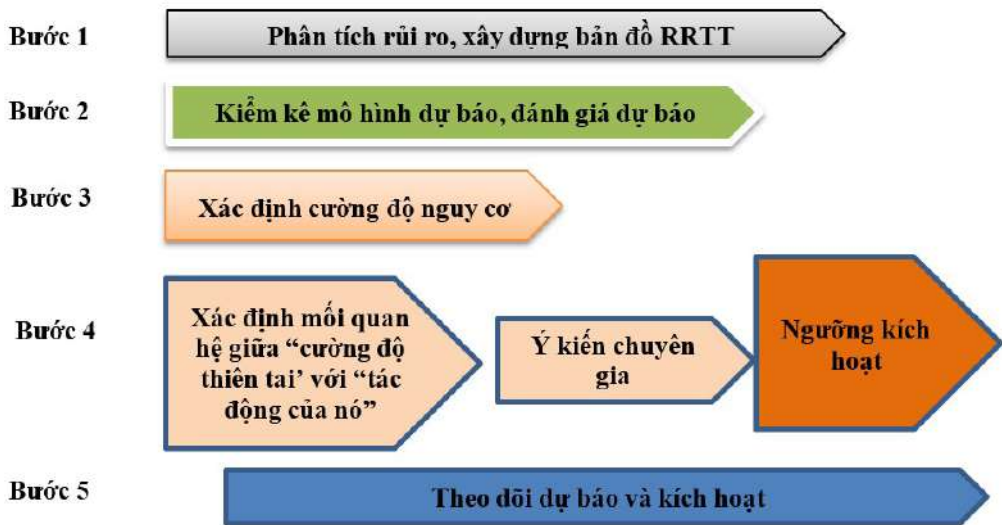
Quảng Trị là một trong những tỉnh chịu ảnh hưởng nặng nề bởi thiên tai hàng năm, đặc biệt là mưa lũ. Việc xây dựng ngưỡng kích hoạt các hành động sớm được thực hiện trước thiên tai xảy ra của các tổ chức cứu trợ đóng vai trò vô cùng quan trọng trong việc nâng cao năng lực ứng phó và giảm thiểu rủi ro thiên tai trên khu vực. Để giải quyết bài toán trên một cách hiệu quả, việc nghiên cứu ngưỡng kích hoạt là điều kiện tiên quyết cần phải thực hiện. Nghiên cứu này trình bày cách xây dựng ngưỡng kích hoạt đối với mưa lũ tại tỉnh Quảng Trị, chi tiết hóa đến hai xã Thanh và xã Thuận của huyện Hướng Hóa, bằng cách tiếp cận tài liệu hướng dẫn của GRC [6]. Nghiên cứu này được trích dẫn một phần kết quả của dự án “Dự báo lũ lụt và xây dựng ngưỡng kích hoạt cho tỉnh Quảng Trị”.

2. Phương pháp và số liệu

2.1. Phương pháp xây dựng ngưỡng kích hoạt

Phương pháp xây dựng ngưỡng kích hoạt được sử dụng trong nghiên cứu này được minh họa ở Hình 1. Cụ thể có 5 bước thực hiện với các thành phần chính:

Phân tích rủi ro và xây dựng bản đồ rủi ro: Mục đích là phân tích xác định các thiên tai ảnh hưởng đến khu vực nghiên cứu [6]. Sau khi xác định được thiên tai thực hiện xây dựng bản đồ phân vùng rủi ro dựa trên nguồn số liệu tác động từ quá khứ, nhằm xác định khu vực dễ bị ảnh hưởng bởi thiên tai, đối tượng dễ bị tổn thương, khu vực rủi ro thiên tai cao (tùy thuộc vào thiên tai, lựa chọn quy mô, chi tiết hóa đến cấp nào). Tuy nhiên trong khuôn khổ thực hiện nghiên cứu này, việc lựa chọn thiên tai và khu vực đã được thực hiện trước đó. Xã được lựa chọn là xã Thanh và xã Thuận huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị.



Hình 1. Quy trình xây dựng ngưỡng kích hoạt

Kiểm kê mô hình dự báo, đánh giá dự báo: Trong nghiên cứu này, đối với dự báo và mô phỏng mưa lớn, nghiên cứu sử dụng mô hình WRF. Mô hình này, đáp ứng được bài toán cảnh báo sớm từ 3 - 5 ngày, phù hợp với yêu cầu kích hoạt hành động sớm. Mô hình chạy với 3 miền tính (50 km, 27 km, 9 km), miền 3 bao trùm toàn

bộ khu vực tỉnh Quảng Trị. Nguồn số liệu đầu vào là số liệu GFS độ phân giải 0,5°. Đối với lũ lụt sử dụng mô hình Mike để dự báo thử nghiệm nguy cơ ngập lụt từ dữ liệu dự báo mưa lớn của mô hình WRF. Để đánh độ tin cậy của mô hình, nghiên cứu mô phỏng lại các đợt mưa lũ diện rộng của năm 2020 (Bảng 1).

Bảng 1. Các đợt mưa lớn diện rộng gây lũ trong năm 2020 [2]

TT	Ngày tháng	Nguyên nhân	Phạm vi	Lượng mưa phổ biến và cao nhất (mm)
1	17 - 18/9	Hoàn lưu bão số 5 (đổ bộ Thừa Thiên Huế - Quảng Trị)	Toàn tỉnh	30 - 80 mm, phía Nam và vùng núi 100 - 160 mm, có nơi 261 mm
2	16 - 21/10	Không khí lạnh (KKL) tăng cường có cường độ trung bình kết hợp với Dải hội tụ nhiệt đới (TICZ) có trục qua Trung Bộ	Toàn tỉnh	700 - 1.500 mm
3	28 - 29/10	KKL kết hợp hoàn lưu bão số 9	Toàn tỉnh	Vùng đồng bằng 90 - 180 mm, vùng núi 200 - 320 mm
4	06 - 07/11	KKL kết hợp hoàn lưu bão số 10	Toàn tỉnh	50 - 120 mm, có nơi 137 mm
5	10 - 12/11	Không khí lạnh kết hợp hoàn lưu bão số 12 và nhiễu động gió Đông yếu	Toàn tỉnh	Vùng đồng bằng 230 - 380 mm, có nơi 444 mm. Vùng núi 50 - 140 mm, có nơi 195 mm
6	14 - 15/11	Hoàn lưu bão số 13 kết hợp KKL tăng cường	Đồng bằng	50 - 120 mm, có nơi 160 mm

Xác định cường độ của nguy cơ: Nghiên cứu thực hiện phân tích rủi ro từ bộ số liệu thực tế ghi nhận được để xác định cường độ của nguy cơ, ứng với các cấp độ được quy định cho từng khu vực, từng trạm từ nguồn số liệu thống kê tin cậy [6].

Xây dựng ngưỡng kích hoạt dựa trên việc xác định mối quan hệ giữa cường độ và tác động của thiên tai: Sau khi đã xác định được cường độ của nguy cơ, tiếp đến là phân tích đánh giá tác động để tìm ra mối tương quan, quan hệ ứng với từng cấp độ, cường độ của nguy cơ. Từ đó, xác định được ngưỡng kích hoạt mà khi đạt ngưỡng nó sẽ gây ra tác động tiêu cực đến cộng đồng và cần có các hành động sớm để giảm thiểu tác động [6].

Theo dõi dự báo và kích hoạt: Dựa trên ngưỡng kích hoạt được xây dựng, tiến thành theo dõi trong thời gian thực, nếu đạt ngưỡng thì tiến hành thông báo kích hoạt các hành động sớm.

2.2. Số liệu

Nguồn số liệu được sử dụng trong nghiên cứu gồm: Số liệu quan trắc và số liệu mô phỏng, dự báo. Trong đó:

Đối với số liệu quan trắc sử dụng số liệu: (1) Số liệu lượng mưa quan trắc đối với các đợt mưa lớn xảy ra trong năm 2020 tại các trạm Cồn Cỏ,

Khe Sanh và Đông Hà được sử dụng đánh giá chất lượng dự báo mưa lớn từ mô hình. (2) số liệu quan trắc các trận lũ xảy ra trên khu vực và số liệu tác động từ năm 1982 - 2020 được sử dụng để xác định cường độ và ngưỡng kích hoạt.

Đối với số liệu dự báo: (1) Số liệu dự báo mô phỏng lại các đợt mưa đã xảy ra được sử dụng để đánh giá mô hình dự báo. (2) Số liệu dự báo được sử dụng để chạy mô hình theo dõi dự báo thời gian thực phục vụ việc theo dõi ngưỡng kích hoạt.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ngưỡng kích hoạt

* Cường độ và tác động

Dựa trên mực nước quan trắc được tại các sông Thạch Hãn và Bến Hải sử dụng để phân các dạng lũ tương ứng trên khu vực, có thể thấy trên khu vực tỉnh Quảng Trị các dạng lũ xuất hiện bao gồm lũ rất nhỏ ($P > 90\%$), lũ nhỏ ($70\% < P < 90\%$), lũ trung bình ($30\% < P < 70\%$), lũ lớn ($10\% < P < 30\%$) và lũ rất lớn ($P < 10\%$). Tùy vào vị trí địa lý, địa hình từng khu vực, cấp độ lũ ứng với mực nước tại các trạm là khác nhau. Ngoài ra, dựa trên phân tích các thiệt hại và tác động gây ra bởi mưa lũ trên khu vực, trong phần này cũng đã tổng hợp và đưa ra các tác động tương ứng (Bảng 2).

Bảng 2. Khoảng mực nước (cm) tương ứng với các cấp lũ và tác động tại các trạm thủy văn trên lưu vực sông Thạch Hãn và Bến Hải

Đặc trưng lũ	Tần suất P (%)	Cửa Việt (cm)	Đông Hà (cm)	Gia Vòng (cm)	Thạch Hãn (cm)	Tác động
Lũ rất nhỏ	> 90%	< 91,82	< 175,64	< 502,37	< 342,94	Nước sông dâng cao; đe dọa phần bờ cao; gây ngập ở các vùng đất rất thấp
Lũ nhỏ	70% - 90%	91,82 - 107,19	175,64 - 251,35	502,37 - 700,37	342,94 - 461,53	
Lũ trung bình	30% - 70%	107,19 - 145,14	251,35 - 347,28	700,37 - 1093,41	461,53 - 591,93	Lũ gây ngập tại những vùng bằng phẳng, dòng chảy trong sông với vận tốc lớn gây nguy hiểm cho bờ sông và làm xói lở, bắt đầu có sự thiệt hại về kinh tế
Lũ lớn	10% - 30%	145,14 - 187,93	347,28 - 410,54	1093,41 - 1478,35	591,93 - 664,56	Các vùng đất thấp đều bị ngập; sự an toàn của các đê bảo vệ ven sông đang bị đe dọa; Gây thiệt hại về kinh tế và thiệt hại về cơ sở hạ tầng.
Lũ rất lớn	< 10%	> 187,93	> 410,54	> 1478,35	> 664,56	Ngập lụt xảy ra trên diện rộng; thiệt hại về kinh tế và cơ sở hạ tầng là nghiêm trọng.

Căn cứ vào số liệu mực nước lớn nhất và mực nước ứng với các tần suất lũ có thể xác định khoảng mực nước ứng với các cấp lũ. Nghiên cứu đã xác định được các sự kiện lũ hàng năm tương ứng với cấp lũ, mực nước cao nhất (Hmax), lượng mưa 1 ngày lớn nhất (X_{1max}), lượng mưa 2 ngày lớn nhất (X_{2max}), lượng mưa 3 ngày lớn nhất (X_{3max}). Từ đó xác định được mối quan hệ giữa cấp lũ với giá trị lượng mưa và mực nước cao nhất có thể đạt được. Theo thống kê và tính toán dựa trên mực nước lũ tại các sông, từ năm 1982 đến 2020 có thể thấy gần như năm nào cũng xảy ra lũ trên khu vực. Cụ thể,

đối với trạm Cửa Việt: Lũ rất nhỏ xuất hiện 2 lần, lũ nhỏ xuất hiện 10 lần, lũ trung bình xuất hiện 20 lần, lũ lớn xuất hiện 7 lần và lũ rất lớn xuất hiện 5 lần. Đối với trạm Đông Hà: Lũ rất nhỏ xuất hiện 6 lần, lũ nhỏ xuất hiện 8 lần, lũ trung bình xuất hiện 17 lần, lũ lớn xuất hiện 8 lần và lũ rất lớn xuất hiện 6 lần. Đối với trạm Gia Vòng: Lũ rất nhỏ xuất hiện 3 lần, lũ nhỏ xuất hiện 9 lần, lũ trung bình xuất hiện 17 lần, lũ lớn xuất hiện 11 lần và lũ rất lớn xuất hiện 4 lần. Đối với trạm Thạch Hãn: Lũ rất nhỏ xuất hiện 4 lần, lũ nhỏ xuất hiện 9 lần, lũ trung bình xuất hiện 19 lần, lũ lớn xuất hiện 6 lần và lũ rất lớn xuất hiện 6 lần (Bảng 3).

Bảng 3. Lượng mưa lớn nhất và mực nước lớn nhất quan trắc được tại các trạm khí tượng thủy văn giai đoạn 1982 - 2020

Năm	Khe Sanh (mm)			Đông Hà (mm)			Đông Hà (cm)	Thạch Hãn (cm)	Cấp độ lũ
	X _{1max}	X _{2max}	X _{3max}	X _{1max}	X _{2max}	X _{3max}	Hmax	Hmax	
1982	131,9	245,2	266,9	113,7	177,6	187,4	233	429	N
1983	146,6	229,7	629,4	424,5	486	629,4	456	711	RL
1984	67,2	69	74,7	49,4	78,6	89,4	277	632	L
1985	54,3	56,7	90,7	447,5	546,2	631,5	347	607	L
1986	103,2	132,9	132,9	246,1	276,3	276,7	233	495	TB
1987	251,7	309,1	310,7	188,3	270,1	270,2	142	452	N

Năm	Khe Sanh (mm)			Đông Hà (mm)			Đông Hà (cm)	Thạch Hãn (cm)	Cấp độ lũ
	X_1max	X_2max	X_3max	X_1max	X_2max	X_3max	Hmax	Hmax	
1988	13,2	18,4	18,4	25	38,1	38,1	228	556	TB
1989	206,8	247,9	266,4	195,7	262,5	262,5	277	542	TB
1990	340,9	348,7	446,7	189	194	282,7	379	704	RL
1991	107,1	146,7	213,9	70,8	92,2	95,2	327	549	TB
1992	119,8	197,7	302	228,7	387,7	453,4	397	621	L
1993	39	77,1	80,5	16,3	18,3	18,3	121	363	N
1995	50,4	78,3	107,1	142,2	244,3	282,3	449	679	RL
1997	152,4	284,3	285,4	117,3	118,4	119,2	285	527	TB
1998							331	632	L
1999	136,1	89,7	151,4	92,5	86,9	109,8	381	729	RL
2000	142,7	147,4	147,4	29,2	31	31	143	465	TB
2001	59,5	87,1	93,4	82,6	92,9	92,9	227	494	TB
2002	74,9	107,7	109	48,8	73,4	96,5	205	300	RN
2003	16,7	21,8	15,4	26,3	31,9	10,7	275	425	N
2004	141,5	227,2	249,1	86,8	134,8	199,9	318	565	TB
2005	40,1	48,8	195,4	146,5	194,4	195,4	425	475	TB
2006	264,9	292,7	316,7	12,2	17	18,4	330	601	L
2007	197,4	389,3	414	206	382,7	387	334	556	TB
2008	62	62,8	66,8	176	185,4	198,3	355	435	N
2009	208,7	308,7	348,4	203,3	326,7	471,5	422	708	RL
2010	7,4	7,8	8,4	85,9	168,2	181,2	398	585	TB
2011	134,6	168,6	172	113,7	159	170	439	565	TB
2012							175	321	RN
2013	287,6	298,6	298,6	141,1	155,1	155,1	343	518	TB
2014							112	193	RN
2015	207	358	388,8	125,3	242,4	280,2	297	435	N
2016	114,8	140,3	148	112,6	136,8	153,9	383	530	TB
2017	210,6	210,9	240,7	192,1	192,1	338,5	192	571	TB
2018	210,6	210,9	240,7	192,1	192,1	338,5	141	138	RN
2019							326	524	TB
2020	533,9	919,2	959,9	390,5	552,7	556,9	469	680	RL

* RN: Rất nhỏ N: Nhỏ TB: Trung Bình L: Lớn RL: Rất lớn

*** Ngưỡng kích hoạt**

Để xây dựng ngưỡng kích hoạt, nhóm nghiên cứu phân tích các sự kiện xảy ra trong quá khứ, tác động đến con người, kinh tế - xã hội trên khu vực. Ngoài ra nhóm nghiên cứu đã tham khảo

cấp độ rủi ro thiên tai được ban hành tại Quyết định 18/2021/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ về ngưỡng mưa lớn và cấp độ rủi ro [1]. Bên cạnh đó nhóm nghiên cứu cũng tham khảo ý kiến chuyên gia tại các sở ban ngành (Bảng 4).

Bảng 4. Ngưỡng kích hoạt đối với lượng mưa 1 ngày theo đề xuất của các đơn vị tham vấn

Đơn vị tham vấn	Ngưỡng mưa 1 ngày gây ra lũ, ngập lụt (mm)	Ngưỡng mưa 1 ngày gây ra lũ quét (mm)
Đài KTTV Quảng Trị	> 200	> 100
Trạm TV Thạch Hãn	> 200	> 100
Trạm Đông Hà	> 200	> 100
Trạm Khe Sanh	100 - 200	> 100
Phòng Khoáng sản và nước	100 - 200	> 100
Sở TNMT	100 - 200	> 100
Chi cục PTNT	100 - 200	> 100
Văn phòng BCH PCTT	100 - 200	> 100
Xã Thuận	> 200	> 100
Xã Thanh	> 200	> 100

Sau khi tham vấn ý kiến chuyên gia, nghiên cứu cập nhật đề xuất cấp lũ tương ứng với ngưỡng mưa xảy ra trên khu vực. Trong đó đối với lượng mưa được đề xuất sử dụng tổng lượng mưa lớn nhất 24 h, 48 h và 72 h trình bày chi tiết trong Bảng 5. Cụ thể:

Đối với cấp lũ nhỏ: Xảy ra khi lượng mưa 24 h đạt từ 100 - 150 mm, 48 h đạt từ 150 - 200 mm hoặc tổng mưa 3 ngày (72 h) đạt trên 300 mm. Với cấp này đe dọa phần bờ cao; gây ngập ở các vùng đất rất thấp.

Đối với cấp lũ trung bình: Xảy ra khi lượng mưa 24 h đạt từ 150 - 200 mm, 48 h đạt từ 200 - 300 mm hoặc tổng mưa 3 ngày (72 h) đạt trên 400 mm. Lũ gây ngập tại những vùng bằng phẳng, dòng chảy trong sông với vận tốc lớn gây nguy hiểm cho bờ sông và làm xói lở, bắt đầu có sự thiệt hại về kinh tế

Đối với cấp lũ lớn: Xảy ra khi lượng mưa 24 h đạt từ 200 - 250 mm, 48 h đạt từ 300 - 400 mm

hoặc tổng mưa 3 ngày (72 h) đạt trên 500 mm. Các vùng đất thấp đều bị ngập; sự an toàn của các đê bảo vệ ven sông đang bị đe dọa; Gây thiệt hại về kinh tế và thiệt hại về cơ sở hạ tầng.

Đối với cấp lũ rất lớn: Xảy ra khi lượng mưa 24 h đạt từ > 250 mm, 48 h đạt từ 400 - 500 mm hoặc tổng mưa 3 ngày (72 h) đạt trên 600 mm. Ngập lụt xảy ra trên diện rộng; thiệt hại về kinh tế và cơ sở hạ tầng nghiêm trọng.

Trong đó, nghiên cứu đề xuất ngưỡng kích hoạt với ngưỡng mưa 1 ngày lớn nhất đạt trên 150 mm, hay lượng mưa 2 ngày đạt từ 200 - 300 mm hoặc lượng mưa 3 ngày đạt trên 400 mm gây ra lũ trung bình. Do cấp lũ trung bình đã bắt đầu gây ra ngập các khu vực vùng trũng, nguy cơ xảy ra lũ quét cao và khả năng ảnh hưởng đến con người và nguy cơ thiệt hại về kinh tế trên khu vực. Thời gian đề xuất kích hoạt từ tháng 9 - 11, vì đây là cao điểm mùa mưa trên khu vực.

Bảng 5. Ngưỡng kích hoạt điều chỉnh đề xuất cho Quảng Trị

Cấp lũ	X _{1max} (mm)	X _{2max} (mm)	X _{3max} (mm)
Nhỏ	100 - 150	150 - 200	> 300
Trung Bình	150 - 200	200 - 300	> 400
Lớn	200 - 250	300 - 400	> 500
Rất lớn	> 250	400 - 500	> 600
Kích hoạt	Lượng mưa 1 ngày lớn nhất đạt trên 150 mm (Lũ trung bình).		

3.2. Thử nghiệm dự báo và kích hoạt

3.2.1. Kiểm kê mô hình dự báo và đánh giá dự báo

* Khả năng dự báo mưa lớn

Từ kết quả tính toán các đợt mưa lớn xảy ra trong năm 2020 được trình bày ở Bảng 2 tại các trạm Cồn Cỏ, Đông Hà, Khe Sanh đại diện cho tỉnh Quảng Trị, có thể thấy mô hình dự báo thiên thấp so với số liệu quan trắc thực tế ứng

với từng hạn dự báo. Cụ thể, sự chênh lệch về lượng mưa trung bình của 6 đợt dao động từ 21,2 - 93,9 mm (hạn 24 h), 18 - 115,1 mm (hạn 48 h), 7,4 - 113,7 mm (hạn 72 h). Nhìn chung dự báo hạn 24 h tốt hơn các hạn dự báo xa 2 đến 3 ngày (Bảng 6). Mô hình dự báo WRF đáp ứng tốt khả năng dự báo mưa lớn trên khu vực, đảm bảo độ tin cậy và yêu cầu của một bài toán kích hoạt.

Bảng 6. Sai số các đợt mưa lớn diện rộng gây lũ trong năm 2020

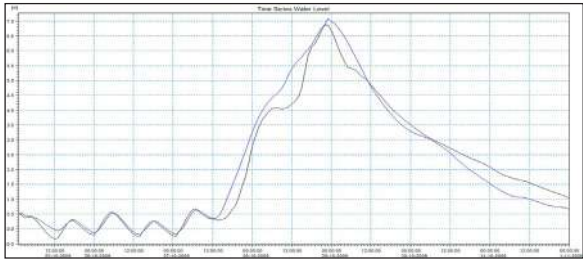
Đơn vị (mm)

Đợt mưa lớn	Hạn 24 h			Hạn 48 h			Hạn 72 h		
	ME	MAE	RMSE	ME	MAE	RMSE	ME	MAE	RMSE
17 - 18/9	-23,7	35,2	60,7	-5,5	21,6	31,6	9,35	7,4	64,8
16 - 21/10	-27,2	93,9	135,5	-48,5	115,1	175	-64,1	113,7	195,3
28 - 29/10	-20,3	40,8	74,8	-19,7	38,8	70,6	-12,2	42	78
06 - 07/11	-17,3	19,7	25	-12,5	24,1	31,1	-17,2	27,2	33,9
10 - 12/11	-28,8	43	79,5	-1,7	48,6	65,3	-6,1	63,2	90,9
14 - 15/11	-20,1	21,2	33,2	-0,3	18	23,7	21,4	89,3	97,1
Trung bình	-22,9	42,3	68,1	-14,7	44,4	66,2	-11,5	57,1	93,3

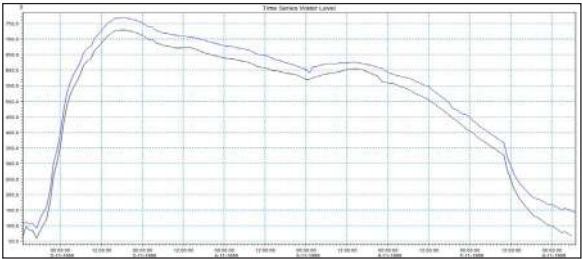
* Khả năng dự báo lũ lụt

Để tính toán dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho lưu vực sông Bến Hải và Thạch Hãn, trong nghiên cứu dùng trận lũ thời đoạn từ 25/X - 31/X/2009 (Hình 2a) để hiệu chỉnh mô hình và trận lũ từ ngày 2/XI - 8/XI/1999 (Hình 2b) để kiểm định mô hình. Kết quả tính

toán (đường màu xanh) và thực đo tại trạm thủy văn (đường màu đen) Thạch Hãn trận lũ tháng XI năm 1999 có hệ số Nash đạt hơn 80% và trận lũ tháng X năm 2009 có hệ số Nash đạt 91%. Cho thấy mô hình có thể chấp nhận được và có thể chạy các phương án ngập lụt theo các tần suất.



Lũ tháng X năm 2009



Lũ tháng XI năm 1999

Hình 2. Kết quả tính toán và thực đo tại trạm Thạch Hãn đối với các trận lũ điển hình

3.2.2. Thử nghiệm dự báo và kiểm tra kích hoạt

Bảng 7 trình bày kết quả so sánh dự báo lượng mưa trong các đợt mưa lớn so với quan trắc thực tế các đợt mưa lớn xảy ra trong năm 2022. Kết quả thấy rằng so với quan trắc gần như việc dự báo đợt mưa lớn xảy ra là tương đối tốt. Đặc biệt là kết quả dự báo tổng đợt

mưa và lượng mưa một ngày lớn nhất hạn dự báo trước 3 ngày. Tuy nhiên, vẫn có sai số mưa trong dự báo, mô hình dự báo dự báo thiên cao hơn trong tổng số 2/4 đợt, 1 đợt thấp hơn và 1 đợt dự báo chính xác giá trị. Đối với ngưỡng kích hoạt 100% các dự báo đều cho lượng mưa không đạt ngưỡng phù hợp với số liệu quan trắc thực tế trên khu vực.

Bảng 7. Kết quả dự báo mưa lớn trong các đợt mưa được phát tin

Đợt mưa		Đợt mưa lớn trái mùa 29/3 - 2/4	Đợt mưa lớn ngày 27 - 29/9	Đợt mưa lớn từ ngày 14 - 15/10	Đợt mưa lớn từ ngày 19 - 23/11
Dự báo	Đợt	100 - 150 mm	100 - 200 mm	100 - 200 mm	100 - 150 mm
	Lớn nhất 24 h	70 mm	80 mm	144 mm	50 mm
Quan trắc	Đợt	140 - 156 mm	130 - 154 mm	192 - 202 mm	50 - 100 mm
	Lớn nhất 24 h	90 mm	62 mm	145 mm	30 mm

Trong thời gian thử nghiệm hệ thống, nghiên cứu đã dự báo và kích hoạt kiểm tra cơ chế đối với đợt mưa lớn xảy ra từ 14 - 15/10/2022. Cụ thể, khi có tín hiệu về mưa lớn trước đó 4 ngày (10/11), nghiên cứu đã thực hiện bản tin dự

báo, cảnh báo mưa lớn trên khu vực tỉnh Quảng Trị, đưa ra kết quả dự nguy cơ xảy ra mưa lớn, lũ nhỏ trên khu vực. Thực tế đã chỉ ra rằng, dự báo và kích hoạt thực trước 3 ngày là hoàn toàn chính xác (Hình 3).



Hình 3. Ảnh hưởng của lũ lụt trên đại bàn hai xã Thanh và xã Thuận

4. Kết luận

Dựa trên cách tiếp cận xác định ngưỡng kích hoạt của GRC, nghiên cứu đã xây dựng thành công ngưỡng kích hoạt và hệ thống dự báo, cảnh báo mưa lũ tại tỉnh Quảng Trị và đặc biệt xây dựng được ngưỡng kích hoạt cho hai xã Thanh và xã Thuận. Đề xuất kích hoạt đối với lũ lụt khi lượng mưa dự báo trong 1 ngày lớn nhất đạt và vượt 150 mm, thời gian kích hoạt từ tháng 9 đến tháng 11. Bên cạnh đó, trong năm 2022, nghiên cứu đã sử dụng mô hình dự báo WRF để theo dõi và dự báo 4 đợt mưa lớn điển hình, trong đó cả 4 đợt đều dự báo chính xác về ngưỡng, với 3 đợt không đạt và một đợt kiểm tra kích hoạt. Điều đó cho thấy, kết quả dự báo tương đối tốt tại hai xã Thanh và xã Thuận.

Đặc điểm, nghiên cứu đã kích hoạt thử nghiệm thành công đối với sự kiện mưa lũ xảy ra trên khu vực từ ngày 14 - 15/10 với nguy cơ xảy ra lũ nhỏ trên địa bàn khu vực. Với thông tin này là cơ sở cho các tổ chức cứu trợ vào cuộc, cung cấp trang thiết bị cho người dân, thực hiện các hành động sớm giảm thiểu tác động của mưa lũ trên khu vực, được người dân hưởng ứng.

Mặc dù, đạt được nhiều kết quả khả quan, nhưng cần có thử nghiệm theo dõi trong thời gian thực trong nhiều năm để điều chỉnh ngưỡng sao cho phù hợp nhất đối với khu vực. Đối với nghiên cứu về ngưỡng, cần được mở rộng nghiên cứu ra nhiều địa phương, tỉnh, khu vực khác và thực hiện với nhiều thiên tai cực đoan ảnh hưởng đến cuộc sống của người dân.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Thủ tướng chính phủ (2021), *Quyết định 18/2021/QĐ-TTg ngày 22 tháng 4 năm 2021 quy định về dự báo, cảnh báo, truyền tin thiên tai và cấp độ rủi ro thiên tai đã xác định cấp độ rủi ro thiên tai.*
2. Văn phòng Ban chỉ huy phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn tỉnh Quảng Trị (2020), *Báo cáo tổng kết công tác phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn năm 2020, triển khai nhiệm vụ năm 2021 tỉnh Quảng Trị.*

Tài liệu tiếng Anh

3. Care, WV, Plan, (2023), *Terms of Reference for National Consultants. Project Final Evaluation Project: Disaster and Climate-related Risk Analysis and Feasibility study on forecast-based early action (FbEA) in Quang Tri and Binh Thuan province (FbEA-SEA)*. <https://ngocentre.org.vn/files/20230112-FbEA-sea-tor-final-evaluation.pdf>
4. Care (2021), *Enhancing Inclusive and Gender-responsive Forecast-based Early Action for Effectiveness Disaster Preparedness in Vietnam and at Regional Level (FbEA-SEA)*. <https://www.care.org.vn/wp-content/uploads/2021/10/211005-FbEA-SEA-Brief-ENG-VI.pdf>
5. FAO, (2017), *Forecast Based Financing for Livelihoods and WASH in the context of drought in Vietnam (Gia Lai and Ca Mau)*.
6. German Red Cross, (2018), *A guide to trigger methodology for forecast-based financing*: <https://drive.google.com/file/d/1zq0X4DzXbEXxlyk4IDoqwZewnqWvWHE9/view?usp=sharing>
7. German Red Cross and IFRC (2019), *Heatwave Early Actions: Media Coverage*. <https://www.forecast-based-financing.org/2019/10/16/vietnam-update-6-enhancing-early-actions/>
8. GRC, (2022), *Advisory services on weather forecast in Vietnam (tropical cyclones) and on the development and forecast of triggers*.
9. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies Red Cross Climate Centre, German Red Cross, and the Vietnam Red Cross (2019), *Forecast-based Financing*. https://www.forecast-based-financing.org/wpcontent/uploads/2020/04/Factsheet_Vietnam.pdf
10. ODI, (2019), *Forecast-based early action*. See <https://odi.org/en/about/our-work/forecast-based-early-action/>
11. Nguyen Thai Anh, UN FAO. *Forecast-based Early Action for Drought in Vietnam*. https://unescap.org/sites/default/files/4b_Thai%20Anh%20Nguyen_Vietnam%20EWEA.pdf
12. SRC, (2019), *Assessments of drought forecasting capacity and experiment of real time forecasting for Ca Mau province*.
13. <https://public.wmo.int/en/resources/world-meteorological-day/world-meteorological-day-2022-early-warning-early-action>.

DEVELOPMENT OF EARLY - ACTION TRIGGER FOR RAINFALL AND FLOOD IN QUANG TRI PROVINCE

Le Van Tuan⁽¹⁾, Vu Van Thang⁽¹⁾, Tran Dinh Trong⁽¹⁾, An Tuan Anh⁽¹⁾, Nguyen Thi Yen⁽²⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change (IMHEN)

⁽²⁾CARE International in Vietnam

Received: 16/2/2023; Accepted: 9/3/2023

Abstract: This paper presents the results of developing trigger thresholds for heavy rainfall and floods in the two communes of Thanh and Thuan, Huong Hoa district, Quang Tri province.

Early action based on the threshold-building method for forecasting in financial financing activities (FBF) following the guidelines of the German Red Cross (GRC). The trigger thresholds were established based on the relationship between the intensity and impact of natural disasters through the analysis of past events. The results show that, trigger threshold is proposed for flooding when the maximum 1-day forecasted rainfall reaches and exceeds 150mm, corresponding to a medium flood for two communes of Thanh and Thuan. With this trigger threshold, the forecast test for 2022 achieved relatively consistent results in terms of the value and intensity of rain and flood, providing a basis for implementing early actions to help the community reduce the impact of natural disasters.

Keywords: Trigger, early action, rainfall, flood, Quang Tri.

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP AHP ĐỂ CHI TIẾT CẤP ĐỘ RỦI RO DO SẠT LỞ Ở TỈNH KHÁNH HÒA

Võ Anh Kiệt, Bùi Văn Chanh

Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ

Ngày nhận bài: 6/2/2023; ngày chuyển phản biện: 7/2/2023; ngày chấp nhận đăng: 28/2/2023

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, sạt lở ở tỉnh Khánh Hòa xuất hiện ngày càng nhiều và gây thiệt hại rất lớn. Tuy nhiên, cấp độ rủi ro do sạt lở đất trong Quyết định 18/2021/QĐ-TTg ngày 22 tháng 4 năm 2021 của Thủ tướng Chính phủ chưa chi tiết nên gây khó khăn trong công tác cảnh báo cấp độ rủi ro cũng như phòng chống, ứng phó ở địa phương. Do đó, xây dựng chi tiết cấp độ rủi ro do sạt lở do mưa lớn cho tỉnh Khánh Hòa là rất cần thiết. Nghiên cứu này, cấp độ rủi ro do sạt lở đất cho tỉnh Khánh Hòa được xây dựng từ các bản đồ địa hình, địa chất, thổ nhưỡng, thảm phủ, sử dụng đất, số liệu mưa và điều tra xã hội học. Các bản đồ địa chất, địa hình, thổ nhưỡng, thảm phủ thực vật và số liệu mưa được sử dụng để xây dựng bản đồ hiểm họa; cùng với số liệu điều tra xã hội học và bản đồ sử dụng đất được sử dụng để xây dựng bản đồ chỉ số rủi ro sạt lở bằng phương pháp IPCC với trọng số được tính bằng phương pháp phân tích hệ thống phân cấp (AHP). Trọng số các thành phần trong AHP được kiểm tra với trận mưa lớn nhất năm 2018. Bộ trọng số đảm bảo đủ tin cậy được sử dụng để xây dựng bản đồ chỉ số rủi ro và chi tiết cấp độ rủi ro dựa trên Quyết định 18, phương pháp thống kê.

Từ khóa: Rủi ro thiên tai, sạt lở, tỉnh Khánh Hòa.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, thiệt hại do sạt lở đất ở tỉnh Khánh Hòa xảy ra ngày càng nhiều và hậu quả ngày càng nghiêm trọng. Tuy nhiên, hiện nay dự báo sạt lở đất còn hạn chế và cảnh báo với độ tin cậy chưa cao. Ngoài ra, cấp độ rủi ro do sạt lở do mưa trong Quyết định 18/2021/QĐ-TTg ngày 22 tháng 4 năm 2021 của Thủ tướng Chính phủ chưa chi tiết theo không gian, nên công tác phòng chống ứng phó còn gặp khó khăn; bên cạnh đó, cấp độ sạt lở trong Quyết định 18 chỉ xét đến tác động của mưa; trong khi đó, tác động của sạt lở đất là quá trình rất phức tạp và chịu tác động của nhiều yếu tố nên độ tin cậy còn hạn chế. Ngoài tác động của điều kiện kinh tế - xã hội và năng lực phòng chống ứng phó đến cấp độ rủi ro, các yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến nguy cơ sạt lở cũng khá phức tạp. Nguy cơ hiểm họa do sạt lở đất chịu ảnh hưởng của địa hình, địa chất, thổ nhưỡng thảm phủ

thực vật và độ ẩm đất. Trong đó, lượng nước trong đất (độ ẩm đất) phụ thuộc vào lượng mưa thời kỳ trước, cường độ mưa và lượng mưa trong đợt mưa hiện tại. Việc tính toán lượng mưa khá phức tạp; do đó, nghiên cứu đã sử dụng lượng mưa 5 ngày lớn nhất để tính lượng mưa thời kỳ trước do thời gian mưa lớn gây sạt lở ở tỉnh Khánh Hòa thường kéo dài 5 ngày, lượng mưa hiện tại được đặc trưng bởi lượng mưa trong ngày, 6 giờ và 1 giờ. Qua những trận mưa lớn gây sạt lở cho thấy, lượng mưa 6 giờ có vai trò quan trọng trong quá trình gây sạt lở và mưa 1 giờ đặc trưng cho cường độ mưa.

Để chi tiết cấp độ rủi ro do sạt lở do mưa lớn cần sử dụng bản đồ chi tiết theo không gian của các yếu tố đầu vào. Trong đó, bản đồ địa hình được sử dụng là DEM 90 x 90 m, các chi tiết nhất hiện nay với tỷ lệ 1/25.000 của các yếu tố địa chất, thổ nhưỡng và rừng (thảm phủ thực vật), bản đồ sử dụng đất và bản đồ hành chính cấp xã. Các yếu tố được tính toán bằng kỹ thuật chồng chập bản đồ bằng phần mềm ArcGIS. Tuy nhiên, rủi ro thiên tai trong đó có rủi ro do sạt lở khá phức tạp do chịu sự tác động tổng hợp các

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

yếu tố tự nhiên và xã hội; do đó, để chi tiết cấp độ rủi ro, nghiên cứu đã sử dụng phương pháp của IPCC [2].

Theo IPCC, rủi ro thiên tai là sự tổng hợp của các yếu tố: Hiểm họa (H-Hazard), phơi bày (E-Exposure), tổn thương (V-Vulnerability); tức là $R = f(H, E, V)$. Trong các thành phần của H, E, V còn có nhiều thành phần và yếu tố khác; tuy nhiên, các thành phần cấu thành rủi ro khá phức tạp và rất khó xác định mức độ quan trọng của từng thành phần nhỏ hơn [2]. Để xác định mức độ quan trọng này, nhiều nghiên cứu đã sử dụng phương pháp AHP (Phân tích hệ thống phân cấp) để tính toán các trọng số của từng yếu tố, thành phần rủi ro.

2. Tính toán chỉ số rủi ro do sạt lở do mưa lớn ở tỉnh Khánh Hòa

2.1. Cơ sở lý thuyết của phương pháp AHP

Phương pháp phân tích hệ thống phân cấp - AHP (Analytic Hierarchy Process) được Thomas L. Saaty đề xuất vào những năm 1970 và đã được nhiều nghiên cứu mở rộng, bổ sung cho đến nay. Sử dụng AHP là để định lượng các ưu tiên về chất lượng giữa các thành phần chính, phụ cũng như các chỉ số và thể loại. So sánh cặp của một tập các đối tượng hoặc tiêu chuẩn hoặc lựa chọn thay thế) được sử dụng để xác định trọng số của các thành phần. AHP có 3 bước thực hiện: Phân tích, so sánh và tổng hợp độ ưu tiên [3, 5, 6].

Ứng dụng phương pháp AHP cho thấy một khu vực sẽ nhận một giá trị chỉ số rủi ro nhất định (> 0), phù hợp với mục đích tính chỉ số rủi ro phục vụ phòng chống thiên tai. Vì vậy, trong nghiên cứu sẽ sử dụng công thức cộng của AHP để xác định chỉ số rủi ro do sạt lở đất. Cụ thể như sau:

$$R_j = w_H \times H_j + w_E \times E_j + w_V \times V_j \quad (1)$$

Trong đó:

R_j : Chỉ số rủi ro do sạt lở đất tại nút j ;

H_j : Giá trị tiêu chí nguy cơ sạt lở đất;

E_j : Giá trị tiêu chí độ phơi nhiễm;

V_j : Chỉ số dễ bị tổn thương;

w_H, w_E, w_V : Trọng số của 3 tiêu chí (tổng giá trị 3 trọng số = 1).

Tính dễ bị tổn thương (V) thể hiện mức tác động của điều kiện kinh tế - xã hội và năng lực phòng chống ở địa phương, được tính như sau:

$$V_j = S_j \times w_S + A_j \times w_A \quad (2)$$

Trong đó:

V_j : Chỉ số dễ bị tổn thương tại nút j ;

S_j : Giá trị tiêu chí tính nhạy cảm;

A_j : Giá trị tiêu chí khả năng thích ứng;

w_S, w_A : Trọng số của 2 tiêu chí (tổng giá trị 2 trọng số = 1).

Tính nhạy cảm (S) là biểu hiện của hệ thống xã hội thông qua các hoạt động sống của con người trước tai biến sạt lở đất, gồm 4 thành phần: Nhân khẩu, sinh kế, kết cấu hạ tầng và môi trường;

$$S_j = S_{nk_j} \times w_{S_{nkj}} + S_{sk_j} \times w_{S_{skj}} + S_{cs_j} \times w_{S_{csj}} + S_{mt_j} \times w_{S_{mtj}} \quad (3)$$

Trong đó:

S_j : Tiêu chí tính nhạy cảm nút j ;

S_{nk_j} : Thành phần nhân khẩu nút j ;

S_{sk_j} : Thành phần sinh kế nút j ;

S_{cs_j} : Thành phần cơ sở hạ tầng nút j ;

S_{mt_j} : Thành phần điều kiện môi trường nút j ;

$w_{S_{nk}}, w_{S_{sk}}, w_{S_{cs}}, w_{S_{mt}}$: Trọng số của 4 thành phần (tổng 4 trọng số = 1).

Khả năng thích ứng với sạt lở, gồm 4 thành phần: Điều kiện, kinh nghiệm, sự hỗ trợ và khả năng phục hồi.

$$A_j = A_{dk_j} \times w_{A_{dkj}} + A_{kn_j} \times w_{A_{knj}} + A_{ht_j} \times w_{A_{htj}} + A_{ph_j} \times w_{A_{phj}} \quad (4)$$

Trong đó:

A_j : Giá trị tiêu chí khả năng thích ứng nút j ;

A_{dk_j} : Giá trị thành phần điều kiện phòng chống, ứng phó sạt lở nút j ;

A_{kn_j} : Giá trị thành phần kinh nghiệm phòng chống, ứng phó sạt lở nút j ;

A_{ht_j} : Giá trị thành phần hỗ trợ phòng chống, ứng phó nút j ;

A_{ph_j} : Giá trị thành phần khả năng tự phục hồi sau sạt lở nút j .

$w_{A_{dk}}, w_{A_{kn}}, w_{A_{ht}}, w_{A_{ph}}$: Trọng số của 4 thành phần (tổng 4 trọng số = 1).

Hiểm họa sạt lở (H) được hiểu như là mối đe dọa trực tiếp, bao hàm quy mô, mức độ sạt và phụ thuộc vào địa hình, địa chất, thổ nhưỡng, thảm phủ, lượng mưa:

$$H_j = \sum_{i=1}^m H_{ij} \times w_{ij} \quad (5)$$

Trong đó:

H_j : Giá trị nguy cơ sạt lở tại nút j ;

H_{ij} : Giá trị các biến (i) tác động đến sạt lở tại nút j ;

w_{ij} : Trọng số các biến tác động đến sạt lở và có tổng là 1;

Độ phơi bày E là tính chất và mức độ tiếp xúc của hệ thống với tai biến sạt lở đất, thể hiện qua các loại hình sử dụng đất. Giá trị tiêu chí độ phơi bày được xác định từ giá trị các biến sử dụng đất;

Các biến, thành phần có thứ nguyên khác nhau, vì thế cần chuẩn hóa các thành phần rủi ro sạt lở đất trước khi tính toán. Trong nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp đánh giá chỉ số phát triển con người (HDI) của UNDP (2006) để chuẩn hóa dữ liệu. Mỗi phụ thuộc giữa các tiêu chí và các biến trong các quan hệ thuận - nghịch được sử dụng để tính toán các yếu tố của thành phần rủi ro.

Hàm quan hệ thuận với rủi ro và chuẩn hóa biểu diễn bằng công thức [3]:

$$x_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (6)$$

Mặt khác khi xem xét đến các biến mà giá trị của biến càng cao thì khả năng rủi ro càng thấp thì công thức đối với hàm quan hệ nghịch sẽ là [3]:

$$x_{ij} = \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (7)$$

Trong đó:

x_{ij} : Giá trị điểm thứ j thuộc biến thứ i đã chuẩn hóa;

X_{ij} : Giá trị điểm thứ j thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa;

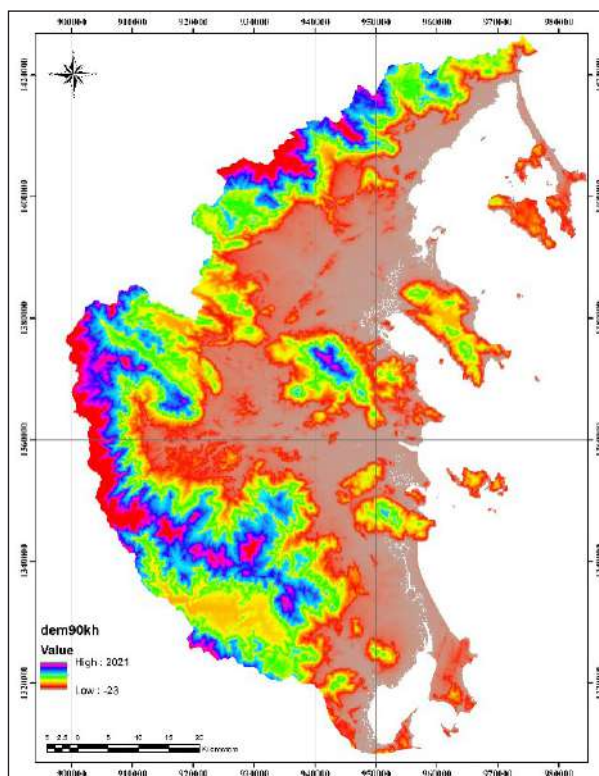
$\max\{X_{ij}\}$: Giá trị lớn nhất thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa;

$\min\{X_{ij}\}$: Giá trị nhỏ nhất thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa.

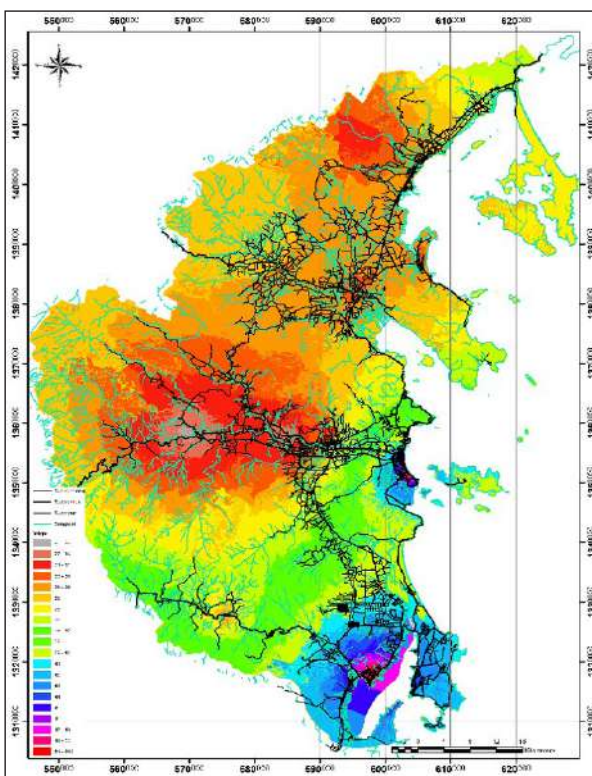
Từ hai công thức (6 và 7) cho thấy các giá trị chuẩn hóa của các biến thu được nằm trong khoảng từ 0 đến 1 và sau bước tính này thiết lập được bộ giá trị các biến được chuẩn hóa.

2.2. Xây dựng bản đồ chỉ số hiểm họa

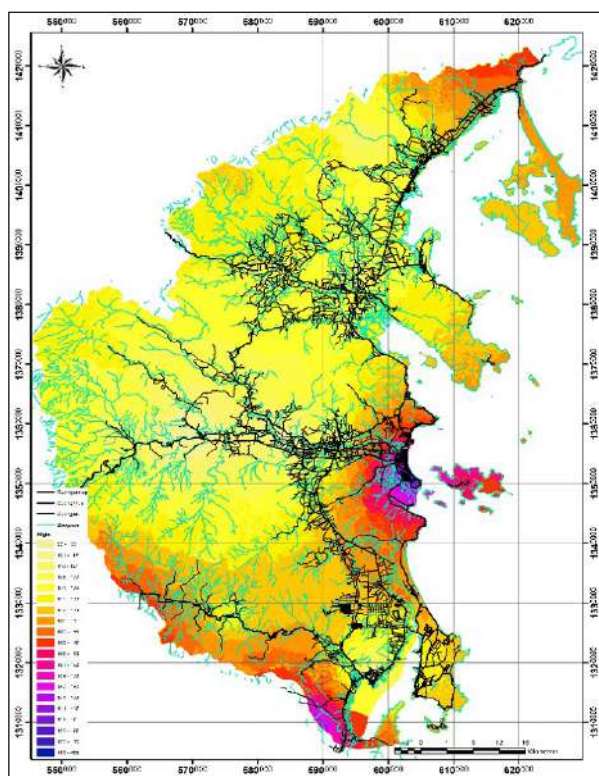
Thành phần hiểm họa được tính toán từ các bản đồ tự nhiên và số liệu mưa. Nguy cơ sạt lở đất phụ thuộc vào độ dốc, địa chất, thổ nhưỡng, thảm phủ thực vật và độ ẩm của đất; trong đó, độ dốc được tính từ bản đồ DEM 90 × 90 m (Hình 1), bản đồ địa chất và thổ nhưỡng được mã hóa trên cơ sở đặc tính cơ lý của từng loại trầm tích, bản đồ thảm phủ thực vật được mã hóa dựa trên mức độ che phủ của là cây theo bảng phân loại của FAO. Đối với độ ẩm đất được chi phối bởi lượng mưa; do đó, nghiên cứu sử dụng số liệu mưa để tính toán. Tuy nhiên, số liệu mưa được thu thập tại các trạm là dạng điểm. Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp nghịch đảo khoảng cách (IDW) để nội suy mưa phân bố ở tỉnh Khánh Hòa từ các trạm khí tượng Nha Trang và Cam Ranh, trạm thủy văn Đồng Trăng và Ninh Hòa, các điểm đo mưa nhân dân Đá Bàn, Hòn Khoai, Khánh Vĩnh, Khánh Sơn. Ngoài ra, số liệu về lượng mưa quan trắc tại các trạm lân cận tỉnh Khánh Hòa cũng được thu thập, bao gồm: Trạm khí tượng M'Đrăk (Đắk Lắk), trạm thủy văn Củng Sơn và điểm đo mưa Hòa Đồng (Phú Yên), điểm đo mưa Phước Bình và Phước Chiến (Ninh Thuận). Dữ liệu địa hình, địa chất, thổ nhưỡng và thảm phủ thực vật có sự biến đổi chậm theo thời gian và ít biến đổi theo không gian; bên cạnh đó, lượng mưa có sự thay đổi rất mạnh và có tác động khá phức tạp. Do đó, lượng mưa sử dụng trong tính toán được phân chia theo các thời đoạn khác nhau bao gồm: Mưa 1 giờ lớn nhất (Hình 2), mưa 6 giờ lớn nhất (Hình 3), mưa 1 ngày lớn nhất (Hình 4) và mưa 5 ngày lớn nhất (Hình 5). Từ số liệu mưa quan trắc tại các trạm trên đã tính toán được mưa ứng với các tần suất 1%, 3%, 5%, 10% và trận mưa lớn nhất năm 2018.



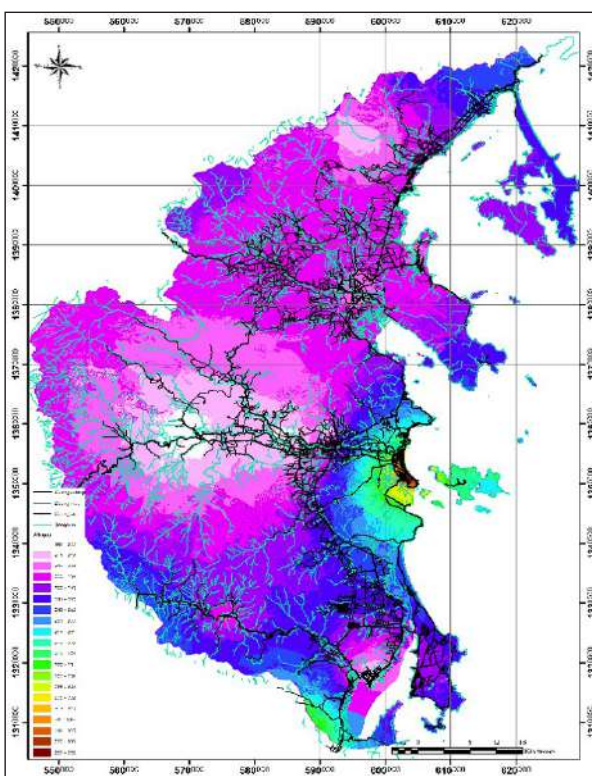
Hình 1. Bản đồ DEM 90 × 90 m tỉnh Khánh Hòa



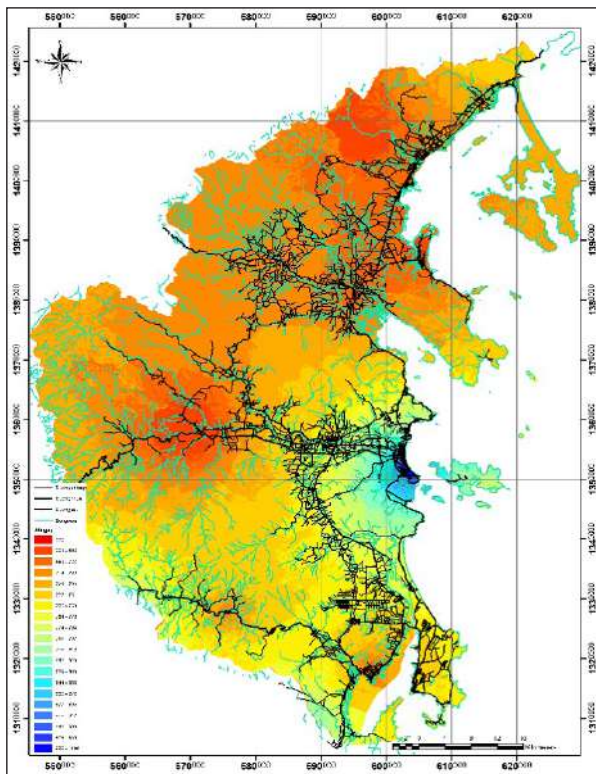
Hình 2. Phân bố mưa 1 giờ lớn nhất năm 2018



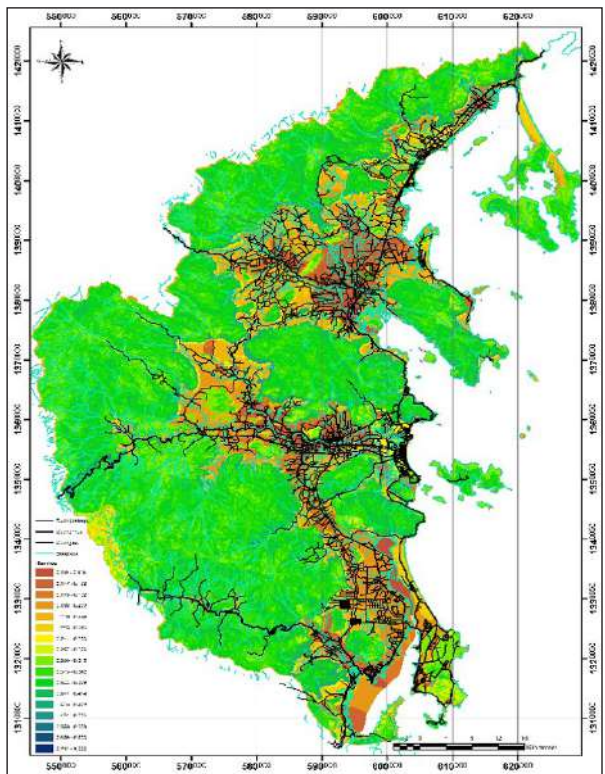
Hình 3. Phân bố mưa 6 giờ lớn nhất năm 2018



Hình 4. Phân bố mưa 1 ngày lớn nhất năm 2018



Hình 5. Phân bố mưa 5 ngày lớn nhất năm 2018



Hình 6. Bản đồ chỉ số hiểm họa sạt lở do mưa lớn tỉnh Khánh Hòa năm 2018

Áp dụng công thức (5) của AHP xây dựng được bản đồ chỉ số hiểm họa (Hình 6) từ bộ trọng số và bản đồ chỉ số thành phần, hiểm họa được tính như sau:

$$[Hiểm\ hazard] = 0,2 \times [Độ\ dốc] + 0,1 \times [Thổ\ nhưỡng] + 0,35 \times [Địa\ chất] + 0,35 \times [Mưa]$$

Trong đó, chỉ số mưa được tính như sau:

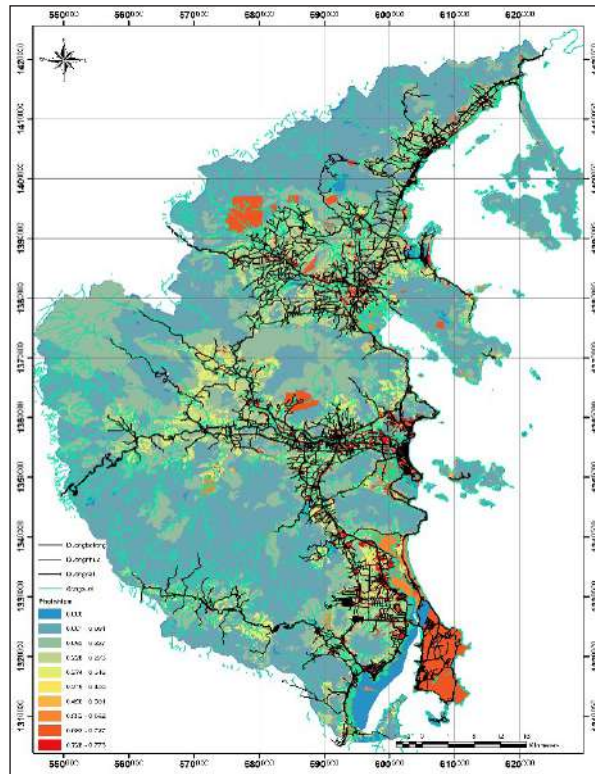
$$[Mưa] = 0,1 \times [Mưa\ 5\ ngày] + 0,3 \times [Mưa\ 1\ ngày] + 0,4 \times [Mưa\ 6\ giờ] + 0,2 \times [Mưa\ 1\ giờ]$$

2.3. Xây dựng bản đồ chỉ số phơi bày

Thành phần phơi bày 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 bày 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: (1) Đất trống và sông ngòi, (2) Đất rừng và cây công nghiệp, (3) Đất nông nghiệp, (4) Đất ở và đô thị, (5) Đất công cộng, (6) Đất an ninh quốc phòng [3]. Từ bản đồ sử dụng đất tính toán được bản đồ chỉ số phơi bày như Hình 7.



Hình 7. Bản đồ chỉ số phơi bày ở tỉnh Khánh Hòa

2.4. Xây dựng bản đồ chỉ số tính dễ bị tổn thương

Chỉ số dễ bị tổn thương được tính toán từ chỉ số tính nhạy cảm và khả năng thích ứng, các chỉ số thành phần này được tính toán từ số liệu điều tra xã hội học và niên giám thống kê. Số liệu điều tra xã hội học được thực hiện trong đề tài "Phân vùng nguy cơ và lập bản đồ cảnh báo sạt lở đất, đá do mưa ở tỉnh Khánh Hòa". Trong đó, trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa điều tra ở 70 xã, tổng số phiếu phát ra là 427 phiếu.

Trong các thành phần tính nhạy cảm và khả năng thích ứng còn có nhiều yếu tố. Cụ thể, 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 thích ứng 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 thích ứng bằng phương pháp AHP được thể hiện ở Bảng 1 và 2 dưới đây [3, 5, 6]:

Bảng 1. Trọng số thành phần tính nhạy cảm

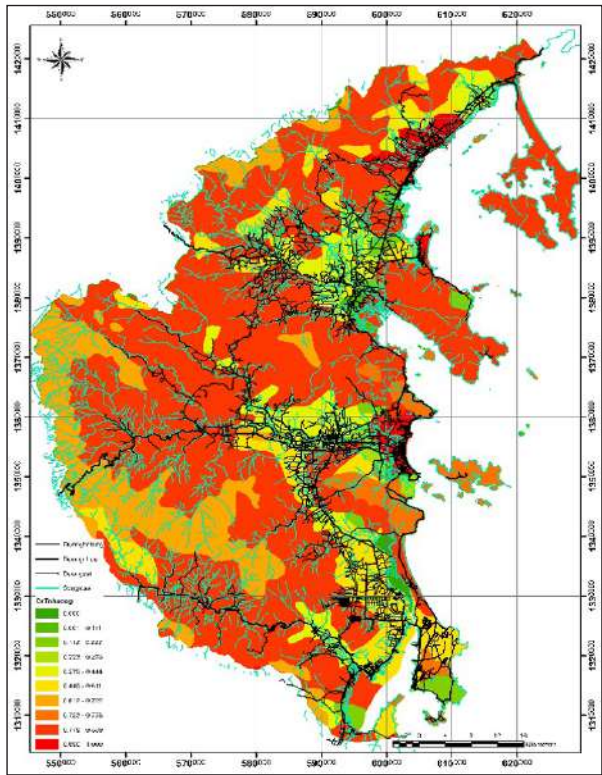
Thành phần	S.nk1	S.nk2	S.nk3	S.nk4	S.nk5	S.nk6	S.nk7
Trọng số	0,09	0,11	0,18	0,19	0,21	0,12	0,1
Thành phần	S.sk1	S.sk2	S.sk3	S.sk4	S.sk5	S.sk6	S.sk7
Trọng số	0,21	0,21	0,18	0,08	0,11	0,11	0,1
Thành phần	S.cs1	S.cs2	S.cs3	S.cs4	S.cs5	S.mt1	S.mt2
Trọng số	0,28	0,16	0,20	0,20	0,16	0,19	0,21
Thành phần	S.mt3	S.mt4	Snk	Ssk	Scs	Smt	
Trọng số	0,31	0,29	0,28	0,29	0,22	0,21	

Bảng 2. Trọng số thành phần khả năng thích ứng

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	

Áp dụng công thức (2) của AHP xây dựng được bản đồ chỉ số tính dễ bị tổn thương (Hình 8) từ bộ trọng số và bản đồ chỉ số tính nhạy cảm

và khả năng thích ứng, công thức tính như sau:
 $[Tổn\ thương] = 0,6 \times [Tính\ nhạy\ cảm] + 0,4 \times [Khả\ năng\ thích\ ứng]$



Hình 8. Bản đồ chỉ số tính dễ bị tổn thương ở tỉnh Khánh Hòa

2.5. Kiểm tra chỉ số rủi ro

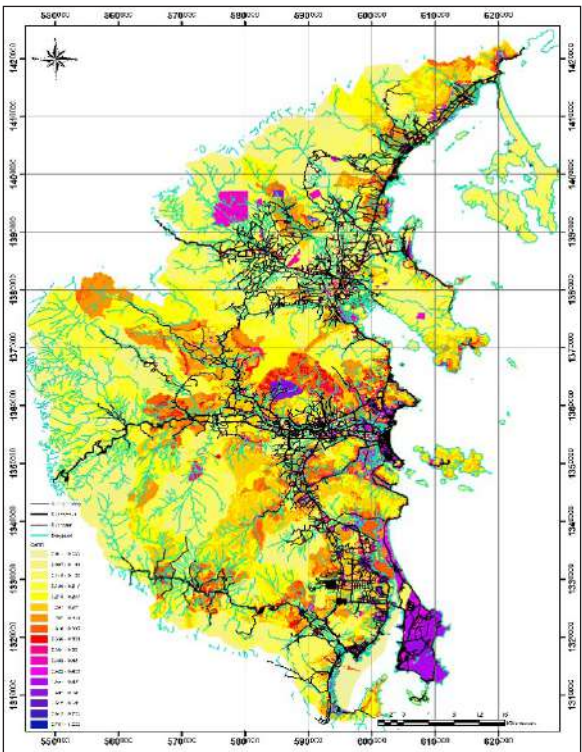
Từ các bản đồ chỉ số hiểm họa, tính dễ bị tổn thương và phơi bày, nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ chỉ số rủi ro theo công thức (2) và trọng số theo phương pháp AHP như sau:

$[Rủi\ ro] = 0,25 \times [Tổn\ thương] + 0,35 \times [Hiểm\ họa] + 0,4 \times [Phơi\ bày]$

Trọng số các chỉ số thành phần và tổng hợp của rủi ro sau khi tính toán bằng phương pháp AHP được hiệu chỉnh thông qua trận mưa lớn nhất năm 2018. Chỉ số rủi ro sau khi tính toán bằng công thức của IPCC được trích xuất tại các vị trí đã xảy ra sạt lở năm 2018, sau khi hiệu chỉnh được kết quả trong Bảng 3 và Hình 9.

Bảng 3. Trích xuất chỉ số rủi ro tại vị trí xảy ra sạt lở năm 2018

STT	Vị trí	Chỉ số	Thiệt hại
1	Hoàng Phú	0,32 - 0,62	3 người
2	Đường Đệ	0,29 - 0,42	2 người
3	Lâm Tỳ Ni	0,33 - 0,52	2 người
4	Trường Sơn	0,30 - 0,47	1 người
5	Phước Hạ	0,38 - 0,49	4 người
6	Vĩnh Thọ	0,30 - 0,41	2 người

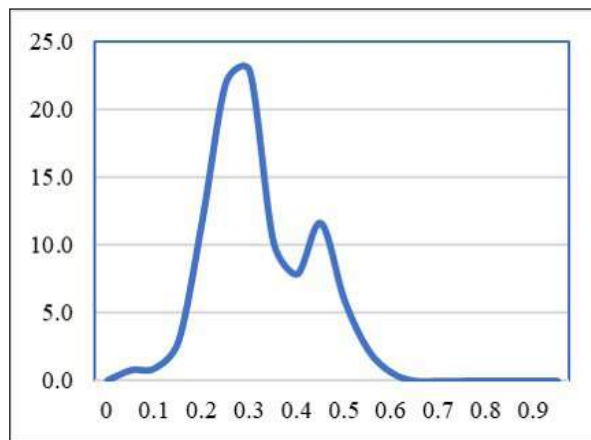


Hình 9. Bản đồ chỉ số rủi ro sạt lở do mưa lớn tỉnh Khánh Hòa năm 2018

2.6. Phân cấp độ rủi ro sạt lở tỉnh Khánh Hòa

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 sạt lở do mưa lớn ở tỉnh Khánh Hòa được xây dựng từ bản đồ chỉ số rủi ro và phân ngưỡng chỉ số bằng hàm phân bố xác suất nhị thức [1] và bộ chỉ số sạt lở đất do mưa của trận mưa lớn nhất năm 2018 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. Trị số chỉ số rủi ro tổng hợp ở tần suất 33,33% là 0,30, tần suất 66,67% là 0,45. Chỉ số có tần suất lớn hơn 66,67% có cấp độ rủi ro do sạt lở ở cấp 3.

Phân cấp độ rủi ro từ chỉ số rủi ro như sau:

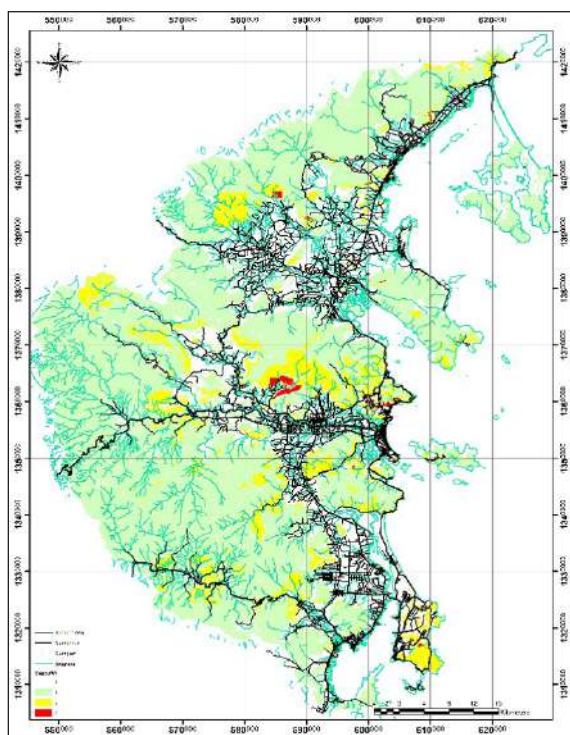
- Chỉ số rủi ro: $< 0,10 \rightarrow$ Không rủi ro
- Chỉ số rủi ro: $0,10 - 0,30 \rightarrow$ Cấp 1
- Chỉ số rủi ro: $0,30 - 0,45 \rightarrow$ Cấp 2
- Chỉ số rủi ro: $> 0,45 \rightarrow$ Cấp 3

3. Kết quả chi tiết cấp độ rủi ro sạt lở do mưa lớn ở tỉnh Khánh Hòa

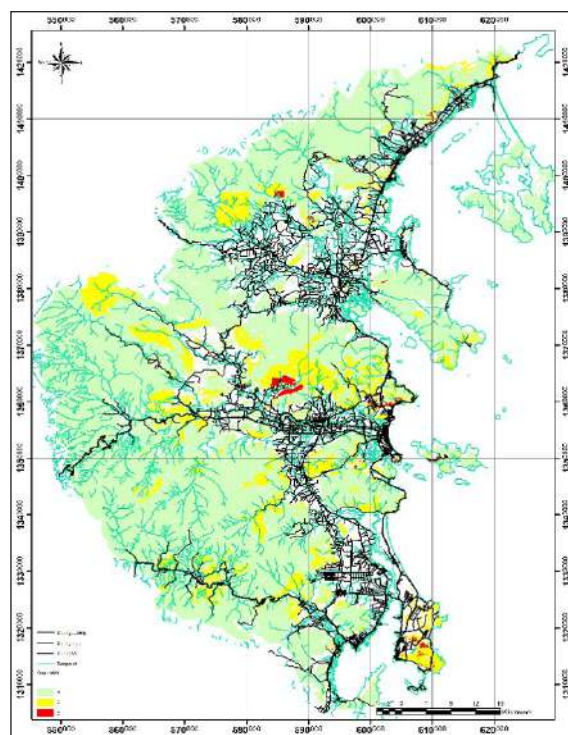
Trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa chủ yếu có cấp độ rủi ro cấp 1 và phân bố ở khu vực đồi núi; trong đó khu vực vùng núi phía Tây Bắc thị xã Ninh Hòa, huyện Vạn Ninh và khu vực vùng núi phía Tây Nam huyện Khánh Vĩnh và Khánh Sơn có cấp độ 1, phân bố rộng. Mặc dù khu vực đồi núi có độ dốc và lượng mưa lớn nên có nguy cơ sạt lở cao hơn khu vực chân núi nhưng do khu vực này dân cư rất thưa thớt, kinh tế - xã hội không phát triển, đất chủ yếu sử dụng vào mục đích trồng cây nên cấp độ rủi ro là nhỏ nhất trong thang cấp độ rủi ro theo Quyết định 18. Khu vực có cấp độ rủi ro cấp 2 phân bố xen kẽ

với cấp độ rủi ro cấp 1 và phân bố chủ yếu ở chân núi của thành phố Nha Trang và huyện Diên Khánh. Mặc dù ở khu vực này có độ dốc không lớn nhưng thảm phủ bị suy giảm mạnh, địa chất và thổ nhưỡng kém nên có nguy cơ sạt lở cao; cùng với đó là kinh tế - xã hội phát triển, có đông dân cư và nhiều công trình quan trọng nên cấp độ rủi ro cao hơn. Khu vực có cấp độ rủi ro cấp 3 rất nhỏ chủ yếu ở thành phố Nha Trang và khu vực có căn cứ quân sự. Những khu vực này về điều kiện tự nhiên và nguy cơ sạt lở tương tự như khu vực có cấp độ rủi ro cấp 2 nhưng có công trình quan trọng và mật độ dân cư rất đông.

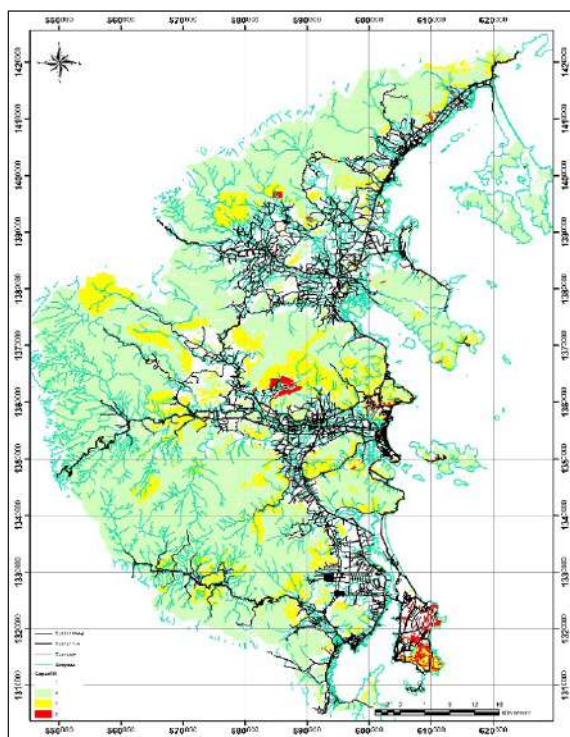
Tần suất mưa 10%, rủi ro cấp 1 là 271.355 ha, rủi ro cấp 2 là 41.005 ha và rủi ro cấp 3 là 1.893 ha; tần suất mưa 5%, rủi ro cấp 1 là 264.781 ha, rủi ro cấp 2 là 47.559 ha và rủi ro cấp 3 là 2.309 ha; Tần suất mưa 3%, rủi ro cấp 1 là 258.443 ha, rủi ro cấp 2 là 52.110 ha và rủi ro cấp 3 là 4.384 ha; Tần suất mưa 1%, rủi ro cấp 1 là 254.544 ha, rủi ro cấp 2 là 55.568 ha và rủi ro cấp 3 là 5.074 ha. Lượng mưa tăng dần từ tần suất 10% đến 1% đã giảm khu vực có rủi ro cấp 1 và tăng khu vực rủi ro cấp 2 và 3; trong đó, vùng rủi ro cấp 1 giảm nhẹ và rủi ro cấp 2, cấp 3 tăng mạnh từ tần suất 10% lên 3%, tuy nhiên đến các tần suất 3% và 1% mức độ biến đổi này nhỏ hơn. Bản đồ chi tiết cấp độ rủi ro do sạt lở do mưa lớn theo các tần suất ở tỉnh Khánh Hòa được thể hiện từ Hình 11 đến Hình 14.



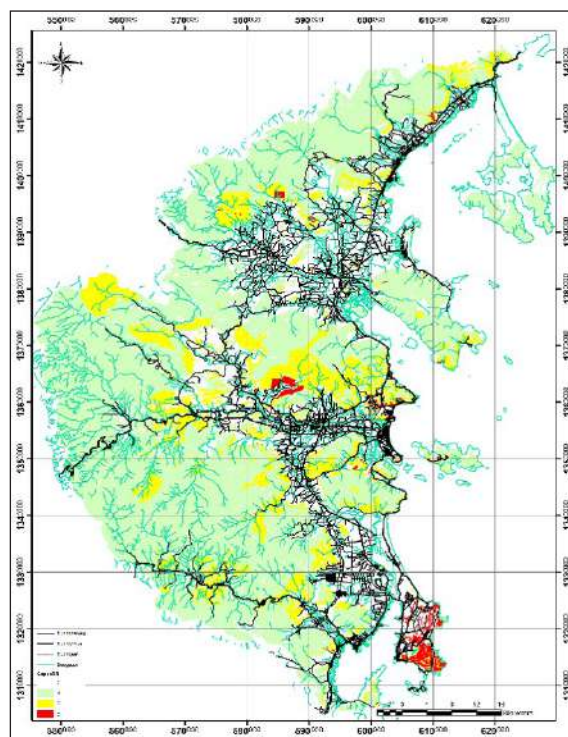
Hình 11. Bản đồ cấp độ rủi ro do sạt lở với tần suất mưa 10%



Hình 12. Bản đồ cấp độ rủi ro do sạt lở với tần suất mưa 5%



Hình 13. Bản đồ cấp độ rủi ro do sạt lở với tần suất mưa 3%



Hình 14. Bản đồ cấp độ rủi ro do sạt lở với tần suất mưa 1%

4. Kết luận

1. Nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ chi tiết cấp độ rủi ro sạt lở theo các tần suất mưa ở tỉnh Khánh Hòa và cơ thể sử dụng kết hợp với các phương pháp dự báo định lượng mưa để cảnh báo rủi ro phục vụ phòng chống, ứng phó.

2. Cấp độ rủi ro sạt lở phụ thuộc chủ yếu vào dữ liệu mưa; tuy nhiên các trạm đo mưa ở tỉnh Khánh Hòa khá ít; do đó, cần kết hợp với dữ liệu định lượng từ trạm radar Hòn Tre.

3. Khu vực sạt lở nguy hiểm và cấp độ rủi cấp 3 chủ yếu ở chân núi là nơi có độ dốc không lớn nhưng chịu tác động mạnh của hoạt động kinh tế - xã hội.

4. Vùng có nguy cơ sạt lở cao chủ yếu ở khu vực chân núi có hoạt động san lấp để xây dựng công trình; do đó, để đảm bảo an toàn và giảm cấp độ rủi ro cần quy định mật độ xây dựng phù hợp đồng thời có giải pháp chống sạt lở hiệu quả.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Nguyễn Thanh Sơn, Trần Ngọc Anh (2003), *Xác xuất thống kê trong thủy văn*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
2. Trần Thực (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.
3. 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

4. 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.
5. Saaty, T. (1994), *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory, with the Analytical Hierarchy Process*. Pittsburgh, PA.: RWS Publications.
6. Saaty, T. (2001), *Decision Making with Dependence and Feed Back the Analytical Network Process. 2nd ed.*, University of Pittsburg, Pittsburg: RWS Publications.

APPLYING AHP METHOD FOR DETAIL RISK LEVELS BY LANDSIDE IN KHANH HOA PROVINCE

Vo Anh Kiet, Bui Van Chanh

Southern Central Regional Hydro-Meteorological Center

Received: 6/2/2023; Accepted: 28/2/2023

Abstract: Recently, landslide in Khanh Hoa province has occurred more frequently cause significant impacts and damage. However, landslide risk level category in The Decision 18/2021/QĐ-TTg April 22-2021 of The Prime Minister isn't detailed so it is difficult to warn risk levels and preparedness, response to landslide in the locality. Therefore, establishing landslide risk levels map by heavy rain in Khanh Hoa province which is very necessary. This research, risk levels in Khanh Hoa province is established from topographic, geology, soil, land cover, landuse maps, rainfall and sociological survey data. Geology, topographic, soil, land cover maps and rainfall data are used to establish hazard map. The hazard map is combined with sociological survey data and landuse map to establish landslide risk index map which is calculated by IPCC method.

Besides, weights of components in IPCC is calculated by the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. The weights of components were tested with the heaviest rainfall in 2018. Sufficiently reliable weights of components are used to establish a risk index map, the risk index is divided threshold based on The Decision 18/2021/QĐ-TTg and statistics index from landslide risk map.

Keywords: Hazard risk, Landslide, Khanh Hoa province.

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).

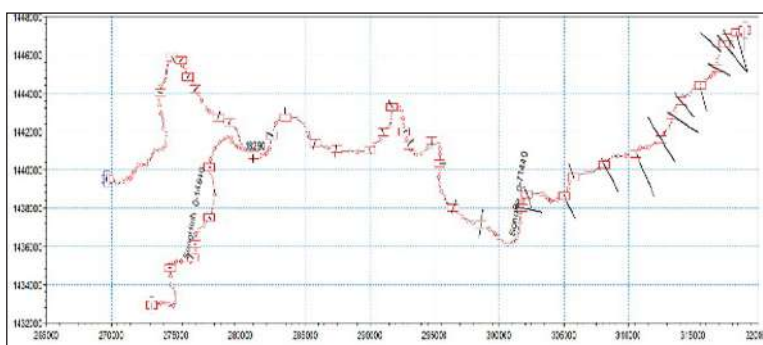
Mặt khác khi xem xét đến các biến mà giá trị của biến càng cao thì khả năng gây tổn thương càng thấp, khi đó công thức đối với hàm quan hệ nghịch sẽ là:

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

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). Mực 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

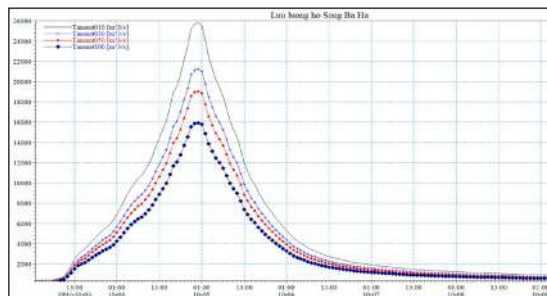
Thành phần	A.dk1	A.dk2	A.dk3	A.dk4	A.dk5	A.dk6	A.kn1
Trọng số	0,18	0,09	0,21	0,11	0,20	0,21	0,39
Thành phần	A.kn2	A.kn3	A.ht1	A.ht2	A.ht3	A.kp1	A.kp2
Trọng số	0,29	0,32	0,22	0,30	0,48	0,21	0,30
Thành phần	A.kp3	A.kp4	Adk	Akn	Aht	Akp	
Trọng số	0,29	0,20	0,24	0,26	0,28	0,22	

3. Kết quả và thảo luận

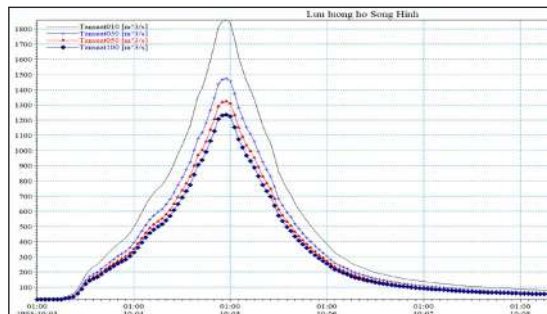
3.1. Kết quả tính toán chi tiết hóa cấp độ rủi ro do ngập lụt cho hạ lưu Sông Ba

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,

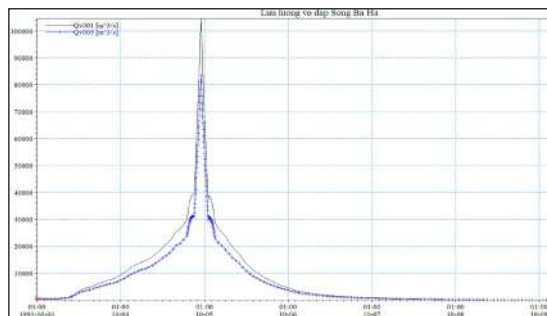
thành phần phơi nhiễm được mã hóa từ bản đồ sử dụng đất; đối với thành phần hiểm họa được mô phỏng bằng mô hình Mike Flood với các kịch bản được xác định như trên. Đường quá trình lũ tại Sông Ba Hạ được thể hiện trong Hình 2, Sông Hinh được thể hiện trong Hình 3 và mực nước triều tại cửa Đà Diễn được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



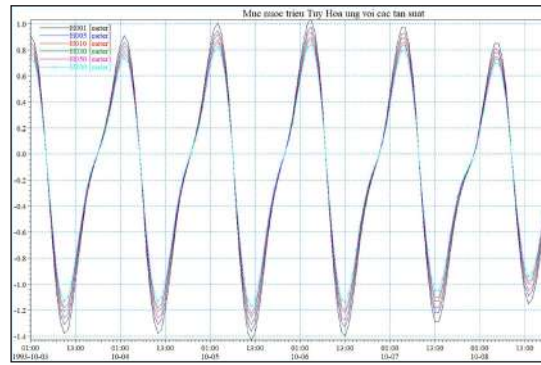
Hình 2. Lưu lượng tại biên Sông Ba Hạ



Hình 3. Lưu lượng tại biên Sông Hinh



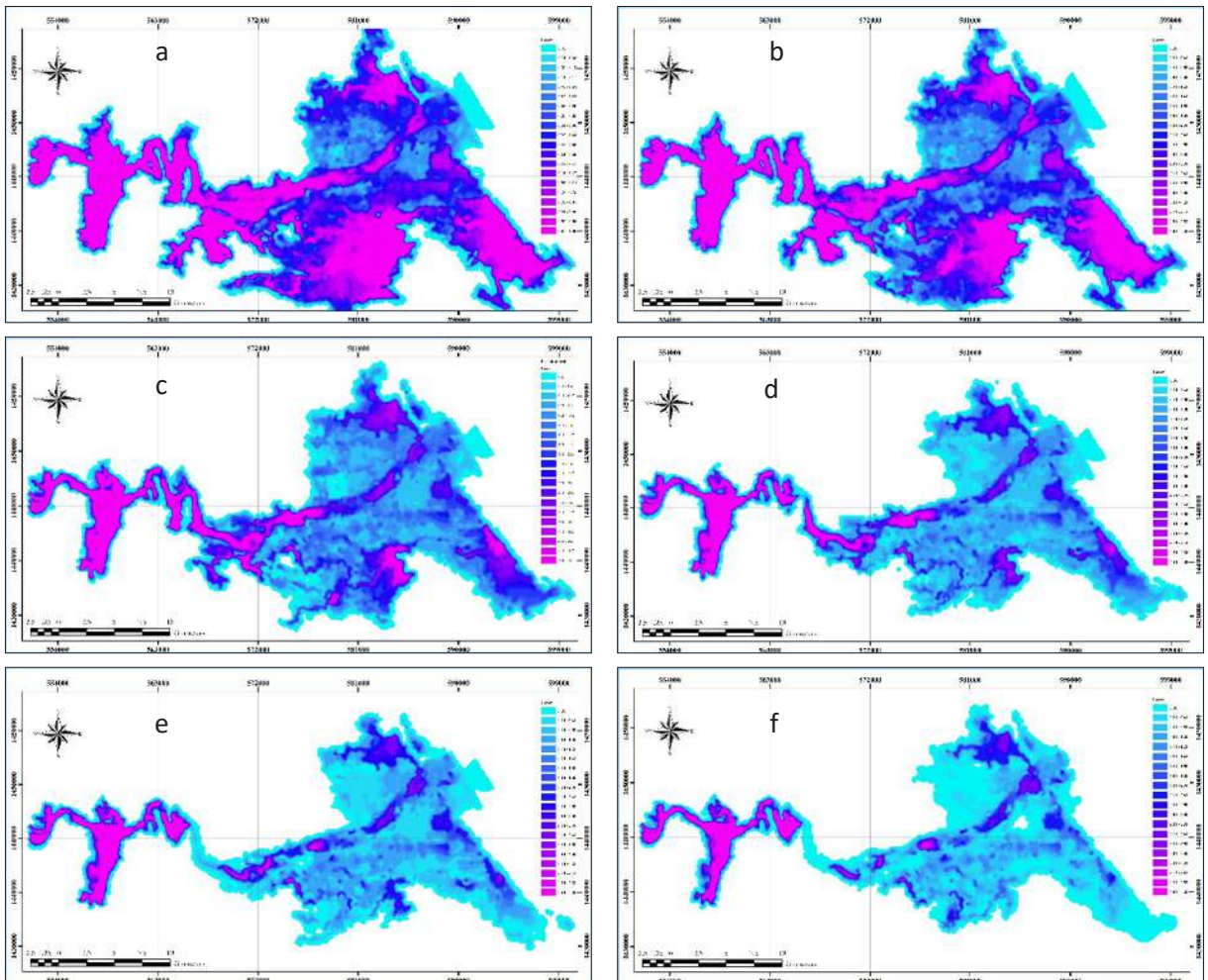
Hình 4. Quá trình lưu lượng về hạ du do vỡ hồ Sông Ba Hạ



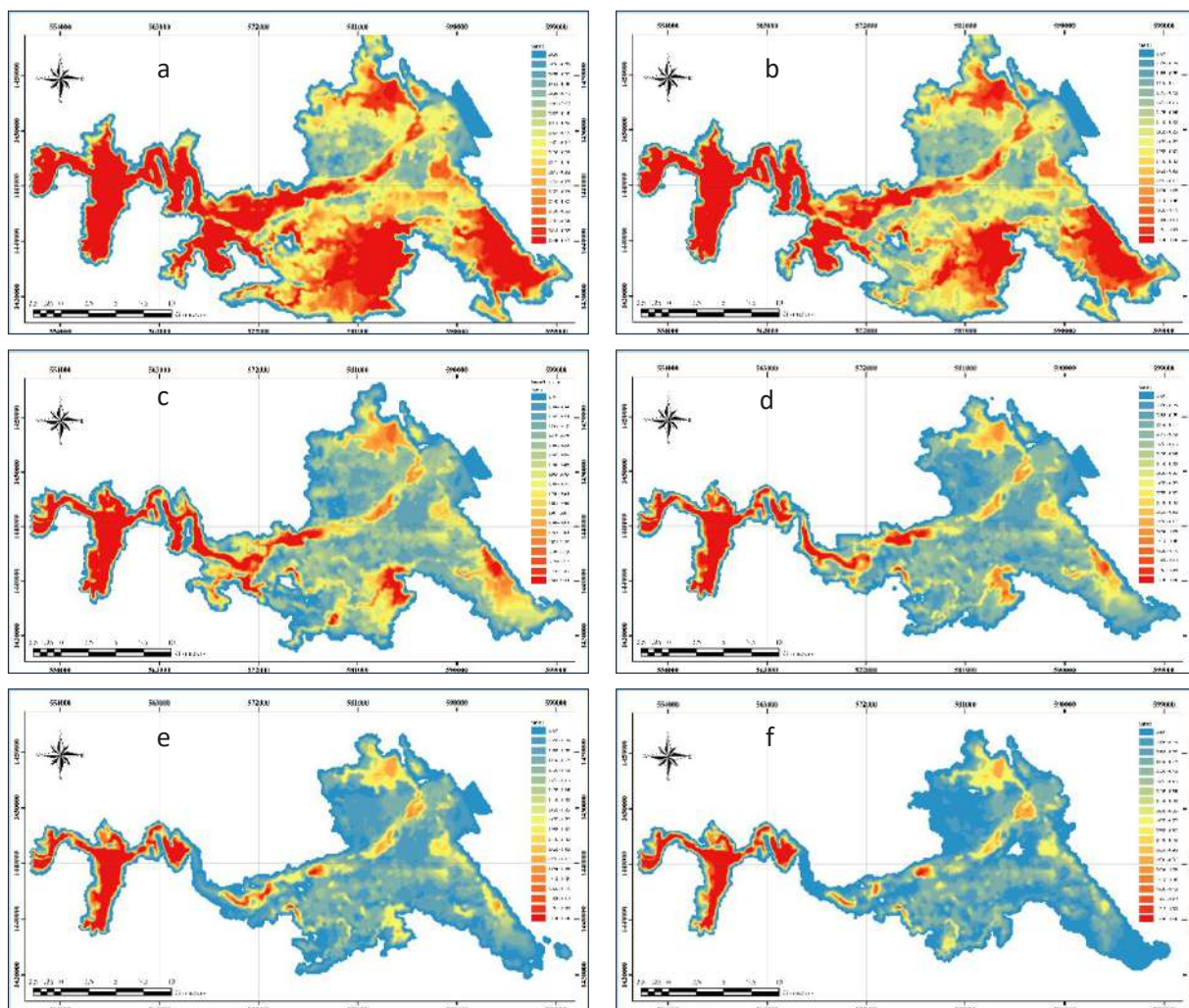
Hình 5. Quá trình mực nước triều

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

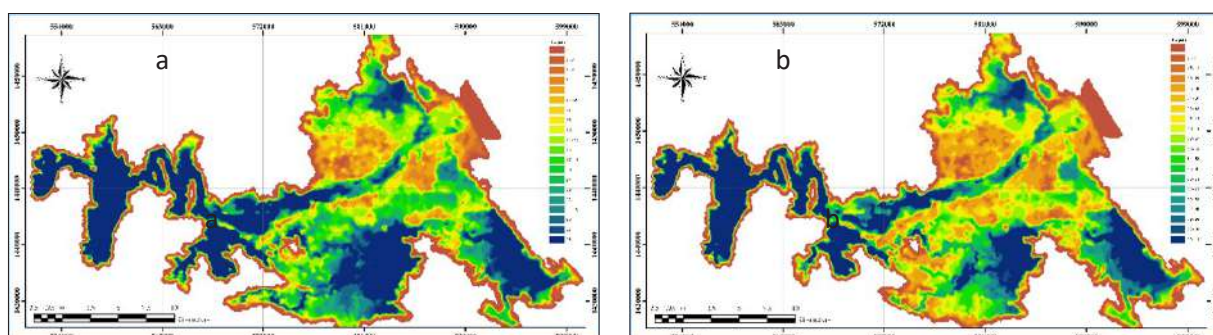
thể hiện từ Hình 7a đến Hình 7f và thời gian ngập được thể hiện từ Hình 8a đến Hình 8f.



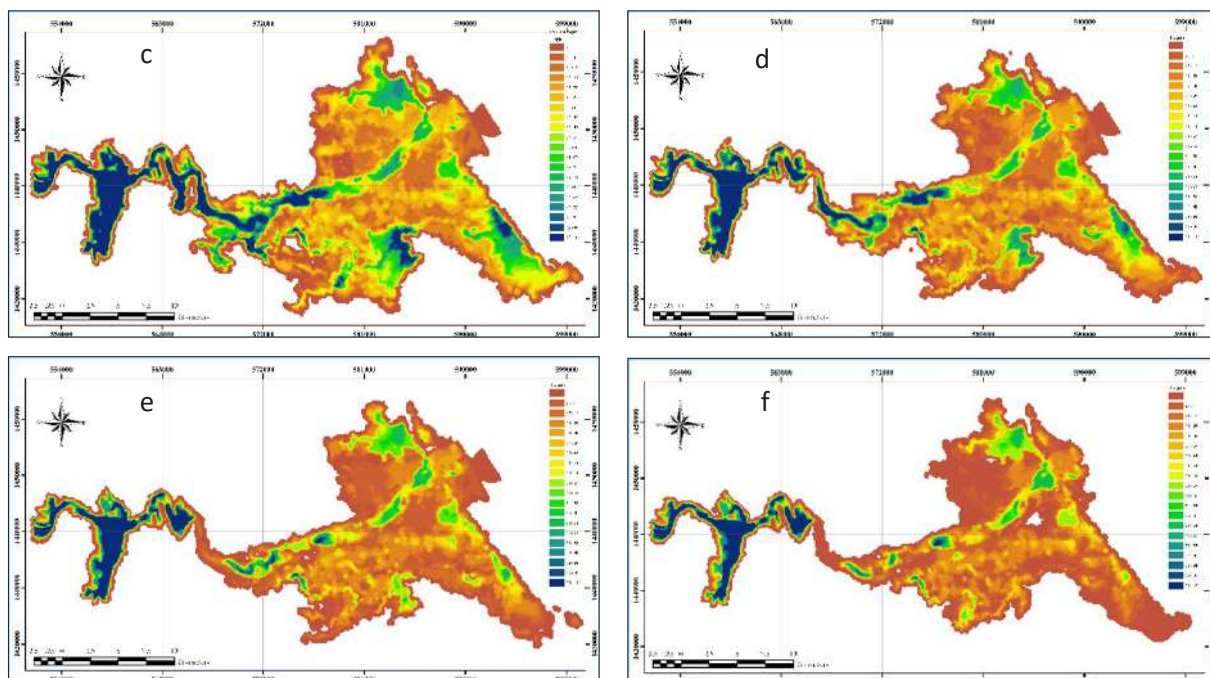
Hình 6. Bản đồ độ sâu ngập: (a) Vỡ đập kiểm tra, (b) Vỡ đập thiết kế, (c) Tần suất 1%, (d) Tần suất 3%, (e) Tần suất 5%, (f) Tần suất 10%.



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%



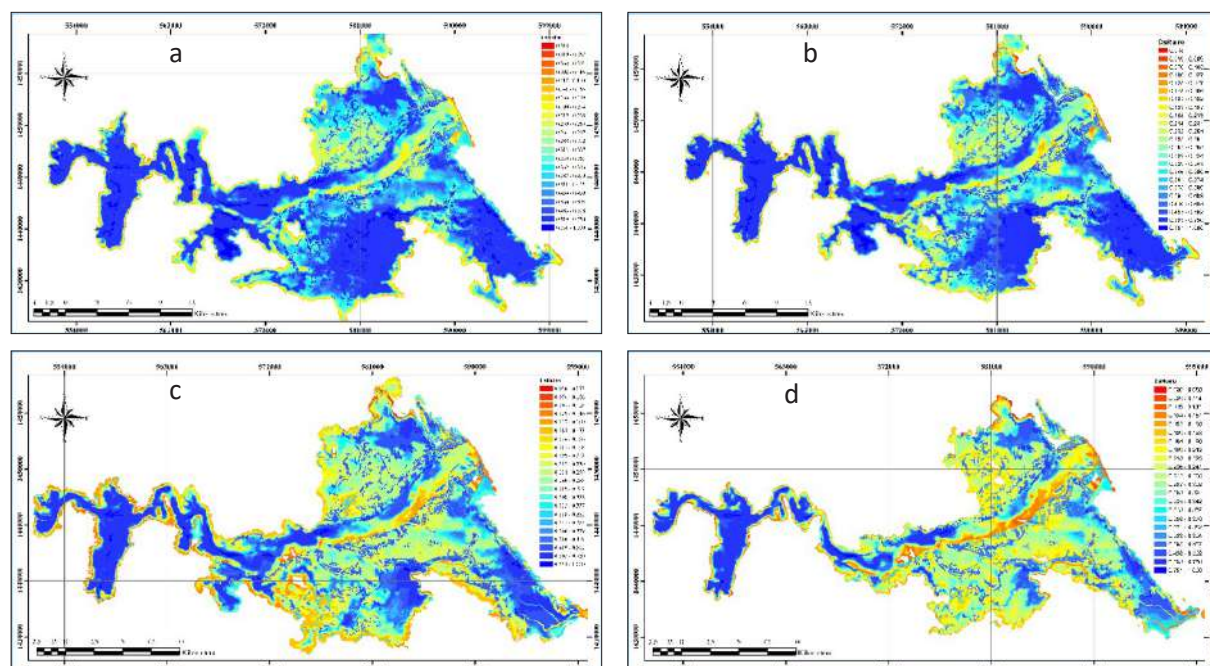
Hình 8. Bản đồ thời gian ngập: (a) Vỡ đập kiểm tra, (b) Vỡ đập thiết kế



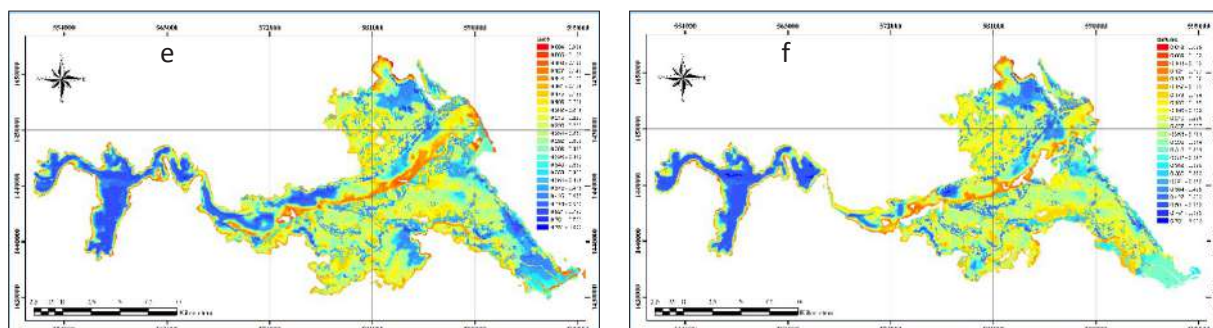
Hình 8. Bản đồ thời gian ngập: (c) Tần suất 1%, (d) Tần suất 3%, (e) Tần suất 5%, (f) Tần suất 10%

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%

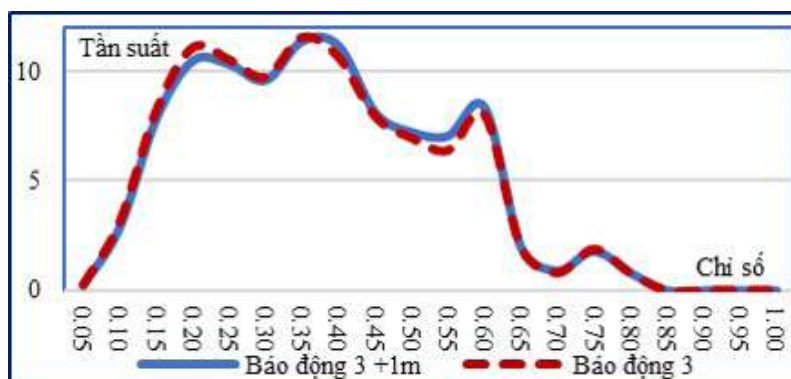


Hình 9. Bản đồ chỉ số rủi ro: (e) Tần suất 5%, (f) Tần suất 10%

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].

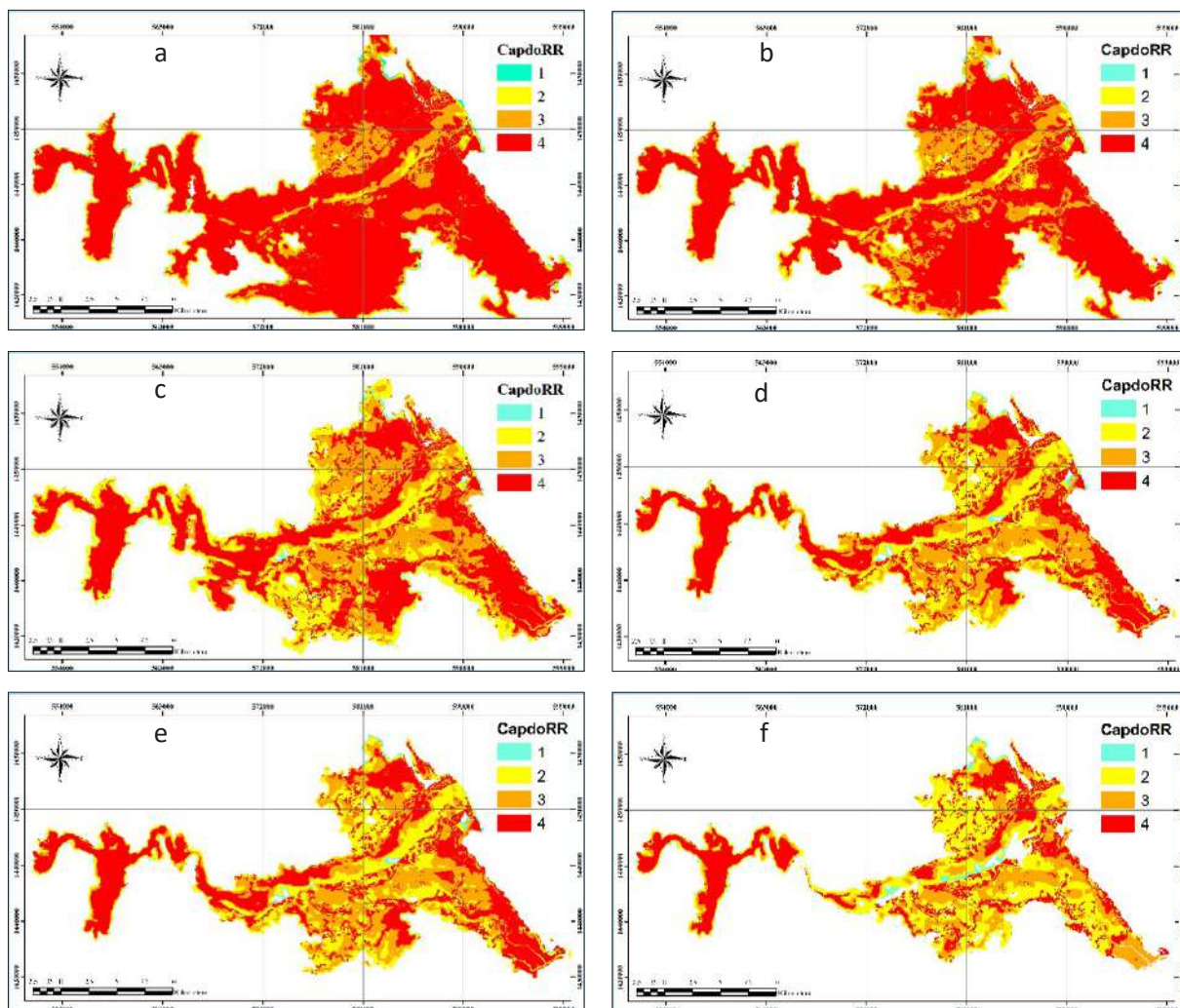
* Chỉ số rủi ro ngập lụt từ 0,09 đến 0,17: Rủi ro cấp 1

* Chỉ số rủi ro ngập lụt từ 0,17 đến 0,25: Rủi ro cấp 2

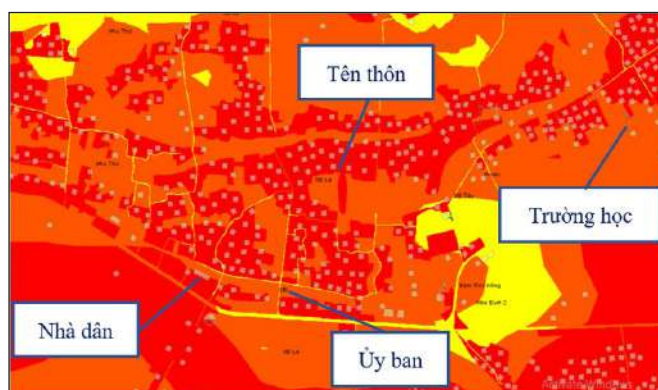
* Chỉ số rủi ro ngập lụt từ 0,25 đến 0,41: Rủi ro cấp 3

* 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.*

XÁC ĐỊNH THỜI KỲ VẬN HÀNH KIỂM SOÁT LŨ LƯU VỰC SÔNG CẢ

Trần Đức Thiện⁽¹⁾, Lưu Thị Hồng Linh⁽¹⁾, Lê Văn Quy⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Tài nguyên nước

⁽²⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 20/12/2022; ngày chuyển phản biện: 21/12/2022; ngày chấp nhận đăng: 18/1/2023

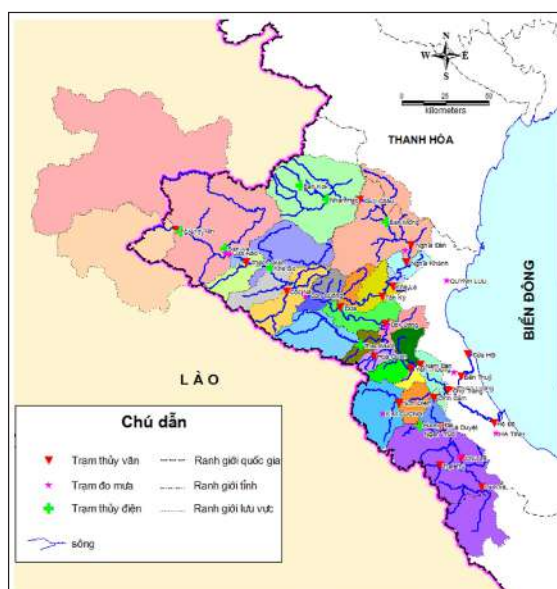
Tóm tắt: Lưu vực Sông Cả thuộc vùng khí hậu Bắc Trung Bộ, mùa lũ trên lưu vực được phân hóa khá khác nhau giữa các vùng và có xu hướng xuất hiện muộn, ngắn dần từ Bắc xuống Nam. Bài báo này sử dụng phương pháp phân cấp, phân kỳ lũ tại các trạm thủy văn điển hình bao gồm các trạm Cửa Rào, Nghĩa Khánh, Dừa, Nam Đàn, Hòa Duyệt để xác định được thời kỳ lũ khác nhau giữa các vùng bao gồm thời kỳ lũ sớm, lũ chính vụ và lũ muộn trên lưu vực Sông Cả, từ đó đề xuất thời kỳ vận hành của các hồ chứa trên lưu vực Sông Cả trong việc tham gia cắt, giảm lũ hạ. Kết quả tính toán cho thấy trạm Cửa Rào có thời kỳ lũ sớm 48 ngày, lũ chính vụ 61 ngày và lũ muộn 44 ngày; tại trạm Nghĩa Khánh thời kỳ lũ sớm 79 ngày, lũ chính vụ 74 ngày và lũ muộn 15 ngày; tại trạm Dừa thời kỳ lũ sớm 50 ngày, lũ chính vụ 98 ngày và lũ muộn 25 ngày; tại trạm Nam Đàn thời kỳ lũ sớm 50 ngày, lũ chính vụ 109 ngày và lũ muộn 24 ngày; tại trạm Hòa Duyệt thời kỳ lũ sớm 69 ngày, lũ chính vụ 90 ngày và lũ muộn 24 ngày.

Từ khóa: Lưu vực Sông Cả, phân chia thời kỳ lũ.

1. Mở đầu

Lưu vực Sông Cả là hệ thống sông lớn nhất ở vùng Bắc Trung Bộ với diện tích lưu vực 27.200 km², trong đó 9.470 km² ở thượng lưu (chiếm

34,8%) nằm trong lãnh thổ Lào, 17.730 km² (65,2%) ở trung và hạ lưu nằm trong phần lớn địa phận 2 tỉnh Nghệ An, Hà Tĩnh và một phần nhỏ thuộc huyện Như Xuân của tỉnh Thanh Hóa [4] (Hình 1).



Hình 1. Bản đồ phạm vi lưu vực Sông Cả

Liên hệ tác giả: Trần Đức Thiện

Email: thientd810@wru.vn

Dòng chính Sông Cả bắt nguồn từ vùng núi cao trên 1.800 m - 2.000 m ở Sầm Nưa trên lãnh thổ Lào, với chiều dài 531 km, trong đó 361 km chảy trong lãnh thổ Việt Nam [4]. Lưu vực Sông Cả thuộc Việt Nam được chia làm 5 vùng gồm: Đoạn thượng lưu từ thượng nguồn đến Con Cuông, đoạn trung lưu từ Con Cuông đến Anh Sơn, đoạn hạ lưu từ Anh Sơn đến Cửa Hội chảy qua vùng đồng bằng, vùng Sông Hiếu và vùng Sông Ngàn Sâu.

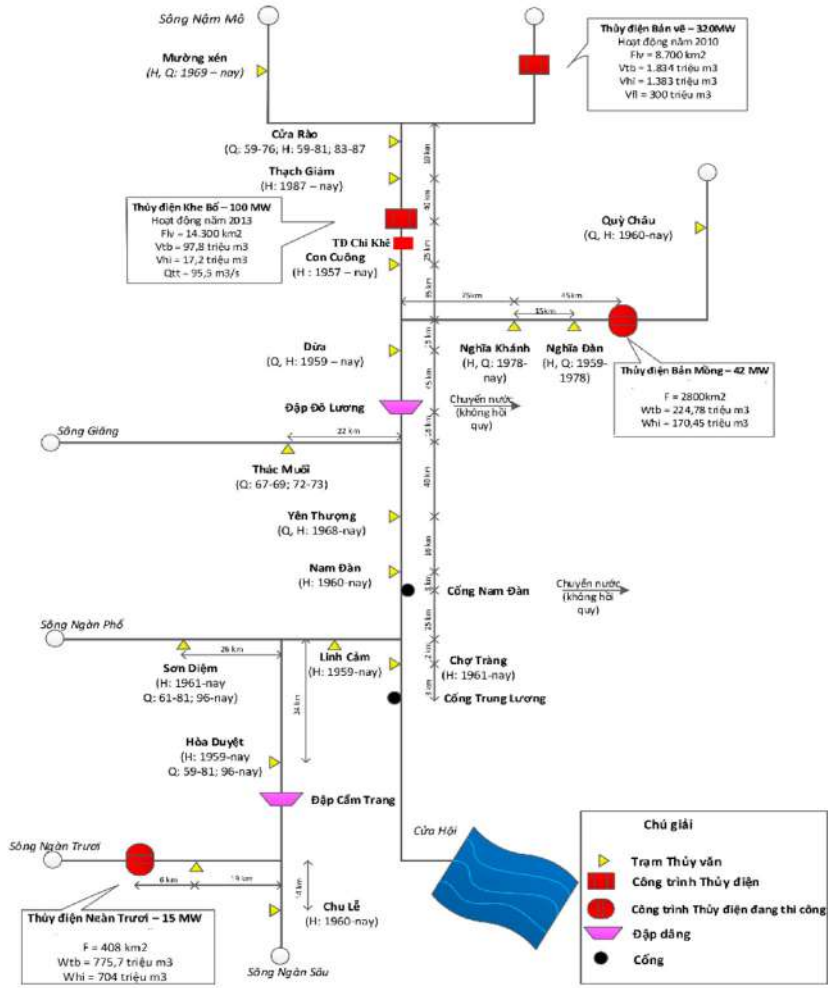
Trong quy trình vận hành liên hồ chứa Sông Cả, thời kỳ vận hành liên hồ chứa mùa lũ được quy định từ ngày 20 tháng 7 đến 30 tháng 11 hàng năm cho tất cả các hồ, mục tiêu đặt ra là cắt giảm giảm lũ cho hạ du nên chỉ lựa chọn trạm thủy văn Nam Đàn là điểm kiểm soát điển hình trong quá trình vận hành liên hồ chứa cắt

giảm lũ trong mùa lũ [3, 8]. Điều này có thể dẫn đến việc không đạt hiệu quả trong vận hành của các hồ do thời kỳ dòng chảy các lưu vực hồ chứa/các vùng có đặt điểm khí hậu, thủy văn là khác nhau. Nhằm đem lại hiệu quả cắt giảm lũ và cấp nước cho từng hồ, cần xem xét, đánh giá phân định thời kỳ vận hành kiểm soát lũ cho từng hồ chứa dựa trên phân tích đánh giá diễn biến đặc điểm lũ theo thời gian tại các trạm thủy văn điển hình.

2. Số liệu và phương pháp

2.1. Số liệu

Nghiên cứu sử dụng số liệu quan trắc mực nước giai đoạn từ năm 1975 - 2021 tại Cửa Rào, Nghĩa Khánh, Dừa, Nam Đàn, Hòa Duyệt (Nguồn: Đề tài KH&CN cấp Bộ TNMT.2023.06.16) (Hình 2).



Hình 2. Hệ thống hồ chứa và trạm thủy văn lưu vực Sông Cả

Cũng như hầu hết các hồ chứa lớn ở Việt Nam, các hồ chứa lớn trên lưu vực Sông Cả được xây dựng với các mục tiêu phát điện, cắt giảm lũ và cấp nước hạ du. Hiệu quả cắt giảm lũ sẽ tỷ lệ thuận với dung tích hồ bỏ trống trong mùa lũ, khi dung tích bỏ trống càng lớn để tăng hiệu quả cắt giảm lũ sẽ làm giảm hiệu quả phát điện và cấp nước. Một trong các giải pháp để giảm mâu thuẫn này là căn cứ vào đặc điểm phân bố thời kỳ độ lớn lũ trên lưu vực để phân định dung tích chứa lũ theo các thời kỳ vận hành kiểm soát lũ khác nhau, đối với thời kỳ lũ lớn (chính vụ) dung tích sẽ cần dành lớn hơn thời kỳ lũ nhỏ.

2.2. Phương pháp

Phân chia thời kỳ vận hành kiểm soát lũ của các hồ là xác định các khoảng thời gian vận hành của các hồ tương ứng với độ lớn các cấp lũ (lớn, nhỏ, trung bình) xảy ra khác nhau thông qua việc phân kỳ lũ (phân chia mùa lũ) tại các trạm thủy văn thành các thời kỳ: Lũ sớm, lũ chính vụ và lũ muộn [2, 3]. Hiện nay, trên các lưu vực sông ở Việt Nam nói chung và Sông Cả nói riêng việc phân cấp lũ tại các trạm thủy văn được thực hiện dựa trên các phương pháp sau [2, 3]:

Phương pháp 1: Theo quyết định số 18/2008/QĐ-BTNMT ngày 31 tháng 12 năm 2008 - Ban hành quy chuẩn Quốc gia về dự báo lũ [0], cấp lũ được phân thành 5 cấp ứng với mực nước các tần suất khác nhau như sau:

- $H_{\max i} < H_{\max P90\%}$: Lũ rất nhỏ;
- $H_{\max P90\%} \leq H_{\max i} < H_{\max P70\%}$: Lũ nhỏ;
- $H_{\max P70\%} \leq H_{\max i} < H_{\max P30\%}$: Lũ trung bình;
- $H_{\max P30\%} \leq H_{\max i} < H_{\max P10\%}$: Lũ lớn;
- $H_{\max i} \geq H_{\max P10\%}$: Lũ rất lớn.

$H_{\max i}$: Mực nước đỉnh lũ cao nhất năm thứ i hoặc trận lũ thứ i.

$H_{\max P\%}$: Mực nước ứng với tần suất P% trên đường tần suất Hmax đỉnh lũ nhiều năm.

Phương pháp 2: Theo quyết định số 05/2020/QĐ-Ttg ngày 31 tháng 01 năm 2020 [6] thì mực nước ứng với cấp báo động lũ cho biết về tình trạng lũ ở mức nguy hiểm nào và có khả năng gây ảnh hưởng theo mức độ đến khu dân cư, thị trấn thành phố [3, 4], trong đó phân cấp lũ được xác định theo mực nước tương ứng với các cấp BĐL I, II, III, được:

- Lũ nhỏ: $H_{\text{BĐ I}} \leq H_{\max i}$
- Lũ lớn: $H_{\text{BĐ II}} \leq H_{\max i} \leq H_{\text{BĐ III}}$
- Lũ rất lớn: $H_{\text{BĐ III}} \leq H_{\max i}$

Trong đó:

$H_{\max i}$: Mực nước đỉnh lũ cao nhất năm thứ i hoặc trận lũ thứ i.

$H_{\text{BĐ I}}$: Mực nước tương ứng với các cấp báo động I.

$H_{\text{BĐ II}}$: Mực nước tương ứng với các cấp báo động II.

$H_{\text{BĐ III}}$: Mực nước tương ứng với các cấp báo động III.

Từ các phương pháp trên có thể thấy, Phương pháp 1 thuần túy dựa vào mực nước thực tế hoặc mực nước đỉnh lũ trung bình thực tế và mực nước ứng với các tần suất khác nhau được tính tại các trạm thủy văn. Việc phân cấp như vậy chưa xem xét đến đặc thù về điều kiện thủy văn - thủy lực của từng vùng, trong khi đó phương pháp 2 đã xét được ảnh hưởng của từng cấp lũ tới bờ sông, tới xói lở đê, tới các vùng đất thấp, các trị trấn, thị tứ và các thành phố có liên quan [4]. Từ việc phân cấp độ lớn của lũ, theo các nghiên cứu [2, 3, 5] phân kỳ lũ đều đề xuất như sau:

- Thời kỳ lũ chính vụ: Là thời kỳ xuất hiện lũ trên mực nước tương ứng trên Cấp báo động II hoặc lũ lớn trở lên và có mật độ lũ cao nhất (lũ xuất hiện nhiều nhất trong mùa lũ).

- Thời kỳ lũ sớm: Tính từ thời điểm đầu mùa lũ hoặc xuất hiện lũ trên mực nước tương ứng với mực nước trên Cấp báo động I đến thời điểm bắt đầu lũ chính vụ.

- Thời kỳ lũ muộn: Tính từ thời điểm kết thúc lũ chính vụ đến thời điểm kết thúc mùa lũ hoặc thời điểm xuất hiện lũ lớn hơn lũ nhỏ.

3. Kết quả và thảo luận

Trên cơ sở sự phân bố theo không gian của các trạm thủy văn trên lưu vực Sông Cả, Nghiên cứu đã lựa chọn một số trạm thủy văn đại diện trên lưu vực bao gồm: Trạm Cửa Rào trên Sông Cả đại diện cho vùng thượng lưu Sông Cả với hồ thủy điện Bản Vẽ và Sông Nậm Mô; trạm Nghĩa Khánh đại diện cho Sông Hiếu với hồ chứa Bản Mòng; Trạm Dừa đại diện cho vùng trung lưu Sông Cả; trạm Nam Đàn nằm ở hạ lưu của lưu vực Sông Cả là trạm được chọn để đánh giá ảnh

hưởng của lũ đến đê, ngập lụt các vùng Hữu Thanh Chương (vùng Bích Hào - huyện Thanh Chương), vùng Năm Nam (huyện Nam Đàn) và sự điều tiết dòng chảy của tất các hồ chứa thượng du trên Sông Cả; trạm Hòa Duyệt trên Sông Ngàn Sâu với hồ chứa Ngàn Trươi.

Trên lưu vực Sông Cả có 13 trạm thủy văn

có đủ số liệu, trong đó có 8 trạm có đầy đủ số liệu hoặc quy định cấp báo động lũ sẽ là cơ sở để phân chia thời kỳ lũ trên lưu vực Sông Cả (Bảng 1).

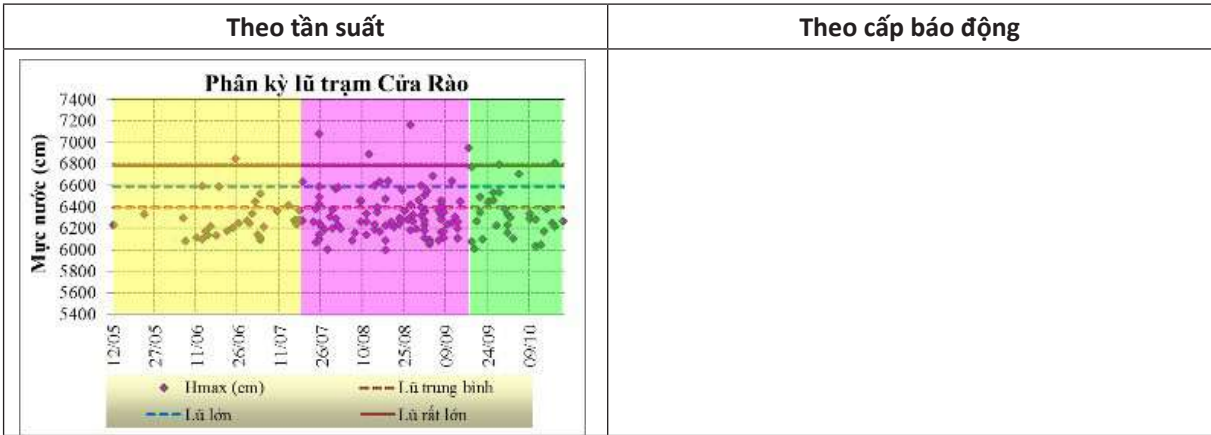
Trên cơ sở đó, kết quả xác định thời kỳ lũ tại trạm thủy văn trên lưu vực Sông Cả được thể hiện ở Bảng 2 và Hình 3.

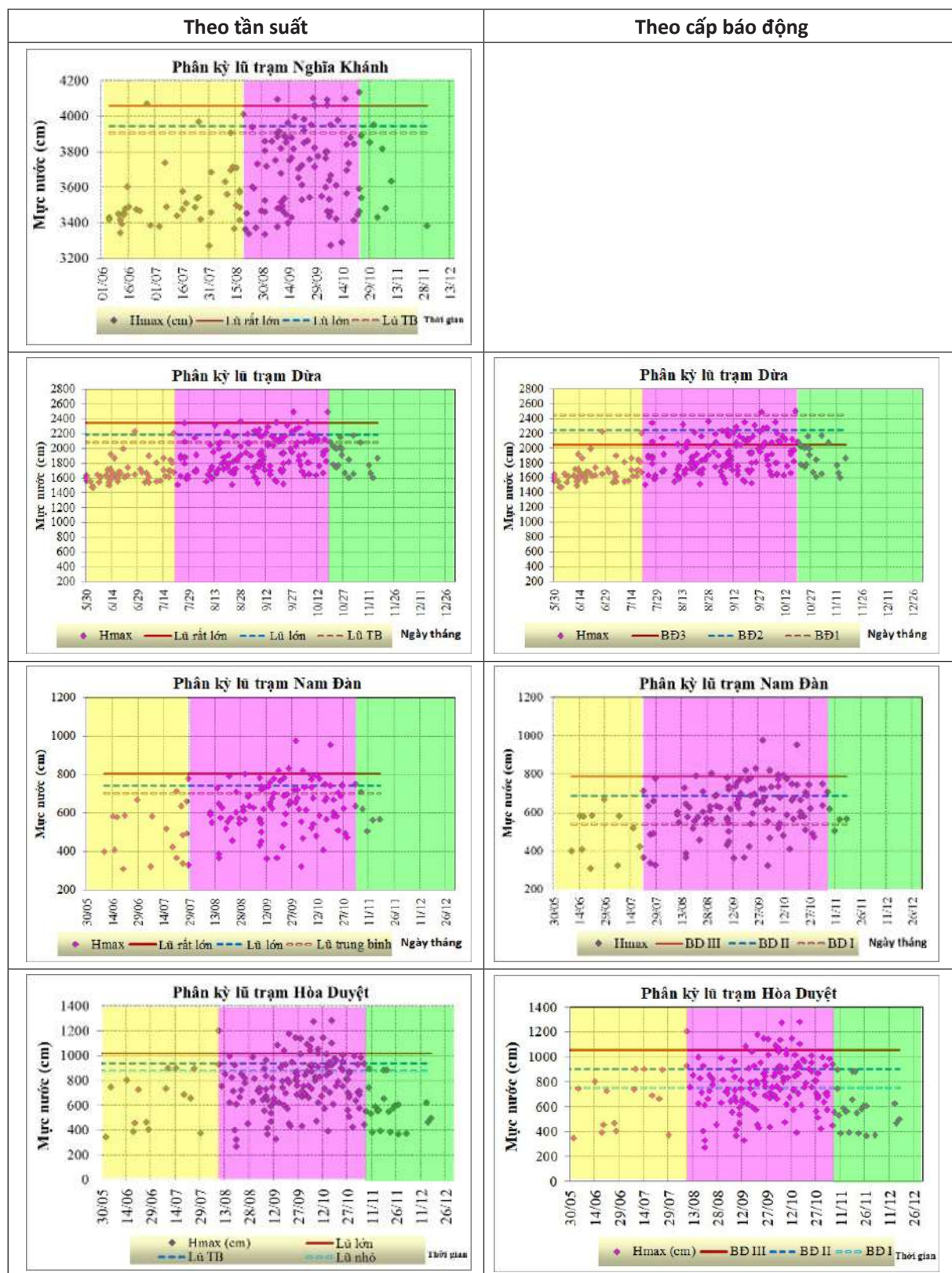
Bảng 1. Mực nước tại các trạm (cm) [4]

Trạm	P = 10%	P = 30%	P = 50%	P = 70%	P = 90%	BĐI	BĐII	BĐIII
Cửa Rào	6784	6590	6397	6332	6138			
Nghĩa Khánh	4051	3944	3905	3789	3634			
Dừa	2349	2183	2079	1975	1808	2050	2250	2450
Đô Lương	1773	1601	1490	1384	1239	1450	1650	1800
Nam Đàn	804	742	701	646	556	540	690	790
Hòa Duyệt	1140	1016	940	874	769	750	900	1050
Sơn Diêm	1442	1267	1154	1048	907	1000	1150	1300
Linh Cảm	648	542	473	407	319	450	550	650

Bảng 2. Kết quả phân kỳ lũ của các trạm

Trạm	Lũ sớm	Lũ chính vụ	Lũ muộn
Phương pháp theo tần suất			
Cửa Rào	1/6 - 18/7	19/7 - 17/9	18/9 - 31/10
Nghĩa Khánh	1/6 - 18/8	19/8 - 31/10	1/11 - 15/11
Dừa	1/6 - 20/7	21/7 - 26/10	27/10 - 20/11
Nam Đàn	1/6 - 20/7	21/7 - 6/11	7/11 - 30/11
Hòa Duyệt	1/6 - 8/8	9/8 - 6/11	7/11 - 30/11
Phương pháp theo cấp báo động lũ			
Dừa	1/6 - 20/7	21/7 - 26/10	27/10 - 20/11
Nam Đàn	1/6 - 20/7	21/7 - 6/11	7/11 - 30/11
Hòa Duyệt	1/6 - 8/8	9/8 - 6/11	7/11 - 30/11





Hình 3. Phân kỳ lũ một số trạm thủy văn trên lưu vực Sông Cả

Kết quả phân tích cho thấy, hai phương pháp cho kết quả giống nhau. Thời kỳ lũ tại 3 trạm Dừa, Nam Đàn, Hòa Duyệt:

- Tại trạm Dừa: Thời kỳ lũ sớm 50 ngày, lũ chính vụ 98 ngày và lũ muộn 25 ngày.

- Tại trạm Nam Đàn: Thời kỳ lũ sớm 50 ngày, lũ chính vụ 109 ngày và lũ muộn 24 ngày.

- Tại trạm Hòa Duyệt: Thời kỳ lũ sớm 69 ngày, lũ chính vụ 90 ngày và lũ muộn 24 ngày.

Tại 2 trạm Cửa Rào và Nghĩa Khánh hiện chưa có cấp báo động lũ nên chỉ phân tích theo phương pháp tần suất.

- Tại trạm Cửa Rào: Thời kỳ lũ sớm 48 ngày, lũ chính vụ 61 ngày và lũ muộn 44 ngày.

- Tại trạm Nghĩa Khánh: Thời kỳ lũ sớm 79 ngày, lũ chính vụ 74 ngày và lũ muộn 15 ngày.

Như vậy, các thời kỳ trong mùa lũ tại các trạm thủy văn đại diện cho các vùng thể hiện như sau:

- Thời kỳ lũ chính vụ cho vùng thượng lưu Sông Cả (đại diện trạm Cửa Rào) sớm hơn khoảng 3 ngày so với trung lưu Sông Cả (đại diện trạm Dừa) và hạ lưu Sông Cả (đại diện trạm Nam Đàn).

- Thời kỳ lũ chính vụ của Sông Hiếu (đại diện trạm Nghĩa Khánh) đến muộn hơn khoảng 30 ngày và kết thúc sớm hơn 6 ngày so với Sông Cả.

- Thời kỳ lũ chính vụ trên Sông Ngàn Sâu (đại diện trạm Hòa Duyệt) đến muộn hơn so với Sông Cả 20 ngày và kết thúc giống nhau.

Từ việc phân kỳ lũ tại các trạm thủy văn, căn cứ vào vị trí của từng hồ trên lưu vực Sông Cả, thời kỳ vận hành của các hồ được đề xuất như sau:

- Hồ Bản Vẽ thời kỳ vận hành căn cứ theo phân kỳ lũ trạm thủy văn Cửa Rào (Thời kỳ lũ sớm từ ngày 01 tháng 6 đến ngày 18 tháng 7, lũ chính vụ từ ngày 19 tháng 7 đến ngày 17 tháng

9 và lũ muộn từ ngày 18 tháng 9 đến ngày 31 tháng 10).

- Hồ Khe Bốc thời kỳ vận hành căn cứ theo phân kỳ lũ trạm thủy văn Dừa (Thời kỳ lũ sớm từ ngày 01 tháng 6 đến ngày 20 tháng 7, lũ chính vụ từ ngày 21 tháng 7 đến ngày 26 tháng 10 và lũ muộn từ ngày 27 tháng 10 đến ngày 20 tháng 11).

- Hồ Bản Mòng thời kỳ vận hành căn cứ theo phân kỳ lũ trạm thủy văn Nghĩa Khánh (Thời kỳ lũ sớm từ ngày 1 tháng 6 đến ngày 18 tháng 8, lũ chính vụ từ ngày 19 tháng 8 đến ngày 31 tháng 10 và lũ muộn từ ngày 1 tháng 11 đến ngày 15 tháng 11).

- Hồ Ngàn Trươi thời kỳ vận hành căn cứ theo phân kỳ lũ trạm thủy văn Hòa Duyệt (Thời kỳ lũ sớm từ ngày 1 tháng 6 đến ngày 8 tháng 8, lũ chính vụ từ ngày 9 tháng 8 đến ngày 6 tháng 11 và lũ muộn từ ngày 7 tháng 11 đến ngày 30 tháng 11).

4. Kết luận

Vận hành hệ thống hồ chứa với mục đích cắt giảm lũ trên lưu vực Sông Cả là bài toán phức tạp. Việc quy định thời kỳ vận hành kiểm soát lũ Sông Cả trong quy trình vận hành liên hồ chứa đối với các hồ như hiện nay vẫn chưa đem lại hiệu quả cắt giảm lũ khi mà phân hóa mùa mưa lũ trên các nhánh sông thuộc lưu vực Sông Cả khá rõ giữa các vùng. Do vậy, đề xuất thời kỳ vận hành của các hồ trên lưu vực Sông Cả khác nhau theo 3 thời kỳ sẽ là cơ sở khoa học để nghiên cứu xác định sự phối hợp giữa các hồ trong cắt giảm lũ, cho phép nghiên cứu để xác định quy mô cắt giảm lũ của từng hồ hoặc cụm hồ, đối với thời kỳ lũ sớm và lũ muộn, có thể đặt ra mục tiêu hệ thống hồ cắt giảm triệt để lũ cho hạ du còn lũ chính vụ các hồ chỉ hỗ trợ giảm lũ cho hạ du.

Lời cảm ơn: Quá trình thực hiện có sự giúp đỡ của Học Viện khoa học và Công nghệ, đề tài cấp Bộ mã số TNMT.2023.06.16. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn!

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008), *Quyết định số 18/2008/QĐ-BTNMT ngày 31 tháng 12 năm 2008 Ban hành Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về dự báo lũ.*
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010), *Báo cáo xây dựng kịch bản lũ trên lưu vực sông Hồng.*
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2011), *Báo cáo xây dựng Quy trình vận hành mùa lũ trên lưu vực*

Sông Cả.

4. Hoàng Minh Tuyển (2004-2006), “Nghiên cứu xây dựng khung hỗ trợ ra quyết định trong quản lý tài nguyên nước lưu vực Sông Cả”, Đề tài cấp Bộ, Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và biến đổi khí hậu.
5. Lương Hữu Dũng (2016), “Nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ vận hành hệ thống liên hồ chứa kiểm soát lũ lưu vực Sông Ba”, Luận án tiến sĩ Khoa học Trái đất, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.
6. Thủ tướng Chính Phủ (2020), Quyết định 05/2020/QĐ-TTg ngày 31 tháng 01 năm 2020 Về việc quy định mực nước tương ứng với các cấp báo động lũ trên các sông thuộc vi cả nước.
7. Thủ tướng Chính phủ (2021), Quyết định số 18/2021/QĐ-TTg Ngày 22 tháng 4 năm 2021 ban hành Quy định về dự báo, cảnh báo, truyền tin thiên tai và cấp độ rủi ro thiên tai.
8. Thủ tướng Chính phủ (2015), Quyết định số 2125/QĐ-TTg Ngày 1 tháng 12 năm 2015 Về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực Sông Cả.

DETERMINING OPERATION PERIODS FOR FLOOD CONTROL IN CA RIVER BASIN

Tran Duc Thien⁽¹⁾, Luu Thi Hong Linh⁽¹⁾, Le Van Quy⁽²⁾

⁽¹⁾Water Resources Institute

⁽²⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 20/12/2022; Accepted: 18/1/2023

Abstract: The Ca river basin is located in the North Central Coast climate. Therefore, the flood season in the basin is differentiated among regions and have a tendency on later appearance with a shorter duration from North to South. The paper has applied the classification and divergence method of floods at typical hydrological stations including Cua Rao, Nghia Khanh, Dua, Nam Dan, and Hoa Duyet to identify different flood periods including early floods, main floods, and late floods. This is the proposed basis for the operation mechanism of reservoirs in the Ca River basin in the reduction of downstream floods. As a result, Cua Rao station has an early flood period of 48 days, main flood period of 61 days, and late flood period of 44 days. Nghia Khanh station has an early flood period of 79 days, main flood period of 74 days, and late flood period of 15 days. Dua station has an early flood period of 50 days, main flood period of 98 days, and late flood period of 25 days. Nam Dan station has an early flood period of 50 days, main flood period of 109 days, and late flood period of 24 days. Hoa Duyet station has an early flood period of 69 days, main flood period of 90 days, and late flood period of 24 days.

Keywords: Ca River basin, flood period, divergence.

ĐÁNH GIÁ THIẾT HẠI KINH TẾ CỦA NƯỚC BIỂN DÂNG DO BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN SỬ DỤNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP TỈNH NAM ĐỊNH

Doãn Hà Phong

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 5/1/2023; ngày chuyển phản biện: 6/1/2023; ngày chấp nhận đăng: 2/3/2023

Tóm tắt: Nghiên cứu sử dụng các phương pháp xây dựng bản đồ, lượng giá các giá trị kinh tế và điều tra khảo sát thực tế để đánh giá định lượng mức độ thiệt hại của nước biển dâng đến sử dụng đất nông nghiệp ven biển tỉnh Nam Định bao gồm: Rừng ngập mặn, đất nuôi trồng thủy sản, đất làm muối và đất trồng lúa. Nghiên cứu đã xác định được diện tích nguy cơ ngập do tác động của nước biển dâng (NBD) cho 4 huyện ven biển tỉnh Nam Định dao động từ 1,3 - 10,7% diện tích tự nhiên của các huyện. Trong 3 phương án sử dụng đất, theo hiện trạng sử dụng đất năm 2010, diện tích đất nông nghiệp (ĐNN) bị tác động lớn nhất. Đồng thời nghiên cứu đã xác định được giá trị thiệt hại cho 2 khu vực trong và ngoài đê với các mức thiệt hại khác nhau. Tổng giá trị thiệt hại do NBD ở 4 huyện dao động từ 0,6 đến 2,8% GDP của tỉnh Nam Định (so với năm 2010) từ năm 2020 đến 2050. Việc lượng giá các tác động này sẽ cung cấp cơ sở giúp địa phương chủ động giảm nhẹ và thích ứng với biến đổi khí hậu.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, nước biển dâng, đất nông nghiệp, đánh giá thiệt hại kinh tế, tỉnh Nam Định, Delphi.

1. Mở đầu

Theo tính toán của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), nếu mực nước biển dâng (NBD) 100 cm thì khoảng 16,8% diện tích Đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) có nguy cơ bị ngập. Nam Định là một trong hai tỉnh (cùng với Thái Bình) có nguy cơ ngập cao nhất với khoảng 58,0% diện tích toàn tỉnh [2].

Đối với khu vực đồng bằng gần biển như tỉnh Nam Định, mực NBD ảnh hưởng lớn đến tình hình sử dụng đất ven biển, đặc biệt đối với đất nông nghiệp (ĐNN). Theo ước tính, nếu NBD 100 cm, diện tích nguy cơ ngập các huyện ven biển như Hải Hậu 67,34%; Giao Thủy 64,6%; Nghĩa Hưng 81,61% và Xuân Trường 59,3% (Bộ TNMT, 2016) [2].

Thời gian gần đây, vấn đề tổn thất và thiệt hại (Loss and Damage) đã được quan tâm hơn khi cơ chế quốc tế Warsaw được thành lập vào năm 2013 và Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu được thông qua năm 2015. Ở Việt Nam,

Quyết định số 2053/QĐ-TTg về việc “Ban hành kế hoạch thực hiện thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu” [4] và Quyết định 672/QĐ - BTNMT về việc “Ban hành kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường giai đoạn 2016 - 2020” [3] đã đề cập tới vấn đề “đánh giá mức độ rủi ro, tính dễ bị tổn thương, các giải pháp cho tổn thất và thiệt hại”.

Trong những năm gần đây, nhiều nghiên cứu đánh giá thiệt hại kinh tế - xã hội của BĐKH, đặc biệt là NBD đã được thực hiện trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Như Thạc sĩ Nguyễn Minh Bảo đã nghiên cứu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến sản xuất, truyền tải và nhu cầu sử dụng điện [5]. Tác giả Nguyễn Minh Kỳ đã nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu lên sinh kế và sự thích ứng của cộng đồng ở Huế [8]. Tác giả Trần Thị Hạnh Trang đã đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến một số hoạt động kinh tế vùng ven biển tỉnh Nghệ An và đề xuất giải pháp ứng phó [10]. Các nghiên cứu trên chủ yếu sử dụng các phương pháp chuyên gia, phương pháp điều tra chọn mẫu, phương pháp phỏng vấn sâu với bảng hỏi, phương pháp thống kê và xử lý số liệu bằng phần mềm SPSS. Nghiên cứu

Liên hệ tác giả: Doãn Hà Phong

Email: doanhaphong@gmail.com

ứng dụng phân tích Delphi, kỹ thuật phân tích không gian GIS nhằm đánh giá thiệt hại kinh tế do biến đổi khí hậu là một phương pháp tiếp cận hiện đại và có độ tin cậy. Từ những lý do kể trên việc nghiên cứu “Đánh giá thiệt hại kinh tế của nước biển dâng do biến đổi khí hậu đến sử dụng đất nông nghiệp tỉnh Nam Định” nhằm đánh giá định lượng tác động của NBD là rất cần thiết.

2. Tài liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Tài liệu, số liệu đã thu thập: Liên quan tới

Bảng 1. Xác định mức thiệt hại K cho 2 khu vực trong và ngoài đê

Khu vực trong đê	Khu vực ngoài đê
Thiệt hại nặng K = 0,5	Thiệt hại hoàn toàn K = 1
Thiệt hại một phần K = 0,3	Thiệt hại rất nặng K = 0,7
HST RNM thiệt hại giai đoạn 2020 - 2030 K = 0,2	
HST RNM thiệt hại giai đoạn 2040 - 2050 K = 0,4	

Kết quả điều tra khảo sát và tham vấn cộng đồng: Kết quả điều tra khảo sát và tham vấn khá trùng khớp với phương pháp Delphi, thiệt hại hoàn toàn trên 70%, thiệt hại rất nặng 50 - 70%, thiệt hại nặng 30 - 50% và thiệt hại một phần dưới 30%.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp Delphi là một quá trình lặp đi lặp lại được sử dụng để thu thập và chắt lọc các đánh giá của các chuyên gia bằng cách sử dụng một loạt bảng câu hỏi xen kẽ với phản hồi. Mục đích của phương pháp này là xây dựng các dự báo đồng thuận từ một nhóm chuyên gia theo cách lặp đi lặp lại có cấu trúc. Sự đồng thuận các ý kiến chuyên gia góp phần nâng cao chất lượng nghiên cứu khoa học, với lý do đó, phương pháp Delphi rất cần thiết cho các nghiên cứu cần tham vấn chuyên gia.

Dựa trên phương pháp Delphi quy trình tổng hợp đánh giá thiệt hại kinh tế do NBD được xây dựng vừa đảm bảo tính khoa học khi tham khảo, tổng hợp từ các hướng dẫn trên thế giới và trong nước của các cơ quan, tổ chức uy tín. Bên cạnh đó cũng đảm bảo tính thực tiễn khi tham vấn ý kiến chuyên gia, cán bộ quản lý và cộng đồng kết hợp với quá trình điều tra khảo

nghiên cứu gồm 3 nhóm: Tài liệu về BĐKH, NBD [2, 12]; Số liệu về đất nông nghiệp ở tỉnh Nam Định [11]; Tài liệu, số liệu về lượng giá thiệt hại kinh tế [13].

Kết quả tham vấn Delphi: Lựa chọn được kịch bản BĐKH, NBD cho khu vực Nam Định với mức phát thải KNK trung bình cao RCP 6.0 [2]; Xác định được 4 huyện có nguy cơ bị tác động mạnh của NBD tại Nam Định và 4 loại đất ĐNN gồm: Đất trồng lúa, đất nuôi trồng thủy sản, đất làm muối và đất rừng ngập mặn (RNM) [12, 11].

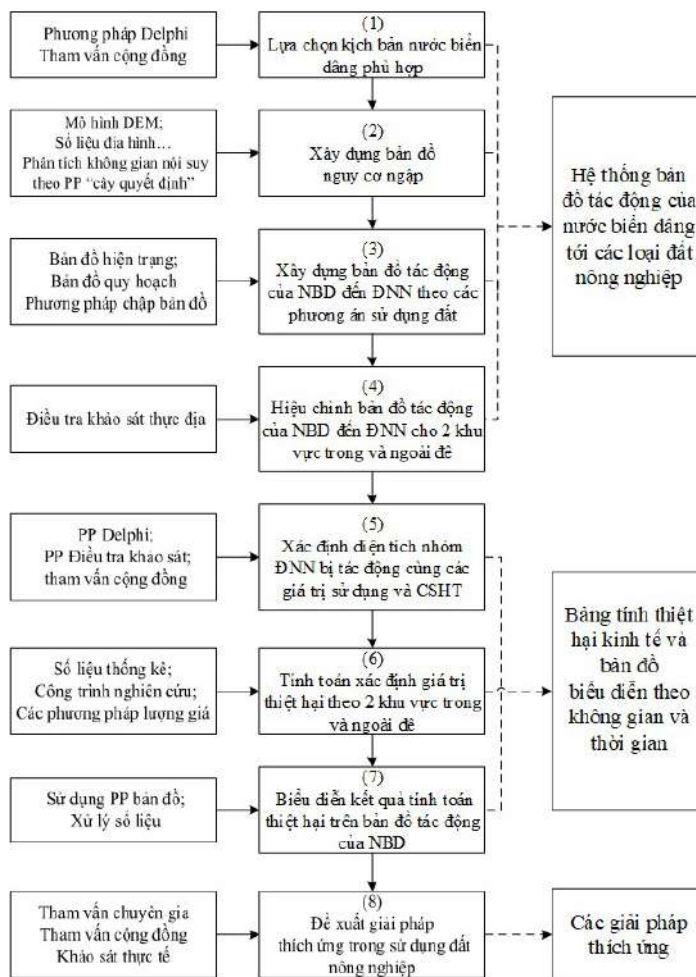
Xác định mức thiệt hại (K) để đánh giá thiệt hại kinh tế theo 04 mức thiệt hại tại Bảng 1 [1].

sát thực địa. Quy trình đánh giá thiệt hại do NBD đến sử dụng ĐNN như Hình 1 [6].

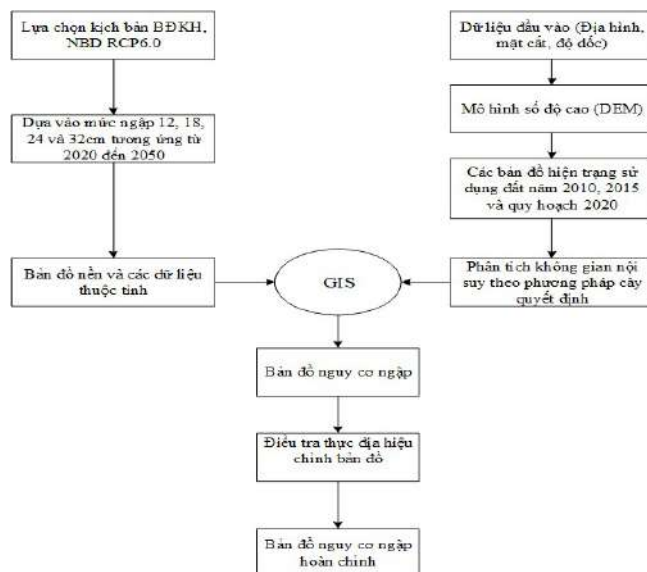
Quy trình tổng hợp đánh giá thiệt hại kinh tế do NBD đến sử dụng ĐNN được trình bày tại Hình 1. Quy trình chi tiết đánh giá thiệt hại kinh tế do NBD đến sử dụng ĐNN tại tỉnh Nam Định gồm có 8 bước chính, trong đó các bước (2), (3) và (6) được mô tả chi tiết dưới đây. Hình 2 mô tả sơ đồ chi tiết các bước xây dựng bản đồ nguy cơ ngập và bản đồ tác động [6].

Điểm khác biệt trong phương pháp xây dựng bản đồ tác động của NBD do BĐKH đến nhóm ĐNN cho khu vực Nam Định so với phương pháp xây dựng bản đồ nguy cơ ngập theo kịch bản của Bộ TNMT là có thêm bước điều tra thực địa hiệu chỉnh bản đồ nguy cơ ngập để xây dựng bản đồ nguy cơ ngập phù hợp với điều kiện thực tế. Đây là điểm mới của phương pháp nhằm xác định chính xác diện tích các loại đất có nguy cơ bị tác động tại khu vực trong đê.

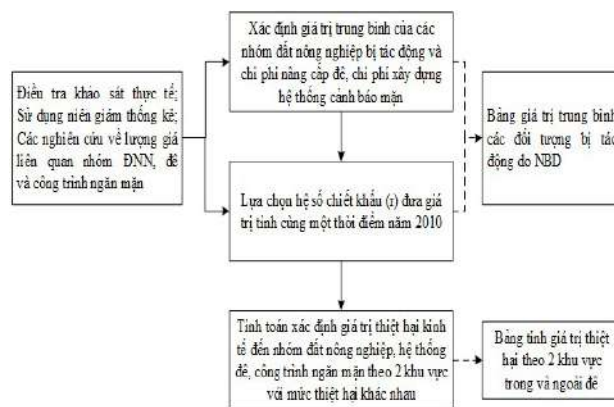
Dựa trên tài liệu hướng dẫn của IPCC (2001) [14] và kết quả tham vấn các chuyên gia theo phương pháp Delphi, nghiên cứu đã sơ đồ hóa việc tính toán xác định giá trị thiệt hại do tác động của NBD đến sử dụng ĐNN được trình bày cụ thể ở Hình 3.



Hình 1. Quy trình tổng hợp đánh giá thiệt hại kinh tế do nước biển dâng đến sử dụng đất nông nghiệp khu vực tỉnh Nam Định



Hình 2. Sơ đồ các bước xây dựng bản đồ



Hình 3. Sơ đồ xác định thiệt hại kinh tế của nước biển dâng đến sử dụng đất nông nghiệp

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Tác động của nước biển dâng đến sử dụng đất nông nghiệp khu vực ven biển tỉnh Nam Định

a. Xu hướng biến động sử dụng đất nông nghiệp tại huyện Nghĩa Hưng, Hải Hậu, Giao Thủy và Xuân Trường từ 2010 đến 2020

Xu hướng biến động sử dụng ĐNN nói chung của 4 huyện là giảm dần diện tích đất trồng lúa và đất làm muối, trong khi đó diện tích đất nuôi trồng thủy sản và RNM có xu hướng tăng. Đây chính là xu thế hiện nay ở hầu hết các địa phương trong cả nước: Các loại đất canh tác có giá trị kinh tế không cao sẽ chuyển dịch sang loại hình đất canh tác mang lại giá trị kinh tế cao hơn.

b. Bản đồ tác động của nguy cơ ngập do nước biển dâng theo các kịch bản đến nhóm đất nông nghiệp

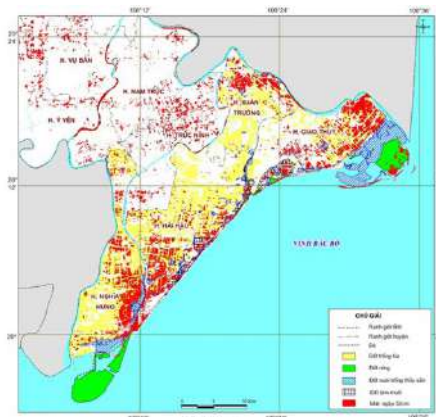
Áp dụng quy trình xây dựng bản đồ nguy cơ ngập và bản đồ tác động của NBD ở trên, với 3 phương án sử dụng đất (theo bản đồ hiện

trạng sử dụng đất năm 2010, 2015 và bản đồ quy hoạch sử dụng đất đến năm 2020) cùng với 4 mốc thời gian theo kịch bản nguy cơ ngập của NBD, nghiên cứu đã xây dựng được 12 bản đồ tác động của nguy cơ ngập đến sử dụng ĐNN do NBD cho 4 huyện Nghĩa Hưng, Hải Hậu, Giao Thủy và Xuân Trường [7].

Từ 12 bản đồ tác động do NBD đến sử dụng ĐNN nghiên cứu xây dựng được 3 bảng số liệu về diện tích ĐNN bị tác động cho biết tỷ lệ ngập của các loại đất theo các mốc thời gian từ 2020 đến 2050. Tương tự như vậy có 3 bảng số liệu phân tách 2 khu vực ngập trong và ngoài đê. Dưới đây là một trong số bản đồ và bảng số liệu điển hình:

Hình 4 bản đồ tác động của NBD đến sử dụng đất nông nghiệp vào năm 2050 theo bản đồ quy hoạch 2020.

Tương ứng với bản đồ tác động của NBD vào các năm 2020 đến 2050, nghiên cứu xác định được diện tích nhóm đất nông nghiệp nguy cơ bị tác động như Bảng 4.



Hình 4. Bản đồ tác động của nước biển dâng đến sử dụng đất nông nghiệp vào năm 2050 theo bản đồ quy hoạch sử dụng đất 2020

Bảng 2. Tổng hợp diện tích nhóm ĐNN bị tác động bởi NBD vào năm 2020 đến 2050 theo phương án sử dụng đất của bản đồ quy hoạch 2020 cho thấy diện tích loại ĐNN có nguy cơ bị ngập theo các mốc thời gian cùng với tỷ lệ ngập so với diện tích của 4 huyện. Xử lý số liệu các bảng diện tích nhóm ĐNN bị tác động theo các phương án sử dụng đất khác nhau cho thấy:

- Diện tích nhóm ĐNN gồm: Đất trồng lúa, đất nuôi trồng thủy sản, đất làm muối và đất RNM bị tác động bởi NBD tại 4 huyện ngày càng gia tăng

theo thời gian, tỷ lệ diện tích ngập nhóm đất này so với diện tích đất tự nhiên của 4 huyện dao động từ 1,3 tới 10,7%;

- Diện tích đất trồng lúa là đối tượng bị tác động nhiều nhất bởi NBD;

- Theo 3 phương án sử dụng đất có khả năng xảy ra trong tương lai, phương án sử dụng đất theo bản đồ Quy hoạch 2020 và hiện trạng 2015 là phương án có diện tích nhóm ĐNN bị tác ít hơn so với phương án sử dụng đất theo bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2010.

Bảng 2. Diện tích nhóm đất nông nghiệp bị tác động bởi nước biển dâng từ 2020 đến 2050 theo bản đồ quy hoạch sử dụng đất 2020 [11, 9]

Huyện	Diện tích đất tự nhiên quy hoạch năm 2020 (ha)	Loại đất	Diện tích QH 2020 (ha)	Diện tích nhóm ĐNN bị tác động bởi NBD theo thời gian (ha)				Tỷ lệ diện tích nhóm ĐNN bị tác động bởi NBD theo thời gian (%)			
				2020 (12 cm)	2030 (18 cm)	2040 (24 cm)	2050 (32 cm)	2020 (12 cm)	2030 (18 cm)	2040 (24 cm)	2050 (32 cm)
Nghĩa Hưng	26.488,8	Đất trồng lúa	8.599,4	599,1	1.031,5	1.483,3	2.160,0	7,0	12,0	17,2	25,1
		Đất NTTS	4.639,3	104,1	135,9	170,6	219,0	2,2	2,9	3,7	4,7
		Đất làm muối	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Đất rừng NM	2.213,7	58,9	66,2	73,4	82,6	2,7	3,0	3,3	3,7
Tổng cộng			15.483,4	762,1	1.233,6	1.727,3	2.461,6				
Tỷ lệ 4 loại ĐNN bị tác động so với diện tích đất tự nhiên (%)				2,9	4,7	6,5	9,3				
Hải Hậu	22.814,1	Đất trồng lúa	8.014,4	494,6	792,3	1.126,6	1.633,2	6,2	9,9	14,1	20,4
		Đất NTTS	3.090,6	22,5	48,6	82,7	128,5	0,7	1,6	2,7	4,2
		Đất làm muối	213,7	22,9	45,3	75,5	124,3	10,7	21,2	35,3	58,2
		Đất rừng NM	84,5	0,6	3,2	5,1	7,6	0,7	3,8	6,0	9,0
Tổng cộng			11.403,2	540,6	889,5	1.289,8	1.893,6				
Tỷ lệ 4 loại ĐNN bị tác động so với diện tích đất tự nhiên (%)				2,4	3,9	5,7	8,3				
Giao Thủy	24.464,1	Đất trồng lúa	6.561,0	290,5	694,4	1.054,6	1.508,4	4,4	10,6	16,1	23,0
		Đất NTTS	5.647,7	44,8	108,3	161,8	230,7	0,8	1,9	2,9	4,1
		Đất làm muối	305,3	3,7	23,5	62,3	126,7	1,2	7,7	20,4	41,5
		Đất rừng NM	2.178,4	22,1	61,5	104,1	176,1	1,0	2,8	4,8	8,1
Tổng cộng			14.692,4	361,11	887,7	1.382,8	2.042,0				
Tỷ lệ 4 loại ĐNN bị tác động so với diện tích đất tự nhiên (%)				1,5	3,6	5,7	8,3				
Xuân Trường	11.609,5	Đất trồng lúa	4.608,8	138,7	277,2	412,3	577,4	3,0	6,0	8,9	12,5
		Đất NTTS	1.196,2	7,5	11,0	14,0	16,1	0,6	0,9	1,2	1,3
		Đất làm muối	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
		Đất rừng NM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
Tổng cộng			50.805,0	146,2	288,2	426,3	593,5				
Tỷ lệ 4 loại ĐNN bị tác động so với diện tích đất tự nhiên (%)				1,3	2,5	3,7	5,1				

Bảng 3. Diện tích đất nông nghiệp bị tác động bởi nước biển dâng tại 2 khu vực trong và ngoài đê từ năm 2020 - 2050 theo bản đồ quy hoạch 2020 [11, 9]

Huyện	Loại đất	DT QH 2020 (ha)	Diện tích ngập ngoài đê ảnh hưởng tới từng loại đất (ha)				Diện tích ngập trong đê ảnh hưởng tới từng loại đất (ha)			
			2020 12 cm	2030 18 cm	2040 24 cm	2050 32 cm	2020 12 cm	2030 18 cm	2040 24 cm	2050 32 cm
Nghĩa Hưng	Đất trồng lúa	8.599,4	0,0	0,0	0,0	0,0	599,0	1.031,5	1.483,3	2.160,0
	Đất NTTS	4.639,3	6,2	6,5	7,1	7,5	97,9	129,5	163,4	211,5
	Đất làm muối	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Đất rừng NM	2.213,7	51,1	57,7	64,3	72,8	7,8	8,5	9,1	9,8
Hải Hậu	Đất trồng lúa	8.014,4	0,0	0,0	0,0	0,0	494,6	792,3	1.126,6	1.633,2
	Đất NTTS	3.090,6	7,9	18,7	31,0	49,5	14,7	29,9	51,7	78,9
	Đất làm muối	213,7	2,7	5,2	7,8	13,1	20,2	40,1	67,6	111,2
	Đất rừng NM	84,5	0,2	0,3	0,3	0,6	0,4	2,9	4,8	7,0
Giao Thủy	Đất trồng lúa	6.561,0	0,0	0,0	0,0	0,0	290,5	694,4	1.054,6	1.508,4
	Đất NTTS	5.647,7	41,6	90,7	124,4	161,1	3,3	17,6	37,3	69,6
	Đất làm muối	305,3	2,2	8,9	13,4	23,0	1,4	14,6	48,9	103,7
	Đất rừng NM	2.178,4	21,4	59,8	100,8	169,1	0,7	1,7	3,3	7,0
Xuân Trường	Đất trồng lúa	4.608,8	0,0	0,0	0,0	0,0	138,7	277,2	412,3	577,4
	Đất NTTS	1.196,2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	11,0	14,0	16,1
	Đất làm muối	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Đất rừng NM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Bảng 3 cho biết diện tích nhóm ĐNN bị tác động theo 2 khu vực trong và ngoài đê, đây là cơ sở để lượng giá thiệt hại theo khu vực bị tác động được trình bày chi tiết ở dưới đây.

3.2. Thiệt hại kinh tế do tác động của nước biển dâng đến sử dụng đất nông nghiệp tại khu vực ven biển tỉnh Nam Định

a. Xây dựng công thức đánh giá thiệt hại kinh tế

Từ quy trình đã được trình bày ở trên, để đánh giá thiệt hại kinh tế do tác động của NBD đến nhóm ĐNN nghiên cứu đã xây dựng công thức (3.1) lượng giá trị thiệt hại như sau:

$$TH_{ĐNN} = \sum (Si \times Gj) \cdot Kn \quad (3.1)$$

Trong đó:

THĐNN: Giá trị thiệt hại của đất nông nghiệp do NBD ở một khu vực;

Si: Diện tích đất nông nghiệp loại *i* bị tác động do NBD. Trong nghiên cứu này, nhóm đất nông nghiệp gồm 4 loại chính: Nuôi trồng thủy sản, rừng ngập mặn, đất làm muối, đất trồng lúa;

Gj: Giá trị trung bình *j* của 1 đơn vị diện tích đất nông nghiệp được quy đổi về năm 2010 [9];

Kn: Mức thiệt hại.

Trong đó *Si* được xác định qua các bản đồ nguy cơ ngập

Gj được tổng hợp theo Bảng 4 dưới đây

Kn được xác định như Bảng 1

Bảng 4. Giá trị trung bình của các đối tượng bị thiệt hại [9]

Đối tượng bị tác động	Giá trị trung bình tính theo năm 2010 (triệu đồng)			
	Nghĩa Hưng	Hải Hậu	Giao Thủy	Xuân Trường
Khu vực ngoài đê				
Diện tích đất nuôi trồng thủy sản	105,5 triệu/ha	76,8 triệu/ha	87,2 triệu/ha	-
Diện tích RNM bị mất với các giá trị sử dụng trực tiếp và gián tiếp và phí sử dụng	300 triệu/ha	20,2 triệu/ha	2.819,7 triệu/ha	
Diện tích đất muối	39 triệu/ha	39 triệu/ha	39 triệu/ha	
Khu vực trong đê biển				
Xây dựng nâng cấp hệ thống đê biển cho các năm 2020, 2030, 2040 và 2050	Chi phí ứng với mực nước dâng 12 - 32 cm là 1.089,6; 1.634,4 ; 2.179,2 ; 2.905,6 triệu cho 1 km chiều dài.			-
Xây dựng hệ thống cống có cảnh báo mặn	200 triệu/cống			
Diện tích đất lúa	51,3 triệu/ha	50,9 triệu/ha	87,2 triệu/ha	49,9 triệu/ha
Diện tích nuôi trồng thủy sản	105,5 triệu/ha	76,8 triệu/ha	51,6 triệu/ha	58,7 triệu/ha
Diện tích đất làm muối	39 triệu/ha	39 triệu/ha	39 triệu/ha	-
Diện tích RNM bị mất với các giá trị sử dụng trực tiếp và gián tiếp và phí sử dụng	19,6 triệu/ha/năm			-

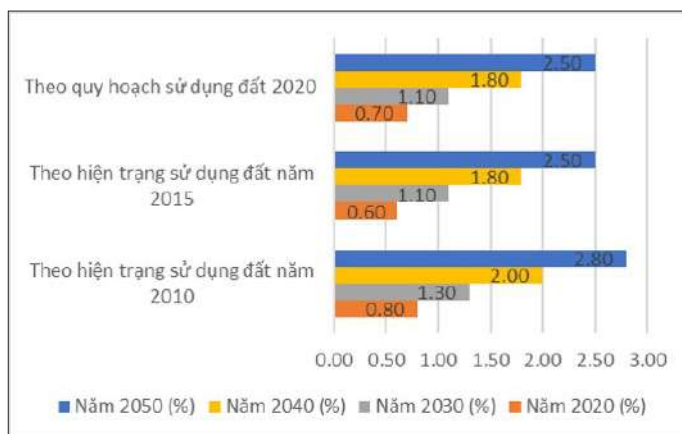
b. Đánh giá thiệt hại kinh tế do tác động của nước biển dâng đến 4 huyện vào 2020 đến 2050 theo các phương án sử dụng đất

Với 12 bản đồ tác động của NBD đến đất nông nghiệp, nghiên cứu sẽ tính kết quả thiệt hại kinh tế theo các phương án sử dụng đất vào các năm 2020 đến 2050 cho 2 khu vực trong và ngoài đê với mức thiệt hại khác nhau.

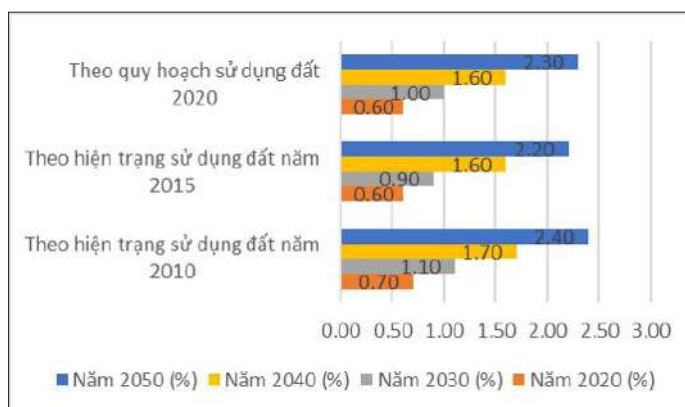
Tổng giá trị thiệt hại ở 4 huyện có quan hệ mật thiết với diện tích nhóm ĐNN bị tác động do NBD. Theo bản đồ hiện trạng năm 2010 có giá trị bị thiệt hại lớn nhất: Năm 2020 tương ứng với mức thiệt hại hoàn toàn khu vực ngoài đê ($K = 1$) và thiệt hại nặng ($K = 0,5$) khu vực trong đê kết quả chỉ ra rằng tổng giá trị thiệt hại của 4 huyện chiếm 0,8% GDP của tỉnh so với năm 2010 và tiếp tục tăng vào năm 2030 là 1,3%; 2% năm 2040 và 2,8% vào năm 2050. Ngược lại, với mức thiệt hại ngoài đê là rất

nặng ($K = 0,7$) và khu vực trong đê là một phần ($K = 0,3$) thì giá trị thiệt hại đã giảm như sau: Năm 2020 0,7%; 2030 1,1%; 2040 1,7% và 2,4% tương ứng 2050. Điều này chứng tỏ việc quy hoạch và dịch chuyển trong sử dụng đất của các huyện ven biển phần nào đó đã thích ứng với BĐKH và NBD. Tương tự theo phương án sử dụng đất của bản đồ hiện trạng 2015 cho thấy mức thiệt hại dao động từ 0,6% năm 2020 đến 2,5% tổng GDP của địa phương vào năm 2050. Phương án sử dụng đất theo quy hoạch 2020 mức thiệt hại là nhỏ nhất dao động từ 0,7 đến 2,5%.

Từ Hình 5 và 6 cho thấy, theo phương án sử dụng đất hiện trạng năm 2010, thiệt hại của 4 huyện tương ứng với 2 trường hợp thiệt hại hoàn toàn và thiệt hại một phần đều cao hơn 2 phương án sử dụng đất còn lại là theo hiện trạng 2015 và quy hoạch 2020.



Hình 5. Tổng giá trị thiệt hại 4 huyện so với GDP năm 2010 theo các phương án sử dụng đất với mức thiệt hại $K = 1$ và $K = 0,5$ ứng với khu vực ngoài và trong đê



Hình 6. Tổng giá trị thiệt hại 4 huyện so với GDP năm 2010 theo các phương án sử dụng đất với mức thiệt hại $K = 0,7$ và $K = 0,3$ ứng với khu vực ngoài và trong đê

Từ các bảng tính lượng giá thiệt hại kinh tế theo các kịch bản sử dụng đất, nghiên cứu xử lý số liệu và thể hiện kết quả thiệt hại trên các bản đồ tác động của NBD tới sử dụng đất nông nghiệp. Việc thể hiện kết quả thiệt hại kinh tế bằng bản đồ cho thấy sự phân bố giá trị thiệt hại theo không gian và thời gian.

4. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu đã xây dựng được quy trình tổng hợp lượng giá thiệt hại kinh tế của NBD do BĐKH đến sử dụng ĐNN cho tỉnh Nam Định với 8 bước thực hiện chính. Quy trình lượng giá thiệt hại kinh tế của NBD do BĐKH đảm bảo cơ sở khoa học, tính thực tiễn và khả năng nhân rộng khi tham khảo ý kiến chuyên gia, cộng đồng và kết hợp với việc điều tra khảo sát thực tế.

Kết quả nghiên cứu cho thấy do tác động của NBD cho 4 huyện cho thấy diện tích ĐNN

nguy cơ bị tác động do NBD ở 4 huyện dao động từ 1,3 - 10,7% diện tích tự nhiên của các huyện. Trong 3 phương án sử dụng đất, theo hiện trạng sử dụng đất năm 2010, diện tích ĐNN bị tác động lớn nhất. Cùng với đó nghiên cứu đã xác định được giá trị thiệt hại cho 2 khu vực trong và ngoài đê với các mức thiệt hại khác nhau. Tổng giá trị thiệt hại do NBD ở 4 huyện dao động từ 0,6 đến 2,8% GDP của tỉnh Nam Định (so với năm 2010) từ năm 2020 đến 2050.

Kiến nghị: (1) Cách tiếp cận và quy trình tổng hợp đánh giá thiệt hại kinh tế do NBD đến sử dụng ĐNN có thể áp dụng cho các địa phương khác; (2) Kết quả lượng giá thiệt hại do tác động của NBD đến nhóm ĐNN tại 4 huyện có thể hỗ trợ chính quyền địa phương, các đơn vị tư vấn bảo hiểm ra quyết định về sử dụng hiệu quả ĐNN.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn - Bộ Kế hoạch Đầu tư, (2015), *Thông tư 43/2015/TTLT-BNNPTNT-BKHĐT Thông tư liên tịch hướng dẫn thống kê, đánh giá thiệt hại do thiên tai gây ra*.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường, (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường, (2017), *Quyết định 672/QĐ-BTNMT “Ban hành kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường giai đoạn 2016-2020”*.
4. Chính phủ (2016), *Quyết định số 2053/QĐ-TTg “Ban hành kế hoạch thực hiện Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu”*.
5. Ths. Nguyễn Minh Bảo (2012), *“Nghiên cứu, đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến sản xuất, truyền tải và nhu cầu sử dụng điện”*, Viện Năng lượng. <http://www.ievn.com.vn/tin-tuc/Nghien-cuu-danh-gia-tac-dong-cua-bien-doi-khi-hau-den-san-xuat-truyen-tai-va-nhu-cau-su-dung-dien-6-695.aspx>
6. Vũ Văn Doanh, Doãn Hà Phong, Vũ Quyết Thắng (2016), *“Nghiên cứu phương pháp đánh giá tác động của nước biển dâng tại một số huyện ven biển tỉnh Nam Định”*, *Tạp chí Tài nguyên và Môi trường*, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Số 10 (240) 5 tháng 6/2016, tr19-23.
7. Vũ Văn Doanh, Doãn Hà Phong, Vũ Quyết Thắng (2016), *“Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại các huyện ven biển tỉnh Nam Định”*, *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường*, Bộ Tài nguyên và Môi trường Số 11 tháng 3/2016, tr11.
8. Nguyễn Minh Kỳ (2014), *“Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu lên sinh kế và sự thích ứng của cộng đồng ở tỉnh Thừa Thiên Huế”*, *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* số 45, tr. 76-83.
9. Tổng cục Thống kê, (2012, 2013, 2014, 2115), *Niên giám thống kê tỉnh Nam Định*.
10. Trần Thị Hạnh Trang (2021), *“Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến một số hoạt động kinh tế vùng ven biển tỉnh Nghệ An, đề xuất giải pháp ứng phó”*, *Luận văn Thạc sĩ Chuyên ngành: Khoa học môi trường*, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
11. Ủy ban nhân dân tỉnh Nam Định, (2016), *Báo cáo tổng hợp điều chỉnh Quy hoạch sử dụng đất của tỉnh Nam Định đến năm 2020*.
12. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, (2011), *Tài liệu hướng dẫn Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xác định các biện pháp thích ứng*, Báo cáo tổng kết dự án hợp tác với Đan Mạch, Hà Nội.

Tài liệu tiếng Anh

13. Barbier, E.B, Acreman, M and Knowler, D. (1997), *“Economic valuation of wetlands: a guide for policy market and planners”*.
14. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2001), *Third Assessment Report*.

ASSESSMENT OF ECONOMIC DAMAGE OF SEA LEVEL RISE DUE TO CLIMATE CHANGE TO AGRICULTURAL LAND USE IN NAM DINH PROVINCE

Doan Ha Phong

Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

Received: 5/1/2023; Accepted: 2/3/2023

Abstract: In this study, the author team used the methods of mapping, assessing economic values and conducting field surveys to quantitatively assess the extent of damage caused by sea level rise on

agricultural land on coastal district of Nam Dinh Province including mangrove forest, aquaculture land, salt-making land and rice-growing land. The study determined that the area at risk of flooding due to SLR impacts for 4 coastal districts of Nam Dinh province ranges from 1.3 to 10.7% of the natural area of the districts. Of the three land use options, according to the current land use status in 2010, the wetland area will be affected the most. At the same time, the study determined the damage value for 2 areas inside and outside the dyke with different damage levels. The total value of NCDs in the four districts ranges from 0.6 to 2.8% of Nam Dinh's GDP (compared to 2010) from 2020 to 2050. The assessment of these impacts will provide a baseline to help the locality proactively mitigate and adapt to climate change.

Keywords: *Climate change, sea level rise, agricultural land, economic damage assessment, Nam Dinh province, Delphi.*

In this issue

-  1 **Tran Thuc, Dang Quang Thinh, Nguyen The Chinh, Dao Minh Trang:** Market-based approach in response to climate change and lessons learnt for Viet Nam
-  11 **Dao Huong Giang:** Economic valuation of tourism for typical ecosystems in Phu Quoc
-  22 **Cong Thanh, Bui Cong Minh:** BSISO's effects on extreme rain in Viet Nam
-  33 **Le Van Tuan, Vu Van Thang, Tran Dinh Trong, An Tuan Anh, Nguyen Thi Yen:** Development of early - action trigger for rainfall and flood in Quang Tri province
-  42 **Vo Anh Kiet, Bui Van Chanh:** Applying AHP method for detail risk levels by landside in Khanh Hoa province
-  54 **Tran Van Hung, Bui Van Chanh:** Development of inundation risk map for the Ba River-down stream
-  66 **Tran Duc Thien, Luu Thi Hong Linh, Le Van Quy:** Determining operation periods for flood control in Ca River basin
-  73 **Doan Ha Phong:** Assessment of economic damage of sea level rise due to climate change to agricultural land use in Nam Dinh province



VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Số 23 ngõ 62 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 024.38344469; Fax: 024.38355993

Email: imhen@imh.ac.vn

Website: www.imh.ac.vn