



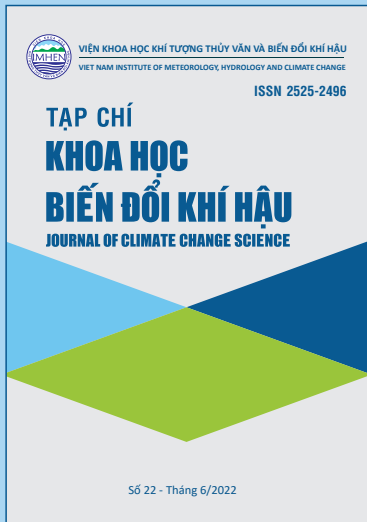
VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

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 22 - Tháng 6/2022



Số 22 - Tháng 6/2022

Trong số này

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 Thực

(*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 Thăng

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 In La Giang

Giá: 20.000 đồng

1

Vũ Đức Đàm Quang, Huỳnh Thị Lan Hương: Bộ chỉ số giám sát và đánh giá hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu

17

Đoàn Thị Thanh Hương, Phạm Thị Thiện, Trần Thu Phương: Suy thoái hệ sinh thái toàn cầu và giải pháp phục hồi hệ sinh thái cho Việt Nam

26

Lê Trung Hưng, Phùng Thị Mỹ Linh, Vũ Văn Thăng, Tạ Hữu Chính, Phạm Thị Hải Yến: Đặc điểm khí hậu và các cực đoan trên lãnh thổ Việt Nam trong năm 2021

36

Đặng Quốc Khánh, Dương Văn Khảm, Dương Hải Yến, Nguyễn Văn Sơn: Nghiên cứu đánh giá biến động và dự tính hạn khí tượng theo chỉ số ẩm dư tác động của biến đổi khí hậu tại tỉnh Ninh Thuận - Bình Thuận

46

Bùi Minh Tuân: Xu thế biến đổi phi tuyến tính của mưa cực đoan trên khu vực Việt Nam

56

Vũ Văn Thăng, Tạ Hữu Chính, Trương Thị Thanh Thủy, Lương Tuấn Minh: Quan hệ giữa lượng cực Ấn Độ Dương (IOD) với nhiệt, mưa trong ba tháng mùa đông trên khu vực Việt Nam

63

Nguyễn Văn Hồng, Phạm Ánh Bình, Nguyễn Thảo Hiền, Châu Thanh Hải: Đánh giá ảnh hưởng của thủy triều đến chất lượng nước mặt vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh

BỘ CHỈ SỐ GIÁM SÁT VÀ ĐÁNH GIÁ HOẠT ĐỘNG THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Vũ Đức Đàm Quang⁽¹⁾, Huỳnh Thị Lan Hương⁽²⁾

⁽¹⁾Cục Biến đổi khí hậu

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

Ngày nhận bài: 19/4/2022; ngày chuyển phản biện: 20/4/2022; ngày chấp nhận đăng: 13/5/2022

Tóm tắt: Hiện nay, các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu ngày càng tăng và nhu cầu về tài chính dành cho thích ứng cũng lớn hơn. Do vậy, thiết lập một hệ thống giám sát và đánh giá trở thành một yêu cầu cấp thiết để đảm bảo hiệu quả cũng như phân bổ nguồn vốn hợp lý cho việc thực hiện các hành động thích ứng với biến đổi khí hậu.

Các chỉ số được xây dựng để định lượng được mức độ thành công/hiệu quả của một hoạt động/dự án thích ứng với biến đổi khí hậu. Các chỉ số được sử dụng nhằm hai mục đích: (1) Đo lường tiến độ đạt được một mục tiêu ưu tiên thích ứng; và (2) Đánh giá đóng góp của những hành động cụ thể hướng tới mục tiêu ưu tiên thích ứng.

Nghiên cứu này dựa trên cơ sở tham khảo các tài liệu kỹ thuật của Tổ chức hợp tác phát triển Đức (GIZ), Chương trình phát triển Liên hợp quốc (UNDP), Bộ công cụ giám sát và báo cáo của PPCR - CIF, Công cụ đánh giá khả năng chống chịu dựa vào cộng đồng (CoBRA) của UNDP, Sổ tay giám sát, đánh giá, phản hồi và học tập có sự tham gia (PMERL) đối với thích ứng dựa vào cộng đồng của CARE, Khung giám sát thích ứng và đánh giá phát triển (TAMD) của Viện Môi trường và Phát triển Quốc tế IIED; nghiên cứu bộ tiêu chí của một số nước như Kenya, Morocco, Vương quốc Anh, Pháp, Nepal, Philippines... để xây dựng bộ chỉ số đánh giá hiệu quả của các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu phù hợp với điều kiện của Việt Nam. Trên cơ sở hai cách tiếp cận: (i) Cách tiếp cận từ trên xuống; và (ii) Tiếp cận từ dưới lên đó, nghiên cứu đã xây dựng bộ chỉ số đánh giá hiệu quả thích ứng ở cấp quốc gia và cấp tỉnh/thành phố.

Từ khóa: Thích ứng với biến đổi khí hậu, bộ chỉ số, hiệu quả thích ứng.

I. Đặt vấn đề

Giám sát là quá trình theo dõi và xem xét liên tục việc triển khai các hoạt động, kết quả của các hoạt động đó và bối cảnh xung quanh. Quá trình giám sát tạo ra các thông tin để sử dụng trong đánh giá chuyên sâu các dự án hoặc chương trình. Nhìn chung, hệ thống giám sát và đánh giá (M&E) thường được sử dụng khi bên thực hiện cần ghi lại kết quả và cải thiện hiệu quả của các hoạt động đang được thực hiện. Đặc biệt, do tính không chắc chắn và các tác động của biến đổi khí hậu, M&E đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong thúc đẩy sự thành công của quá trình thích ứng với biến đổi khí hậu.

Hệ thống M&E đối với các hành động thích ứng với biến đổi khí hậu có ý nghĩa quan trọng, bao gồm [Spearman & McGray, 2011]: Giúp xác định những nội dung hoặc thành phần nào đang hoạt động, nội dung nào không hoạt động và nguyên nhân gây ra. Từ đó, có thể xác định và triển khai các cơ chế và giải pháp để điều chỉnh quá trình thích ứng, làm cho các hoạt động thích ứng trở nên hiệu quả hơn; có thể được sử dụng để kiểm tra năng lực thích ứng của một quốc gia, lĩnh vực hoặc cộng đồng đã được tăng cường hay chưa đối với các tác động tiềm tàng của BĐKH trong tương lai; giúp chứng minh được hiệu quả của thích ứng sử dụng nguồn tài chính từ quốc gia cũng như các nguồn tài trợ quốc tế.

Hiện nay, thiết lập một hệ thống giám sát và đánh giá trở thành một yêu cầu cấp thiết để đảm bảo hiệu quả cũng như phân bổ nguồn vốn

Liên hệ tác giả: Vũ Đức Đàm Quang
Email: vuducdamquang@gmail.com

hợp lý cho việc thực hiện các hành động thích ứng với biến đổi khí hậu (BĐKH).

Quá trình xây dựng hệ thống M&E thường gặp một số khó khăn như [Leagnar et al., 2015; OECD, 2015a; Spearman & McGray, 2011]:

- Xác định mối quan hệ nhân quả và sự phức tạp của các yếu tố quyết định: Thích ứng với BĐKH là một quá trình dài hạn, tác động lên nhiều khía cạnh khác nhau và được thực hiện bởi một loạt các hành động khác nhau đối với cùng một mục tiêu thích ứng. Hiện nay, trên thế giới có sự đồng thuận ngày càng tăng rằng thực hành tốt đối với M&E là tập trung hơn vào xác định một hành động thích ứng sẽ đóng góp như thế nào đối với kết quả (outcome) dự kiến;

- Xác định vấn đề thích ứng không phù hợp: Các hành động thích ứng đôi khi có thể không thành công do không đạt được mục tiêu đề ra. Các hành động thích ứng không phù hợp có thể dẫn đến kết quả tiêu cực cho cả xã hội và môi trường;

- Giả định không thực hiện hành động thích ứng: Giả định không thích ứng là sự so sánh giữa những gì thực sự xảy ra khi thực hiện các hành động thích ứng và những gì sẽ xảy ra trong trường hợp không thực hiện hành động thích ứng. Tuy nhiên, việc xây dựng được một kịch bản giả định không thích ứng là khá khó khăn. Do đó, thách thức đối với M&E là phải xác định được khi nào kịch bản không thích ứng nên được xây dựng, loại kịch bản nào sẽ phù hợp và cách áp dụng nó tốt nhất để đánh giá sự phức tạp và không chắc chắn của các quá trình thích ứng;

- Xây dựng đường cơ sở và sự thay đổi của đường cơ sở: Các chính sách và hành động thích ứng thường không chỉ ra các mục tiêu cụ thể và có thể đo lường được, nên việc xây dựng đường cơ sở cho thích ứng thường gặp nhiều khó khăn. Trong thích ứng với BĐKH, khi các điều kiện cơ bản tự thay đổi theo những hướng mới và không chắc chắn thì tính hợp lệ của các so sánh về hiệu quả của thích ứng với đường cơ sở trước khi can thiệp cũng bị giảm;

- Thay đổi khung thời gian: Do kết quả của các hành động thích ứng có thể ghi nhận được trong ngắn hạn và dài hạn, các hệ thống M&E phải đánh giá sự thành công của các hành động này trong một khoảng thời gian liên tục hoặc

đánh giá tác động của các hành động đó một thời gian dài sau khi hoàn thành dự án;

- Thích ứng là một mục tiêu động: Thích ứng với BĐKH thực chất là một mục tiêu động do mức độ phơi bày thay đổi và có thể thay đổi trong suốt quá trình của dự án. Mục tiêu đặt ra lúc bắt đầu dự án có thể không trùng với mục tiêu ở cuối dự án;

- Sự không chắc chắn: Hệ thống M&E cần được thiết lập để giải quyết sự biến động và không chắc chắn vốn có của BĐKH. Các yếu tố dẫn đến sự không chắc chắn trong đánh giá rủi ro khí hậu (theo mức độ tăng dần) bao gồm từ điều kiện xã hội trong tương lai, dự báo lượng phát thải khí nhà kính, kịch bản khí hậu toàn cầu, kịch bản khu vực, các mô hình tác động, các kịch bản địa phương đến các phản ứng thích ứng thực tế [Wilby & Dessai, 2010];

- Thiếu thống nhất về định nghĩa bao gồm các yếu tố tạo nên thích ứng thành công. Hiện nay, chưa có một định nghĩa thống nhất về thích ứng, đặc biệt là đối với vấn đề thích ứng thành công là kết quả, quá trình hay cả hai;

- Bản chất liên ngành, liên lĩnh vực. Thích ứng bao gồm nhiều đối tượng khác nhau ở các cấp độ khác nhau từ cấp quốc gia đến cấp địa phương, giữa các bộ, ngành, giữa các khu vực công, khu vực tư nhân và các khu vực không chính thức. Do đó, M&E cần xem xét toàn bộ hệ thống, xem xét mối liên kết giữa các sắp xếp thể chế khác nhau.

II. Kinh nghiệm quốc tế về xây dựng bộ tiêu chí thích ứng với biến đổi khí hậu

1. Hệ thống giám sát và đánh giá Kế hoạch thích ứng quốc gia của Pháp: Hiện tại, Pháp đang triển khai kế hoạch thích ứng với biến đổi khí hậu quốc gia lần 2 giai đoạn 2018 - 2022 (PNACC-2). Quản lý và giám sát PNACC-2 sẽ chủ yếu dựa trên một hệ thống đặc biệt được điều chỉnh để phù hợp với nhiều lĩnh vực và nhân tố có liên quan đến chính sách thích ứng với biến đổi khí hậu.

Để triển khai hệ thống giám sát và đánh giá, một cơ chế phối hợp giữa các cấp lãnh thổ và quốc gia được thành lập và hoạt động như nhân tố điều hành trong mạng lưới thực hiện thích ứng tại cả các khu vực và vùng lãnh thổ trong

lục địa và ở bên ngoài. Các hội đồng khu vực và các hoạt động quan trắc sẽ đảm bảo theo sát các tiến triển thích ứng ở quy mô nhỏ, từ đó củng cố các nội dung chi tiết và cụ thể phù hợp cho báo cáo quốc gia khi đệ trình lên Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu, cũng như công bố rộng rãi trong cộng đồng [GIZ, 2017a].

2. Hệ thống giám sát đối với Chiến lược thích ứng của Đức: Các chỉ số của hệ thống M&E của Đức được xây dựng dựa trên cách tiếp cận DPSIR (Driving Force/Động lực - Pressure/Áp lực - State/Hiện trạng - Impact/Tác động - Response/ Phản hồi), trong đó tập trung vào phát triển các chỉ số tác động và phản hồi. Các chỉ số này nhằm vào các nhà hoạch định chính sách và cần đồng quan tâm cũng như bị ảnh hưởng do biến đổi khí hậu [OECD, 2013].

Các chỉ số được đề xuất tập trung vào đánh giá ở cấp quốc gia, và có các chỉ số đặc biệt đánh giá cho cấp vùng. Do, trọng tâm chính của Chiến lược ĐKKH là các hành động thích ứng trên quy mô lớn hơn và cấp quốc gia, hơn là các hành động mang tính địa phương hoặc thí điểm, do đó các kết quả giám sát và đánh giá tại cấp địa phương chỉ được xem như thông tin bổ sung.

3. Hệ thống đo đạc, báo cáo, đánh giá trong Kế hoạch hành động ứng phó biến đổi khí hậu của Kenya: Hệ thống sử dụng hai hướng đánh giá: (1) Sử dụng các chỉ số từ trên xuống/upstream, tập trung vào năng lực thể chế và chính sách của các tổ chức để thực hiện các hành động quản lý rủi ro khí hậu một cách hiệu quả, trong khi hướng giám sát; (2) Tập trung vào tác động của các biện pháp thích ứng nhằm giảm tính dễ bị tổn thương, tiến trình và kết quả mà các hành động đó đóng góp cho sự phát triển theo hướng từ dưới lên (bottom-up).

Theo đó, trong hướng đánh giá thứ nhất, Kenya đã xây dựng 63 chỉ số cấp quốc gia, đây là các chỉ số quá trình nhằm đo đạc khả năng thích ứng về mặt thể chế cho hơn 300 hành động thích ứng được đề xuất. Từ 63 chỉ số này, 28 chỉ số dựa trên kết quả cấp tỉnh được đề xuất. Thông qua các hoạt động tham vấn, bộ chỉ số sau đó được chọn lọc thành 10 chỉ số.

Đối với hướng đánh giá thứ 2, tham vấn các bên liên quan được xác định là cần thiết để đánh giá và đo lường bộ chỉ số về tính dễ bị tổn

thương để bổ sung cho 62 chỉ số về năng lực thích ứng liên quan đến thể chế được xây dựng trong hướng đánh giá thứ nhất. Theo đó, 62 chỉ số cấp tỉnh (theo hướng từ dưới lên) về đánh giá tính dễ bị tổn thương đã được xây dựng. Dựa trên các chỉ số cấp tỉnh này, 27 chỉ số dựa trên kết quả ở cấp quốc gia được xây dựng, và sau đó được chọn lọc ra 10 chỉ số [OECD, 2015b].

4. Hệ thống giám sát và báo cáo của vùng sông Mê Kông mở rộng về thích ứng với biến đổi khí hậu: Hệ thống tập trung vào ba loại chỉ số, bao gồm chỉ số khí hậu, chỉ số tác động của biến đổi khí hậu và chỉ số thích ứng. Bộ chỉ số bao gồm, 21 chỉ số khí hậu, 36 chỉ số tác động và 9 chỉ số thích ứng. Các chỉ số này được tính toán dựa trên số liệu được quan trắc, hệ thống và nguồn dữ liệu hiện có ở cấp quốc gia, khu vực và toàn cầu.

Báo cáo hiện trạng về ĐKKH và thích ứng trên lưu vực sông Mekong sử dụng thông tin từ hệ thống giám sát toàn lưu vực đã được hoàn thiện vào năm 2017 và được cập nhật thường xuyên 5 năm một lần. Bên cạnh đó, nguồn dữ liệu giám sát sẽ được thu thập, phân tích và sử dụng trong các báo cáo quản trị và kỹ thuật khác nhau của MRC theo định kỳ, cũng như theo các yêu cầu cụ thể khác. Những thông tin và số liệu này đều được chia sẻ công khai trên cổng thông tin điện tử của MRC [GIZ, 2017b].

5. Giám sát thích ứng biến đổi khí hậu ở Maroc: Một phần của hệ thống thông tin môi trường vùng: Hệ thống M&E thích ứng của Maroc tập trung vào các lĩnh vực chính như tài nguyên nước, đa dạng sinh học, rừng, nông nghiệp và du lịch. Hệ thống tập trung vào những thay đổi về “tác động” và “quá trình” liên quan đến việc thực hiện các hành động thích ứng cũng như tình trạng dễ bị tổn thương, thay vì theo phương pháp phân tích dựa trên kết quả như nhiều nước áp dụng phương pháp luận của GIZ. Hệ thống cũng dựa trên các chỉ số được xây dựng thông qua tham vấn có sự tham gia và nguyên tắc hoạt động về sở hữu và chia sẻ thông tin.

Dữ liệu để giám sát các hành động thích ứng sẽ được thu thập và cập nhật từ các ngành theo quy trình phân cấp thuộc mạng lưới thông tin môi trường và phát triển bền vững vùng hiện

có. Do đó, hệ thống M&E thích ứng của Maroc được đánh giá là một trong những hệ thống có cơ chế vận hành đơn giản, chi phí thấp và thuận lợi trong quá trình thu thập dữ liệu và đánh giá [GIZ, 2017c].

6. Giám sát thích ứng với biến đổi khí hậu dựa trên kết quả tại Nepal: Hệ thống giám sát và đánh giá thích ứng ở Nepal được xây dựng cho 3 cấp, bao gồm cấp quốc gia, cấp địa phương và cấp chương trình/dự án, và được gọi là Khung kết quả chương trình biến đổi khí hậu (Nepal Climate Change Program Results Framework - NCCPRF). Về xây dựng bộ chỉ số, hệ thống M&E về thích ứng với khí hậu ở cấp chương trình/dự án và cấp địa phương áp dụng cách tiếp cận phân tích dựa trên kết quả, và các chỉ số dựa trên kết quả. Có 5 chỉ số cốt lõi của áp dụng chung cho các chương trình/dự án và được đo lường bằng phương pháp sử dụng thẻ điểm, sau đó sẽ được tổng hợp lên cấp địa phương và cấp quốc gia. Ở cấp địa phương, các chỉ số được sử dụng cho M&E thích ứng nằm trong 149 chỉ số 'thân thiện với môi trường' trực thuộc khung EFLG và bao trùm từ cấp hộ gia đình đến cấp huyện. Các chỉ số này bao gồm cả các chỉ số về khí hậu cũng như các chỉ số của các ngành khác có liên quan đến môi trường và BĐKH. Trong nhiều trường hợp, các chỉ số có thể không được coi là chỉ số về thích ứng với BĐKH, nhưng chúng lại góp phần gián tiếp vào đo lường hiệu quả và tiến trình thích ứng với biến đổi khí hậu ở cấp địa phương [GIZ, 2014a].

7. Đánh giá sự tiến triển thích ứng thông qua quá trình học hỏi từ thực tiễn triển khai: Kinh nghiệm của Na Uy: Hệ thống giám sát và đánh giá sự tiến triển của thích ứng với BĐKH của Na Uy, do đó, tập trung vào việc cho phép sự linh hoạt, thực hiện dựa trên các cấu trúc và quy trình hiện có, đồng thời cho phép những bài học kinh nghiệm được chia sẻ và áp dụng. Theo cách tiếp cận này của Na Uy, đánh giá và giám sát các hành động thích và việc phát triển chính sách không nhất thiết phải diễn ra theo một trật tự cụ thể, mà có thể diễn ra song song và hỗ trợ lẫn nhau trong các quá trình đó. Điều này còn cho phép việc xây dựng một chính sách về thích ứng có thể phản ứng nhanh và kịp thời với những thay đổi liên quan đến BĐKH. Với cách tiếp cận

chủ động và tích cực, cùng với mục tiêu học hỏi các bài học kinh nghiệm thông qua quá trình thực hiện có sự tham gia, các nhà hoạch định chính sách sẽ thực sự nắm được những diễn biến trong thực tế của các hành động thích ứng và có thể xác minh một cách hiệu quả và chân thực những gì được trình bày trong các báo cáo đánh giá chính thống cũng như các khung chính sách liên quan đến thích ứng với BĐKH [GIZ, 2014b].

8. Hệ thống giám sát và đánh giá dựa vào kết quả đối với Kế hoạch hành động biến đổi khí hậu quốc gia của Philippines: Áp dụng phương pháp tiếp cận đánh giá dựa trên kết quả, hệ thống M&E của Philippines bao gồm khung logic của 7 lĩnh vực ưu tiên. Ngoài ra, các hệ thống thể chế liên quan, cũng như khung thời gian để thực hiện từng hoạt động cũng được xác định. Danh mục các chỉ số của hệ thống M&E cũng được nhóm công tác kỹ thuật cùng với sự hỗ trợ của các chuyên gia tư vấn xây dựng thông qua nhiều cuộc tham vấn, hội thảo và hiệu đính với các bên liên quan. Ngoài các chỉ số trong Kế hoạch hành động biến đổi khí hậu quốc gia, hệ thống M&E còn có các chỉ số hiện có thuộc các cơ quan, ngành và lĩnh vực có liên quan và các chỉ số mới được xây dựng từ các nghiên cứu, khảo sát hoặc nghiên cứu mới để đáp ứng các yêu cầu giám sát và đánh giá thực hiện NCCAP [Commission Climate change, 2011].

Số liệu phục vụ M&E được thu thập từ các hệ thống giám sát và đánh giá hiện có ở cấp quốc gia và địa phương, từ các nguồn dữ liệu thứ cấp có sẵn, bản đồ và đánh giá tính dễ bị tổn thương, kết quả của các mô hình mô phỏng, và các nghiên cứu khác. Về cơ bản, hệ thống M&E cho Kế hoạch hành động biến đổi khí hậu quốc gia của Philippines được xây dựng bằng cách sử dụng các cơ chế vận hành hiện có, điều này giảm thiểu được sự chông chéo, các số liệu và thông tin cũng được sử dụng hiệu quả và có tính khả thi hơn, ví dụ như việc tích hợp của chỉ số khí hậu và SDG vào ma trận đánh giá kết quả của Kế hoạch phát triển quốc gia. Ngoài ra, với sự tham gia của nhiều cơ quan chính phủ và bộ phận khác nhau trong hệ thống M&E, giúp thúc đẩy sự hiểu biết mạnh mẽ hơn của chính phủ trong việc lồng ghép thích ứng với BĐKH vào các

quy hoạch phát triển của đất nước [GIZ, 2017d].

9. Khung giám sát và đánh giá đối với thích ứng của Vương Quốc Anh: Hệ thống M&E được xây dựng và tiến hành giám sát việc thực hiện NAP ở cấp quốc gia. Mức độ sẵn sàng của quốc gia đối với biến đổi khí hậu được theo dõi và đánh giá thông qua một quá trình đánh giá, lập kế hoạch và báo cáo lặp đi lặp lại theo chu kỳ về tính dễ bị tổn thương của Vương Quốc Anh trong điều kiện BĐKH, đặc biệt chú trọng đến quản lý rủi ro khí hậu. Do đó, cách tiếp cận được dựa trên khung quản lý rủi ro khí hậu (tức là tập trung vào giám sát mức độ phơi nhiễm, tính dễ bị tổn thương và tác động). Ở cấp địa phương, hoạt động giám sát thường không được thực hiện. Tuy nhiên trong nhiều trường hợp, các chỉ số cấp quốc gia có thể được đánh giá và thu thập dữ liệu từ cấp địa phương hoặc khu vực để xác định các xu hướng dễ bị tổn thương.

Hệ thống dữ liệu phục vụ M&E chủ yếu dựa trên các nguồn dữ liệu hiện có đã được Chính phủ hoặc các đơn vị có liên quan thu thập và báo cáo. Ví dụ, dữ liệu về lũ lụt và rủi ro về tài nguyên nước do Cơ quan Môi trường (EA) cung cấp. Cách thức thực hiện M&E này là sự kết hợp của các công cụ định tính và định lượng, các nhận định mang tính chuyên gia về việc giải thích các chỉ số và phân tích kinh tế và chính sách. Ngoài ra, với việc thực hiện M&E thông qua các báo cáo về tính dễ bị tổn thương một cách liên tục theo chu kỳ, các bài học kinh nghiệm sẽ được đúc rút, áp dụng kịp thời và tích hợp vào chu trình hoạch định chính sách. Đây là cách làm hiệu quả và có tính khoa học cao, đảm bảo tính cập nhật và bao trùm của các chính sách và hành động thích ứng. Tuy nhiên, cách thức này đòi hỏi nguồn dữ liệu đủ lớn và sự hỗ trợ chính trị, đặc biệt trong việc đảm bảo rằng dữ liệu được đối chiếu, so sánh và cập nhật theo thời gian [GIZ, 2017e].

III. Xây dựng bộ tiêu chí thích ứng với biến đổi khí hậu

Bộ tiêu chí giám sát và đánh giá (M&E) đối với tiến trình thích ứng của Việt Nam được xây dựng dựa trên khung thiết kế và giám sát dựa vào kết quả đối với các dự án thích ứng do GIZ đề xuất (sau đây gọi tắt là khung M&E dựa vào

kết quả) [Olivier et al., 2012] kết hợp với Khung giám sát thích ứng và đánh giá phát triển (TAMD) do IIED đề xuất [Brooks & Fisher, 2014]. Bộ tiêu chí được xây dựng theo phương thức ‘tiếp cận từng bước’ với bốn (04/05) bước cơ bản sau: (i) Bước 1 - Đánh giá bối cảnh thích ứng; (ii) Bước 2 - Xác định đóng góp đối với quá trình thích ứng; (iii) Bước 3 - Xây dựng khung M&E dựa trên kết quả; (iv) Bước 4 - Xác định các chỉ số; với cách tiếp cận trong đánh giá là từ trên xuống và từ dưới lên. Trên cơ sở phương pháp xây dựng bộ tiêu chí được đề xuất [Quang & Hương, 2020], nhóm tác giả đã đưa ra bộ tiêu chí giám sát và đánh giá hiệu quả hành động thích ứng với BĐKH ở Việt Nam [Trần Thực et al., 2021]].

Bộ tiêu chí giám sát đánh giá hiệu quả hành động thích ứng với biến đổi khí hậu được xây dựng theo hai cách tiếp cận: (i) Cách tiếp cận từ trên xuống; và (ii) Tiếp cận từ dưới lên.

1) Tiếp cận từ trên xuống được áp dụng để xây dựng Bộ tiêu chí giám sát và đánh giá các hành động thích ứng với biến đổi khí hậu cấp quốc gia và hiệu quả của các hành động này đối với việc tăng cường năng lực thích ứng cấp tỉnh.

Các hành động ở cấp quốc gia chủ yếu là các hành động chính sách, mục tiêu của quốc gia về thích ứng với biến đổi khí hậu. Các chỉ tiêu đánh giá chủ yếu là đánh giá về quá trình, mức độ hoàn thành của các nhiệm vụ chiến lược của quốc gia. Các tiêu chí đánh giá hành động thích ứng cấp quốc gia được trình bày trong Bảng 1.

Hiệu quả của các hành động thích ứng cấp quốc gia đối với tăng cường năng lực và giảm tính dễ bị tổn thương của địa phương được đánh giá theo các tiêu chí trình bày trong Bảng 2.

2) Tiếp cận từ dưới lên được áp dụng để xây dựng Bộ tiêu chí giám sát đánh giá các hành động thích ứng với biến đổi khí hậu cấp tỉnh/thành phố và hiệu quả của các hành động này đối với việc đạt được mục tiêu thích ứng cấp quốc gia về giảm nhẹ tính dễ bị tổn thương của quốc gia.

Các hành động thích ứng với biến đổi khí hậu cấp tỉnh chủ yếu là được thực hiện ở cấp dự án, cấp cộng đồng và cấp tỉnh. Vì thế, các hành động thích ứng tỉnh là các hành động thích ứng cụ thể nhằm tăng cường khả năng chống chịu, năng lực thích ứng và giảm thiểu tính dễ bị tổn thương

của người dân, cộng đồng và hệ sinh thái. Các tiêu chí đánh giá chủ yếu là đánh giá dựa trên kết quả của hành động trong tăng cường khả năng chống chịu, năng lực thích ứng và giảm thiểu tính dễ bị tổn thương đối với các ngành, lĩnh vực trên địa bàn tỉnh. Các tiêu chí đánh giá hành động thích ứng cấp tỉnh được trình bày trong Bảng 3.

Hiệu quả của các hành động thích ứng cấp tỉnh đối với giảm nhẹ tình trạng dễ bị của quốc gia được đánh giá theo các tiêu chí trình bày trong Bảng 4.

IV. Kết luận

Hiệu quả thích ứng với biến đổi khí hậu ở cấp quốc gia sẽ được các cơ quan ở Trung ương đánh giá thông qua các bộ tiêu chí cấp quốc gia. Kết quả đánh giá sẽ được sử dụng cho việc xây dựng các báo cáo về thích ứng với biến đổi khí hậu của quốc gia hàng năm trình Ủy ban quốc gia về biến đổi khí hậu, Thủ tướng Chính phủ và Chính phủ, định kỳ báo cáo Quốc Hội. Các kết quả này cũng sẽ được dùng để xây dựng các báo cáo nộp cho Ban thư ký của Công ước khung Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu, bao gồm: Báo cáo quốc gia về thích ứng với biến đổi khí hậu lần thứ nhất vào năm 2024 và định kỳ bốn

năm một lần; Thông báo quốc gia lần thứ tư vào năm 2022 và định kỳ bốn năm một lần; Báo cáo rà soát và cập nhật định kỳ Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) vào năm 2025 và 2030.

Bộ tiêu chí cấp quốc gia bao gồm 2 bộ tiêu chí thành phần: (i) Bộ tiêu chí đánh giá các hoạt động thích ứng ở cấp quốc gia; (ii) Bộ tiêu chí tổng hợp, đánh giá hiệu quả của hoạt động thích ứng cấp tỉnh đối với việc đạt được mục tiêu thích ứng cấp quốc gia.

Hiệu quả của các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu cấp tỉnh được các tỉnh/thành phố trực thuộc Trung ương sẽ được đánh giá thông qua các bộ tiêu chí cấp tỉnh. Bộ tiêu chí cấp tỉnh bao gồm 2 bộ tiêu chí thành phần: (i) Bộ tiêu chí đánh giá kết quả của việc thực hiện các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu của địa phương; (ii) Bộ tiêu chí đánh giá hiệu quả của các hoạt động thích ứng cấp quốc gia đối với việc giảm nhẹ tình trạng dễ bị tổn thương của địa phương.

Trong khuôn khổ của bài báo, nhóm tác giả tập trung giới thiệu các bộ tiêu chí đánh giá hiệu quả thích ứng với BĐKH cấp quốc gia và cấp tỉnh. Ở cấp dự án, cũng cần có các chỉ số cụ thể để có thể đánh giá hiệu quả đem lại của các dự án.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả bài báo trân trọng cảm ơn GS. Trần Thục và các tác giả của cuốn sách "Bộ chỉ số trong hệ thống giám sát và đánh giá thích ứng với biến đổi khí hậu" đã cho phép sử dụng thông tin trong cuốn sách.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Trần Thục, Vũ Đức Đàm Quang, Huỳnh Thị Lan Hương, Nguyễn Văn Tuệ, Trần Thị Thanh Nga, Đặng Quang Thịnh, Nguyễn Tú Anh, Đỗ Thị Hương, & Nguyễn Thanh Thủy (2021), *Bộ chỉ số trong hệ thống giám sát và đánh giá thích ứng với biến đổi khí hậu*. Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam.

Tài liệu tiếng Anh

2. Brooks, N., & Fisher, S. (2014), *"Tracking Adaptation and Measuring Development (TMAD): a step-by-step guide"*. In *Toolkit*. International Institute for Environment and Development (IIED).
3. Commission Climate change (2011), *National Climate change action plan 2011-2028*. (Philippines).
4. GIZ. (2014a), *Nepal: Results based monitoring for climate adaptation*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
5. GIZ. (2014b), *Norway: Learning by doing for measuring progress in adaptation*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
6. GIZ. (2017a), *France: Monitoring and Evaluation of the French National Adaptation Plan* (pp. 1-4).

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

7. GIZ. (2017b), *Lower Mekong Basin: Monitoring and reporting system on climate change and adaptation*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
8. GIZ. (2017c), *Morocco: Adaptation monitoring and evaluation as part of the Regional Information Systems*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
9. GIZ. (2017d), *The Philippines: National Climate Change Action Plan Results-Based Monitoring and Evaluation System*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
10. GIZ. (2017e), *United Kingdom: The UK Adaptation Monitoring and Evaluation Framework* (pp. 1-4). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
11. Leagnar, P., Bours, D., & McGinn, C. (2015), *Good practice study on principles for indicator development, selection, and use in climate change adaptation monitoring and evaluation* (A. Viggh (ed.)). Climate-Eval Community of Practice. <https://doi.org/10.4135/9780857020116.n88>
12. OECD. (2013), *National level monitoring and evaluation of climate change adaptation in Germany*.
13. OECD. (2015a), *"National climate change adaptation: Emerging practices in monitoring and evaluation"*. In *National Climate Change Adaptation (Issue June)*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264229679-en>
14. OECD. (2015b), *National Climate Change Adaptation: Emerging Practices in Monitoring and Evaluation*. OECD Publishing, Paris.
15. Olivier, J., Leiter, T., & Linke, J. (2012), *Adaptation made to measure: A guidebook to the design and results-based monitoring of climate change adaptation projects* (2nd ed.). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
16. Quang, V. D. D., & Huong, H. T. L. (2020). *"Development of a framework for climate change adaptation actions' effectiveness evaluation"*. *VN J. Hydrometeorology*, 6, 46-56. [https://doi.org/doi:10.36335/VNJHM.2020\(6\).46-56](https://doi.org/doi:10.36335/VNJHM.2020(6).46-56)
17. Spearman, M., & McGray, H. (2011), *Making Adaptation Count: Concepts and Options for Monitoring and Evaluation*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
18. Wilby, R. L., & Dessai, S. (2010), *"Robust adaptation to climate change"*. *Weather*, 65(7), 180-185. <https://doi.org/10.1002/wea.504>

Phụ lục. Các bộ tiêu chí đánh giá và giám sát hoạt động thích ứng

Bảng 1. Bộ tiêu chí đánh giá kết quả hoạt động thích ứng cấp quốc gia

TT	Chỉ số
1.	Khung Luật biến đổi khí hậu được tham vấn và hoàn thiện.
2.	Số lượng các văn bản quy phạm pháp luật về ứng phó với BĐKH được ban hành.
3.	Số lượng các chiến lược, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội có lồng ghép ứng phó với BĐKH.
4.	Số lượng các văn bản quy định các cơ chế khuyến khích và ưu đãi đầu tư cho các doanh nghiệp, các tổ chức và người dân tham gia vào hoạt động thích ứng với BĐKH và tăng trưởng xanh được ban hành.
5.	Kế hoạch quốc gia thích ứng với BĐKH được xây dựng, cập nhật.
6.	Báo cáo Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) vào năm 2025 và 2030 được thực hiện.
7.	Các Thông báo quốc gia (2022, 2026, 2030) được thực hiện.
8.	Các báo cáo Minh bạch hai năm một lần (2024, 2026, 2028 và 2030) được thực hiện.
9.	Báo cáo quốc gia về thích ứng với biến đổi khí hậu 4 năm 1 lần (2024, 2028) được thực hiện.
10.	Hệ thống Giám sát và đánh giá các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu ở cấp quốc gia được ban hành và thực hiện.

TT	Chỉ số
11.	Báo cáo Giám sát và đánh giá định kỳ về kết quả huy động nguồn lực tài chính và chuyển giao công nghệ được thực hiện.
12.	Quy hoạch lâm nghiệp quốc gia được xây dựng và triển khai.
13.	Chiến lược quốc gia về tài nguyên nước đến năm 2030, tầm nhìn 2050 được phê duyệt.
14.	Hoàn thành và triển khai quy hoạch tài nguyên nước quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.
15.	Hoàn thành và triển khai các quy hoạch tổng hợp lưu vực sông liên tỉnh, nguồn nước liên tỉnh.
16.	Hoàn thành và triển khai các quy trình vận hành liên hồ chứa trên các lưu vực sông.
17.	Hệ thống quan trắc và giám sát tài nguyên nước quốc gia được hoàn thiện, hiện đại hóa.
18.	Số lượng các tỉnh phát triển mạng lưới y tế, chăm sóc sức khỏe đáp ứng yêu cầu về phòng chống dịch, bệnh và các bệnh mới phát sinh do tác động của BĐKH.
19.	Hệ thống giám sát và cảnh báo sớm các tác động của biến đổi khí hậu đến sức khỏe được hoàn thiện.
20.	Hệ thống chính sách việc làm có khuyến khích tạo việc làm xanh và thúc đẩy chuyển đổi việc làm, phát triển sinh kế bền vững cho người dân chịu tác động của BĐKH, các sự cố, thảm họa môi trường.
21.	Chính sách hỗ trợ cho các đối tượng dễ bị tổn thương trong triển khai các hoạt động thích ứng với BĐKH được ban hành.
22.	Chính sách hỗ trợ thúc đẩy lồng ghép giới trong triển khai các hoạt động thích ứng với BĐKH được ban hành.
23.	Thực hiện Đề án truyền thông nhằm thúc đẩy tăng trưởng xanh gồm "Giới và biến đổi khí hậu", "Bình đẳng giới với biến đổi khí hậu".
24.	Rà soát, điều chỉnh quy hoạch du lịch có xét đến tác động của BĐKH và thích ứng với BĐKH.
25.	Hệ thống giám sát BĐKH và nước biển dâng được xây dựng và vận hành.
26.	Số lượng trạm quan trắc KTTV và xâm nhập mặn được xây dựng thêm.
27.	Số lượng trạm quan trắc KTTV và xâm nhập mặn được nâng cấp và hiện đại hóa.
28.	Số lượng mô hình dự báo khí tượng thủy văn; dự báo, cảnh báo sớm thiên tai và các hiện tượng thời tiết, khí hậu cực đoan được phát triển, ứng dụng.
29.	Khung dịch vụ khí hậu toàn cầu ở Việt Nam phục vụ các ngành, lĩnh vực kinh tế - xã hội, phòng chống thiên tai được hình thành và triển khai.
30.	Kịch bản BĐKH và nước biển dâng được cập nhật theo chu kỳ.
31.	Quy hoạch phòng, chống thiên tai cấp quốc gia được xây dựng và triển khai.
32.	Số lượng các kế hoạch phòng, chống thiên tai cấp tỉnh được cập nhật.
33.	Quy hoạch thủy lợi cấp quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 được xây dựng và triển khai.
34.	Phân cấp cấp độ rủi ro thiên tai được cập nhật, hoàn thiện và chi tiết hóa.
35.	Số lượng các tỉnh/thành phố, khu vực có bản đồ phân vùng rủi ro thiên tai.
36.	Số lượng các tỉnh/thành phố, khu vực có hệ thống cảnh báo rủi ro thiên tai theo mức độ tác động.
37.	Quy hoạch phòng, chống thiên tai cấp quốc gia được xây dựng và triển khai.
38.	Nội dung kiến thức, kỹ năng ứng phó với biến đổi khí hậu và PCTT được cập nhật trong chương trình giáo dục phổ thông các cấp.

TT	Chỉ số
39.	Chính quyền địa phương, các tổ chức xã hội và cộng đồng được phổ biến, cập nhật và nâng cao kiến thức, thông tin về BĐKH và PCTT.
40.	Số lượng các chương trình truyền thông trên các phương tiện thông tin đại chúng về biến đổi khí hậu.
41.	Số lượng người theo dõi các chương trình truyền thông về BĐKH trên các phương tiện thông tin đại chúng.
42.	Số lượng người truy cập các cổng thông tin điện tử về BĐKH.
43.	Số lượng các cơ sở đào tạo Đại học và sau Đại học có chương trình được lồng ghép vấn đề biến đổi khí hậu.
44.	Số lượng cán bộ được đào tạo, bồi dưỡng chuyên môn sâu về biến đổi khí hậu.
45.	Số lượng các cán bộ được tham gia tập huấn và nâng cao trình độ và kiến thức về BĐKH.
46.	Số lượng các cơ quan, tổ chức và khối doanh nghiệp tư nhân trong nước được cung cấp thông tin để tiếp cận các nguồn vốn đầu tư cho BĐKH.
47.	Hoàn thiện, cập nhật cơ sở dữ liệu về tài nguyên môi trường và BĐKH.
48.	Số lượng bộ/ngành, tỉnh/thành phố tiến hành cập nhật đánh giá tác động của biến đổi khí hậu.
49.	Số lượng các sản phẩm/ứng dụng/mô hình khoa học công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu phù hợp với điều kiện Việt Nam được xác định.
50.	Số lượng hệ thống các tiêu chuẩn kỹ thuật, quy chuẩn, hướng dẫn kỹ thuật có xét đến BĐKH được xây dựng, ban hành ở các bộ/ngành, lĩnh vực và địa phương.
51.	Số lượng các nghiên cứu khoa học và công nghệ thích ứng với BĐKH, thân thiện môi trường và hệ thống khí hậu trái đất được phát triển và chuyển giao.
52.	Ngân sách nhà nước cho các hoạt động ứng phó với BĐKH.
53.	Ngân sách nhà nước cho các hoạt động ứng phó với BĐKH.
54.	Nguồn tài chính quốc tế huy động được cho các hoạt động ứng phó với BĐKH.
55.	Số lượng và hiệu quả các chương trình hợp tác về các vấn đề xuyên biên giới trong PCTT, tìm kiếm cứu nạn, ứng phó biến đổi khí hậu và bảo vệ tài nguyên môi trường được thực hiện.

Bảng 2. Bộ tiêu chí tổng hợp, đánh giá hiệu quả thực hiện hoạt động thích ứng quốc gia đối với việc tăng cường năng lực thích ứng cho cấp tỉnh

TT	Chỉ số
1.	Số cán bộ được hướng dẫn về lồng ghép ứng phó với BĐKH vào chiến lược, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của địa phương.
2.	Số lượng doanh nghiệp, tổ chức và người dân trên địa bàn tỉnh tham gia hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu và tăng trưởng xanh [4]
3.	Hệ thống M&E các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu cấp địa phương và cấp dự án được ban hành và thực hiện trên địa bàn các tỉnh [10].
4.	Tỷ lệ % diện tích rừng của các tỉnh được đưa vào quy hoạch quốc gia [12].
5.	Diện tích rừng được hỗ trợ trồng, khoanh nuôi, bảo vệ [12].
6.	Số lượng các biện pháp quản lý hiệu quả tài nguyên nước trên địa bàn các tỉnh được hỗ trợ triển khai [13].
7.	Số lượng các biện pháp giám sát và bảo vệ tài nguyên nước được hỗ trợ triển khai trên địa bàn các tỉnh [14].

TT	Chỉ số
8.	Số lượng các biện pháp nâng cao hiệu quả sử dụng nước được hỗ trợ triển khai trên địa bàn các tỉnh [15] [16] [17].
9.	Số lượng người dân trên địa bàn các tỉnh được tiếp cận hệ thống y tế [18] [19].
10.	Số lượng người dân trên địa bàn các tỉnh được tăng thu nhập trong quá trình triển khai các giải pháp thích ứng với BĐKH [20].
11.	Tỷ lệ phụ nữ và đối tượng dễ bị tổn thương trên địa bàn các tỉnh được tăng cường năng lực [21] [23].
12.	Tỷ lệ % thu nhập tăng thêm trong các hoạt động du lịch đối với người dân trên địa bàn các tỉnh [24].
13.	Tỷ lệ % hạ tầng giao thông đường bộ, đường sắt, đường thủy trên địa bàn các tỉnh được triển khai các giải pháp thích ứng với BĐKH.
14.	Tỷ lệ người dân trên địa bàn các tỉnh được tiếp cận thông tin khí tượng thủy văn, dự báo, cảnh báo, truyền tin thiên tai để chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu [25] [26] [27] [28] [29] [30].
15.	Tỷ lệ giảm thiệt hại về người và tài sản của người dân trước thiên tai trên địa bàn các tỉnh; [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37].
16.	Số lượng công trình PCTT được hỗ trợ xây dựng trên địa bàn tỉnh [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37].
17.	Tỷ lệ người dân trên địa bàn các tỉnh được tăng cường nhận thức và kiến thức, tăng cường năng lực về phòng tránh thiên tai [38] [39] [40] [41].
18.	Tăng cường đội ngũ cán bộ chất lượng cao về BĐKH ở các tỉnh [43] [44] [45] [46] [47] [48].
19.	Tăng cường phát triển, ứng dụng khoa học và công nghệ trên địa bàn các tỉnh [49] [50] [51].
20.	Ngân sách tỉnh nhận được cho các hoạt động thích ứng với BĐKH [52].
21.	Tỷ lệ doanh nghiệp; người dân trên địa bàn các tỉnh tiếp cận tài chính cho thích ứng với BĐKH.

Ghi chú: Các con số trong ngoặc [] là tham chiếu đến số thứ tự của tiêu chí trong Bảng 1

Bảng 3. Bộ tiêu chí đánh giá kết quả hoạt động thích ứng cấp tỉnh

TT	Chỉ số
1.	Số lượng các văn bản chỉ đạo thực hiện hoạt động thích ứng với BĐKH được ban hành
2.	Số lượng cơ chế chính sách cho hoạt động thích ứng với BĐKH được ban hành
3.	Số lượng các kế hoạch, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của địa phương có lồng ghép ứng phó với BĐKH.
4.	Số lượng các mô hình canh tác thích ứng với BĐKH trong tỉnh được triển khai.
5.	Số lượng các quy trình canh tác tiên tiến, thâm canh bền vững thích ứng với BĐKH được áp dụng trong tỉnh.
6.	Số lượng các mô hình canh tác tổng hợp (lúa tôm, lúa cá, lúa vịt, lúa và kết hợp tái sử dụng phụ phẩm làm phân bón, sản xuất năng lượng) được triển khai trong tỉnh.
7.	Số lượng biện pháp khoa học công nghệ và nâng cao sinh kế được hỗ trợ ứng dụng trong tỉnh.
8.	Số lượng các mô hình canh tác thích ứng với BĐKH được nhân rộng trong tỉnh.
9.	Tỷ lệ % diện tích đất trồng lúa kém hiệu quả trong tỉnh được chuyển đổi sang mục đích sử dụng khác.
10.	Tỷ lệ % số lượng các vùng trong tỉnh được xác định cơ cấu mùa vụ phù hợp nhằm thích ứng với BĐKH.
11.	Tỷ lệ % diện tích cây trồng trong tỉnh được chuyển đổi cơ cấu phù hợp.

TT	Chỉ số
12.	Số lượng các mô hình chăn nuôi cải tiến, ứng dụng công nghệ cao được triển khai trong tỉnh.
13.	Số lượng các mô hình liên kết trong chăn nuôi được phát triển trong tỉnh.
14.	Số lượng các mô hình chăn nuôi tổng hợp được triển khai trong tỉnh.
15.	Số lượng các mô hình sử dụng thức ăn xanh cho chăn nuôi được triển khai trong tỉnh.
16.	Số lượng các mô hình sản xuất tiên tiến, sử dụng giống cây trồng mới được xây dựng và triển khai trong tỉnh.
17.	Số lượng giống lúa chất lượng cao chống chịu với BĐKH được chọn tạo và đưa vào canh tác trong tỉnh.
18.	Số lượng giống cây trồng có khả năng chịu sâu bệnh, chống chịu với BĐKH được chọn tạo và đưa vào canh tác trong tỉnh.
19.	Số lượng biện pháp phòng kiểm soát dịch bệnh cho vật nuôi, ô nhiễm môi trường được triển khai trong tỉnh.
20.	Tỷ lệ % các hộ chăn nuôi trong tỉnh tiếp cận được dịch vụ thú y.
21.	Số lượng mô hình sử dụng các giống gia cầm, thủy cầm địa phương thích ứng với BĐKH được nhân rộng.
22.	Tỷ lệ % số hộ chăn nuôi phân tán, nhỏ lẻ được chuyển dịch sang chăn nuôi tập trung theo mô hình trang trại.
23.	Số lượng mô hình nuôi trồng thủy sản hỗn hợp đa loài, đa tầng (IAQ), an toàn sinh học (BSS) được nhân rộng.
24.	Số mô hình nuôi tôm dưới tán rừng trong đê (MSH) được nhân rộng.
25.	Số mô hình tôm lúa hỗn hợp (MRS) ở những vùng có hệ thống thủy lợi hoàn chỉnh được nhân rộng trên địa bàn tỉnh.
26.	Số lượng tàu thuyền với công suất hợp lý, đổi mới công nghệ khai thác thủy sản hiệu quả được đưa vào sử dụng trên địa bàn tỉnh.
27.	Số lượng mô hình đảm bảo khai thác với nuôi trồng và bảo vệ nguồn lợi thủy sản, phát triển dịch vụ được triển khai.
28.	Số lượng các mô hình liên kết theo chuỗi trong nuôi trồng thủy sản được triển khai.
29.	Số lượng các công trình cơ sở hạ tầng cảng cá, bến cá, khu neo đậu trú tránh bão cho tàu thuyền được đầu tư.
30.	Số lượng các loài thủy sản nuôi mới được đưa vào canh tác.
31.	Tỷ lệ các hộ nuôi trồng thủy sản tiếp cận được dịch vụ thú y thủy sản.
32.	Ngân sách địa phương đầu tư cho công tác quản lý, bảo vệ rừng trên địa bàn tỉnh.
33.	Số lượng biện pháp phòng chống cháy rừng, quản lý sâu bệnh được triển khai trên địa bàn tỉnh.
34.	Số lượng các hoạt động tăng cường quản lý, bảo vệ rừng và nâng cao chất lượng rừng.
35.	Số lượng các biện pháp tái sinh, phục hồi rừng, làm giàu rừng, thay đổi cơ cấu cây trồng được triển khai.
36.	Tỷ lệ % diện tích đất bị sa mạc hóa trên địa bàn tỉnh được thu hẹp.
37.	Số lượng loài thực vật rừng được bảo tồn.
38.	Tỷ lệ % diện tích rừng trên địa bàn tỉnh.
39.	Diện tích rừng ven biển trên địa bàn tỉnh được trồng và phục hồi.

TT	Chỉ số
40.	Số lượng các loại cây rừng mới được chọn tạo và triển khai.
41.	Tỷ lệ % diện tích rừng ngập mặn trên địa bàn tỉnh được phục hồi.
42.	Số lượng mô hình nuôi trồng thủy sản theo hướng lâm – ngư kết hợp dựa vào cộng đồng được triển khai trên địa bàn tỉnh.
43.	Số lượng các cộng đồng được hỗ trợ, khuyến khích tham gia phát triển lâm nghiệp bền vững.
44.	Số lượng hộ dân được hỗ trợ phát triển mô hình sinh kế dựa vào rừng.
45.	Số lượng hộ dân tham gia REDD+.
46.	Tỷ lệ % các hệ sinh thái tự nhiên được đánh giá rủi ro.
47.	Số lượng các khu sinh thái được xây dựng bản đồ phân vùng rủi ro.
48.	Số lượng các mô hình bảo tồn đa dạng sinh học được xây dựng, triển khai.
49.	Báo cáo đánh giá nguy cơ xâm hại của các loài ngoại lai được xây dựng.
50.	Tỷ lệ % các khu vực có nguy cơ về đa dạng sinh học được kiểm soát.
51.	Số lượng các khu cứu hộ, bảo tồn đa dạng sinh học ngoại vi được thành lập.
52.	Số lượng các loài bị đe dọa được nuôi và nhân giống.
53.	Số lượng các hệ sinh thái tự nhiên quan trọng bị suy thoái được khôi phục.
54.	Số lượng các khu sinh thái được quy hoạch, bảo tồn và sử dụng bền vững dựa vào cộng đồng.
55.	Số lượng hoạt động nhằm đánh giá và nhân rộng kinh nghiệm, mô hình của người dân địa phương trong bảo tồn và sử dụng bền vững đa dạng sinh học, bảo đảm sinh kế bền vững.
56.	Số lượng các mô hình thích ứng dựa vào hệ sinh thái và dựa vào cộng đồng được phát triển.
57.	Số lượng các biện pháp về trữ nước dựa vào xu thế tự nhiên của từng khu vực được xác định và thực hiện.
58.	Số lượng các biện pháp, công trình tích trữ nước, khai thác nước hiệu quả được xác định và thực hiện.
59.	Số lượng các biện pháp bổ sung nhân tạo nước dưới đất được xác định và thực hiện.
60.	Số lượng các mô hình sử dụng nước tiết kiệm, hiệu quả được xây dựng và triển khai.
61.	Số lượng cơ sở y tế đảm bảo điều kiện vệ sinh môi trường tốt được triển khai.
62.	Số lượng cơ sở y tế được cung cấp các trang thiết bị trong dự phòng và điều trị các bệnh liên quan đến BDKH.
63.	Số lượng các cơ sở y tế được ứng dụng công nghệ thân thiện với môi trường, thích ứng với BDKH.
64.	Tỷ lệ % số lao động nữ được đào tạo kỹ năng mềm theo hướng thích ứng BDKH.
65.	Tỷ lệ phụ nữ được tiếp cận thông tin về BDKH, thông tin về ứng phó với BDKH; áp dụng công nghệ về ứng phó với BDKH.
66.	Số lượng các khu di tích văn hóa trên địa bàn tỉnh được duy tu, bảo tồn.
67.	Tỷ lệ % các khu, điểm du lịch có các biện pháp ứng phó với thiên tai và thích ứng với BDKH.
68.	Số lượng các mô hình ổn định đời sống văn hóa, tinh thần của cộng đồng địa phương trong quá trình tái định canh, định cư dưới tác động của BDKH được xây dựng, triển khai và nhân rộng.
69.	Số lượng các mô hình thích ứng với BDKH dựa vào trí thức của người dân địa phương được đánh giá, nhân rộng.
70.	Số km đường được nâng cấp, cải tạo và xây dựng đảm bảo thích ứng với BDKH.

TT	Chỉ số
71.	Số lượng các công trình giao thông đường bộ, đường thủy ở những vùng thường bị đe dọa bởi lũ, lụt, nước biển dâng được nâng cấp, cải tạo và xây dựng.
72.	Tỷ lệ % các quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn, quy hoạch sử dụng đất được rà soát nhằm thích ứng với BĐKH.
73.	Tỷ lệ % các cơ sở hạ tầng, khu công nghiệp, khu tái định cư ven biển và hải đảo được rà soát nhằm thích ứng với BĐKH.
74.	Tỷ lệ % các khu dân cư ở những vùng thường xuyên bị tác động của bão, nước dâng do bão, lũ lụt, xói lở bờ sông, bờ biển hoặc có nguy cơ xảy ra lũ quét, sạt lở đất được xác định, bố trí di dời, sắp xếp lại.
75.	Số lượng các đô thị, khu tập trung đông dân cư đã xây dựng và triển khai biện pháp chống ngập.
76.	Tỷ lệ % hoàn thành của các công trình chống ngập trong địa bàn tỉnh.
77.	Số lượng các biện pháp được bổ sung, hình thành hệ thống chống ngập đồng bộ, hiệu quả.
78.	Số lượng các biện pháp cấp nước được thực hiện cho các khu đô thị, công nghiệp tại các vùng chịu ảnh hưởng trực tiếp của khô hạn, xâm nhập mặn, nước biển dâng.
79.	Số lượng các khu nhà ở an toàn với bão, lũ trên địa bàn tỉnh được xây dựng, hoàn thiện và củng cố.
80.	Số lượng các biện pháp kỹ thuật thích ứng với ngập lụt do mưa lớn, triều cường và nước biển dâng cho các khu đô thị ven biển được thí điểm, đầu tư.
81.	Số lượng các biện pháp kỹ thuật phòng chống lũ quét và sạt lở đất cho các cụm dân cư khu vực miền núi được thí điểm, đầu tư.
82.	Số lượng các cơ sở năng lượng được nâng cấp, cải tạo nhằm tăng cường năng lực chống chịu với BĐKH và thời tiết cực đoan.
83.	Tỷ lệ % các cơ sở công nghiệp có phương án đa dạng nguồn cung cấp nguyên vật liệu để phòng gián đoạn do tác động của BĐKH và thiên tai.
84.	Tỷ lệ hộ dân trong tỉnh được tiếp cận thông tin dự báo, cảnh báo thiên tai.
85.	Tỷ lệ % các hồ chứa trên địa bàn tỉnh được đầu tư hệ thống cảnh báo sớm thiên tai.
86.	Tỷ lệ % các hệ thống công trình thủy lợi, công trình phòng tránh thiên tai trên địa bàn tỉnh được đánh giá mức độ an toàn.
87.	Tỷ lệ % các hồ chứa trên địa bàn tỉnh được lập phương án phòng, chống lũ, lụt cho vùng hạ du trong tình huống xả lũ khẩn cấp và vỡ đập.
88.	Số lượng các hồ chứa, hệ thống đê điều, công trình PCTT trên địa bàn tỉnh được đầu tư xây dựng mới; sửa chữa, nâng cấp đảm bảo an toàn.
89.	Số lượng các công trình PCTT trọng điểm, cấp bách trên địa bàn tỉnh được củng cố, xây dựng.
90.	Số lượng các mô hình quản lý, giảm nhẹ rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng, sử dụng tri thức người dân địa phương được triển khai thực hiện.
91.	Báo cáo tổng kết đánh giá, triển khai, nhân rộng mô hình phòng tránh thiên tai dựa vào cộng đồng được thực hiện.
92.	Tỷ lệ % số cán bộ trong lực lượng tìm kiếm cứu hộ, cứu nạn được nâng cao nhận thức, trang bị kiến thức về phòng tránh thiên tai và ứng phó với BĐKH.
93.	Tỷ lệ % số cơ sở trong lực lượng tìm kiếm cứu hộ, cứu nạn được trang bị các phương tiện hiện đại phục vụ công tác phòng tránh thiên tai và ứng phó với BĐKH.
94.	Tỷ lệ % số cán bộ và người dân được tăng cường nhận thức về phòng, chống thiên tai và các hiện tượng thời tiết cực đoan.

TT	Chỉ số
95.	Tỷ lệ % số địa phương trong tỉnh có rủi ro cao được trang bị hệ thống quan trắc, cảnh báo lũ quét, sạt lở đất.
96.	Tỷ lệ % số địa phương trong tỉnh có rủi ro cao về lũ lụt được trang bị hệ thống nhận thông tin về số liệu quan trắc, dự báo, cảnh báo bão, lũ lớn và lũ cực đoan.
97.	Tỷ lệ % số địa phương trong tỉnh có rủi ro cao về hạn hán đã xây dựng được kế hoạch phòng chống hạn hán và thiếu nước.
98.	Tỷ lệ % số địa phương trong tỉnh có rủi ro cao về triều cường và xâm nhập mặn đã xây dựng được kế hoạch phòng triều cường và xâm nhập mặn.
99.	Chương trình bố trí dân cư của tỉnh giai đoạn 2021-2025 và định hướng đến năm 2030 được xây dựng và triển khai.
100.	Báo cáo đánh giá tổn thất và thiệt hại do BĐKH trong địa bàn tỉnh được xây dựng.
101.	Số lượng các biện pháp chia sẻ rủi ro, giảm tổn thất và thiệt hại do BĐKH của tỉnh được triển khai.
102.	Điều tra khảo sát, xác định nguyên nhân và biện pháp chống sụt lún, sạt lở bờ sông, bờ biển của các tỉnh có rủi ro cao được định kỳ thực hiện.
103.	Số lượng các công trình chống sạt lở bờ sông, bờ biển ở các khu vực trọng điểm, cấp bách được triển khai.
104.	Số lượng hệ thống công trình thủy lợi được rà soát, xây dựng, nâng cấp nhằm ứng phó với hạn hán, nước biển dâng và xâm nhập mặn.
105.	Số lượng hồ chứa lớn tại các vùng có nguy cơ hạn hán cao được xây dựng nhằm trữ nước phục vụ sản xuất nông nghiệp và phục vụ sinh hoạt của người dân.
106.	Số lượng các lớp tập huấn của tỉnh cho cán bộ địa phương và các tổ chức cộng đồng để thúc đẩy phát triển bền vững, bảo vệ môi trường, phòng chống và giảm nhẹ thiên tai và BĐKH.
107.	Số lượng các chương trình truyền thông ở địa phương về BĐKH và PCTT.
108.	Số lượng cán bộ địa phương và các tổ chức cộng đồng được trang bị những kiến thức và kỹ năng về BĐKH và PCTT.
109.	Số lượng cán bộ nữ và người dân (phụ nữ) tham gia các hoạt động ứng phó với BĐKH.
110.	Số lượng người trong địa bàn tỉnh/thành phố theo dõi các phương tiện thông tin đại chúng và các cổng thông tin điện tử về BĐKH.
111.	Số lượng các công nghệ mới thân thiện với môi trường, ít phát thải khí nhà kính được chuyển giao trên địa bàn tỉnh.
112.	Mức độ đảm bảo và khả năng cân đối NSNN trong phân bổ ngân sách và kế hoạch đầu tư công cho ứng phó với BĐKH hàng năm, ngắn hạn và dài hạn tại các cấp.
113.	Phân bổ ngân sách đảm bảo phù hợp với tính chất và nhiệm vụ trong từng ngành, lĩnh vực và từng cấp ngân sách.
114.	Đảm bảo phân bổ vốn ngân sách cho các vùng, miền, lĩnh vực và đối tượng có nguy cơ cao do tác động của BĐKH.
115.	Gia tăng về vốn và nguồn vốn đầu tư từ ngân sách nhà nước và từ khối doanh nghiệp, tư nhân cho ứng phó với BĐKH.
116.	Sự gia tăng về vốn và nguồn vốn đầu tư nước ngoài cho ứng phó với BĐKH trên địa bàn tỉnh.
117.	Số lượng các chương trình/dự án/hỗ trợ quốc tế có liên quan về chính sách, giáo dục và chuyển giao công nghệ được thực hiện trên địa bàn tỉnh.

Bảng 4. Bộ tiêu chí tổng hợp, đánh giá hiệu quả hoạt động thích ứng cấp tỉnh đóng góp cho việc đạt được các mục tiêu thích ứng quốc gia

TT	Chỉ số
1.	Khả năng chống chịu và năng lực thích ứng trong lĩnh vực trồng trọt được nâng cao [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15].
2.	Sản lượng nông nghiệp (cây trồng, vật nuôi) gia tăng [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22].
3.	Tỷ lệ % gia tăng sản lượng nghề cá [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31].
4.	Tỷ lệ % diện tích rừng quốc gia. [32] [33] [34] [36] [37] [38] [39] [40] [41].
5.	Số lượng người dân, tổ chức tư nhân được hỗ trợ, khuyến khích tham gia phát triển lâm nghiệp bền vững [42] [43] [44] [45].
6.	Công tác quản lý, phục hồi các hệ sinh thái và bảo tồn đa dạng sinh học được tăng cường [46] [47] [48] [49] [50] [51] [52] [53].
7.	Số lượng mô hình thích ứng dựa vào hệ sinh thái và cộng đồng được thực hiện [54] [55] [56].
8.	Số lượng công trình trữ nước dựa vào xu thế tự nhiên, khai thác, sử dụng nước tiết kiệm hiệu quả; bổ sung nước dưới đất được xác định và thực hiện [57] [58] [59] [60].
9.	Số lượng các dự án đầu tư, phát triển cơ sở hạ tầng ngành y tế và sức khỏe cộng đồng được triển khai xây dựng [61] [62] [63].
	Lĩnh vực lao động - xã hội
10.	Năng lực cho phụ nữ trong thích ứng với biến đổi khí hậu được tăng cường [64] [65] [109].
11.	Năng lực ứng phó với BĐKH trong lĩnh vực văn hóa được tăng cường [66] [67].
12.	Văn hóa truyền thống, tri thức địa phương trong thích ứng biến đổi khí hậu được bảo tồn và phát huy [68] [69]
13.	Tỷ lệ % đường/công trình giao thông được nâng cấp, cải tạo có xét đến tác động và thích ứng với biến đổi khí hậu [70] [71].
14.	Năng lực chống chịu của hệ thống cơ sở hạ tầng, khu công nghiệp, khu tái định cư ven biển và hải đảo được nâng cao và các chương trình, dự án nâng cao năng lực chống ngập lụt đô thị trong điều kiện BĐKH và nước biển dâng được triển khai [72] [73] [74] [75] [76] [77] [78] [79].
15.	Số lượng các chương trình, dự án xây dựng nhà an toàn với thiên tai trong điều kiện BĐKH và NBD được thực hiện [79] [80] [81].
16.	Số lượng các cơ sở năng lượng được nâng cao năng lực chống chịu với biến đổi khí hậu và thời tiết cực đoan [82] [83].
17.	Số lượng người dân được tăng cường thông tin về cảnh báo, dự báo thiên tai [84].
18.	Mức độ an toàn của hệ thống công trình thủy lợi, công trình phòng tránh thiên tai được nâng cao [85] [86] [87] [88] [89].
19.	Năng lực, biện pháp quản lý và thúc đẩy giảm nhẹ rủi ro thiên tai được tăng cường [90] [91] [92] [93].
20.	Năng lực phòng, chống thiên tai và các hiện tượng thời tiết cực đoan được nâng cao [94] [95] [96] [97] [98] [99].
21.	Các giải pháp nhằm giải quyết vấn đề tổn thất và thiệt hại do biến đổi khí hậu được xác định và triển khai [100] [101].
22.	Các biện pháp chống sụt lún, sạt lở bờ sông, bờ biển; đối phó với hiện tượng hạn hán, xâm nhập mặn gia tăng được triển khai [102] [103] [104] [105].

TT	Chỉ số
23.	Số lượng các chương trình truyền thông, tập huấn về ứng phó với BĐKH và PCTT được tổ chức [106] [107] [108].
24.	Chương trình truyền thông trên các phương tiện thông tin đại chúng về ứng phó với biến đổi khí hậu và PCTT được nâng cao chất lượng [110].
25.	Tăng cường nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ về BĐKH [111].
26.	Nguồn tài chính cho ứng phó với BĐKH [112] [113] [114] [115] [116].
27.	Số lượng các chương trình/dự án có liên quan về chính sách, giáo dục và chuyển giao công nghệ được thực hiện [117].

Ghi chú: Các con số trong ngoặc [] là tham chiếu đến số thứ tự của tiêu chí trong Bảng 3.

SET OF INDICATORS FOR MONITORING AND EVALUATING CLIMATE CHANGE ADAPTATION ACTIVITIES

Vu Duc Dam Quang⁽¹⁾, Huỳnh Thi Lan Huong⁽²⁾

⁽¹⁾Department of Climate change

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

Received: 19/4/2022; Accepted: 13/5/2022

Abstract: Nowadays, increasing climate change adaptation activities have created an increasing financial need for adaptation. Therefore, it is essential to establish a monitoring and evaluation system to ensure efficiency as well as an appropriate capital allocation for the implementation of climate change adaptation actions. Indicators are developed to quantify the success/effectiveness of a climate change adaptation activity/project. They are used for two purposes: (1) to measure progress to achieve adaptation priority goals; and (2) to Assess the contribution of specific actions towards adaptation priority goals.

In order to develop an indicator set to evaluate the effectiveness of climate change adaptation activities in accordance with Viet Nam's conditions, this study is based on reference to technical documents of the German Agency for International Cooperation (GIZ), United Nations Development Program (UNDP), Climate Investment Funds' PPCR Monitoring and Reporting Toolkit, UNDP's Community Based Resilience Analysis (CoBRA), CARE's Participatory Monitoring, Evaluation, Reflection and Learning for Community-based Adaptation Manual (PMERL), the International Institute for Environment and Development (IIED)'s Tracking adaptation and measuring development (TAMD); studies on M&E indicators for climate change adaptation of some countries including Kenya, Morocco, the United Kingdom, France, Nepal, the Philippines, etc.

Based on the top-down approach and bottom-up approach, the study has developed a set of indicators to assess adaptation effectiveness at the national and provincial levels.

Keywords: Climate change adaptation, a set of indicators, adaptive efficiency.

SUY THOÁI HỆ SINH THÁI TOÀN CẦU VÀ GIẢI PHÁP PHỤC HỒI HỆ SINH THÁI CHO VIỆT NAM

Đoàn Thị Thanh Hương⁽¹⁾, Phạm Thị Thiện⁽¹⁾, Trần Thu Phương⁽²⁾

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

⁽²⁾Trường Đại học Mở Hà Nội

Ngày nhận bài: 28/3/2022; ngày chuyển phản biện: 29/3/2022; ngày chấp nhận đăng: 19/4/2022

Tóm tắt: Thế giới đang chứng kiến tốc độ suy thoái đa dạng sinh học và hệ sinh thái chưa từng có trong lịch sử nhân loại. Do vậy, Đại hội đồng Liên hợp quốc tuyên bố thập kỷ 2021 - 2030 là giai đoạn nhân rộng trên quy mô lớn việc phục hồi các hệ sinh thái đang bị suy thoái để chống lại cuộc khủng hoảng khí hậu, cải thiện chất lượng môi trường sống, tăng cường an ninh lương thực, nguồn nước và đa dạng sinh học. Việt Nam được đánh giá là 1 trong 16 quốc gia có sự đa dạng sinh học cao. Tuy nhiên, cũng như nhiều quốc gia khác, chúng ta đang đứng trước không ít thách thức khi mà bảo tồn đa dạng sinh học có liên quan mật thiết tới phát triển kinh tế và ổn định xã hội. Nội dung nghiên cứu này chỉ ra hiện trạng, những nguyên nhân cơ bản dẫn tới sự suy giảm hệ sinh thái và đa dạng sinh học trên toàn cầu, cũng như những giải pháp, sáng kiến của Việt Nam trong nỗ lực phục hồi hệ sinh thái, đa dạng sinh học trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu.

Từ khóa: Hệ sinh thái, phục hồi hệ sinh thái, đa dạng sinh học, bảo tồn.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm qua, việc sử dụng tài nguyên thiên nhiên để phục vụ cho các hoạt động phát triển đã làm cho các hệ sinh thái (HST) trên toàn thế giới bị suy thoái. Theo Báo cáo đánh giá về Đa dạng sinh học (ĐDSH) và dịch vụ HST toàn cầu của Diễn đàn liên chính phủ về ĐDSH và dịch vụ HST (Báo cáo IPBES) được xây dựng năm 2019, ĐDSH có tầm quan trọng với con người, cung cấp 18 dịch vụ cơ bản trên toàn cầu để duy trì các hoạt động sống và phát triển của con người. Tuy nhiên, 14 trong 18 đóng góp này của thiên nhiên đang có xu hướng suy giảm trên toàn cầu [13]. Bên cạnh đó, tỷ lệ độ che phủ rừng trên toàn cầu đã giảm từ 31,6% xuống còn 30,6% trong giai đoạn 1990 - 2015. HST rạn san hô được đánh giá là có sự suy giảm về chỉ số sống sót cao nhất, hiện đã giảm 35% trong thời gian từ 1970 - 2015. 25% số loài được nghiên cứu bị đe dọa tuyệt chủng; nhiều nhóm loài được đánh giá là bị đe dọa tuyệt chủng cao, trong đó nhóm loài có tỷ lệ % số loài có nguy cơ

tuyệt chủng cao nhất là lưỡng cư, thú, chim, bò sát và cá [10, 13].

Theo UNEP (2021), dự báo các diễn tiến tiêu cực đối với các hệ sinh thái và đa dạng sinh học sẽ làm suy yếu tới 80% tiến trình thực hiện các Mục tiêu phát triển bền vững của Liên hợp quốc liên quan đến nghèo đói, y tế, tiêu dùng, sản xuất bền vững, nước, đô thị, khí hậu, đại dương và đất đai [12]. Đa dạng sinh học và các dịch vụ hệ sinh thái đóng vai trò thiết yếu cho sinh kế người dân Việt Nam. Tuy nhiên, tính toàn vẹn của hệ sinh thái và chất lượng đa dạng sinh học đang bị suy giảm qua các thập kỷ, kéo theo các dịch vụ hệ sinh thái cũng đang ngày càng bị đe dọa.

Việt Nam là quốc gia được thiên nhiên ưu đãi về sự phong phú, đa dạng của các hệ sinh thái, các loài và tài nguyên di truyền. Các kết quả điều tra cho thấy, 10% số loài thú, chim và cá của thế giới tìm thấy ở Việt Nam, hơn 40% số loài thực vật thuộc loại đặc hữu không tìm thấy ở nơi nào khác ngoài Việt Nam. Đa dạng sinh học đóng vai trò chủ chốt đối với sinh kế của một bộ phận không nhỏ dân cư, đặc biệt với các khu vực miền núi, vùng sâu, vùng xa. Các nguồn lương

Liên hệ tác giả: Đoàn Thị Thanh Hương

Email: thanhhuong.bdkh@gmail.com

thực, thực phẩm, thuốc chữa bệnh và thu nhập chủ yếu đều dựa vào việc khai thác đa dạng sinh học. Tuy nhiên, đa dạng sinh học Việt Nam đang bị đe dọa và ngày càng suy thoái, nhất là các hệ sinh thái tự nhiên [11].

Giai đoạn 2021 - 2030 được Liên Hợp Quốc (LHQ) xác định là Thập kỷ về phục hồi hệ sinh thái, chú trọng nhân rộng trên quy mô lớn việc phục hồi các hệ sinh thái bị suy thoái và phá hủy để ứng phó với khủng hoảng khí hậu, tăng cường an ninh lương thực, nguồn nước và đa dạng sinh học. Đây là cơ hội để các quốc gia trong việc cam kết bảo tồn thiên nhiên và đa dạng sinh học với việc tăng cường đồng loạt các biện pháp, hoạt động nhằm phục hồi các hệ sinh thái bị suy thoái, ứng phó với biến đổi khí hậu, tăng cường an ninh lương thực, bảo vệ tài nguyên nước, đồng thời đây là thời điểm mỗi quốc gia cùng chung tay, có những hành động cụ thể, thiết thực vì thiên nhiên và trái đất [13].

2. Cơ sở dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Cơ sở dữ liệu: Tài liệu và số liệu thứ cấp liên quan đến công tác bảo tồn đa dạng sinh học và hệ sinh thái của Việt Nam: Báo cáo kế hoạch hành động thập kỷ phục hồi hệ sinh thái toàn cầu 2021 - 2030 của Liên hợp quốc; Chiến lược bảo tồn đa dạng sinh học của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt; các tài liệu, nghiên cứu có liên quan của các tác giả trong và ngoài nước.

Phương pháp nghiên cứu: Bài viết sử dụng phương pháp nghiên cứu tại bàn (desk-

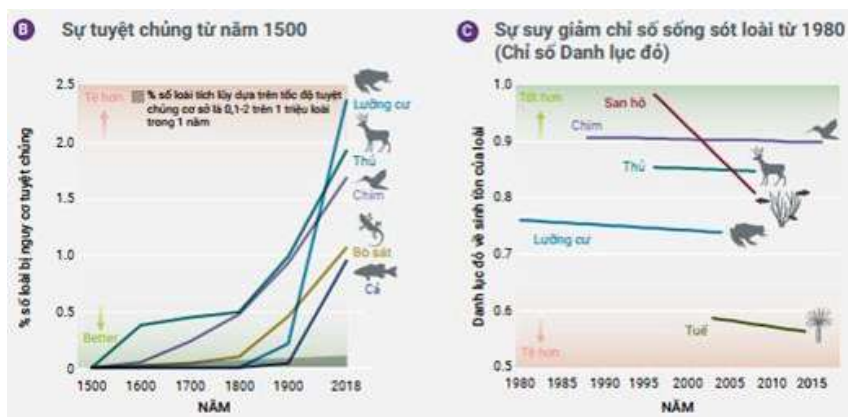
research), phân tích và tổng hợp tài liệu thứ cấp, thống kê mô tả và phân tích số liệu thứ cấp đối với các công trình nghiên cứu, các báo cáo đánh giá về thực trạng và giải pháp bảo tồn đa dạng sinh học và hệ sinh thái của Việt Nam.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Hiện trạng suy thoái hệ sinh thái và đa dạng sinh học toàn cầu

Theo Báo cáo đánh giá dịch vụ hệ sinh thái toàn cầu của Liên hợp quốc (2019), 75% hệ sinh thái trên bề mặt trái đất đã có sự thay đổi, 85% diện tích khu vực đất ngập nước bị mất đi, suy thoái đất làm giảm 23% năng suất các hệ sinh thái cạn, khoảng từ hơn 200 đến hơn 500 tỷ đô la từ sản lượng cây trồng toàn cầu hàng năm đối mặt với rủi ro cao do mất nguồn hỗ trợ cho thụ phấn. Các loài ngoại lai đã tăng 40% kể từ năm 1980, gần 1/9 bề mặt trái đất bị ảnh hưởng do sự xâm hại của động, thực vật ngoại lai, tác động loài bản địa, chức năng hệ sinh thái và đóng góp của tự nhiên cho con người... [6].

Báo cáo IPBES cho thấy, 1 triệu loài động vật và thực vật trong tổng số 8 triệu loài trên Trái Đất đứng bên bờ vực tuyệt chủng. Trong số các loài đang trong tình trạng bị đe dọa có tới 25% loài động vật có vú và 39% động vật có vú sống ở biển; 41% động vật lưỡng cư; 19% loài bò sát; 13% loài chim; 7% loài cá; 31% cá đuối và cá mập; 33% rạn san hô; 27% động vật giáp xác; từ 16% đến 63% thuộc về các loài thực vật. Ước tính 82 phần trăm sinh khối động vật có vú hoang dã đã bị mất (Hình 1).



Hình 1. Tỷ lệ các loài được đánh giá là đang bị tuyệt chủng và chỉ số sống sót của loài

[Nguồn: Báo cáo IPBES, 2021]

Tuy nhiên, tình trạng suy thoái HST toàn cầu đã được ghi nhận và các quốc gia, các tổ chức đang nỗ lực phục hồi HST. Tại Hội nghị của Liên hợp quốc về Phát triển bền vững tại Rio de Janeiro, Brazil vào tháng 6/2012, các bên tham gia đã thảo luận về “Một tương lai mà chúng ta muốn có” và nhấn mạnh tầm quan trọng của phục hồi HST đối với phát triển bền vững. Trong khuôn khổ Công ước ĐDSH (CBD), Mục tiêu Aichi được các nước thông qua đã đưa ra 20 mục tiêu về ĐDSH đến năm 2020 nhằm bảo tồn ĐDSH và phục hồi HST trên toàn cầu. Các quyết định của Cuộc họp các bên liên quan lần thứ 12, 13 và 14 của Công ước CBD đều kêu gọi các bên tham gia Công ước xây dựng và thông qua các kế hoạch phục hồi HST. Một số mục tiêu của Chương trình Nghị sự 2030 về sự phát triển bền vững có liên quan đến phục hồi HST cần những hành động khẩn cấp trên toàn cầu nếu muốn đạt được chỉ tiêu đề ra. Kế hoạch chiến lược của Công ước Ramsar giai đoạn 2016 - 2024 cũng bao gồm các mục tiêu về phục hồi HST đất ngập nước nhằm bảo tồn ĐDSH và thích ứng với biến đổi khí hậu [5].

Theo UNEP, HST tiếp tục bị suy thoái nhanh chóng, các HST biển, từ ven biển đến biển sâu, hiện đang chịu những tổn thất nặng nề nhất trong lịch sử bởi các hoạt động của con người dẫn đến sự suy giảm nhanh chóng. Tốc độ tuyệt chủng của các loài trên toàn cầu đã tăng lên ít nhất hàng chục đến hàng trăm lần so với tốc độ trung bình trong 10 triệu năm qua và vẫn đang tiếp tục tăng nhanh [6]. Mặt khác, các Mục tiêu Aichi đến năm 2020 gần như đều không đạt được. Trong 20 mục tiêu Aichi, chỉ có 4 mục tiêu có khả năng cao để đạt được, các mục tiêu còn lại được đánh giá là có khả năng đạt được thấp hoặc không đạt được.

Ngăn chặn tốc độ suy thoái, tăng cường phục hồi hệ sinh thái là nhiệm vụ hết sức thách thức đang được đặt ra và thảo luận trong khuôn khổ thực hiện Công ước Đa dạng sinh học cũng như các quốc gia trên thế giới. Sự suy thoái của hệ sinh thái đất liền và biển làm giảm phúc lợi của 3,2 tỷ người và làm mất khoảng 10% tổng sản phẩm toàn cầu hàng năm do mất các loài và dịch vụ hệ sinh thái. Hiện tại, khoảng 20% bề mặt thảm thực vật trên hành tinh cho thấy xu

hướng giảm năng suất liên quan đến xói mòn, cạn kiệt và ô nhiễm ở tất cả các nơi trên thế giới. Đến năm 2050, suy thoái và biến đổi khí hậu có thể làm giảm 10% năng suất cây trồng trên toàn cầu và tới 50% ở một số khu vực [6, 9].

Theo nghiên cứu mới nhất đăng trên tạp chí khoa học Proceedings của Viện Hàn lâm Khoa học quốc gia Mỹ (PNAS), tốc độ tuyệt chủng trên Trái đất nhanh hơn nhiều so với mọi dự báo, nhất là trong vài thập niên gần đây. Con người đã tiêu diệt hàng trăm chủng loài động thực vật và đẩy nhiều chủng loài khác đến bờ vực tuyệt chủng do hoạt động săn bắn, gây ô nhiễm, xâm hại môi trường... Giáo sư Gerardo Ceballos González (Mexico), một trong các tác giả của nghiên cứu, cho biết khoảng 173 chủng loài đã biến mất trong giai đoạn ngắn từ năm 2001 đến 2014. Tốc độ tuyệt chủng nhanh này hơn 25 lần so với điều kiện tiến hóa bình thường của tự nhiên [8]. Còn nếu tính trong 100 năm qua, hơn 400 loài động vật có xương sống đã biến mất (do con người), trong khi bình thường thì quá trình này phải mất 10.000 năm.

3.2. Hiện trạng đa dạng sinh học và hệ sinh thái của Việt Nam

Việt Nam là một trong 16 quốc gia sở hữu sự đa dạng sinh học cao nhất thế giới. Hơn 50.000 loài đã được xác định trong đó có 20.000 loài thực vật trên cạn và dưới nước, 10.500 động vật trên cạn, 2.000 loài động vật không xương sống và cá nước ngọt, cùng hơn 11.000 loài sinh vật biển. Có sự phong phú và đa dạng về các nguồn gen quý, hiếm [4].

Đa dạng sinh học ở Việt Nam đứng thứ 16 trên thế giới. Một thống kê chưa đầy đủ vào năm 2011 cho thấy, Việt Nam là nơi trú ngụ của 13.766 loài thực vật, 10.300 loài động vật trên cạn (312 loài thú, 840 loài chim, 167 loài ếch nhái, 317 loài bò sát, trên 7.700 loài côn trùng, và nhiều loài động vật không xương sống khác). Số loài sinh vật nước ngọt đã được biết đến là hơn 1.438 loài vi tảo, 800 loài động vật không xương sống, 1.028 loài cá nước ngọt. Số lượng loài sinh vật biển được biết là hơn 11.000 loài (6.300 loài động vật đáy, 2.500 loài cá biển, 653 loài rong biển, 657 loài động vật nổi, 537 loài thực vật nổi, 94 loài thực vật ngập mặn, 225 loài

tôm biển, 14 loài cỏ biển, 15 loài rạn biển, 25 loài thú biển và 5 loài rùa biển) [4, 7, 11].

Các con số thống kê nêu trên chưa thực sự phản ánh đầy đủ tính đa dạng sinh học của Việt Nam, khi mà số lượng loài mới được phát hiện không ngừng tăng nhanh trong những năm gần đây. Điều đó chứng minh nguồn tài nguyên về đa dạng loài động, thực vật ở Việt Nam chưa thực sự được hiểu biết đầy đủ.

Ngoài ra, để hiểu về đa dạng sinh học ở Việt Nam thì trước hết cần hiểu về đa dạng hệ sinh thái (nơi trú ngụ của các loài sinh vật và có sự tương tác với môi trường). Đa dạng về hệ sinh thái là cơ sở cho sự đa dạng loài động/thực vật, vi sinh vật.

1) Hệ sinh thái rừng

Hệ sinh thái rừng (HSTR) chiếm tỷ lệ lớn ở Việt Nam, bao gồm các kiểu HST: Rừng kín thường xanh mưa ẩm nhiệt đới; rừng kín nửa rụng lá ẩm nhiệt đới; rừng lá rộng thường xanh trên núi đá vôi; rừng lá kim tự nhiên; rừng thưa cây họ đậu; rừng khô hạn tự nhiên; rừng tràm đầm lầy nước ngọt; rừng tre, nứa; rừng ngập mặn. Bên cạnh các kiểu HSTR trên, các nhà khoa học còn phân chia 14 kiểu thảm thực vật rừng theo các yếu tố sinh thái. Dựa trên các yếu tố tự nhiên về khí hậu, địa hình, địa chất, thổ nhưỡng trên phần lục địa Việt Nam cho thấy, có 8 vùng sinh thái lâm nghiệp với 47 tiểu vùng có các đặc trưng riêng về kiểu thảm thực vật và cảnh quan.

Các khu rừng ở Việt Nam là nơi cư trú và sinh sống của hầu hết các loài động, thực vật hoang dã trên cạn, đồng thời cũng là nơi có ĐDSH cao nhất. Năm 1990, diện tích rừng là 9.175.000 ha, độ phủ của rừng chỉ chiếm 27,8%, nhưng nhờ phát triển trồng rừng mà đến năm 2017, diện tích rừng tăng lên 14.415.381 ha và độ phủ đạt 41,45%. Tuy nhiên, số liệu này vẫn còn thấp so với yêu cầu vì diện tích đất trống, đồi núi trọc vẫn còn tới hơn 2 triệu ha (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2017) [7].

Trên cơ sở các nhóm nhân tố sinh thái khác nhau, các tác giả đã phân chia thảm thực vật rừng Việt Nam thành 8 HST chủ yếu dựa vào điều kiện sinh thái và đặc điểm cấu trúc nội tại của mỗi kiểu. Mỗi HST được coi là một kiểu rừng chính, mỗi kiểu rừng còn có các kiểu phụ miền và các ưu hợp chỉ thị mỗi HST được mô tả kỹ

theo các đặc điểm phân bố, sinh thái và cấu trúc như: Rừng kín thường xanh mưa ẩm nhiệt đới; Rừng kín nửa rụng lá ẩm nhiệt đới; Rừng lá rộng thường xanh trên núi đá vôi; Rừng lá kim tự nhiên; Rừng thưa cây họ đậu; Rừng ngập mặn; Rừng tràm; Rừng tre nứa [7].

2) Hệ sinh thái đất ngập nước

Hướng dẫn kỹ thuật phân loại đất ngập nước (ĐNN) của Tổng cục Môi trường được dùng cho các hoạt động liên quan đến điều tra, thống kê, kiểm kê ĐNN phục vụ công tác bảo tồn ĐDSH và sử dụng khôn khéo tài nguyên ĐNN. Theo đó, hệ thống phân loại ĐNN ở Việt Nam bao gồm 3 nhóm với 26 kiểu, trong đó, các kiểu HST tương đương với các HST vi mô: Nhóm 1, ĐNN ven biển có 9 kiểu (thảm cỏ biển, rạn san hô, các vùng cửa sông, rừng ngập mặn (RNM), đầm phá, vùng biển nông, địa hình các-xtơ, vách đá, đất vùng gian triều); Nhóm 2, ĐNN nội địa gồm 8 kiểu (sông suối có nước thường xuyên, nước theo mùa, hồ, than bùn, ĐNN có cây bụi, cây gỗ, khu nước nóng, hệ thống túy văn ngầm); Nhóm 3, ĐNN nhân tạo có 9 nhóm (nuôi trồng thủy sản nước mặn, nợ, đồng cối, đồng muối, nuôi trồng thủy sản nước ngọt, đất nông nghiệp, hồ nhân tạo, moong khai thác khoáng sản, hồ nước thải, sông đào) [2].

Thảm cỏ biển ven bờ Việt Nam có 14 loài, phân bố ở hầu hết các vùng nước triều thuộc một số loại thủy vực ven bờ và ven các đảo Việt Nam, trừ vùng triều ở các cửa sông lớn là sông Hồng ở phía Bắc, sông Cửu Long ở phía Nam. Đây là HST có năng suất sinh học cao, đồng thời có hệ động vật biển sống trong thảm khá đa dạng. Quần xã sinh vật trên các thảm cỏ biển ở Việt Nam ước tính gần 1.500 loài sinh vật khác nhau, trong đó các thảm cỏ ven bờ có hơn 1.000 loài [3]. Những khu vực có thảm cỏ với diện tích lớn, tập trung hiện nay chỉ còn trong các đầm phá ven bờ miền Trung, chiếm khoảng hơn 75% tổng diện tích các thảm cỏ ven bờ.

3) Hệ sinh thái biển

Vùng biển Việt Nam có bờ biển dài hơn 3.260 km với hơn 3.000 hòn đảo lớn, nhỏ ven bờ và hai quần đảo Hoàng Sa, Trường Sa. Vùng biển đặc quyền kinh tế của Việt Nam rộng trên 1 triệu km². Trên cơ sở về điều kiện tự nhiên, môi trường biển và giới sinh vật biển, vùng biển

Việt Nam có khoảng 20 kiểu HST biển. Các HST biển điển hình ở đới ven bờ như bãi triều, RNM cửa sông, đầm phá, vũng, vịnh biển, tùng, áng, rạn san hô, thảm cỏ biển... Ngoài ra, còn các HST vùng nước quanh các đảo ven bờ, đảo xa bờ, đặc biệt vùng nước và vùng đáy biển sâu (vùng biển quanh các quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa) [4].

Tuy chưa có tài liệu chính thống phân loại HST biển (ngoại trừ tài liệu về phân loại ĐNN), nhưng các nhà khoa học cũng xác định vùng biển nước ta có khoảng 20 kiểu HST điển hình, phân bố trên 1 triệu km², với 11.000 loài sinh vật cư trú, trong đó có khoảng 6.000 loài động vật đáy; 2.038 loài cá; 653 loài rong biển; 657 loài động vật phù du; 537 loài thực vật phù du; 94 loài thực vật ngập mặn; 225 loài tôm biển... Ngoài ra, với 3.000 hòn đảo lớn, nhỏ ngoài khơi và vùng lãnh hải gắn với bờ biển rộng đến 226.000 km² là nơi có đặc trưng cho các HST đảo [4].

3.3. Suy thoái đa dạng sinh học và hệ sinh thái tại Việt Nam

Giá trị đa dạng sinh học cao nhưng hiện trạng tình trạng bảo tồn về đa dạng sinh học cũng là một vấn đề cấp bách của quốc gia. Có thể nói hiện trạng đa dạng sinh học ở Việt Nam chịu nhiều ảnh hưởng bởi lịch sử chiến tranh và nền văn hóa phụ thuộc vào nguồn tài nguyên thiên nhiên.

Cũng như nhiều quốc gia khác, Việt Nam đang phải đối mặt với tình trạng suy thoái đa dạng sinh học đang diễn ra ngày càng lớn. Mặc dù đã có rất nhiều nỗ lực nhằm giải quyết vấn đề này thông qua các chính sách, chiến lược quốc gia và nhiều dự án, suy thoái đa dạng sinh học vẫn đang là một thách thức rất lớn, đòi hỏi sự chung tay giải quyết của cả cộng đồng, bao gồm nhà nước, các tổ chức xã hội dân sự và đặc biệt là các doanh nghiệp sản xuất.

Theo WWF Việt Nam, có 21% các loài thú, 6,5% các loài chim, 19% các loài bò sát, 24% các loài lưỡng cư, 38% các loài cá và 2,5% các loài thực vật có mạch đã bị đe dọa. Trong gần 20 năm trở lại đây, các khu vực có rừng là sinh cảnh bị ảnh hưởng nhiều nhất với hơn 10.544 km² diện tích đất rừng đã bị mất, chủ yếu do chuyển đổi thành đất rừng trồng và đất trồng cây ăn

quả. Khoảng 2,8 triệu ha rừng tự nhiên cũng đã bị mất do chuyển đổi sang phát triển các loài cây trồng thương mại khác [9].

Có rất nhiều nguyên nhân dẫn tới sự suy thoái đa dạng sinh học ở Việt Nam, bao gồm cả những nguyên nhân trực tiếp và gián tiếp, như khai thác quá mức tài nguyên thiên nhiên, khai thác gỗ trái phép, buôn bán trái phép các loài hoang dã, các hoạt động phát triển cơ sở hạ tầng, mở rộng thâm canh nông nghiệp, cũng như các hoạt động sản xuất kinh tế khác nhằm phục vụ nhu cầu ngày càng gia tăng của con người.

Các hệ sinh thái với nguồn tài nguyên sinh vật phong phú đã mang lại những lợi ích trực tiếp cho con người và đóng góp to lớn cho nền kinh tế quốc gia, đặc biệt là trong sản xuất nông, lâm nghiệp và thủy sản; là cơ sở đảm bảo an ninh lương thực quốc gia; duy trì nguồn gen tạo giống vật nuôi, cây trồng; cung cấp và các nguồn dược liệu, thực phẩm... Ngoài ra, trong bối cảnh ô nhiễm ngày càng gia tăng, biến đổi khí hậu đang trở nên khắc nghiệt thì vai trò của các hệ sinh thái càng có ý nghĩa lớn trong cải thiện chất lượng môi trường và giúp giảm nhẹ các tác động tiêu cực của thiên tai.

Tuy độ che phủ rừng có xu hướng tăng nhưng chủ yếu là rừng trồng với mức đa dạng sinh học thấp, trong khi rừng tự nhiên có đa dạng sinh học cao nhưng tỷ lệ bảo tồn còn rất thấp. Theo Cục Bảo tồn thiên nhiên và đa dạng sinh học, rừng nguyên sinh chỉ còn khoảng 0,57 triệu ha, chỉ 1% các rạn san hô có độ phủ trên 75%, số loài được ghi trong Sách Đỏ Việt Nam ngày càng tăng với 1.112 loài [5].

Môi trường hệ sinh thái đất ngập nước ven biển, vùng biển ven bờ đang chịu ảnh hưởng do xung đột giữa phát triển khu công nghiệp và bảo tồn ở vùng cửa sông châu thổ sông Hồng, rác thải từ nhà máy công nghiệp ở miền Trung, phát triển quá mức lồng bè nuôi ở các vịnh, vịnh biển.

Diện tích các hệ sinh thái đất ngập nước tự nhiên như rừng ngập mặn, rạn san hô, thảm cỏ biển, rừng tràm, hồ tự nhiên có xu hướng suy giảm nhưng các kiểu đất ngập nước nhân tạo như hồ chứa nước, ao nuôi trồng thủy sản, đất trồng lúa, ao xử lý nước thải... có chiều hướng

gia tăng. Vùng đầm lầy than bùn cũng bị thu hẹp diện tích và giảm độ dày tầng than bùn. Năm 1950, khu vực rừng Tràm vùng U Minh có đến 400.000 ha thì hiện nay, sau gần 70 năm, diện tích đất than bùn chỉ còn 2.800 ha ở U Minh Thượng và 7.500 ha ở U Minh Hạ với độ dày từ 0,4 - 1,2 m. Thảm cỏ biển cũng giảm diện tích 50% năm 2012 so với năm 1999. Riêng ở đầm Tam Giang - Cầu Hai là đầm phá lớn nhất đã giảm tới 60% [7].

3.4. Sáng kiến phục hồi hệ sinh thái của Việt Nam

Việt Nam đã và đang tích cực tham gia các Điều ước quốc tế về môi trường như: Công ước Đa dạng sinh học, Công ước Ramsar, Công ước CITES, Công ước khung của Liên hợp quốc về Biến đổi khí hậu... Trong đó, Việt Nam là nước thứ 7 ở ASEAN tham gia CITES, là nước đầu tiên ở ASEAN xây dựng kế hoạch hành động quốc gia về quản lý buôn bán động thực vật hoang dã. Việt Nam cũng đã tham gia tích cực trong quá trình xây dựng khung toàn cầu về đa dạng sinh học và biến đổi khí hậu, giảm thiểu rác thải nhựa đại dương...

1) Xây dựng Chiến lược quốc gia về đa dạng sinh học đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050

Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Chiến lược quốc gia về đa dạng sinh học đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quyết định số 149/QĐ-TTg ngày 28/01/2022). Đây là một văn bản quan trọng định hướng cho công tác bảo tồn đa dạng sinh học trong thời gian tới.

Chiến lược 2030 được xây dựng cần bám sát tình hình thực tiễn và khắc phục những tồn tại, hạn chế của việc triển khai Chiến lược 2030, đồng thời phù hợp với các yêu cầu đề ra tại Nghị quyết số 39-NQ/TW ngày 15 tháng 01 năm 2019 của Bộ Chính trị về nâng cao hiệu quả quản lý, khai thác, sử dụng và phát huy các nguồn lực của nền kinh tế; Nghị quyết số 24-NQ/TW, Kết luận số 56-KL/TW ngày 23 tháng 8 năm 2019 của Bộ Chính trị về tiếp tục thực hiện Nghị quyết Trung ương 7 Khóa XI về chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, Nghị quyết số 05/NQ-CP của Chính phủ ngày 15 tháng 01 năm 2021 phê duyệt chủ trương Việt Nam ủng hộ Cam kết của các nhà lãnh đạo thế giới về Thiên nhiên nhân dịp Hội

ngị thượng đỉnh về Đa dạng sinh học trong khuôn khổ Khóa họp lần thứ 75 của Đại hội đồng Liên hợp quốc.

Việc xây dựng Chiến lược 2030 cũng tính đến các yêu cầu hội nhập quốc tế trong bối cảnh đa dạng sinh học đang bị suy thoái trên quy mô toàn cầu và cộng đồng thế giới đang đặt ra các mục tiêu tham vọng để bảo vệ, phục hồi đa dạng sinh học trong các mục tiêu thiên niên kỷ, khung toàn cầu về đa dạng sinh học sau 2020, các ràng buộc về bảo tồn đa dạng sinh học trong các hiệp định quốc tế về môi trường, thương mại...

Về quan điểm, Chiến lược 2030 cần xác định:

1) Đa dạng sinh học là vốn tự nhiên quan trọng – nền tảng để bảo đảm phát triển bền vững đất nước; bảo tồn đa dạng sinh học là một trong các giải pháp then chốt nhằm thích ứng và giảm nhẹ tác động của biến đổi khí hậu; 2) Bảo tồn đa dạng sinh học gắn với sử dụng bền vững các dịch vụ hệ sinh thái và đa dạng sinh học góp phần giảm nghèo, nâng cao chất lượng cuộc sống của người dân; 3) Bảo tồn đa dạng sinh học là trách nhiệm của toàn xã hội, của các cơ quan quản lý, mọi tổ chức, doanh nghiệp và cá nhân; 4) Đẩy mạnh xã hội hóa và tăng cường hợp tác quốc tế về bảo tồn đa dạng sinh học; 5) Tăng cường thể chế và thống nhất, nâng cao hiệu quả quản lý đa dạng sinh học từ Trung ương đến địa phương; ưu tiên đầu tư bảo tồn đa dạng sinh học, phục hồi các hệ sinh thái; thực hiện tiếp cận quản lý tổng hợp hệ sinh thái và bảo vệ tính toàn vẹn của hệ sinh thái từ đất liền ra biển.

Trong giai đoạn tới, một số định hướng cụ thể về công tác bảo tồn đa dạng sinh học được đề xuất bao gồm: Củng cố, mở rộng diện tích và quản lý hiệu quả hệ thống khu bảo tồn thiên nhiên và hành lang đa dạng sinh học và các khu vực được công nhận danh hiệu quốc tế; tăng cường phục hồi và cải thiện chất lượng các hệ sinh thái tự nhiên quan trọng bị suy thoái, bảo tồn các khu vực đa dạng sinh học cao ngoài khu bảo tồn thiên nhiên; Nâng cao hiệu quả bảo tồn các loài hoang dã, đặc biệt các loài nguy cấp, quý, hiếm được ưu tiên bảo vệ, loài di cư; duy trì bảo tồn và phát triển nguồn gen; Sử dụng bền vững đa dạng sinh học và các dịch vụ hệ sinh thái; Kiểm soát các hoạt động gây tác động xấu

đến đa dạng sinh học; nâng cao hiệu quả quản lý tiếp cận nguồn gen, chia sẻ lợi ích và bảo vệ nguồn gen, tri thức truyền thống về nguồn gen; Bảo tồn đa dạng sinh học nông nghiệp, đô thị; bảo tồn đa dạng sinh học thích ứng với biến đổi khí hậu.

2) *Sáng kiến trồng 1 tỷ cây xanh phục hồi hệ sinh thái, giảm thiểu tác động biến đổi khí hậu*

Trong thời gian qua, vấn đề ô nhiễm không khí, các hiện tượng thiên tai và thời tiết cực đoan diễn ra ngày càng khốc liệt hơn, với tần suất dày hơn. Điển hình là hậu quả bão lũ và sạt lở đất ở miền Trung, vùng núi Tây Bắc, Tây Nguyên do địa hình dốc đứng, do sự tác động của con người, trong đó có thủy điện nhỏ, công trình hạ tầng... điều đó cho thấy vai trò quan trọng của việc bảo vệ rừng, nâng cao độ che phủ của cây xanh.

Theo Đề án trồng một tỷ cây xanh được Thủ tướng phê duyệt, đến hết năm 2025, cả nước trồng được một tỷ cây xanh, trong đó 690 triệu cây trồng phân tán ở các khu đô thị và vùng nông thôn, 310 triệu cây trồng tập trung trong rừng phòng hộ, rừng đặc dụng và trồng mới rừng sản xuất, nhằm góp phần bảo vệ môi trường sinh thái, cải thiện cảnh quan và ứng phó với biến đổi khí hậu, phát triển kinh tế - xã hội, nâng cao chất lượng cuộc sống người dân và sự phát triển bền vững của đất nước.

Tại khu vực đô thị, cây xanh được trồng trên vỉa hè đường phố, công viên, vườn hoa, quảng trường; trong khuôn viên các trụ sở, trường học, bệnh viện, nhà máy, xí nghiệp, khu công nghiệp, khu chế xuất, các công trình tín ngưỡng, vườn nhà và các công trình công cộng khác.

Tại khu vực nông thôn, cây xanh được trồng trên đất vườn nhà, hành lang giao thông, ven sông, kênh, mương, bờ vùng, bờ thửa, nương rẫy; trong khuôn viên các trụ sở, trường học, bệnh viện, nhà máy, xí nghiệp, khu công nghiệp, khu chế xuất, các công trình tín ngưỡng và các công trình công cộng khác; kết hợp phòng hộ trong khu canh tác nông nghiệp và các mảnh đất nhỏ phân tán; các khu vực có nguy cơ sạt lở cao, đất bị suy thoái, sa mạc hóa, bãi thải khai thác khoáng sản và đất chưa sử dụng khác.

Đối với rừng đặc dụng, trồng các loài cây bản địa có phân bố tự nhiên trong hệ sinh thái của rừng đặc dụng đó; đối với rừng phòng hộ, trồng

các loài cây có bộ rễ sâu bám chắc, ưu tiên cây bản địa, sinh trưởng được trong điều kiện khắc nghiệt và có khả năng chống chịu tốt; đối với rừng sản xuất, trồng các loài cây có năng suất, chất lượng cao, khuyến khích sử dụng các giống cây sản xuất bằng mô, hom, kết hợp trồng cây gỗ nhỏ mọc nhanh và cây gỗ lớn dài ngày.

Cây xanh còn giúp quốc gia đạt được lợi ích kinh tế, xã hội, cải thiện uy tín của chính phủ như nhiều quốc gia đã làm. Một tỷ cây xanh - đó là cam kết mạnh mẽ của Việt Nam đóng góp vào nỗ lực phục hồi hệ sinh thái toàn cầu của Liên hợp quốc, là khởi đầu của một đất nước ứng xử tử tế hơn với môi trường và các thế hệ tương lai.

4. Kết luận và khuyến nghị

Việt Nam là một trong những quốc gia có tính đa dạng sinh học cao. Đa dạng sinh học và các dịch vụ hệ sinh thái đóng vai trò thiết yếu cho sinh kế người dân Việt Nam. Tuy nhiên, tính toàn vẹn của hệ sinh thái và chất lượng đa dạng sinh học đang bị suy giảm qua các thập kỷ, kéo theo các dịch vụ hệ sinh thái cũng đang ngày càng bị đe dọa.

Cũng giống như nhiều quốc gia khác trên thế giới, Việt Nam cũng đang đối mặt với nguy cơ suy thoái đa dạng sinh học và mất cân bằng hệ sinh thái, ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường sống của con người. Mối đe dọa này đến từ những nguyên nhân khách quan như áp lực tăng dân số, khai thác và sử dụng quá mức hệ sinh thái, tác động của biến đổi khí hậu và cả những nguyên nhân chủ quan do tác động của con người.

Để bảo tồn đa dạng sinh học và phục hồi các HST, thời gian tới, các cơ quan liên quan cần tập trung vào một số giải pháp sau:

- Tiếp tục hoàn thiện hệ thống chính sách, pháp luật về ĐDSH; quy hoạch bảo tồn ĐDSH trên cả nước;

- Thực hiện đồng bộ các nhiệm vụ, chú trọng các quy định về bảo vệ các cảnh quan thiên nhiên và ĐDSH, giảm các tác động từ các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội tới các HST, xem đầu tư vào vốn tự nhiên là giải pháp để thực hiện phát triển bền vững;

- Xây dựng Chiến lược và Quy hoạch quốc

gia về bảo tồn ĐDSH cho giai đoạn 10 năm tiếp theo, đảm bảo tính thống nhất, đồng bộ trong công tác phục hồi các HST nhằm thực hiện mục tiêu quốc gia và quốc tế về phục hồi HST đến năm 2030;

- Tăng cường các giải pháp quản lý thích ứng với BĐKH, hướng dẫn áp dụng các giải pháp dựa vào thiên nhiên để giảm nhẹ tác động tới các HST;

- Thúc đẩy các hoạt động quan trắc, xây

dựng cơ sở dữ liệu về ĐDSH nói chung và HST nói riêng, làm cơ sở cho công tác quản lý, phục hồi;

- Tiếp tục thúc đẩy sự hợp tác của các bên liên quan, bao gồm hợp tác quốc tế, sự phối hợp liên ngành, thu hút khu vực tư nhân và cộng đồng cùng tham gia thực hiện. Đồng thời, tăng cường năng lực quản lý Nhà nước từ Trung ương đến địa phương để nâng cao hiệu quả quản lý về các HST.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021), *Dự thảo Chiến lược quốc gia về đa dạng sinh học đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050*.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2013), *Báo cáo quốc gia lần thứ 5 thực hiện Công ước đa dạng sinh học, giai đoạn 2009 - 2013*.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Báo cáo giữa kỳ về tình hình thực hiện Chiến lược quốc gia về đa dạng sinh học đến 2020, tầm nhìn đến 2030*.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2018), *Báo cáo đa dạng sinh học quốc gia*.
5. Hoàng Thị Thanh Nhàn (2021), "*Kết quả thực hiện Chiến lược quốc gia về đa dạng sinh học đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030 và định hướng Chiến lược đến năm 2030*", *Tạp chí Tài nguyên và Môi trường*, kỳ 2, tháng 8/2020.
6. IPBES (2021), *Báo cáo đánh giá toàn cầu về đa dạng sinh học và các dịch vụ hệ sinh thái*. IUCN-Việt Nam.
7. Lê Xuân Cảnh (2021), "*Hiện trạng hệ sinh thái ở Việt Nam: những thách thức và đề xuất một số giải pháp phục hồi*". *Tạp chí Môi trường*, số Chuyên đề Tiếng Việt III/2021. <https://tapchimoitruong.vn/nghien-cuu-23/hien-trang-he-sinh-thai-o-viet-nam-nhung-thach-thuc-va-de-xuat-mot-so-giai-phap-phuc-hoi-25874>.
8. Minh Nguyệt, "*Ngăn chặn đà suy giảm đa dạng sinh học ở Việt Nam*", *Báo Tin tức TTXVN*, <https://baotintuc.vn/xa-hoi/ngay-moi-truong-the-gioi-nam-2020-ngan-chan-da-suy-giam-da-dang-sinh-hoc-o-viet-nam-20200604071033856.htm>, truy cập ngày 10/11/2021.
9. Thuaire B, Allanic Y, Hoàng Việt A, Lê Khắc Q, Lưu Hồng T, Nguyễn Thế C, Nguyễn Thị T (2021), *Đánh giá đa dạng sinh học ở Việt Nam - Phân tích tác động từ một số lĩnh vực kinh tế*. WWF- Việt Nam.
10. Trần Huyền Trang (2021), "*Thập kỷ Liên hợp quốc về phục hồi hệ sinh thái 2021 - 2030*", *Tạp chí Môi trường*, số 4/2021.
11. Trần Văn Bằng (2020), "*Đa dạng sinh học ở Việt Nam: Thực trạng và thách thức bảo tồn*", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, số tháng 4/2020.

Tài liệu tiếng Anh

12. UNEP (2020), *Ecological restoration*.
13. UNEP (2021), *Ecosystem restoration playbook. Developed for World Environment Day 2021. To kick off the United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021-2030)*.

GLOBAL ECOSYSTEM DEGRADATION AND SOLUTIONS FOR ECOSYSTEM RESTORATION FOR VIET NAM

Doan Thi Thanh Huong⁽¹⁾, Pham Thi Thien⁽¹⁾, Tran Thu Phuong⁽²⁾

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

⁽²⁾Hanoi Open University

Received: 28/3/2022; Accepted: 19/4/2022

Abstract: The world is witnessing a rate of biodiversity and ecosystem degradation unprecedented in human history. Therefore, the United Nations General Assembly declares the 2021-2030 Decade for Ecosystem Restoration as the 2021-2030 period in order to replicate on a large scale the restoration of degraded ecosystems to combat climate change. climate crisis, improve living environment quality, increase food security, water resources and biodiversity. Viet Nam is considered as one of 16 countries with high biodiversity. However, like many other countries, we are facing many challenges when biodiversity conservation is closely related to economic development and social stability. The content of this research shows the current status, the basic causes leading to the decline of ecosystems and biodiversity globally, as well as solutions and initiatives of Viet Nam in efforts to restore the ecosystem. ecology and biodiversity in the context of global climate change.

Keywords: Ecosystem, ecosystem restoration, biodiversity, conservation.

ĐẶC ĐIỂM KHÍ HẬU VÀ CÁC CỰC ĐOAN TRÊN LÃNH THỔ VIỆT NAM TRONG NĂM 2021

Lê Trung Hưng⁽¹⁾, Phùng Thị Mỹ Linh⁽²⁾, Vũ Văn Thăng⁽²⁾,
Tạ Hữu Chính⁽²⁾, Phạm Thị Hải Yến⁽²⁾

⁽¹⁾Trung tâm Thông tin và Dữ liệu Khí tượng Thủy văn

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

Ngày nhận bài: 04/5/2022; ngày chuyển phản biện: 05/3/2022; ngày chấp nhận đăng: 27/5/2022

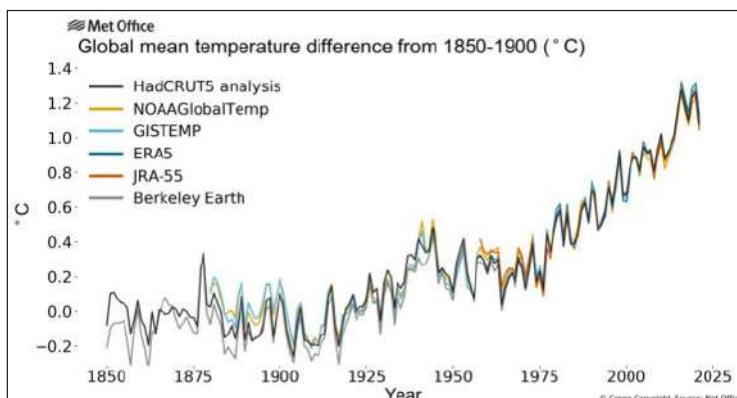
Tóm tắt: Bài báo trình bày tóm tắt diễn biến của các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam năm 2021. Nguồn dữ liệu được trích xuất từ các bản tin thông báo dự báo khí hậu hàng tháng của Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu. Các kết quả nghiên cứu cho thấy năm 2021 được đánh giá là một năm “mưa thuận gió hòa” với mức thiệt hại ít hơn nhiều so với năm 2020 và gần như thấp nhất từ trước tới nay: Có 09 cơn bão và 03 áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) hoạt động trên khu vực Biển Đông, 22 đợt không khí lạnh và 11 đợt nắng nóng diện rộng. Số cơn bão và các đợt mưa lớn tập trung chủ yếu trong các tháng tháng 8 đến tháng 9 năm 2021, Trong đó, đợt mưa lớn xảy ra vào những ngày cuối tháng 11 (từ ngày 26 đến 30 tháng 11) ở khu vực từ Quảng Nam đến Ninh Thuận, phía Đông của Gia Lai và Đắk Lắk, với mưa cường độ mưa lớn trong thời gian ngắn đã gây ngập lụt ở nhiều nơi.

Từ khóa: Dao động, cực đoan, khí hậu.

1. Giới thiệu

Các công trình nghiên cứu biến đổi khí hậu quá khứ và các kịch bản dự tính tương lai đã cung cấp những bằng chứng về sự ấm lên toàn cầu (Hình 1). Trong bối cảnh như vậy, các cực đoan thời tiết/khí hậu như mưa lớn, bão mạnh, nắng nóng, khô hạn,... ngày càng gia tăng. Mỗi khi xuất hiện, những hiện tượng này thường gây những thiệt hại nghiêm trọng về

con người, tài sản và ảnh hưởng lớn đến nền kinh tế - xã hội. Vì vậy đối với mỗi quốc gia và các tổ chức khí tượng trên thế giới, nhiệm vụ đánh giá khí hậu định kỳ luôn là yêu cầu cần thiết phải thực hiện, nhằm nắm bắt được điều kiện khí hậu đã diễn ra trong năm vừa qua, mặt khác có những công tác hoạch định sản xuất, phát triển kinh tế - xã hội và phòng tránh thiên tai.



Hình 1. Diễn biến chuẩn sai nhiệt độ (°C) trung bình toàn cầu [Nguồn: WMO, 2022]

Liên hệ tác giả: Lê Trung Hưng

Email: hungtttl@gmail.com

Tháng 1/2022, WMO công bố bản “Thông báo nhanh Khí hậu toàn cầu năm 2021” đã cung cấp thông tin đánh giá điều kiện khí hậu toàn cầu trong năm 2021. Một số nét cơ bản về khí hậu toàn cầu năm 2021 được đề cập bởi WMO [2]:

Dựa trên bộ số liệu nhiệt độ tháng 1 đến tháng IX thì nhiệt độ toàn cầu năm 2021 cao hơn so với trung bình thời kỳ tiền công nghiệp (1850 - 1900) là $1,08 \pm 0,13^\circ\text{C}$ và có khả năng là năm ấm thứ 5 hoặc thứ 7 được ghi nhận; trong 7 năm gần đây (2015 - 2021) là 7 năm ấm nhất trong lịch sử. Năm 2016 được đánh giá là năm nóng nhất được ghi nhận cho đến nay (do El Nino hoạt động mạnh).

Nhiệt độ trung bình trong 9 tháng đầu năm cao hơn trung bình thời kỳ 1981 - 2010 trên phần lớn Bắc Mỹ và Greenland, phần lớn châu Phi, Trung Đông và Nam Á. Các khu vực có nhiệt độ thấp hơn TB bao gồm Bắc Á, Úc, phía Nam Châu Phi, phía Tây Bắc của Bắc Mỹ và phần phía Nam của trung tâm Hoa Kỳ.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

Số liệu được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm:

- Số liệu trung bình tháng của các yếu tố khí hậu: Nhiệt độ (tối cao, tối thấp, trung bình), lượng mưa, độ ẩm, số giờ nắng. Đây là số liệu phát báo CLIM do Tổng cục Khí tượng Thủy văn cung cấp. Bộ số liệu này được sử dụng trong tính toán phục vụ xuất bản “Thông báo và dự báo khí hậu” hàng tháng và “Thông báo tóm tắt khí hậu năm 2021” của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.

- Số liệu thống kê các hiện tượng cực đoan, thời tiết nguy hiểm và thiệt hại được thu thập từ Tổng cục Khí tượng Thủy văn và Ban chỉ đạo Phòng chống Lụt bão Trung ương.

- Số liệu ENSO, chỉ số ONI (Ocean Nino Index) do Trung tâm Dự báo Khí hậu Quốc gia Hoa Kỳ (Climate Prediction Center) được sử dụng trong nghiên cứu này.

Năm ENSO được xác định theo số tháng trong năm có chỉ số ONI tại Nino3.4 đạt ngưỡng các pha ENSO. Cụ thể, năm El Nino được xác định khi chỉ số ONI từ $0,5^\circ\text{C}$ trở lên tồn tại liên tục trong tối thiểu 7 tháng; ngược lại, là năm La Nina [3]. Năm trung gian của ENSO được xác

định khi không thỏa mãn các năm El Nino và La Nina.

Phương pháp chính được sử dụng trong nghiên cứu là tính toán các đặc trưng thống kê trung bình tháng và năm. Cụ thể các chỉ số thống kê chính được sử dụng:

1) Trị số trung bình tháng k của yếu tố khí hậu (\bar{X}_k)

$$\bar{X}_k = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n X_{kt} \quad (1)$$

$$k = 1, 2, \dots, 12$$

2) Chuẩn sai yếu tố khí hậu tháng k năm t (ΔX_{kt})

$$\Delta X_{kt} = X_{kt} - \bar{X}_k \quad (2)$$

3) Tỷ chuẩn yếu tố khí hậu tháng k năm t (ΔX_{kt})

$$\Delta X_{kt} = \left(\frac{X_{kt}}{\bar{X}_k} \right) * 100 \quad (3)$$

3. Kết quả đánh giá điều kiện khí hậu năm 2021

3.1. Hoạt động của gió mùa

Gió mùa mùa hè (GMMH) và mùa mưa: Trong năm 2021, cường độ GMMH [1] được ghi nhận là cao hơn so với trung bình nhiều năm (TBNN). Mùa mưa gió mùa mùa hè năm 2021 bắt đầu vào tháng 4 ở hầu hết các khu vực trên cả nước, riêng Nam Trung Bộ bắt đầu từ tháng 9. Mùa mưa kết thúc vào tháng 10 ở Tây Bắc, Đông Bắc, Đồng bằng Bắc Bộ và phía Bắc của Bắc Trung Bộ; kết thúc vào tháng 11 ở Tây Nguyên và Nam Bộ; kết thúc vào tháng 12 ở phía Nam của Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ. Như vậy, mùa mưa năm 2021 đến sớm hơn so với TBNN ở phần lớn các khu vực và kết thúc muộn hơn so với TBNN ở Tây Nguyên và Nam Bộ.

Gió mùa mùa đông: Hoạt động của gió mùa mùa đông được biểu hiện qua tần số của các đợt không khí lạnh (KKL) tràn xuống lãnh thổ nước ta. Trong năm 2021 có 22 đợt KKL ảnh hưởng đến Việt Nam, thấp hơn so với trung bình thời kỳ 1971 - 2000 khoảng 7 đợt. Số đợt KKL năm 2021 thấp hơn 5 đợt so với năm 2020,

cao hơn 1 đợt so với năm 2019. Các đợt KKL xảy ra trong năm chủ yếu gây mưa vừa, mưa to ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ; có 3 đợt KKL ảnh hưởng tới nước ta vào các ngày 7 tháng 1, 17 tháng 1 và 25 tháng 12 là gây ra rét đậm, rét hại cho các tỉnh phía Bắc, vùng núi cao Bắc Bộ có mưa tuyết và băng giá.

3.2. Hoạt động của không khí lạnh

Trong số 22 đợt KKL ảnh hưởng đến Việt Nam có 14 đợt gió mùa Đông Bắc và 08 đợt KKL tăng cường, số đợt KKL xấp xỉ TBNN. Phân bố các đợt KKL trong năm 2021 như sau: Tháng 4, 11, 12 có 04 đợt; tháng 1, 2, 3 có 03 đợt và tháng 10 có 02 đợt.

Một số đợt KKL mạnh đáng chú ý nhất trong năm 2021 là:

- Đợt KKL ảnh hưởng đến nước ta từ ngày 7 tháng 1 có cường độ mạnh, sau đó được tăng cường vào ngày 10 tháng 1 đã gây rét đậm, rét hại ở Bắc Bộ và các tỉnh từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế, xuất hiện băng giá ở một số nơi vùng núi Bắc Bộ; nhiệt độ thấp nhất một số nơi ở vùng núi cao của Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ đã xuống dưới 0°C, đã xuất hiện mưa tuyết và băng giá, trong đêm ngày 10 tháng 01 năm 2021 trên vùng núi cao Y Tý - Lào Cai, đợt KKL này được nhận định là đợt rét đậm, rét hại có nhiệt độ thấp nhất trong mùa đông năm 2020 - 2021.

- Đợt KKL ảnh hưởng từ ngày 29 tháng 11 làm cho nền nhiệt độ ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ giảm mạnh, nhiệt độ phổ biến 16 - 20°C, vùng núi 10 - 15°C.

- Đợt KKL ảnh hưởng từ ngày 25 tháng 12 làm cho nền nhiệt độ ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ giảm mạnh; vùng núi có rét đậm, rét hại trong các ngày 27 - 28 tháng 12.

3.3. Hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới

Bảng 1 trình bày danh sách các xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) ảnh hưởng đến lãnh thổ Việt Nam trong năm 2021. Theo số liệu của Tổng cục Khí tượng Thủy văn, có 12 XTNĐ; 09 cơn bão và 03 áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) hoạt động trên khu vực Biển Đông trong năm 2021, số lượng XTNĐ xấp xỉ TBNN. Có 09 XTNĐ ảnh hưởng/đổ bộ đến thời tiết đất liền nước ta bao gồm: Bão số 2 (KOGUMA), bão số 3 (CEMPAKA), ATNĐ tháng 7, bão số 6 (DIANMU), bão số 7 (LIONROCK), bão số 8 (KOMPASU) và bão số 9 (RAI) (Bảng 1). Mùa

bão năm 2021 trên Biển Đông bắt đầu muộn hơn TBNN, từ tháng 6 và kết thúc vào tháng 12, riêng tháng 11 không có XTNĐ nào. Số lượng XTNĐ tập trung nhiều nhất trong tháng 7 và tháng 10 (3 cơn/tháng) trong đó tháng 10 có 2 XTNĐ đạt cấp bão, tháng 7 chỉ có 1 ATNĐ đạt cấp bão. Cụ thể các cơn ảnh hưởng trực tiếp như sau:

- Bão số 2 (KOGUMA) hoạt động trên Biển Đông từ ngày 11 đến ngày 13 tháng 6 đổ bộ vào khu vực từ Thái Bình đến phía Bắc Nghệ An, bão số 2 đã gây mưa lớn diện rộng cho các tỉnh phía Đông Bắc Bộ và khu vực từ Thanh Hóa đến Quảng Trị.

- Bão số 3 (CEMPAKA) hình thành trên vùng biển phía Bắc Biển Đông ngày 19 tháng 7, đi vào đất liền tỉnh Quảng Đông (Trung Quốc) sau đó suy yếu thành ATNĐ rồi đi xuống Vịnh Bắc Bộ vào ngày 23 tháng 7 gây mưa lớn cho các tỉnh ven biển Vịnh Bắc Bộ.

- ATNĐ hoạt động trên Biển Đông từ ngày 5 tháng 7 đến ngày 8 tháng 7 đi vào vùng biển từ Thái Bình đến Thanh Hóa, ATNĐ gây mưa diện rộng cho các tỉnh ven biển Vịnh Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ.

- Bão số 6 (DIANMU) hoạt động trên Biển Đông từ ngày 22 đến đêm 23 tháng 9 đổ bộ vào đất liền các tỉnh từ Thừa Thiên Huế đến Quảng Ngãi, hoàn lưu bão số 6 đã gây mưa lớn diện rộng cho các tỉnh thuộc Đồng bằng Bắc Bộ; Bắc và Trung Trung Bộ với lượng mưa phổ biến từ 80 - 150 mm.

- Bão số 7 (LIONROCK) hoạt động trên Biển Đông từ ngày 5 tháng 10 đến ngày 10 tháng 10 thì suy yếu thành ATNĐ đi vào đất liền các tỉnh từ Hải Phòng đến Nam Định. Từ ngày 5 - 8/X tại các tỉnh từ Nghệ An đến Quảng Ngãi và từ ngày 10 - 11 tháng 10 tại các tỉnh Đồng bằng Bắc Bộ, một phần Tây Bắc do ảnh hưởng bởi hoàn lưu bão số 7 đã gây mưa lớn diện rộng với lượng mưa phổ biến từ 70 - 100 mm, riêng các tỉnh Trung Bộ phổ biến từ 100 - 150 mm, nhiều nơi trên 300 mm.

- Bão số 8 (KOMPASU) hoạt động trên Biển Đông từ ngày 11 tháng 10 đến ngày chiều 14 tháng 10 thì suy yếu thành ATNĐ và đi vào khu vực ven biển Nam Đồng bằng Bắc Bộ đến Thanh Hóa, hoàn lưu bão số 8 kết hợp với KKL gây mưa lớn diện rộng tại các tỉnh Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Hoàn lưu bão số 8 kết hợp với KKL đã gây

mưa vừa, mưa to đến rất to cho các tỉnh thuộc khu vực Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ từ ngày 13 - 18 tháng 10, với lượng mưa phổ biến từ 50 - 100 mm, ở Trung Bộ đã có mưa to đến rất to, tổng lượng mưa từ 150 - 300 mm; riêng khu vực Hà Tĩnh - Thừa Thiên Huế có mưa từ 400 - 500 mm.

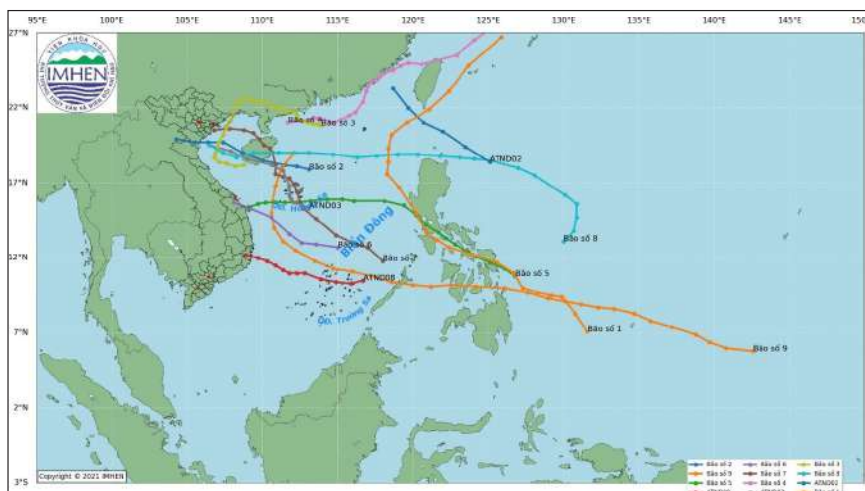
- Chiều ngày 24 tháng 10, vùng áp thấp trên Biển Đông đã mạnh lên thành áp thấp nhiệt đới, đến ngày 27 tháng 10 đi vào đất liền các tỉnh Khánh Hòa đến Bình Thuận. Đợt mưa từ ngày 23 - 28 tháng 10 do ảnh hưởng của KKL tăng cường và hoàn lưu của ATNĐ, tại các tỉnh từ Thừa Thiên Huế đến Phú Yên, một số nơi thuộc Tây Nguyên,

với lượng mưa phổ biến 100 - 200 mm, riêng các tỉnh Thừa Thiên Huế, Quảng Nam, Quảng Ngãi có mưa từ 400 - 500 mm

- Bão số 9 (RAI) là một cơn bão rất mạnh và cơn bão cuối cùng xuất hiện vào tháng 12 năm 2021 trên khu vực Biển Đông. Bão không đổ bộ vào đất liền nhưng vẫn gây mưa lớn, gió mạnh cho các khu vực trên đất liền. Trên trạm đảo Song Tử Tây thuộc quần đảo Trường Sa đã ghi nhận được gió bão cấp 14, giật cấp 17, được coi là lớn nhất trong lịch sử quan trắc 40 năm của Việt Nam.

Bảng 1. Danh sách xoáy thuận nhiệt đới đổ bộ/ảnh hưởng trực tiếp đến Việt Nam năm 2021

TT	Tên bão và ATNĐ			Thời gian tồn tại ở Biển Đông		Cường độ ở Biển Đông		Phạm vi hoạt động	
	Số QT	Tên QT	Số VN	Từ ngày	Đến ngày	Pmin (hPa)	Vmax (kts)	Nơi phát sinh	Khu vực đổ bộ/ ảnh hưởng trực tiếp
1	2104	KOGUMA	2	12/6	13/6	998	35	18,8°N - 109,0°E	Thái Bình - Nghệ An
2	2107	CEMPAKA	3	19/7	21/7	980	70	19,6°N - 123,3°E	Vịnh Bắc Bộ
3	-	ATNĐ	-	6/7	8/7	1002	30	15,7°N - 112,7°E	Thái Bình - Thanh Hóa
4	2113	CONSON	5	6/9	11/9	992	50	10,3°N - 127,8°E	Quảng Ngãi
5	2115	DIANMU	6	23/9	23/9	998	35	14,7°N - 110,7°E	Thừa Thiên Huế - Quảng Ngãi
6	2117	LIONROCK	7	8/10	10/10	996	40	17,4°N - 111,0°E	Hải Phòng - Nam Định
7	2118	KOMPASU	8	8/10	14/10	970	60	13,8°N - 131,5°E	Nam Đồng bằng Bắc Bộ - Thanh Hóa
8	-	ATNĐ	-	24/10	27/10	1002	30	10,4°N - 115,9°E	Khánh Hòa
9	2122	RAI	9	13/12	20/12	915	105	5,9°N - 140,2°E	Nam Trung Bộ



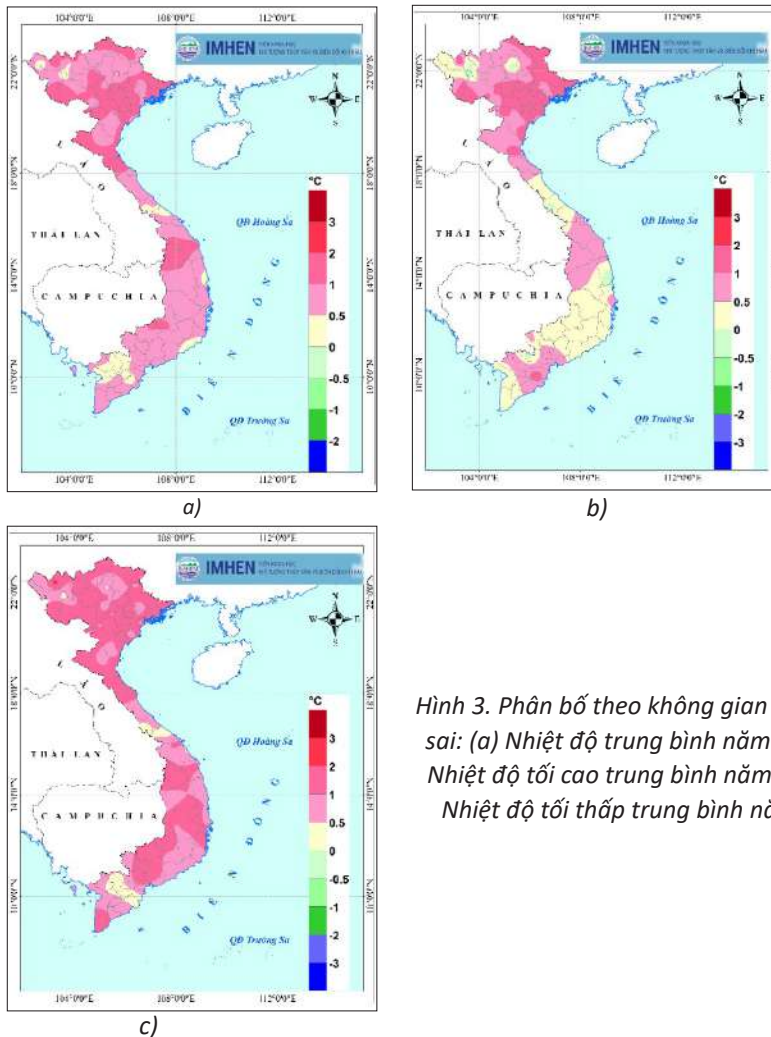
Hình 2. Đường đi của các XTNĐ trên khu vực Biển Đông năm 2021

3.4. Đặc trưng nhiệt độ

Nhiệt độ trung bình (NĐTĐB) năm 2021 trên lãnh thổ nước ta có giá trị phổ biến từ 20 đến 28°C; một số nơi như Sìn Hồ, Bắc Hà, Sa Pa, Mộc Châu và Đà Lạt có nhiệt độ dưới 20°C. Trong đó, phổ biến từ 20 đến 25°C ở Bắc Bộ; từ 24 đến 27,5°C ở Trung Bộ; từ 22 đến 24,5°C ở Tây Nguyên và từ 26,5 đến 28°C ở Nam Bộ. NĐTĐB

năm 2021 cao hơn TBNN phổ biến từ 0,1 đến 1,5°C trên phạm vi cả nước (Hình 3a).

NĐTĐB năm 2021 (Hình 3) tính từ số liệu các quan trắc trên cả nước đạt giá trị 24,4°C, cao hơn TBNN khoảng 1°C. Với giá trị này, trong 10 năm gần đây (2012 - 2021), năm 2021 là năm nóng thứ 4 sau các năm 2019 (có chuẩn sai 1,6°C), năm 2015 (chuẩn sai là 1,3°C), năm 2019 (chuẩn sai là 1,2°C).



Hình 3. Phân bố theo không gian của chuẩn sai: (a) Nhiệt độ trung bình năm 2021; (b) Nhiệt độ tối cao trung bình năm 2021; (c) Nhiệt độ tối thấp trung bình năm 2021

3.4. Đặc trưng lượng mưa và các hiện tượng cực đoan có liên quan

Tổng lượng mưa (TLM) năm 2021 trên cả nước phổ biến từ 1.000 đến 4.000 mm (Hình 4). Tại Bắc Quang (Hà Giang) và Trà My (Quảng Nam) có lượng mưa năm đạt trên 5.000 mm.

Ngược lại, ở các trạm thuộc Sơn La như Yên

Châu, Sông Mã, Cò Nồi và Phan Rang (Ninh Thuận) có lượng mưa năm dưới 1.000 mm.

TLM năm 2021 trung bình từ số liệu quan trắc các trạm trên quy mô cả nước đạt giá trị khoảng 2.033 mm, cao hơn TBNN khoảng 5,7%. Trong khoảng 10 năm gần đây (2012 - 2021), năm 2021 là năm có tỷ chuẩn lượng mưa cao thứ hai, sau năm 2017 và tương đương với năm

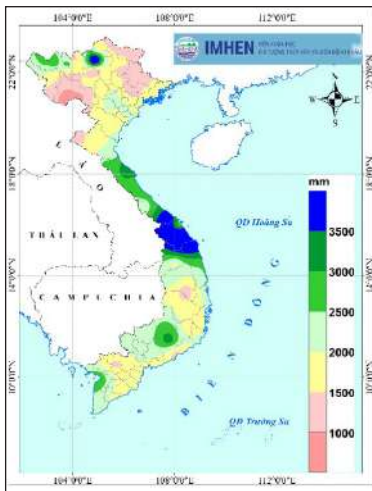
2013. Phân bố tỷ chuẩn của lượng mưa năm 2021 (Hình 5) cho thấy, TLM cao hơn TBNN xảy ra trên đại bộ phận diện tích nước ta. TLM thấp hơn TBNN ở phần lớn Bắc Bộ và khu vực Tây Tây Nguyên. Tỷ chuẩn lượng mưa phổ biến 50 đến 150%; nơi có tỷ chuẩn lượng mưa lớn nhất là Quảng Ngãi (164,8%) và thấp nhất ở Yên Châu (Sơn La) là 59,6%.

Trong năm 2021, TLM thấp hơn TBNN ở đa phần đến hầu hết diện tích cả nước vào các tháng 1, 3, 5-8, 12; các tháng có TLM cao hơn TBNN từ đa phần đến đại bộ phận diện tích cả nước vào tháng 9 và tháng 10; các tháng có tỷ lệ diện tích lượng mưa cao hơn TBNN và thấp hơn TBNN tương đương nhau là tháng 2, 4 và 11 (Hình 6).

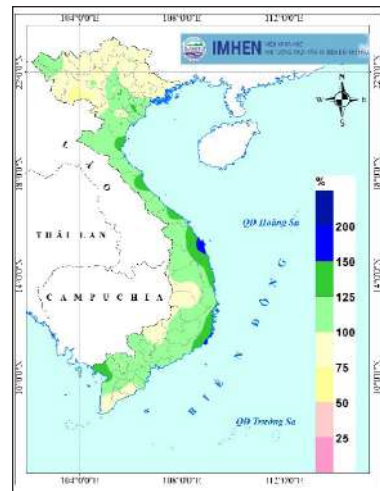
Tổng số ngày có mưa (SNM) năm 2021 ở nước

ta dao động chủ yếu từ 115 đến 190 ngày (Hình 6). SNM lớn nhất quan trắc được: 220 ngày tại Bắc Quang (Hà Giang) và 217 ngày ở Sa Pa (Lào Cai). Nơi có SNM thấp nhất là Phan Rang (Ninh Thuận): 99 ngày, Mai Châu (Hòa Bình) có 109 ngày, Ayunpa (Gia Lai) và Quỳnh Lưu (Nghệ An) có 111 ngày.

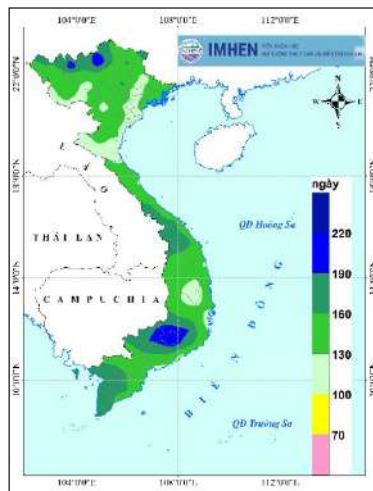
SNM trong năm 2021 thấp hơn TBNN từ 1 đến trên 35 ngày ở đa phần diện tích cả nước. Nơi có SNM hụt chuẩn nhiều nhất là ở Kim Bôi (Hoà Bình): 43 ngày; tiếp đến là Hương Sơn (Hà Tĩnh): 35,5 ngày. SNM cao hơn TBNN từ 1 đến trên 20 ngày xảy ra đồng bằng và trung du Bắc Bộ, Nam Tây Nguyên, cực Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Nơi có SNM vượt chuẩn nhiều nhất là Rạch Giá (Kiên Giang): 30,6 ngày và Cao Lãnh (Đồng Tháp): 27,9 ngày.



Hình 4. Phân bố tổng lượng mưa năm 2021



Hình 5. Tỷ chuẩn (%) lượng mưa năm 2020



Hình 6. Phân bố số ngày mưa năm 2020 (ngày)

3.5. Một số hiện tượng thời tiết nguy hiểm

Theo số liệu thống kê năm vừa qua, nước ta đã phải gánh chịu những loại hình thiên tai như:

Mưa lớn:

Trong năm 2021, đã xuất hiện 28 đợt mưa vừa, mưa to trên phạm vi cả nước, các đợt mưa lớn chủ yếu tập trung trong các tháng 8, 9 và tháng 10. Trong đó, đợt mưa lớn xảy ra vào những ngày cuối tháng 11 (từ ngày 26 đến 30/11) ở khu vực từ Quảng Nam đến Ninh Thuận, phía Đông của Gia Lai và Đắk Lắk, với mưa cường độ mưa lớn trong thời gian ngắn đã gây ngập lụt ở nhiều nơi. Số đợt mưa vừa, mưa to năm 2021 cao hơn so với năm 2020, 2019 tuy nhiên, không có tính chất dữ dội hơn năm 2020. Các đợt mưa lớn điển hình trong năm 2021 là:

- Đợt mưa lớn diện rộng từ ngày 11 - 13 tháng 6, do ảnh hưởng của hoàn lưu bão số 2, các tỉnh phía Đông Bắc Bộ và khu vực từ Thanh Hóa đến Quảng Trị có mưa vừa, mưa to, Lượng mưa phổ biến 50 - 100 mm, có nơi trên 120 mm; riêng Nghệ An và Hà Tĩnh từ 150 - 280 mm, có nơi trên 300 mm, một số nơi có lượng mưa lớn hơn như: Chu Lễ (Hà Tĩnh) 364 mm, Hà Tĩnh 346 mm, Cẩm Xuyên (Hà Tĩnh) 328 mm, Vinh (Nghệ An) 320 mm, Quán Hành (Nghệ An) 327 mm,...

- Đợt mưa từ 10 - 13 tháng 9 do ảnh hưởng của bão số 5, các tỉnh từ Quảng Bình đến phía Bắc Bình Định, Kon Tum và phía Bắc Gia Lai đã liên tục có mưa to đến rất to. Tổng lượng mưa phổ biến ở Quảng Bình, phía Bắc Bình Định, Kon Tum và phía Bắc Gia Lai 100 - 250 mm; khu vực Quảng Trị 200 - 300 mm; Từ Thừa Thiên Huế đến Quảng Ngãi 300 - 500 mm, có nơi trên 600 mm, có nơi lớn hơn như: Bình Tân (Quảng Ngãi) 908 mm, Trà Hiệp (Quảng Ngãi) 807 mm, Xuân Bình (Quảng Nam) 790 mm, Tâm Trà (Quảng Nam) 774 mm, Suối Đa (Đà Nẵng) 669 mm, Phong Điền (Thừa Thiên Huế) 613 mm, ...

- Do ảnh hưởng của bão số 6, khu vực từ Quảng Trị đến Bình Định, Kon Tum và Gia Lai có mưa vừa mưa to từ ngày 23 - 24 tháng 9. Lượng mưa phổ biến 100 - 250 mm, có nơi trên 250 mm; các tỉnh Kon Tum, Gia Lai phổ biến 80 - 150 mm, có nơi trên 200 mm. Một số nơi có lượng mưa lớn như: Phước Năng (Quảng Nam) 310

mm, Đức Phổ (Quảng Ngãi) 310 mm, Trà Hiệp (Quảng Ngãi) 282 mm, Bình Khương (Quảng Ngãi) 271 mm, Sơn Giang (Quảng Ngãi) 268 mm, Đắk Ui (Kon Tum) 277 mm...

- Do ảnh hưởng của dải hội tụ nhiệt đới nối với vùng áp thấp suy yếu từ cơn bão số 6 kết hợp với nhiễu động của đới gió Đông rìa cao cận nhiệt đới. Từ ngày 24 - 27 tháng 9, khu vực từ Thanh Hóa đến Quảng Bình; đồng bằng, trung du và ven biển Bắc Bộ, Hòa Bình lượng mưa phổ biến 100 - 150 mm, riêng Nam đồng bằng Bắc Bộ và khu vực từ Thanh Hóa đến Quảng Bình phổ biến 200 - 300 mm, có nơi trên 300 mm như: Quỳnh Lưu (Nghệ An) 569 mm, Tĩnh Gia (Thanh Hóa) 363 mm, Văn Lý (Nam Định) 337 mm, Thái Bình 321 mm, Cửa Ông (Quảng Ninh) 313 mm, ...

- Do ảnh hưởng của dải hội tụ nhiệt đới qua Trung Trung Bộ kết hợp với rìa Tây hoàn lưu của ATNĐ (sau mạnh lên thành bão số 7) và nhiễu động của đới gió Đông trên cao, từ ngày 9 - 11 tháng 10, Lượng mưa ở phía Đông Bắc Bộ, Hòa Bình, Lào Cai và Yên Bái phổ biến 100 - 250 mm, có nơi trên 250 mm; các nơi khác ở Bắc Bộ và khu vực từ Thanh Hóa đến Quảng Bình 50 - 100 mm. Một số nơi có lượng mưa lớn hơn như: Tà Si Láng (Yên Bái) 464 mm, Làng Nhì (Yên Bái) 347 mm, Yên Hưng (Quảng Ninh) 322 mm, Tân Minh (Phú Thọ) 304 mm,...

- Từ 15 - 18 tháng 10, do ảnh hưởng của dải hội tụ nhiệt đới nối với một vùng áp thấp trên khu vực Giữa Biển Đông kết hợp với KKLTC, từ Nghệ An đến Khánh Hòa và Bắc Tây Nguyên đã có mưa vừa, mưa to đến rất to. Lượng mưa ở khu vực từ Hà Tĩnh đến Thừa Thiên Huế phổ biến 300 - 600 mm, có nơi trên 700 mm như: Hồ Kim Sơn (Hà Tĩnh) 1.121 mm, Bạch Mã (Thừa Thiên Huế) 975 mm, thủy điện Rào Trăng 4 (Thừa Thiên Huế) 718 mm, ...; khu vực từ Đà Nẵng đến Bình Định và Kon Tum phổ biến 200 - 300 mm, có nơi trên 300 mm; khu vực Phú Yên, Khánh Hòa, Gia Lai phổ biến 100 - 200 mm; Nghệ An có lượng mưa phổ biến 50 - 80 mm, có nơi trên 100 mm.

- Đợt mưa từ 22 - 25 tháng 10, do ảnh hưởng của KKL tăng cường kết hợp với nhiễu động của đới gió Đông trên cao, các tỉnh từ Thừa Thiên Huế đến Bình Định; Quảng Trị, Phú Yên, Khánh

Hòa, Kon Tum và Gia Lai đã có mưa vừa, mưa to, có nơi mưa rất to. Thừa Thiên Huế đến Bình Định có mưa rất to với tổng lượng mưa phổ biến từ 250 - 500 mm, có nơi trên 700 mm như: Bạch Mã (Thừa Thiên Huế) 686,6 mm, Thăng Bình (Quảng Nam) 940,8 mm, Núi Thành (Quảng Nam) 844,6 mm, Bình Khương (Quảng Ngãi) 847,0 mm, Trà Phú (Quảng Ngãi) 808,4 mm, Tam Kỳ (Quảng Nam) 700 mm, Quảng Ngãi 700 mm, Nam Đông (Thừa Thiên Huế) 518 mm, An Nhơn (Bình Định) 595,0 mm,...; ở Quảng Trị, Phú Yên, Khánh Hòa, Kon Tum và Gia Lai có mưa vừa, mưa to, có nơi mưa rất to với tổng lượng mưa phổ biến từ 50 - 150 mm, có nơi lớn hơn như: Mỹ Chánh (Quảng Trị) 168,0 mm, Xuân Lâm (Phú Yên) 262,0 mm, Cù Mông (Phú Yên) 271,1 mm, Vạn Thanh (Khánh Hòa) 255,4 mm, Đại Lãnh (Khánh Hòa) 207,2 mm, Pờ Ê (Kon Tum) 318,6 mm, Ngok Tem (Kon Tum) 252,6 mm,...

Dông lốc:

Trong năm 2021, đã xuất hiện 189 trận dông, lốc kèm mưa đá trên phạm vi cả nước, Các tháng xảy ra nhiều dông lốc và mưa đá nhất là tháng 8 (35 trận), tháng 4 (32 trận), tháng 5 (30 trận); khu vực xảy ra nhiều nhất là khu vực miền núi thuộc Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Tỉnh xảy ra nhiều dông lốc nhất là Lào Cai, Sơn La, Nghệ An. Các trận dông, lốc kèm mưa đá đáng chú ý nhất là:

- Do ảnh hưởng của KKL ngày 21 tháng 3 trên địa bàn huyện Văn Bàn, Bát Xát và thị xã Sa Pa có mưa vừa đến mưa to. Riêng tại phường Hàm Rồng, thị xã Sa Pa và xã Tòng Sành, huyện Bát Xát xảy ra mưa đá, thời gian khoảng 5 - 7 phút, kích thước viên đá trung bình khoảng 0,3 - 0,5 cm đã gây thiệt hại khoảng 400 triệu đồng;

- Mưa dông, kèm theo lốc, sét từ ngày 12 tháng 5 đến 13 tháng 5 tại các tỉnh Phú Thọ, Tuyên Quang, Bắc Kan, Lào Cai, Lai Châu, Cao Bằng, Yên Bái, Hà Giang, Hòa Bình, Lạng Sơn, Thái Nguyên, Quảng Trị đã làm 3 người chết, 7 người bị thương và nhiều thiệt hại lớn về nhà cửa và hoa màu, ước tính thiệt hại về kinh tế là 20 tỷ đồng;

- Mưa lớn kèm dông lốc, sét tại các tỉnh Hà Nội, Hải Dương, Điện Biên, Hòa Bình, Tuyên Quang, Quảng Trị, Tây Ninh, Cà Mau, Cao Bằng từ ngày 13 - 15 tháng 9 đã làm 4 người chết, 2

người bị thương, thiệt hại về kinh tế khoảng 12 tỷ đồng.

Nắng nóng:

Năm 2021 có 11 đợt nắng nóng diện rộng xuất hiện vào các tháng từ tháng 3 đến tháng 8, gây nhiều ngày nắng nóng gay gắt đến đặc biệt gay gắt cho các tỉnh Bắc Bộ và Trung Bộ với nền nhiệt độ cao nhất phổ biến từ 38 - 40°C, có nơi trên 41°C. Các đợt nắng nóng đáng chú ý là:

- Đợt nắng nóng từ 2 - 6 tháng 5 và 9 - 11 tháng 5 xảy ra ở Đông Nam Bộ, với nhiệt độ tối cao phổ biến 35 - 37°C. Đợt nắng nóng từ 9 đến 23/5 nắng nóng xảy ra tại Tây Bắc Bộ và Trung Bộ, với nhiệt độ tối cao phổ biến 36 - 40°C. Đợt nắng nóng xảy ra từ ngày 28 tháng 5 đến ngày 3 tháng 6 tại Bắc Bộ và Trung Bộ với nhiệt độ cao nhất phổ biến từ 37 - 39°C, khu vực Đồng bằng Bắc Bộ, vùng núi Trung Bộ nhiệt độ từ 39 - 41°C. Mường La (Sơn La) 42,6°C, Yên Châu (Sơn La) 41,4°C, Phù Yên (Sơn La) 40,7°C, Mai Châu (Hòa Bình) 40,0°C, Hồi Xuân (Thanh Hóa) 40,0°C, Tương Dương (Nghệ An) 40,7°C, Con Cuông (Nghệ An) 41,0°C, Đô Lương (Nghệ An) 40,3°C, Đông Hà (Quảng Trị) 40,0°C,...

Đợt nắng nóng kéo dài 22 ngày (từ ngày 03 - 24 tháng 8) đã gây nhiều ngày nắng nóng và nắng nóng gay gắt cho khu vực Trung Bộ, đây cũng là đợt nắng nóng kéo dài nhất trong năm 2021. Tam Kỳ (Quảng Nam) 41,0°C, Ba Tư (Quảng Ngãi) 41,2°C, Hoài Nhơn (Bình Định) 41,1°C, Đà Nẵng 40,2°C, Huế (Thừa Thiên Huế) 40,2°C, Đô Lương (Nghệ An) 40,3°C,...

4. Kết luận

Từ kết quả phân tích số liệu quan trắc, có thể đưa ra một số nét chính về điều kiện khí hậu năm 2021 như sau:

- Nhiệt độ:

Dựa trên bộ số liệu nhiệt độ tháng 1 đến tháng 9 thì nhiệt độ toàn cầu năm 2021 cao hơn so với trung bình thời kỳ tiền công nghiệp (1850 - 1900) là $1,08 \pm 0,13^\circ\text{C}$ và có khả năng là năm ấm thứ 5 hoặc thứ 7 được ghi nhận; trong 7 năm gần đây (2015 - 2021) là 7 năm ấm nhất trong lịch sử. NĐTĐ năm 2021 cao hơn TBNN phổ biến từ 0,1 đến $1,5^\circ\text{C}$ trên phạm vi cả nước.

- Lượng mưa:

TLM năm 2021 trung bình từ số liệu quan

trắc các trạm trên quy mô cả nước đạt giá trị khoảng 2.033 mm, cao hơn TBNN khoảng 5,7%. Trong khoảng 10 năm gần đây (2012 - 2021), năm 2021 là năm có tỷ chuẩn lượng mưa cao thứ hai, sau năm 2017 và tương đương với năm 2013. TLM cao hơn TBNN xảy ra trên đại bộ phận diện tích nước ta. TLM thấp hơn TBNN ở phần lớn Bắc Bộ và khu vực Tây Tây Nguyên.

- Hiện tượng cực đoan, thời tiết nguy hiểm:

+ XTNĐ: Trong năm 2021, có 09 cơn bão và 03 ATNĐ hoạt động trên khu vực Biển Đông, số lượng XTNĐ xấp xỉ TBNN, trong đó có 07 cơn bão và 02 cơn ATNĐ ảnh hưởng/đổ bộ trực tiếp đến nước ta.

+ Không khí lạnh: Trong năm 2021 có 22 đợt KKL ảnh hưởng đến Việt Nam. Số đợt KKL năm 2021 xấp xỉ TBNN, các đợt KKL năm 2021 gây rét đậm rét hại trên diện rộng, đặc biệt tại các tỉnh vùng núi phía Bắc đã xuất hiện băng giá vào những ngày cuối năm đầu năm 2021.

+ Nắng nóng: Trong năm 2021, đã xảy ra 11 đợt nắng nóng diện rộng xuất hiện từ tháng 3 đến tháng 8, trong đó, đợt nắng nóng kéo dài 22 ngày (từ ngày 03 - 24 tháng 8) đã gây nhiều ngày nắng nóng và nắng nóng gay gắt cho khu vực Trung Bộ, đây cũng là đợt nắng nóng kéo dài nhất trong năm 2021

+ Mưa lớn: Có 29 đợt mưa vừa, mưa to trên phạm vi cả nước trong năm 2021. Trong đó, các đợt mưa lớn chủ yếu tập trung trong các tháng 8, 9 và 10. Trong đó, đợt mưa lớn xảy ra vào những ngày cuối tháng tháng 11 (từ ngày 26 đến 30 tháng 11) ở khu vực từ Quảng Nam đến Ninh Thuận, phía Đông của Gia Lai và Đắk Lắk, với mưa cường độ mưa lớn trong thời gian ngắn đã gây ngập lụt ở nhiều nơi

+ Đông, lốc và mưa đá: Trong năm 2021, đã xuất hiện 189 trận dông, lốc kèm mưa đá trên phạm vi cả nước, xấp xỉ so với năm 2020 và cao hơn năm 2019.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ vào kết quả của nhiệm vụ: "Nghiên cứu đánh giá một số hiện tượng khí hậu cực đoan và cung cấp các bản tin dự báo thời tiết, mưa lớn, xoáy thuận nhiệt đới, khí hậu và nhận định xu thế một số thiên tai".

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

1. Nguyễn Đăng Mậu (2018), "Nghiên cứu đánh giá và dự tính biến động của các đặc trưng gió mùa mùa hè ở Việt Nam". *Luận án Tiến sỹ Khoa học Trái đất*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.
2. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu, (2021), *Thông báo và dự báo khí hậu các tháng 1-12 năm 2021*.

Tiếng Anh

3. World Meteorological Association (2022), *State of the Global Climate 2021*.
4. Li, C., R. Lu, and B. Dong, (2014), "Predictability of the western North Pacific summer climate associated with different ENSO phases by ENSEMBLES multi-model seasonal forecasts". *Clim. dyn.*, 43, 1829-1845. <https://doi.org/10.1007/s00382-013-2010-7>.

ACCESSING THE VIETNAM'S CLIMATE AND EXTREMES IN 2021

Le Trung Hung⁽¹⁾, Phung Thi My Linh⁽²⁾, Vu Van Thang⁽²⁾,
Ta Huu Chinh⁽²⁾, Pham Thi Hai Yen⁽²⁾

⁽¹⁾Center for Hydro-Meteorological Data and Information

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

Received: 04/5/2022; Accepted: 27/5/2022

Abstract: *The article summarizes the extreme climate conditions over Viet Nam in 2021. The data sources are received from the monthly climate project bulletins of Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change. The results in 2021 show that the damages are less than 2020 and almost the lowest ever: There were 9 storms and 3 active tropical storms. Over the East Sea region, there were 22 cold surges and 11 heat waves spells. The occurrence of tropical storms and heavy rains mainly focus from August to October 2021, in which, heavy rains occur in the last days of November (from 26 to 30 / XI) in the area from Quang Nam to Ninh Thuan, east of Gia Lai and Dak Lak, with heavy rainstorms in a short time causing flooding in many places.*

Keywords: *Oscillation, extremes, climate.*

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG VÀ DỰ TÍNH HẠN KHÍ TƯỢNG THEO CHỈ SỐ ẨM DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI TỈNH NINH THUẬN - BÌNH THUẬN

Đặng Quốc Khánh⁽¹⁾, Dương Văn Khâm⁽²⁾, Dương Hải Yến⁽²⁾, Nguyễn Văn Sơn⁽²⁾

⁽¹⁾Tổng Cục Khí tượng Thủy văn

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

Ngày nhận bài: 25/4/2022; ngày chuyển phản biện: 26/4/2022; ngày chấp nhận đăng: 20/5/2022

Tóm tắt: Ninh Thuận - Bình Thuận là 2 tỉnh có điều kiện khí hậu khô hạn nhất Việt Nam. Đây chính là bất lợi lớn nhất của thiên nhiên đối với phát triển nông nghiệp nói riêng và phát triển kinh tế nói chung của 2 tỉnh. Trên cơ sở chuỗi số liệu khí tượng thủy văn và kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH), áp dụng phương pháp quan trắc hạn khí tượng thông qua chỉ số ẩm (Moist index-MI) và mô hình thống kê, bài báo đã nghiên cứu tính toán biến động hạn hán, mức độ khắc nghiệt của hạn khí tượng và khả năng xảy ra hạn hán trong tương lai ở tỉnh Ninh Thuận - Bình Thuận. Theo tính toán tại các trạm Cam Ranh, Phan Thiết, Phan Rang, chỉ số MI của đại đa số các năm đều nhỏ hơn 0,4 (mức độ hạn nghiêm trọng). Tần suất xuất hiện cấp độ từ hạn nhẹ đến hạn nghiêm trọng vào mùa khô chiếm tới 57,1% đến 92,9% tùy từng trạm. Đặc biệt ngay cả mùa mưa, ở các trạm Hàm Tân và Phan Thiết, hạn nhẹ cũng chiếm đến gần 60% số năm nghiên cứu. Theo kịch bản BĐKH, trong các năm tới, thời gian xuất hiện khô hạn tại 2 tỉnh không có nhiều biến động, tuy nhiên mức độ khô hạn có xu thế tăng lên về cường độ và tần suất. Vì vậy, các địa phương cần chủ động trong việc quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, có các biện pháp thích ứng với hạn hán đặc biệt trong bối cảnh BĐKH nhằm hạn chế thấp nhất những thiệt hại do thiên tai nói chung và hạn hán nói riêng gây ra trên địa bàn từng tỉnh trong khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Chỉ số ẩm (MI), biến đổi khí hậu, hạn hán, Ninh Thuận, Bình Thuận.

1. Giới thiệu chung

Hạn hán được phân ra 4 loại gồm có: Hạn khí tượng (thiếu hụt lượng mưa trong cán cân mưa - bốc hơi), hạn thủy văn (dòng chảy sông suối giảm rõ rệt, mực nước trong các tầng chứa nước dưới đất hạ thấp), hạn nông nghiệp (thiếu hụt nước mưa dẫn tới mất cân bằng giữa lượng nước thực tế và nhu cầu nước của cây trồng), hạn kinh tế - xã hội (thiếu hụt nguồn nước cấp cho các hoạt động kinh tế - xã hội) [6, 14, 15]. Việc đánh giá tổng hợp hiện trạng, nguyên nhân, diễn biến và xu thế của các loại hạn được dựa trên các chỉ số hạn và các ngưỡng hạn. Hiện nay, rất nhiều chỉ số/hệ số hạn khác nhau đã được phát triển và ứng dụng ở các nước trên thế giới như: Chỉ số ẩm Ivanov (1948), Chỉ số khô Budyko

(1950), Chỉ số khô Penman, Chỉ số gió mùa GMI, Chỉ số mưa chuẩn hóa SPI, Chỉ số Sazonov, Chỉ số Koloskov (1925), Hệ số khô, Hệ số cạn, Chỉ số Palmer (PDSI), Chỉ số độ ẩm cây trồng (CMI), Chỉ số cấp nước mặt (SWSI), Chỉ số RDI (Reclamation Drought Index), chỉ số hạn viễn thám VTCI, VCI, LSWI... [2, 3, 6, 9, 11, 12, 16, 17, 18, 20].

Ở Việt Nam, đã có nhiều công trình nghiên cứu ứng dụng các chỉ số hạn khác nhau phục vụ việc đánh giá hiện trạng, biến đổi, giám sát, cảnh báo và dự báo hạn hán. GS.TS. Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu sử dụng chỉ số khô hạn K trong các nghiên cứu về hạn [6]. PGS.TS Nguyễn Văn Thắng (2007, 2014) đã sử dụng các chỉ số SPI, K, KBDI, PDSI trong nghiên cứu đánh giá, giám sát, cảnh báo và dự báo hạn hán ở Việt Nam [9]. GS.TS Trần Thực và cs đã sử dụng chỉ số K, SPI, tỷ chuẩn lượng mưa (PN), thiếu hụt lượng mưa (D) và chỉ số hạn thực tế (EDI),

Liên hệ tác giả: Đặng Quốc Khánh
Email: khandangkhhtc@gmail.com

Penman để đánh giá và xây dựng các bản đồ hạn hán và thiếu nước sinh hoạt khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ [13]. Chỉ số hạn tích lũy cũng được sử dụng nhằm đánh giá xu thế biến đổi hạn hán trong quá khứ và tương lai [10]. PGS. TS. Dương Văn Khảm và cs đã sử dụng chỉ số viễn thám để xây dựng bộ bản đồ hạn hán cho Việt Nam [2].

Thực tế, việc ứng dụng chỉ số ẩm (MI) để xác định điều kiện khô hạn và dự tính biến đổi trong tương lai theo các kịch bản đã được nhiều tác giả quan tâm [7, 8]. Theo các tác giả, trong nghiên cứu về điều kiện khô hạn, MI phản ánh sự thiếu hụt nước mưa so với bốc thoát hơi. Sự thiếu hụt nước mưa trong một khoảng thời gian được coi là điều kiện khô hạn khí tượng, và được tính toán thông qua chỉ số MI. Tuy nhiên, ngưỡng chỉ số MI được cho là xảy ra khô hạn tùy thuộc vào điều kiện khí hậu của khu vực xác định [7, 8]. Xuất phát từ ý tưởng đó, nghiên cứu thực hiện các đánh giá biến đổi đối với chỉ số ẩm (MI) theo các kịch bản BĐKH. Các kết quả nghiên cứu nhằm góp phần cung cấp thông tin mới và quan trọng về hạn hán phục vụ đánh giá tác động, tổn thương và ứng phó với hạn hán trong tương lai.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Ninh Thuận - Bình Thuận là 2 tỉnh ven biển thuộc vùng Duyên hải Nam Trung Bộ (Hình 1), song thiên nhiên đã không thật sự ưu đãi cho người dân ở đây: Khô hạn và nắng gió được nhắc đến như một biểu trưng khí hậu khắc nghiệt và đây chính là sự bất lợi lớn nhất của thiên nhiên đối với phát triển nông nghiệp nói riêng và phát triển kinh tế - xã hội nói chung của 2 tỉnh. Do có một mùa khô kéo dài 8 - 9 tháng, nên hầu như năm nào ở đây cũng là thời gian hạn, với các mức độ khác nhau. Lượng mưa trung bình ở đây chỉ từ 1.000 - 1.400 mm và có sự biến đổi mạnh giữa các vùng (từ 600 - 2.400 mm). Hệ thống sông suối ven biển của Ninh Thuận - Bình Thuận đều chảy trực tiếp ra Biển Đông, ngắn và dốc, mùa lũ nước lên nhanh và xuống nhanh, mùa kiệt một số sông nhỏ hầu như cạn nước.

Tuy nhiều năm qua 2 tỉnh Ninh Thuận và Bình Thuận đã được đầu tư thủy lợi khá lớn, song đến

nay do một số nơi còn thiếu công trình hồ chứa chủ động tạo nguồn nên vào mùa khô vẫn còn tình trạng hạn hán, thiếu nước, thậm chí thiếu nước gây ra hạn hán rất nghiêm trọng.

Ninh Thuận có lượng mưa trung bình năm khoảng 1.000 mm, song phân bố không đều. Lượng mưa trong năm tập trung vào 4 tháng, từ tháng 9 - 12. Hạ lưu lưu vực sông Cái thuộc tỉnh được xem là vùng khô hạn nhất cả nước. Cộng thêm vào đấy, biến động mưa năm lại rất cao. Những năm khô hạn, lượng mưa chỉ bằng 60 - 70% trung bình. Trong chuỗi số liệu gần 80 năm qua tại Phan Rang, đã có một số lần xuất hiện các năm hạn như vậy (năm 1982 lượng mưa chỉ đạt 449 mm). Mưa ít xảy ra trong 3 - 4 tháng, còn lại là mùa khô kéo dài 8 - 9 tháng, nên hạn hán đã nghiêm trọng càng nghiêm trọng hơn

Mùa khô 2015 - 2016, Bình Thuận cũng trải qua một đợt hạn hán khốc liệt nhất trong vòng 10 năm qua. Lượng mưa mùa mưa 2015 thiếu hụt 20 - 30% so với TBNN và cũng kết thúc sớm. Cuối mùa mưa 2015, các hồ thủy lợi - thủy điện trong tỉnh chỉ tích được khoảng 60 - 70% dung tích thiết kế. Đến đầu mùa khô 2016, tổng dung tích tại các hồ chứa trong tỉnh chỉ còn 111 tỷ m³ (đạt 48% dung tích thiết kế), hai hồ thủy điện chỉ ở mức 50% dung tích thiết kế, thấp hơn cùng kỳ đến 132 triệu m³. Đến giữa mùa khô 2016, hồ thủy điện Đại Ninh, nguồn bổ sung nước quan trọng cho hệ thống thủy lợi Phan Rí - Phan Thiết (bao gồm 2 huyện Hàm Thuận Bắc và Bắc Bình) còn chưa đầy 29% dung tích thiết kế. Lượng nước tích trữ trên địa bàn toàn tỉnh chỉ còn khoảng 87 triệu m³ (40% dung tích thiết kế).

Theo Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (NN&PTNT) tỉnh Ninh Thuận, đối với sản xuất nông nghiệp, do thiếu nước tưới nên diện tích phải dừng sản xuất vụ Đông - Xuân 2019 - 2020 là 7.874 ha. Diện tích lúa bị thiệt hại do hạn hán gây ra trên địa bàn tỉnh là 378,7 ha. Nhiều loại cây trồng lâu năm đều có nguy cơ chết, giảm năng suất và sản lượng do thiếu nước tưới. Đàn gia súc cũng có nguy cơ thiếu thức ăn, nước uống, phát sinh dịch bệnh... Bên cạnh đó, thiên tai hạn hán còn tác động tới tình hình cháy rừng trên địa bàn tỉnh. Tính đến ngày 19/3/2020, toàn tỉnh đã xuất hiện 72 điểm cháy rừng, với tổng diện tích rừng bị cháy là 45,7 ha.

Đối với tỉnh Bình Thuận, do không đảm bảo nguồn nước tưới nên từ đầu vụ Đông - Xuân 2019 - 2020, toàn tỉnh cũng chỉ gieo trồng được hơn 32.000 ha cây trồng các loại, giảm hơn 20.000 ha so với kế hoạch. Trong đó, diện tích lúa và hoa màu chỉ đạt 12.500 ha, giảm đến

62% so với kế hoạch. Đặc biệt, tại các huyện canh tác nông nghiệp trọng điểm của tỉnh như Bắc Bình và Hàm Thuận Bắc, tình hình khô hạn đã ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống của người dân, đặc biệt là cung cấp nước sinh hoạt và tưới rau màu [4, 5].



Hình 1. Khu vực nghiên cứu

2.2. Số liệu nghiên cứu

(1) Số liệu quan trắc tại trạm:

Nghiên cứu sử dụng số liệu khí tượng ngày từ năm 1993 đến năm 2020, bao gồm các yếu tố: Nhiệt độ trung bình, nhiệt độ tối thấp, nhiệt độ tối cao, độ ẩm không khí, lượng mưa, số giờ nắng, tốc độ gió của khu vực nghiên cứu và vùng phụ cận, gồm các trạm: Phan Rang, Cam Ranh, Phan Thiết và Hàm Tân (Nguồn: Trung tâm thông tin và dữ liệu Khí tượng Thủy văn).

(2) Số liệu mô phỏng:

Kịch bản biến đổi khí hậu được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5.

(3) Bản đồ:

Địa hình, hành chính giao thông thủy hệ tỉnh Ninh Thuận - Bình Thuận tỷ lệ 1/50.000

2.3. Phương pháp nghiên cứu

- Sử dụng chỉ số ẩm (MI) để đánh giá mức độ hạn

Trong bài báo này, nghiên cứu lựa chọn chỉ số ẩm (MI) do Tổ chức Nông Lương Thế giới giới thiệu: Chỉ số ẩm (MI) được định nghĩa bằng tỷ số giữa lượng mưa (X) với lượng bốc thoát hơi tiềm năng (PET) [5, 6]. Phân cấp mức độ hạn theo chỉ số MI được xác định tại Bảng 1.

$$MI = \frac{X}{PET} \quad (1)$$

Bảng 1. Phân cấp mức độ hạn theo chỉ số hạn (MI) [14]

Chỉ số MI	Cấp hạn
MI < 0,4	Nghiêm trọng
0,4 < MI < 0,8	Nhẹ
0,8 < MI < 1,2	Đủ ẩm
MI > 1,2	Thừa ẩm

- Sử dụng phần mềm Cropwat để tính bốc hơi tiềm năng PET

Phần mềm CROPWAT ra đời năm 1992, được tổ chức Lương thực - Nông nghiệp thế giới (FAO) xây dựng để tính toán nhu cầu nước cho cây trồng và lập kế hoạch tưới dựa trên dữ liệu được cung cấp từ người sử dụng. Phương pháp của FAO là dựa vào ETo để tính toán nhu cầu nước cho các loại cây trồng khác nhau bằng cách nhân ETo với một hệ số cây trồng Kc cho từng loại cây trồng cụ thể. Trong nghiên cứu này, phần mềm được sử dụng để tính ETo làm cơ sở cho việc tính chỉ số ẩm MI để dự báo cho sự khô hạn ở tỉnh Ninh Thuận, Bình Thuận đến 2030. Dữ liệu đầu vào CROPWAT bao gồm: Nhiệt độ, độ ẩm, số giờ nắng và tốc độ gió. Kết quả đầu ra của mô hình gồm: Lượng bốc thoát hơi tiềm năng ETo theo phương pháp Pen-man-Monteith [14, 19].

Lượng bốc hơi mặt ruộng chuẩn hay lượng bốc thoát hơi cây trồng tham chiếu ETo (*Reference Crop Evapotranspiration*) bao gồm lượng bốc hơi khoảng trống và lượng nước do cây trồng hút lên (gồm có lượng nước tạo thành thân, lá và lượng hơi nước bốc thoát qua lá).

Trong đó, lượng bốc hơi mặt lá chiếm phần lớn còn lượng nước để tạo thành thân và lá chỉ chiếm khoảng 0,2% lượng nước mà cây hút lên. Do đó, người ta gộp hai đại lượng trên thành một. Lượng bốc hơi khoảng trống chiếm một tỷ lệ lớn trong lượng bốc hơi mặt ruộng và có liên quan chặt chẽ với lượng bốc hơi mặt lá. Trong CROPWAT, ETo (mm/ngày) được tính theo công thức Penman - Monteith:

$$PET = \frac{0,408 O (R_n - G) + \psi \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{O + \psi (1 + 0,34 u_2)} \quad (2)$$

Trong đó R_n là bức xạ mặt trời trên bề mặt cây trồng (MJ/m²/ngày); G là dòng nhiệt trong đất (MJ/m²/ngày); T là nhiệt độ trung bình ngày (°C); u_2 là tốc độ gió ở độ cao 2 m (m/s); e_s là áp suất hơi bão hòa (kPa); e_a là áp suất hơi nước; ψ là độ dốc đường cong áp suất hơi [kPa °C⁻¹], O hằng số đo độ ẩm [kPa °C⁻¹]. Hình 2 là kết quả tính toán lượng bốc thoát hơi tiềm năng PET bằng phần mềm Cropwat của trạm Phan Rang:

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	21.3	29.1	72	4	8.8	19.8	3.45
February	22.2	30.7	76	3	8.8	21.3	3.99
March	23.8	31.3	75	3	8.6	22.3	4.36
April	24.5	32.0	76	3	9.0	23.4	4.71
May	25.5	33.8	77	2	8.9	22.9	4.77
June	25.6	34.9	73	2	9.0	22.6	4.71
July	25.3	34.0	75	2	7.7	20.8	4.36
August	25.3	34.2	74	3	7.4	20.7	4.33
September	24.2	32.4	79	1	7.3	20.4	4.15
October	23.9	30.5	79	2	5.5	16.7	3.33
November	23.0	30.2	75	3	7.1	17.8	3.31
December	22.4	28.1	73	5	6.2	15.8	2.83
Average	23.9	31.8	75	3	7.9	20.4	4.02

Hình 2. Bảng kết quả tính lượng bốc hơi tiềm năng PET trên phần mềm Cropwat

Phương pháp chuyên gia

Phương pháp chuyên gia được sử dụng để thực hiện tham vấn trong việc đưa ra các giải pháp trong việc khắc phục hoặc giảm thiểu tác động của hạn hán đến các mặt đời sống xã hội của tỉnh Ninh Thuận - Bình Thuận. Để tăng cường quản lý khai thác và đồng bộ hiệu quả các công trình thủy lợi đảm bảo chống hạn, thực hiện tốt quy hoạch cân bằng nước, xây dựng các hồ thủy lợi và hồ chứa nước, khai thác nguồn nước mặt và ngầm bền vững, điều tiết nước hợp lý, cũng như tăng cường công tác dự báo và cảnh báo hạn, công tác cảnh báo sớm hiện

tượng hạn hán.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả tính toán hiện trạng hạn hán tại Ninh Thuận và Bình Thuận

- Kết quả tính toán chỉ số bốc thoát hơi tiềm năng PET

Sử dụng phần mềm Cropwat để tính bốc hơi tiềm năng, kết quả tính toán tại 4 trạm (Bảng 2) cho thấy: Lượng bốc hơi của tất cả các trạm xảy ra lớn nhất (chỉ số PET đều lớn hơn 4,0) trong giai đoạn từ tháng III đến tháng VIII. Trong đó, chỉ số bốc thoát hơi tiềm năng PET cực đại (xấp xỉ 5,0) xảy ra vào tháng IV.

Bảng 2. Kết quả tính toán bốc hơi tiềm năng PET trung bình nhiều năm giai đoạn 1993 - 2020

Tháng	Cam Ranh	Hàm Tân	Phan Rang	Phan Thiết
I	3,09	3,53	3,04	3,44
II	3,78	4,11	3,64	4,01
III	4,35	4,68	4,12	4,56
IV	4,71	4,89	4,44	4,84
V	4,62	4,44	4,23	4,50
VI	4,19	3,97	4,13	4,11
VII	4,24	2,79	3,86	4,07
VIII	4,28	3,99	4,09	4,10
IX	3,93	3,89	3,74	3,99
X	3,47	3,68	3,30	3,69
XI	3,00	3,48	2,95	3,44
XII	2,65	3,20	2,67	3,12

- Kết quả tính toán chỉ số MI

Căn cứ công thức (1) bài viết đã tính toán được chỉ số MI cho hai mùa: Mùa khô (từ tháng I đến tháng VIII) và mùa mưa (từ tháng IX đến tháng XII) (Bảng 3). Kết quả Bảng 3 cho thấy, trong hầu hết các năm tại các trạm Cam Ranh, Phan Thiết, Phan Rang chỉ số MI của đại đa số các năm đều nhỏ hơn 0,4 (mức độ hạn nghiêm trọng). Chứng tỏ trong suốt thời gian dài, mùa khô tại đây đã xảy ra hạn rất khắc nghiệt.

Để đánh giá mức độ hạn của các tháng trong năm, bài báo đã tính toán chỉ số MI trung bình theo các cấp độ hạn. Kết quả Bảng 4 nhận thấy: Tuy tại một số trạm, thời gian hạn có thể xảy ra ở vài tháng khác nhau, nhưng về cơ bản tại tất cả các trạm trong khu vực nghiên cứu, hạn

nghiêm trọng thường xảy ra từ tháng I đến tháng IV, trong đó chỉ số MI thấp nhất là tháng II ($MI < 0,09$), điều đó cho thấy tháng II là tháng hạn khốc nhiệt nhất ở khu vực nghiên cứu. Từ tháng V đến tháng VIII, hạn nhẹ xảy ra tại các trạm Cam Ranh và Phan Rang, dịch vào phía Nam trạm Hàm Tân và Phan Thiết trong các tháng này là đủ ẩm đến rất ẩm, khả năng một phần chịu ảnh hưởng của khí hậu Nam Trung Bộ.

Bảng 5 thể hiện tần suất xuất hiện mức độ ẩm, hạn theo các cấp ở khu vực nghiên cứu. Qua kết quả này có thể thấy:

+ Đối với các trạm ở phía Bắc khu vực nghiên cứu là Cam Ranh và Phan Rang, tần suất xuất hiện cấp hạn nghiêm trọng nhất vào mùa khô (chiếm tới 57,1% ở Cam Ranh và 71,4% ở Phan

Rang). Hạn nhẹ là 42,9% và 28,6%. Ở hai trạm này trong mùa khô, không có năm nào xảy ra đủ ẩm và rất ẩm với tần suất xuất hiện là 0%. Ngay cả trong mùa mưa tại hai trạm này cũng có đến 3,6% và 21,4% là hạn nhẹ. Điều này càng chứng tỏ hạn hán ở đây rất nghiêm trọng.

+ Đối với các trạm ở phía Nam khu vực nghiên cứu là Hàm Tân và Phan Thiết, không xảy

ra hạn nghiêm trọng, tuy nhiên mùa khô hạn nhẹ chiếm đến gần như toàn bộ số năm nghiên cứu với tần suất đến 85,7% tại trạm Hàm Tân và 92,9% tại trạm Phan Thiết. Đặc biệt, ngay cả mùa mưa hạn nhẹ ở đây cũng chiếm đến gần 60% số năm nghiên cứu. Như vậy ở khu vực này, tuy mức độ hạn không quá nghiêm trọng nhưng hạn hán lại hầu như xảy ra quanh năm.

Bảng 3. Kết quả tính toán chỉ số hạn MI mùa khô và mùa mưa giai đoạn 1993 - 2020

Năm	Cam Ranh		Hàm Tân		Phan Thiết		Phan Rang	
	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa
1993	0,36	2,43	1,30	1,40	0,17	1,29	0,51	0,76
1994	0,34	1,25	1,35	1,18	0,23	0,86	0,96	0,93
1995	0,19	2,04	1,09	1,24	0,24	1,25	0,65	0,98
1996	0,38	4,07	0,80	1,68	0,26	2,14	0,68	1,79
1997	0,22	1,58	1,41	1,01	0,30	0,51	0,58	0,55
1998	0,23	4,69	0,58	2,07	0,21	2,81	0,37	1,85
1999	0,40	3,47	1,17	1,08	0,22	2,02	1,26	1,11
2000	0,68	4,68	1,17	0,97	0,36	2,11	0,80	1,74
2001	0,62	1,80	1,40	0,75	0,39	1,08	0,75	0,70
2002	0,16	3,29	1,11	0,99	0,25	0,77	0,72	0,82
2003	0,33	2,27	1,25	1,24	0,11	1,49	0,78	0,80
2004	0,31	0,75	0,80	0,53	0,29	0,45	0,80	0,19
2005	0,34	4,39	0,85	1,11	0,09	1,94	0,66	1,02
2006	0,24	1,00	0,89	1,11	0,32	0,64	0,84	0,98
2007	0,48	2,38	1,47	1,11	0,55	1,47	0,80	1,09
2008	0,60	4,46	1,37	1,60	0,37	2,74	0,82	0,75
2009	0,59	2,05	1,19	0,94	0,61	1,08	0,67	0,74
2010	0,57	4,00	0,75	1,33	0,49	4,33	0,40	1,50
2011	0,50	1,60	1,02	1,54	0,36	1,21	0,76	0,93
2012	0,45	1,97	1,15	1,31	0,59	1,78	0,71	1,09
2013	0,43	2,12	0,75	1,24	0,66	1,73	0,51	0,82
2014	0,30	1,61	1,08	0,75	0,25	0,91	0,62	0,72
2015	0,15	2,66	0,84	0,75	0,16	1,90	0,46	0,77
2016	0,25	5,31	1,13	2,04	0,24	3,92	0,63	1,51
2017	0,79	2,74	1,10	1,59	0,62	1,53	0,47	0,90
2018	0,30	3,35	0,83	1,57	0,21	2,07	0,58	1,10
2019	0,32	1,57	1,26	1,24	0,30	1,02	0,52	0,59
2020	0,19	3,13	1,16	1,09	0,28	2,48	0,50	0,70

Bảng 4. Kết quả tính toán chỉ số hạn MI trung bình nhiều năm giai đoạn 1993 - 2020

Tháng	Cam Ranh		Hàm Tân		Phan Rang		Phan Thiết	
	Chỉ số hạn MI	Cấp hạn	Chỉ số hạn MI	Cấp hạn	Chỉ số hạn MI	Cấp hạn	Chỉ số hạn MI	Cấp hạn
I	0,27	HNT	0,02	HNT	0,15	HNT	0,04	HNT
II	0,09	HNT	0,00	HNT	0,04	HNT	0,00	HNT
III	0,29	HNT	0,06	HNT	0,09	HNT	0,07	HNT
IV	0,24	HNT	0,26	HNT	0,24	HNT	0,19	HNT
V	0,61	HN	1,34	RA	0,61	HN	1,02	DA
VI	0,53	HN	2,19	RA	0,56	HN	1,17	DA
VII	0,45	HN	3,62	RA	0,55	HN	1,49	RA
VIII	0,45	HN	2,37	RA	0,37	HNT	1,38	RA
IX	1,43	RA	2,24	RA	1,26	RA	1,60	RA
X	2,72	RA	1,79	RA	1,80	RA	1,38	RA
XI	3,61	RA	0,54	HN	2,31	RA	0,65	HN
XII	2,23	RA	0,27	HNT	1,43	RA	0,25	HNT

Ghi chú: HNT: Hạn nghiêm trọng, HN: Hạn nhẹ, DA: Đủ ẩm, RA: Rất ẩm

Bảng 5. Tần suất xuất hiện mức độ ẩm, hạn các cấp ở tỉnh Ninh Thuận - Bình Thuận (%)

Cấp	Nha Trang		Bình Thuận				Ninh Thuận	
	Cam Ranh		Hàm Tân		Phan Thiết		Phan Rang	
	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa
Rất ẩm	0,0	42,9	0,0	3,6	0,0	3,6	0,0	25,0
Đủ ẩm	0,0	53,6	14,3	39,3	7,1	39,3	0,0	53,6
Hạn nhẹ	42,9	3,6	85,7	57,1	92,9	57,2	28,6	21,4
Hạn nghiêm trọng	57,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,4	0,0

3.2. Kết quả tính toán chỉ số ẩm (MI) theo kịch bản biến đổi khí hậu

Căn cứ số liệu kịch bản biến đổi khí hậu [9], bài báo đã tính được chỉ số PET và chỉ số ẩm MI cho thời kỳ đến năm 2050, ứng với 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5, tại các trạm trong vùng nghiên cứu. Kết quả được thể hiện ở Bảng 6 và Bảng 7.

Theo Bảng 6 và Bảng 7, kết quả tính toán và phân cấp hạn theo kịch bản BĐKH cho thấy: Ở hai kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5, có sự khác nhau về chỉ số hạn MI, đại đa số các tháng chỉ số hạn MI của kịch bản cao RCP8.5 thấp hơn một chút so với kịch bản thấp RCP4.5. Như vậy trong

trường hợp kịch bản cao xảy ra hạn hán sẽ xuất hiện với tần suất và mức độ lớn hơn.

So sánh kịch bản BĐKH với hiện tại (Bảng 4 và Bảng 6, 7) nhận thấy: Tại tất cả các trạm, thời gian khô hạn không có sự thay đổi nhiều so với khô hạn hiện tại, thời gian hạn nghiêm trọng vẫn xuất hiện trong khoảng từ tháng I đến tháng IV. Tuy nhiên, tại các trạm Hàm Tân, Phan Thiết theo các kịch bản so với hiện trạng, trong tháng XI mức độ khô hạn có xu hướng tăng về cấp độ từ hạn nhẹ sang hạn nghiêm trọng. Đối với trạm Phan Rang, theo kịch bản nhiều tháng khô hạn trong năm có xu thế tăng về cấp độ, tần suất hạn nghiêm trọng cũng xuất hiện nhiều hơn.

Bảng 6. Chỉ số MI tại một số trạm theo kịch bản biến đổi khí hậu

Tháng	Cam Ranh		Hàm Tân		Phan Rang		Phan thiết	
	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
I	0,19	0,24	0,01	0,01	0,02	0,02	0	0
II	0,12	0,09	0	0	0,02	0,02	0	0
III	0,66	0,67	0,08	0,04	0,06	0,05	0,09	0,04
IV	0,18	0,16	0,14	0,18	0,12	0,11	0,12	0,14
V	0,56	0,61	1,6	1,43	0,43	0,42	1,33	1,23
VI	0,61	0,71	2,25	2,23	0,52	0,5	1,21	1,23
VII	0,59	0,63	3,07	3,47	0,37	0,36	1,48	1,66
VIII	0,4	0,36	2,68	2,65	0,4	0,39	1,62	1,67
IX	1,45	1,43	2,91	2,63	1,3	1,29	2,27	1,95
X	2,5	2,49	1,4	1,39	1,43	1,41	1,19	1,18
XI	1,86	1,86	0,29	0,29	1,58	1,71	0,21	0,21
XII	2,1	2,06	0,31	0,31	1,06	1,15	0,23	0,23

Bảng 7. Phân cấp hạn từ chỉ số MI theo kịch bản biến đổi khí hậu

Tháng	Cam Ranh		Hàm Tân		Phan Rang		Phan thiết	
	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
I	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT
II	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT
III	HN	HN	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT
IV	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT	HNT
V	HN	HN	RA	RA	HN	HN	RA	RA
VI	HN	HN	RA	RA	HN	HN	RA	RA
VII	HN	HN	RA	RA	HNT	HNT	RA	RA
VIII	HN	HNT	RA	RA	HNT	HNT	RA	RA
IX	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA
X	RA	RA	RA	RA	RA	RA	DA	DA
XI	RA	RA	HNT	HNT	RA	RA	HNT	HNT
XII	RA	RA	HNT	HNT	DA	DA	HNT	HNT

Ghi chú: HNT: Hạn nghiêm trọng, HN: Hạn nhẹ, DA: Đủ ẩm, RA: Rất ẩm

4. Kết luận

Đánh giá hạn hán tại khu vực nghiên cứu dựa trên phương pháp tính toán chỉ số ẩm (MI), có xét đến các yếu tố khí tượng như lượng mưa, nhiệt độ, số giờ nắng, tốc độ gió và một số yếu tố cơ bản khác là khách quan và khá toàn diện. Chỉ số ẩm MI được tính toán trong bài báo khá phù hợp với thực tiễn hạn hán ở Ninh Thuận và Bình Thuận. Mùa khô hạn ở đây

xảy ra từ tháng I đến tháng VIII, trong đó hạn nghiêm trọng nhất từ tháng I đến tháng IV và tháng II là tháng hạn khốc liệt nhất ($MI < 0,09$). Theo tính toán tại các trạm Cam Ranh, Phan Thiết, Phan Rang, chỉ số MI của đại đa số các năm đều nhỏ hơn 0.4. Tần suất xuất hiện cấp độ từ hạn nhẹ đến hạn nghiêm trọng vào mùa khô chiếm từ 57,1% đến 92,9% tùy từng trạm. Đặc biệt, ngay cả mùa mưa ở các trạm Hàm Tân và

Phan Thiết, hạn nhẹ cũng chiếm đến gần 60% số năm nghiên cứu. Các số liệu này chứng tỏ mùa khô hầu như năm nào cũng xảy ra hạn, rất nhiều năm xảy ra hạn nghiêm trọng. Ngay cả trong mùa mưa cũng có nhiều năm xảy ra hạn hán.

Theo kịch bản BĐKH, đến năm 2050, thời gian xuất hiện khô hạn tại 2 tỉnh không nhiều biến động. Tuy nhiên, mức độ khô hạn có xu thế

tăng lên về cường độ và tần suất, sẽ ảnh hưởng không nhỏ đến phát triển kinh tế - xã hội và đời sống của nhân dân tại hai tỉnh nghiên cứu. Vì vậy, các địa phương cần chủ động trong việc quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, có các biện pháp thích ứng với hạn hán đặc biệt trong bối cảnh BĐKH nhằm hạn chế thấp nhất những thiệt hại do thiên tai nói chung và hạn hán nói riêng gây ra trên địa bàn từng tỉnh.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021), *Kịch bản biến đổi khí hậu*, Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
2. Dương Văn Khảm và nnk (2021), *Báo cáo tổng kết: Xây dựng tập bản đồ hạn hán cho Việt Nam*, Dự án cấp bộ.
3. Dương Văn Khảm, Quyền Hữu Quyền, Trần Thị Tâm, Lại Tiến Dũng (2014), "*Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám đánh giá mức độ khắc nghiệt hạn hán ở các tỉnh duyên hải miền trung*", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*. Số tháng 2, 2014, tr. 27-32.
4. Nguyễn Ngọc Anh (2020), "*Hạn hán ở Ninh Thuận và giải pháp khắc phục*", *Tạp chí Khoa học công nghệ Việt Nam* (điện tử). <https://vjst.vn/vn/tin-tuc/3132/han-han-o-ninh-thuan-va-giai-phap-khac-phuc.aspx>.
5. Nguyễn Ngọc Anh (2022), "*Hạn hán ở Ninh Thuận-Bình Thuận và giải pháp khắc phục*", *Cổng thông tin điện tử Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam*. https://siwrp.org.vn/tin-tuc/han-han-o-ninh-thuan-binh-thuan-va-giai-phap-khac-phuc_313.html.
6. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (1991), *Biến đổi khí hậu và tác động của chúng ở Việt Nam trong khoảng 100 năm qua - Thiên nhiên và con người*. Nhà xuất bản Sự thật, Hà Nội.
7. Nguyễn Quang Kim (2005), *Nghiên cứu dự báo hạn hán vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên và xây dựng các giải pháp phòng chống*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước KC.08.22.
8. Nguyễn Thị Hằng, Nguyễn Kỳ Phùng (2018), "*Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến hạn hán tỉnh Lâm Đồng*", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Số tháng 8.2018, tr. 49-55.
9. Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm (2017), "*Nghiên cứu đánh giá và dự tính điều kiện khô hạn theo chỉ số spi cho khu vực đồng bằng sông cửu long*", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, tập 678 số 6 (2017), tr. 1-9.
10. Phạm Quang Vinh, Phạm Thị Thanh Hương (2012), "*Đánh giá hạn nông nghiệp tỉnh Bình Thuận theo kịch bản biến đổi khí hậu*", *Tạp chí các khoa học về trái đất*, Số 34 (4), tr. 513-523.
11. Trần Hùng (2007), "*Sử dụng tư liệu MODIS theo dõi độ ẩm đất/thực vật bề mặt: Thử nghiệm với chỉ số mức khô hạn nhiệt độ - thực vật (TVDI)*", *Tạp chí Viễn thám và Địa tin học*.
12. Trần Thục, Dương Văn Khảm (2012), *Công nghệ viễn thám (RS) và hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong khí tượng thủy văn*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
13. Trần Thục và nnk (2008), *Xây dựng bộ bản đồ hạn hán và thiếu nước sinh hoạt ở Nam Trung Bộ và Tây nguyên*, Báo cáo tổng kết đề án cấp Bộ.

Tài liệu tiếng Anh

14. FAO Irrigation and Drainage Paper (2006), No.56.
15. IPCC (2007), *Climate Change 2007: The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

16. Tsakiris, G.; Pangalou, D.; Vangelis, H. (2007), "Regional Drought Assessment Based on the Reconnaissance Drought Index (RDI). *Water Resour. Manage*, 21(5), pp.821–833.
17. Tsakiris, H.V. (2005), "Establishing a Drought Index Incorporating Evapotranspiration", *Eur. Water*, 9-10, pp.3-11.
18. Thiruvengadachari. S., Gopalkrishna H.R (1993), "An integrated pc environment for assessment of drought", *International journal of remote sensing*, 14(17), pp. 3201-3208.
19. Yates, D.; Strzepek K. Potential (1994), *Evapotranspiration Methods and their Impact on the Assessment of River Basin Runoff Under Climate Change*.
20. Zhengming Wan (1999), *MODIS Land-Surface Temperature algorithm theoretical basis document*, Institute for computational Earth system Science university of California, Santa Barbara.

RESEARCH FOR VALUE ASSESSMENT AND TERMS FORECAST OF METEOROLOGICAL DROUGHT BASED ON THE MOISTURE INDEX UNDER THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE IN NINH THUAN - BINH THUAN PROVINCES

Dang Quoc Khanh⁽¹⁾, Duong Van Kham⁽²⁾, Duong Hai Yen⁽²⁾, Nguyen Van Son⁽²⁾

⁽¹⁾General Department of Meteorology and Hydrology

⁽²⁾Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 25/4/2022; Accepted: 20/5/2022

Abstract: *Ninh Thuan - Binh Thuan are the two provinces with the driest climate conditions in Viet Nam. This is the biggest disadvantage of nature for agricultural development in particular and economic development in general of the two provinces. On the basis of a series of hydrometeorological data and climate change scenarios, applying the method of calculating the meteorological drought index MI and the statistical model, the article has studied and calculated the drought fluctuations, the degree of extremes of meteorological drought and the possibility of drought in the future in Ninh Thuan-Binh Thuan province. According to calculations at Cam Ranh, Phan Thiet, and Phan Rang stations, the MI index of the vast majority of years is less than 0.4 (severity of drought). The frequency of occurrence from mild to severe drought in the dry season accounts for 57.1% to 92.9% depending on each station. Especially, even in the rainy season at Ham Tan and Phan Thiet stations, mild drought accounted for nearly 60% of the study years. According to the climate change scenario, in the coming years, the duration of drought in the two provinces will not change much, however, the degree of drought tends to increase in intensity and frequency. Therefore, localities need to be proactive in socio-economic development planning, take measures to adapt to drought, especially in the context of climate change in order to minimize the damage caused by natural disasters in general and drought, especially in each province of the study area.*

Keywords: *Moist Index (MI), climate change, drought, Ninh Thuan, Binh Thuan.*

XU THẾ BIẾN ĐỔI PHI TUYẾN TÍNH CỦA MƯA CỰC ĐOAN TRÊN KHU VỰC VIỆT NAM

Bùi Minh Tuấn

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

Ngày nhận bài: 21/2/2022; ngày chuyển phản biện: 22/2/2022; ngày chấp nhận đăng: 16/3/2022

Tóm tắt: Mưa cực đoan thường xuyên xuất hiện ở Việt Nam gây rất nhiều thiệt hại về con người và kinh tế, xã hội. Cùng với xu thế ấm lên của trái đất, mưa cực đoan cũng có xu thế xuất hiện với cường độ nhiều hơn, gây hậu quả nghiêm trọng hơn. Nghiên cứu xu thế biến đổi của mưa lớn đặt ra là một vấn đề có ý nghĩa thực tiễn và khoa học cao. Tuy nhiên, các nghiên cứu về xu thế mưa lớn chủ yếu dựa trên phương pháp phân tích xu thế tuyến tính hoặc phương pháp phi tham số Sen. Các phương pháp này dựa trên giả thiết chuỗi số liệu mưa là dừng (stationary), trong khi trên thực tế chuỗi số liệu mưa là phi tuyến tính, do đó không đưa ra được kết quả chính xác về xu thế biến đổi của mưa. Nghiên cứu này hướng tới phân tích xu thế biến đổi của số ngày mưa cực đoan trên khu vực Việt Nam sử dụng 3 phép phân tích khác nhau, bao gồm phân tích xu thế tuyến tính, xu thế Sen và phương pháp phân tích phổ. Kết quả cho thấy, việc áp dụng phương pháp phân tích phổ giúp đánh giá chính xác hơn về xu thế biến đổi mưa cực đoan trên khu vực Việt Nam. Nhìn chung, số ngày mưa lớn có xu thế tăng ở Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên trong khi xu thế giảm của số ngày mưa lớn ghi nhận tại Đồng bằng Sông Hồng và Nam Bộ. Tuy nhiên, xu thế tăng giảm của mưa là khác nhau trong từng giai đoạn đối với mỗi vùng khí hậu.

Từ khóa: Phân tích phổ, mưa cực đoan, kiểm nghiệm Mann-Kandall, xu thế Sen, hồi quy tuyến tính.

1. Mở đầu

Hiện tượng ấm lên toàn cầu đang diễn ra mạnh mẽ và gây ra những thay đổi lớn trong hệ thống khí hậu toàn cầu. Một trong những sự thay đổi này được thể hiện trong sự biến đổi của các hiện tượng thời tiết và khí hậu cực đoan, như nắng nóng và mưa lớn. Các bằng chứng cho thấy trong vòng vài thập kỉ qua, có sự gia tăng cả về tần số và cường độ của các hiện tượng khí tượng cực đoan với sự vượt ngưỡng về cả cường độ và thời gian kéo dài của số ngày nắng nóng, mưa lớn. Điều này dẫn đến hạn hán và lũ lụt nghiêm trọng ở một số khu vực [13].

Mưa lớn thường xuyên xuất hiện ở Việt Nam và gây rất nhiều thiệt hại đối với con người, xã hội và môi trường. Tuy nhiên, nghiên cứu và dự báo mưa lớn ở Việt Nam còn rất hạn chế do sự phức tạp của cơ chế vật lí gây ra hiện tượng này. Nằm trong khu vực giao tranh của ba hệ thống gió mùa lớn, bao gồm gió mùa mùa hè Ấn Độ,

gió mùa mùa hè Đông Á và gió mùa mùa hè Tây Thái Bình Dương, thời tiết của Việt Nam chịu tác động bởi cả ba hệ thống này. Mặt khác, địa hình Việt Nam trải dài trên nhiều vĩ độ, với ba phần tư diện tích là đồi núi, thời tiết cũng có sự phân hóa rất mạnh giữa các vùng khí hậu. Do đó, đặc trưng của mưa lớn giữa các vùng miền cũng có sự khác biệt rất lớn.

Một trong những hướng nghiên cứu chính về mưa lớn ở Việt Nam là nhận dạng các hình thể quy mô lớn gây mưa lớn. Các nghiên cứu chủ yếu dựa trên phương pháp synop và thống kê một số lượng lớn các hình thể gây mưa, sau đó tổng quát thành những nhóm hình thể gây mưa chính. Ở Bắc Bộ, xoáy thuận nhiệt đới và dải hội tụ nhiệt đới là hai trong những nhân tố quan trọng gây mưa lớn. Trong một số trường hợp, mưa lớn gây ra bởi các hiện tượng này được tăng cường bởi không khí lạnh hoặc sự phát triển của rãnh mực cao [1]. Ở vùng Trung Bộ, một trong những điều kiện gây mưa lớn điển hình là bão và áp thấp nhiệt đới, dải hội tụ nhiệt đới có tác động của không khí lạnh. Đặc biệt,

Liên hệ tác giả: Bùi Minh Tuấn

Email: tuanbm183hus@vnu.edu.com

dãy Trường Sơn chạy dọc theo hướng Tây Bắc Đông Nam có vai trò là bức tường chắn các dòng mực thấp, gây mưa lớn do hiệu ứng địa hình. Do đó, ở vùng núi Bắc Trung Bộ, mưa lớn diện rộng thường có một số tâm mưa rất lớn được hình thành do ảnh hưởng của điều kiện địa hình đặc biệt. Tại các tâm mưa này, lượng mưa rất lớn có thể xuất hiện trong thời gian ngắn. Đồng thời, do sự phát triển chậm của các hệ thống quy mô lớn như xâm nhập lạnh, những đợt mưa lớn kéo dài hai đến ba ngày thậm chí mưa thành nhiều đợt liên tiếp kéo dài tám đến ngày [2, 3]. Mưa lớn ở Nam Bộ ít xuất hiện hơn, nguyên nhân chính gây mưa lớn ở khu vực này được gây ra bởi sự tương tác của các hiện tượng thời tiết đa quy mô như các dao động 10 - 20 ngày và dao động 30 - 60 ngày [18].

Một số hướng nghiên cứu khác nghiên cứu vai trò của các yếu tố tác động tới sự biến đổi của mưa lớn. Nghiên cứu của Lương Tuấn Minh và Nghiêm Thị Ngọc Linh (2005) [4] cho thấy mùa mưa ở miền Nam Việt Nam chịu tác động mạnh mẽ của dòng xiết Somali. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi dòng xiết Somali mạnh thì ở miền Nam Việt Nam mưa nhiều vào mùa hè và mưa ít vào mùa thu. Ngược lại, dòng xiết Somali yếu gây nên hiện tượng mùa hè mưa ít và mùa thu nhiều mưa. Lê Đình Quang (2005) [2, 6] thấy rằng mưa lớn ở miền Trung từ tháng Chín đến tháng Mười, đôi khi vào tháng Năm, tháng Sáu có sự liên hệ chặt chẽ cấu trúc của dải hội tụ nhiệt đới. Khi các đường đẳng áp có hình dạng đóng kín ở khu vực rãnh áp thấp, kết hợp với không khí lạnh mạnh thì sẽ có khả năng gây mưa cực lớn. Một yếu tố quan trọng liên quan đến sự biến đổi của mưa lớn là ENSO. Ảnh hưởng của ENSO đến mưa ở Việt Nam được nghiên cứu trong nhiều công trình [5, 7]. Kết quả cho thấy trong thời kỳ hoạt động của ENSO có ảnh hưởng lớn nhất đến lượng mưa vùng Nam Bộ và ít ảnh hưởng đến vùng Bắc Bộ. Trong những năm La Nina, mưa lớn có xu hướng xuất hiện nhiều hơn và cường độ lớn hơn ở Trung Bộ. Nghiên cứu của Phạm Vũ Anh (2002) [9] cho thấy, áp cao cận nhiệt Tây Thái Bình Dương và hoàn lưu liên quan đến áp cao này như gió Đông nhiệt đới có liên quan đến mưa lớn ở Trung Bộ. Các nhiễu động trong đới gió Đông, khi gặp điều kiện thuận lợi sẽ tăng cường và trở thành các áp thấp nhiệt đới

di chuyển vào Trung Bộ.

Nghiên cứu các xu thế biến đổi của mưa lớn có vai trò quan trọng trong việc hiểu sâu hơn về sự biến đổi trong thời gian dài của hiện tượng này. Các thông tin về sự biến đổi của mưa lớn có vai trò đặc biệt quan trọng trong nông nghiệp, thiết kế các công trình xây dựng, quản lý tài nguyên nước và phòng tránh thiên tai. Endo [12] cho thấy, mưa cực đoan ở Việt Nam có xu hướng tăng lên ở miền Nam, tuy nhiên cho xu thế giảm ở miền Bắc Việt Nam. Phạm Thanh Hà [16] cho thấy, mưa không gây ra bởi bão và áp thấp nhiệt đới có đóng góp chính dẫn đến sự biến đổi của mưa cực đoan, đặc biệt sự giảm mưa cực đoan ở phía Bắc và sự tăng mưa cực đoan ở phía Nam của Nam Trung Bộ. Trong nghiên cứu khác của Vũ Thanh Hằng và ccs [10], trong giai đoạn 1961 - 2007, mưa có xu thế tăng trên hầu hết cả nước, đặc biệt tăng mạnh trong những năm gần đây, tuy nhiên trong các giai đoạn ngắn, xu thế tăng giảm không đồng nhất giữa các vùng khí hậu.

Các nghiên cứu về xu thế mưa chủ yếu sử dụng phương pháp phân tích xu thế tuyến tính hoặc phương pháp phi tham số Sen [17] và kiểm nghiệm Mann-Kendall [14]. Trong khi phân tích xu thế Sen đưa ra thông tin về biên độ và xu thế, kiểm nghiệm Mann-Kendall xác định xu thế đó có độ tin cậy thống kê hay không. Tuy nhiên các phương pháp này dựa trên giả thiết rằng chuỗi số liệu là dừng (stationary), trong khi trên thực tế, chuỗi số liệu có xu thế biến đổi phi tuyến tính. Việc giả thiết chuỗi số liệu là dừng sẽ dẫn đến việc đánh giá sai khả năng xuất hiện của các hiện tượng cực đoan. Do đó, trong nghiên cứu này, phương pháp phân tích phổ được đề xuất để phân tích xu thế biến đổi phi tuyến tính của mưa cực đoan ở Việt Nam. Phương pháp và số liệu được trình bày trong Chương 2. Kết quả nghiên cứu và kết luận được trình bày trong Chương 3 và 4.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu thu thập

Trong nghiên cứu này, số liệu mưa Việt Nam Gridded Precipitation [15] với độ phân giải 0,1 x 0,1 kinh-vĩ trong khoảng thời gian 31 năm (1980 - 2010) được sử dụng để phân tích các đặc trưng chính của dao động nội mùa của

trường mưa tại Việt Nam. Số liệu VnGP này được nội suy từ số liệu mưa của 481 trạm quan trắc được cung cấp bởi Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia bằng phương pháp Spheremap. Hiện tại, số liệu VnGP được cung cấp bởi Hệ thống Tích hợp và Phân tích Số liệu (Data Integration and Analysis System - DIAS) của Đại học Tokyo, Nhật Bản. Trong đó, ngày xuất hiện mưa cực đoan là ngày có lượng mưa lớn hơn 50 mm. Số ngày mưa của một vùng khí hậu sẽ được lấy trung bình trên toàn bộ các điểm lưới trong vùng khí hậu ấy.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng 3 phương pháp chính để phân tích xu thế mưa, bao gồm phương pháp phân xu thế tích tuyến tính, phương pháp phân tích xu thế Sen và phương pháp phân tích phổ (singular spectral analysis) [11].

Phương pháp phân tích xu thế tuyến tính dựa trên tính toán hệ số hồi quy tuyến tính của chuỗi số liệu theo thời gian. Trong khi đó, với chuỗi số liệu $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ trong đó x_j biểu diễn số liệu tại thời điểm j . Với tất cả N giá trị, hệ số Sen được ước lượng là trung bị của dãy gồm $n(n-1)/2$ phần tử $(x_j - x_k)/(j-k)$ với $k=1, 2, 3 \dots n-1; j>k$.

Để kiểm nghiệm xu thế của chuỗi số liệu, phương pháp kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kandall được sử dụng. Phương pháp này so sánh độ lớn tương đối giữa các phần tử mà không sử dụng chính giá trị của các phần tử của chuỗi. Do đó, phương pháp này giúp đưa ra xu thế của chuỗi không bị tác động quá mạnh bởi các outliers. Đồng thời, phương pháp này cũng không quan tâm tới quy luật phân bố của chuỗi số liệu. Giá trị thống kê Mann-Kendall được định nghĩa như sau:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k)$$

Trong đó:

$$\text{sign}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{khi } x_j - x_k > 0 \\ 0 & \text{khi } x_j - x_k = 0 \\ -1 & \text{khi } x_j - x_k < 0 \end{cases}$$

Giá trị tau được gán như sau:

$$\tau = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{khi } S > 0 \\ 0 & \text{khi } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{khi } S < 0 \end{cases}$$

Ở đó $\text{Var}(S)$ là phương sai của S , được tính bởi:

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} \left[\frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^g t_p(t_p-1)(2t_p+5)}{g} \right]$$

Trong đó, g là số nhóm trong đó mỗi nhóm là một tập các phần tử của chuỗi có cùng giá trị và t_p là số các phần tử thuộc nhóm p .

Giá trị tau dương thể hiện chuỗi có xu thế tăng và giá trị tau âm thể hiện chuỗi có xu thế giảm. Theo cách tính này, tau sẽ cùng dấu với xu thế chuỗi sử dụng ước lượng Sen.

Giá trị $S > 0$ chỉ xu thế tăng, $S < 0$ chỉ xu thế giảm.

Phương pháp phân tích phổ được tiến hành dựa trên hai bước: (1) phân tách chuỗi số liệu thành các thành phần phổ khác nhau và (2) xây dựng lại chuỗi số liệu dựa trên kết hợp một vài thành phần dao động này. Trong đó, thành phần đầu tiên biểu diễn xu thế của chuỗi số liệu, các thành phần còn lại biểu diễn các dao động với chu kỳ nhất định. Để tách chuỗi số liệu thành các thành phần phổ khác nhau, ma trận Hankel được xây dựng, với việc chọn bước thời gian trễ L (window length) như sau:

$$Y = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_L \\ x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_{L+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_K & x_{K+1} & x_{K+2} & \dots & x_N \end{bmatrix}$$

Bước thời gian trễ L được chọn tùy ý sao cho $1 < L < N/2$. Sau đó, ma trận hiệp biến phương sai của ma trận Y được xây dựng: $Z = Y^T Y$. Ma trận này được phân tách thành các eigentriplets sử dụng phương pháp phân tách giá trị kỳ dị (singular value decomposition). Từ đó, ma trận

Y sẽ được tách thành tổng của d ma trận, trong đó d là giá trị lớn nhất của i với giá trị riêng lớn hơn không.

$$Y = \sum_{i=1}^d Y_i$$

$$Y_i = U_i \sqrt{\lambda_i} V_i^T$$

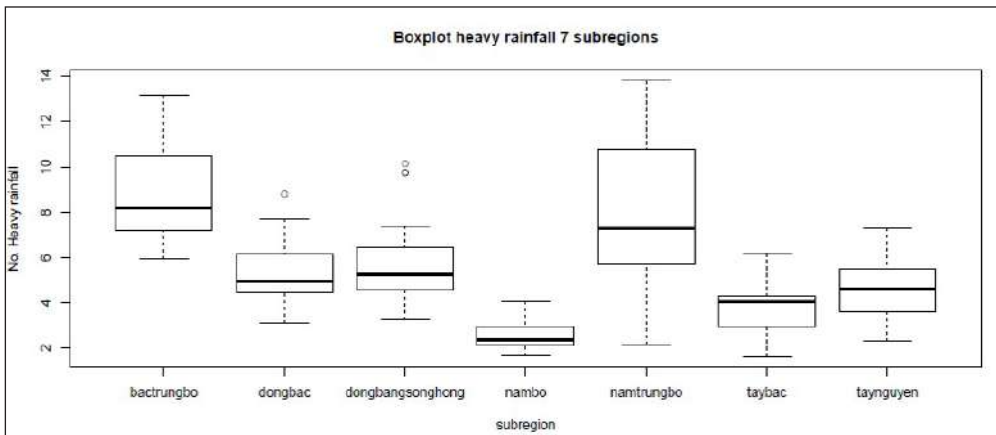
Ở đó, λ_i là giá trị riêng, bộ ba (λ_i, U_i, V_i^T) được gọi là eigentriple. Sau đó, việc xây dựng lại chuỗi số liệu sẽ được thực hiện bằng việc biến đổi một lần nữa ma trận Y về chuỗi số liệu có độ dài N .

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân bố của số ngày mưa lớn

Phân bố của số ngày mưa lớn trong năm của

7 vùng khí hậu được biểu diễn trong biểu đồ hình hộp (Hình 1). Biểu đồ này cung cấp một số thông tin thống kê của bộ số liệu như sự phân tán, tính đối xứng, sự lệch... thông qua tính các phân vị. Độ cao của hộp (box) tỉ lệ với sự chênh lệch của phân vị 75 (phân vị trên) và phân vị 25 (phân vị dưới). Đồng thời, dựa trên phân vị 50 (trung vị) - giá trị ở giữa của chuỗi số liệu, giúp nhận diện sự phân tán của chuỗi số liệu. Đường phân vị 50 chia hộp thành 2 phần, có thể bằng nhau hoặc không bằng nhau, cho thấy độ lệch phải hoặc trái của chuỗi số liệu. Các thanh ngang biểu diễn những giá trị nằm trong khoảng 1,5 của độ cao hình hộp, là cơ sở để các định các giá trị kì dị. Nếu giá trị nằm ngoài khoảng này sẽ được xem là số liệu ngoại lai, hoặc các giá trị cực đoan.



Hình 1. Biểu đồ hộp biểu diễn số ngày mưa trong năm của 7 vùng khí hậu của Việt Nam

Từ Hình 1 có thể thấy, số ngày mưa lớn có sự khác biệt rất lớn giữa các vùng khí hậu của Việt Nam. Trung vị mưa lớn nhất ở Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ, cho thấy số ngày mưa lớn trong năm xuất hiện lớn nhất ở 2 khu vực này, khoảng 8 đợt mưa lớn/năm. Số ngày mưa lớn có giá trị nhỏ hơn tại khu vực Đông Bắc và Đồng bằng Sông Hồng, với giá trị khoảng 5 - 6 đợt/năm, tiếp theo là Tây Nguyên và Tây Bắc Bộ, với giá trị 4 - 5 đợt/năm. Cuối cùng, Nam Bộ có số ngày mưa lớn trung bình năm nhỏ nhất cả nước, với số ngày mưa trung bình là 2 - 3 đợt/năm.

Dựa trên độ cao các hộp trong Hình 1 cũng cho thấy, khu vực Nam Trung Bộ có sự dao động số ngày mưa lớn giữa các năm lớn nhất, sau đó

là Bắc Trung Bộ, tiếp theo là Đồng bằng Sông Hồng, Đông Bắc Bộ, Tây Nguyên, Tây Bắc và cuối cùng là Nam Bộ. Ở một khía cạnh khác, độ lệch trái phải của chuỗi số liệu được phân tích dựa trên sự khác biệt của độ cao hộp được chia tách bởi trung vị. Trong khi mưa lớn ở các vùng Trung Bộ, Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Sông Hồng, Nam Bộ có xu hướng lệch trái, với phân vị trên xa trung vị hơn phân vị dưới, ngược lại, mưa lớn ở Tây Bắc có xu hướng lệch phải. Trong khi đó, mưa lớn ở Tây Nguyên có hình thể tương đối đối xứng với khoảng cách từ 2 phân vị tới trung vị gần như tương đương.

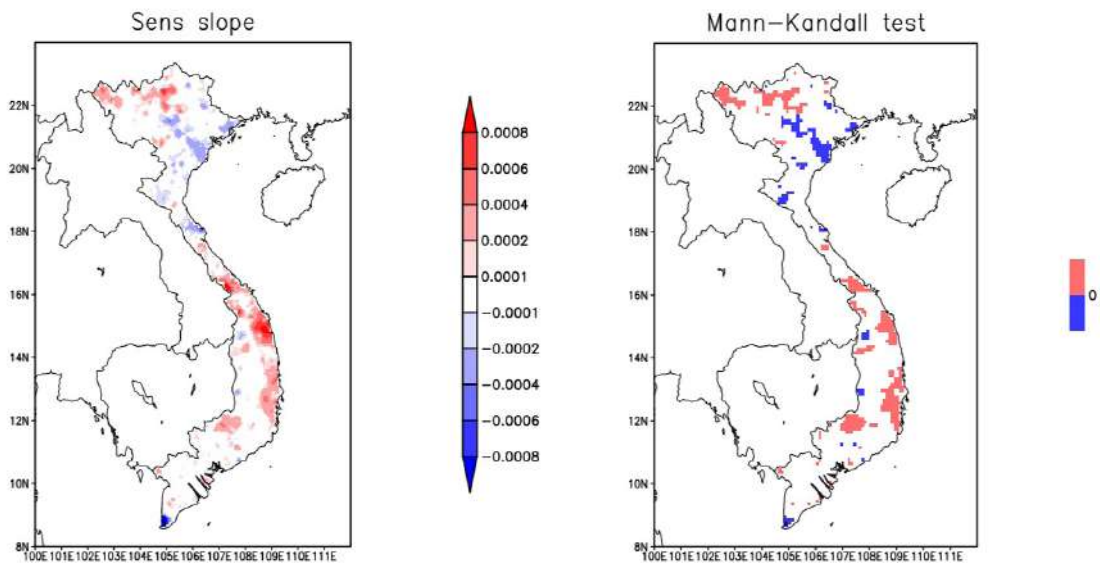
3.2. Xu thế Sen và xu thế tuyến tính

Xu thế biến đổi của số ngày mưa lớn giữa

các vùng khí hậu được phân tích bằng phương pháp xu thế Sen thể hiện trong Hình 2. Điểm mạnh của xu thế Sen so với xu thế tuyến tính là giúp ước lượng được xu thế mà không chịu tác động nhiều bởi những giá trị biến đổi quá mạnh hoặc bất thường. Có thể thấy, xu thế Sen có giá trị tương đối khác biệt giữa các vùng khí hậu. Xu thế Sen cho giá trị dương ở Tây Bắc Bộ, phía Nam của Bắc Trung Bộ, gần như toàn bộ Tây Nguyên và Nam Trung Bộ, cho thấy xu thế tăng của số ngày mưa lớn ở những vùng khí hậu này. Trong khi đó, xu thế Sen cho giá trị âm tại Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Sông Hồng, phía Bắc của Bắc Trung Bộ, cho thấy xu thế giảm của số ngày mưa lớn ở các khu vực này. Kết quả này cũng cho thấy sự phù hợp với những nghiên cứu trước đây

cho thấy, mưa lớn ở Việt Nam có xu thế biến đổi không giống nhau giữa các vùng khí hậu, trong khi đó, số ngày mưa lớn cho xu thế trái ngược rõ rệt giữa Bắc Bộ và Trung Bộ.

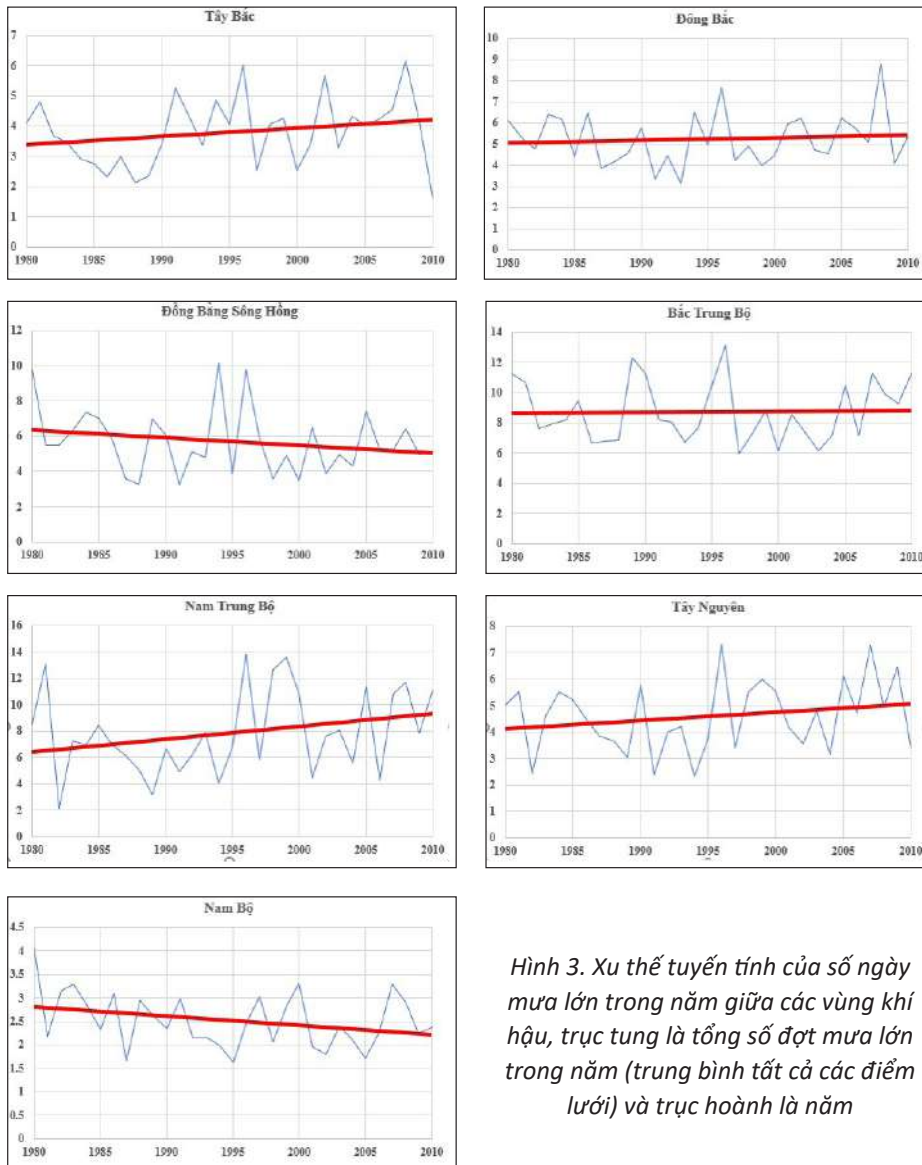
Để đảm bảo ý nghĩa thống kê của xu thế Sen, kiểm nghiệm Mann-Kandall được áp dụng đối với mưa lớn ở Việt Nam. Có thể thấy, kiểm nghiệm Mann-Kandall có giá trị khá đồng bộ với xu thế Sen. Các giá trị dương của giá trị kiểm nghiệm cho tại khu vực Tây Bắc, phía Nam của Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên khẳng định xu thế tăng mưa ở các khu vực này. Đồng thời, giá trị kiểm nghiệm âm tại khu vực Đồng bằng Sông Hồng và 1 số điểm lướri khác thuộc Tây Nguyên và Nam Bộ cũng khẳng định xu thế giảm mưa chắc chắn ở các vùng khí hậu này.



Hình 2. Xu thế Sen của tổng số ngày mưa lớn trong năm (bên trái) và kiểm nghiệm Mann-Kandall với độ tin cậy thống kê 90% (bên phải)

Để thể hiện rõ hơn sự biến đổi của tổng số ngày mưa lớn trong năm, xu thế tuyến tính của số ngày mưa lớn được biểu diễn trong Hình 3. Có thể thấy, xu thế tuyến tính cũng cho kết quả tương tự với xu thế Sen, với sự tăng của số ngày mưa lớn ở Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, trong khi đó, cho xu thế giảm của số ngày mưa lớn tại Đồng bằng Sông Hồng và Nam Bộ. Mặc dù khu vực Bắc Trung Bộ, số ngày mưa lớn có xu thế trái

ngược ở phần phía Bắc và phía Nam của vùng khí hậu này, tuy nhiên nếu lấy trung bình, số ngày mưa lớn vẫn có xu thế tăng. Ngược lại ở khu vực Nam Bộ, mặc dù xu thế mưa không rõ ràng, tuy nhiên nếu lấy trung bình, tổng số ngày mưa lớn trong năm có xu thế giảm. Xu thế tăng mưa mạnh nhất ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, tiếp theo là Tây Bắc Bộ. Ngược lại, xu thế giảm mưa mạnh nhất ở Đồng bằng Sông Hồng, sau đó là Nam Bộ.



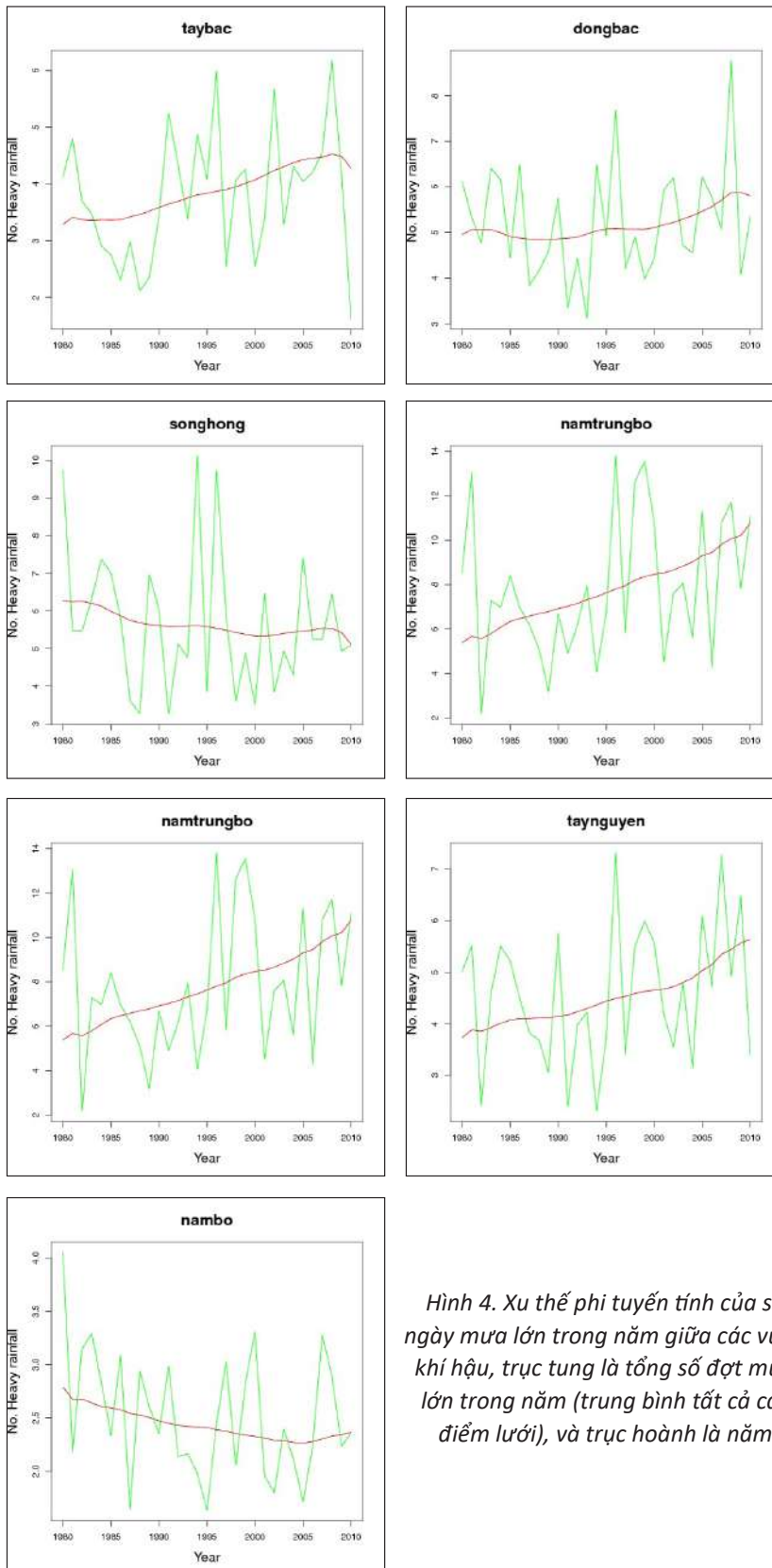
Hình 3. Xu thế tuyến tính của số ngày mưa lớn trong năm giữa các vùng khí hậu, trục tung là tổng số đợt mưa lớn trong năm (trung bình tất cả các điểm lưới) và trục hoành là năm

3.3. Xu thế phi tuyến tính

Từ Hình 3 có thể thấy, nhìn chung xu thế tuyến tính nhận diện được xu thế biến đổi của mưa lớn cho toàn giai đoạn ở các vùng khí hậu. Tuy nhiên, giữa các năm, số ngày mưa lớn lại có sự biến động mạnh, đặc biệt trong giai đoạn 1990-2000. Do đó, nếu chỉ dựa vào xu thế tuyến tính sẽ không nhận diện được sự biến động mưa trong từng giai đoạn. Việc sử dụng phương pháp phi tuyến tính sẽ giúp khắc phục được vấn đề này.

Xu thế phi tuyến tính của số ngày mưa lớn

trong năm giữa các vùng khí hậu được biểu diễn trong Hình 4. Nhìn chung, có thể thấy, xu thế phi tuyến tính cũng cho kết quả tương tự với xu thế tuyến tính, với sự tăng của số ngày mưa lớn ở Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, trong khi đó, cho xu thế giảm của số ngày mưa lớn tại Đồng bằng Sông Hồng và Nam Bộ. Tuy nhiên, ở những giai đoạn khác nhau, xu thế phi tuyến tính đã cho thấy được những xu thế biến đổi khác nhau của mưa lớn giữa các vùng khí hậu. Các kết quả chi tiết bao gồm:



Hình 4. Xu thế phi tuyến tính của số ngày mưa lớn trong năm giữa các vùng khí hậu, trục tung là tổng số đợt mưa lớn trong năm (trung bình tất cả các điểm lưới), và trục hoành là năm

Ở khu vực Tây Bắc Bộ, mưa gần như cho xu hướng tăng trong toàn giai đoạn. Tuy nhiên, mưa lớn có xu thế tăng rất nhỏ trong giai đoạn 1980 - 1986, sau đó, xu thế tăng mạnh trong giai đoạn 1986 - 2008. Từ năm 2008 - 2010, mưa lại có xu thế giảm mạnh.

Ở khu vực Đông Bắc Bộ, mưa lớn cũng cho xu thế tăng giảm luân phiên. Từ giai đoạn 1980 - 1990, mưa tăng nhẹ trong đầu giai đoạn, sau đó giảm nhẹ liên tục những năm sau đó. Từ 1991 - 1995 mưa tăng ngược trở lại nhưng lại giảm cho tới năm 2000. Từ năm 2000 - 2009, mưa cho xu thế tăng mạnh và bắt đầu cho xu thế giảm từ năm 2010.

Ở khu vực Đồng bằng Sông Hồng, mưa nhìn chung cho xu thế giảm trong toàn bộ giai đoạn. Ngoại trừ tại đoạn từ năm 1990 - 1995, mưa cho xu thế tăng nhẹ, nhưng lại giảm liên tục những năm sau đó. Từ năm 2000 - 2008, mưa cũng cho xu thế tăng nhẹ, nhưng lại tiếp tục giảm những năm sau đó.

Khu vực Bắc Trung Bộ có sự biến đổi mưa lớn tương đối đột ngột, với lượng mưa giảm mạnh gần như toàn giai đoạn 1981 - 2006, ngoại trừ tăng nhẹ trong năm 1996. Tuy nhiên, từ 2006 tới 2010, mưa lại có xu hướng tăng mạnh ngược trở lại. Điều này cho thấy một xu thế mưa khác biệt so với các vùng khí hậu còn lại, khi mưa từ năm 2009 đều cho xu thế giảm.

Trái ngược với khu vực Bắc Trung Bộ, mưa ở Nam Trung Bộ cho xu thế tăng liên tục trong toàn bộ giai đoạn, ngoại trừ năm 1982 - 1983, có sự giảm mưa không đáng kể. Ở khu vực này, không có sự khác biệt nhiều giữa xu thế tuyến tính và phi tuyến tính.

Tương tự khu vực Nam Trung Bộ, Tây Nguyên cũng cho thấy xu thế tăng gần như toàn bộ giai đoạn, phản ánh mối liên hệ chặt chẽ giữa mưa lớn ở 2 vùng khí hậu này. Mặc dù vậy, xu thế

tăng của số ngày mưa lớn ở Tây Nguyên vẫn nhỏ hơn một chút so với Nam Trung Bộ.

Xu thế giảm mưa ở Nam Bộ khá rõ rệt ở xu thế phi tuyến tính. Mưa gần như giảm liên tục trong toàn bộ giai đoạn từ 1980 - 2005. Từ 2006 đến 2010, mưa có xu thế tăng nhẹ trở lại, tuy nhiên, sự tăng nhẹ này nhỏ hơn rất nhiều so với xu thế giảm trong toàn bộ giai đoạn trước đó.

4. Kết luận

Nghiên cứu này hướng tới phân tích xu thế biến đổi phi tuyến tính của số ngày mưa lớn trong năm tại các vùng khí hậu khác nhau của Việt Nam dựa trên số liệu VnGP và phương pháp phân tích phổ. Kết quả phân tích được so sánh với các phương pháp trước đây như phân tích xu thế Sen và xu thế tuyến tính. Các kết quả thu được như sau:

Dựa trên phương pháp phân tích xu thế Sen và xu thế tuyến tính cho thấy, số ngày mưa lớn có xu thế tăng ở Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, trong khi đó, xu thế giảm tại Đồng bằng Sông Hồng và Nam Bộ. Kết quả này cũng phù hợp với những nghiên cứu trước đây về xu thế biến đổi của mưa lớn ở Việt Nam.

Dựa trên phương pháp phân tích phổ, xu thế mưa cho kết quả tương tự như phương pháp phân tích xu thế Sen và xu thế tuyến tính, tuy nhiên, điểm mạnh của phương pháp này đã cho sự biến đổi khác nhau giữa các giai đoạn. Kết quả này không chỉ cung cấp thêm thông tin chi tiết về sự biến đổi của mưa lớn giữa các vùng khí hậu khác nhau của Việt Nam, mà đưa ra xu thế biến đổi trong toàn giai đoạn chính xác hơn so với việc sử dụng phương pháp phân tích tuyến tính. Đồng thời, kết quả cũng giúp nhận diện những giai đoạn có sự biến đổi mạnh của mưa, đề ra những nghiên cứu trong tương lai để giải thích cơ chế gây ra sự biến đổi này.

Đóng góp của tác giả: Toàn bộ nghiên cứu được thực hiện bởi tác giả Bùi Minh Tuấn.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội trong đề tài mã số TN.21.16.

Lời cam đoan: Tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Cao Đăng Dư, Phùng Đức Chính (2006), "Mưa gây lũ quét ở vùng núi Bắc Bộ", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 07, tr.1-6.
2. Lê Đình Quang (2005), "Mưa lớn ở miền Trung Việt Nam do tác động của không khí lạnh đến dải hội tụ nhiệt đới", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 9, 2005, tr.1-10.
3. Lê Đình Quang và Nguyễn Ngọc Thục (2006), "Mưa lớn ở miền Trung Việt Nam do tác động của không khí lạnh đến dải hội tụ nhiệt đới", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Tập. 548, số. 08, tr. 1-10.
4. Lương Tuấn Minh và Nghiêm Thị Ngọc Linh (2005), "Ảnh hưởng của dòng xiết somali đến mùa mưa ở Việt Nam", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Tập. 538 số. 10, tr.29-34.
5. Mai Trọng Thông và Hoàng Lưu Thu Thủy (2007), "Mối quan hệ giữa lượng mưa với các chỉ số ENSO trên các vùng thuộc lãnh thổ Việt Nam", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, ISSN 8066-8744. Số 553 tháng 1/2007, tr. 2-6.
6. Nguyễn Đức Hậu, Nguyễn Thanh Tùng, Vũ Mạnh Cường (2009), *Khả năng cường độ và hướng xuất hiện gió cực đại khi bão đổ bộ vào vùng duyên hải Miền Trung*, Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
7. Nguyễn Khanh Vân, (2012), "Vai trò của hình thái địa hình đối với mưa lớn ở vùng Bắc Trung Bộ và sự phân hóa giữa Bắc và Nam Đèo Ngang", *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất*, Tập 34 (1), tr.38-46.
8. Nguyễn Khanh Vân (2007), "Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của Enso đến sự biến động của lượng mưa tháng ở Việt Nam", *Viet Nam Journal of Earth Sciences*, 29(2), tr.186-192.
9. Phạm Vũ Anh (2002), "Tín phong và tình hình nghiên cứu mưa lớn có ảnh hưởng của tín phong ở miền Trung", *Tạp chí khí tượng thủy văn*, Số 499, tr.22-28.
10. Vũ Thanh Hằng và cộng sự (2009), "Xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại ở Việt Nam giai đoạn 1961-2007", *Tạp chí Khoa học*, Đại học Quốc gia Hà Nội 2009, Số 25(3S), tr.423-430.

Tài liệu tiếng Anh

11. Aswathaiyah Usha and Nandagiri Lakshman (2020), "Extraction of nonlinear trends in time series of rainfall using singular spectrum analysis", *Journal of Hydrologic Engineering*, 2020, 25(12) 04020053.
12. Endo, N., J. Matsumoto, and T. Lwin (2009), "Trends in precipitation extremes over Southeast Asia", *SOLA*, 5, pp.168-171.
13. IPCC (2013), Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp
14. Kendall, M. G., (1975), *Rank Correlation Methods*. Charles Griffin, London, 272 pp.
15. Nguyen-Xuan, Thanh, et al. (2016), "The Viet Nam gridded precipitation (VnGP) dataset: Construction and validation", *Sola* 12, tr.291-296.
16. Pham-Thanh, H., Ngo-Duc, T., Matsumoto, J., Phan-Van, T., & Vo-Van, H. (2020), "Rainfall Trends in Viet Nam and Their Associations with Tropical Cyclones during 1979-2019", *SOLA*, XXXX, Vol.X, pp.1-16.
17. Sen, P. K., (1968), "Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau", *J. Am. Stat. Assoc.*, 63, pp. 1379-1389.
18. Thang, V. V., Thanh, C., & Tuan, B. M. (2021), "Multiple-Scale Interactions during an Extreme Rainfall Event over Southern Viet Nam", *Journal of the Earth and Space Physics*, 46(4), pp.259-271.

NON-LINEAR TREND IN TIME SERIES OF HEAVY RAINFALL IN VIET NAM

Bui Minh Tuan

University of Science, Viet Nam National University, Hanoi

Received: 21/2/2022; Accepted: 16/3/2022

Abstract: Viet Nam frequently experiences the most heavy-rainfall-associated severe flood events. Due to global warming, extreme heavy rainfall tends to occur more often and induce significant disaster. Therefore, it is important to study the trend of heavy rainfall in Viet Nam. However, past studies of heavy rainfall trend are mostly based on linear regression or nonparameter method such as Sen method and Mann-Kandall test. However, these methods work with assumption that the time series are considered stationary. This assumption is not true for hydrometeorological variables, which are mostly nonstationary and nonlinear. This study aims to analyze the heavy rainfall trend in Viet Nam using three methods: Linear regression, Sen method and singular spectral analysis. The purpose of using singular spectral analysis is to capture the nonlinear trend of heavy rainfall. The results show that, in general, heavy rainfall exhibits an increasing trend in Northwest, Northeast, North and South Central and Central Highlands while it displays a decreasing trend in Red River Delta and Southern Plain. However, the heavy rainfall shows large fluctuations in different time periods.

Keywords: Singular spectral analysis, extreme rainfall, Mann-Kandall test, Sen slope, linear regression.

QUAN HỆ GIỮA LƯỢNG CỰC ẤN ĐỘ DƯƠNG (IOD) VỚI NHIỆT, MƯA TRONG BA THÁNG MÙA ĐÔNG TRÊN KHU VỰC VIỆT NAM

Vũ Văn Thăng, Tạ Hữu Chính, Trương Thị Thanh Thủy, Lương Tuấn Minh
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 05/5/2022; ngày chuyển phản biện: 06/5/2022; ngày chấp nhận đăng: 24/5/2022

Tóm tắt: Bài báo khảo sát quan hệ giữa IOD (Indian Ocean Dipole) với nhiệt độ và lượng mưa trong ba tháng mùa đông (tháng 12, 1, 2) trên khu vực Việt Nam. Hệ số tương quan được tính toán trễ giữa IOD và biến nhiệt độ, mưa được sử dụng như công cụ chính. Kết quả chỉ ra rằng, với nhiệt độ, hệ số tương quan dương đạt mức ý nghĩa thống kê với độ trễ từ 0 đến 5 tháng ($lag = 0-5$), đặc biệt ở khu vực các tỉnh miền Trung và phần phía Nam của lãnh thổ Việt Nam. Trong khi đó, với mưa, hệ số tương quan trên phần lãnh thổ Việt Nam không mạnh, nhưng có chung xu thế với hệ số tương quan tính toán với trường số liệu phân tích trên qui mô lưới. Với độ trễ từ 0 đến 3 tháng ($lag = 0-3$), tương quan âm quan trọng xuất hiện ở khu vực biển giữa và nam Biển Đông. Các kết quả này gợi ý rằng, có thể xem xét IOD như một chỉ thị để thực hiện dự báo cho các yếu tố nhiệt, mưa trên lãnh thổ Việt Nam với thời hạn trước 5 tháng với nhiệt độ và trước 2 tháng với mưa.

Từ khóa: IOD, nhiệt độ, lượng mưa.

1. Giới thiệu

Mỗi loại dao động có liên quan đến trạng thái thời tiết, khí hậu tại một khu vực cụ thể và đóng vai trò nhân tố dự báo rất quan trọng [2]. Chẳng hạn, MJO (Madden Julian Oscillation) là một dao động lan truyền từ Tây sang Đông ở khu vực nhiệt đới được đặc trưng bởi 2 pha khô và ẩm [8, 9]. Nếu pha ẩm (khô) hoạt động thì sẽ có nhiều (ít) mưa và bão. ENSO (El Niño-Southern Oscillation) là hiện tượng biểu hiện tương tác giữa đại dương và khí quyển có chu kỳ lặp từ 2 - 8 năm và cũng ảnh hưởng nhiều đến khí hậu khu vực nhiệt đới. Cụ thể là hoạt động mưa và bão trong biển Thái Bình Dương [3, 7]. Vì vậy, nếu hiểu rõ và biết trước được chu kỳ, đặc tính hoạt động của các loại dao động cũng như mức tương quan của chúng với các biến khí hậu, chúng ta có thể cải thiện chất lượng dự báo khí hậu đối với từng khu vực cụ thể.

Một trong các dao động khí hậu được phát hiện gần đây có ảnh hưởng đáng kể đến khí hậu của nhiều khu vực trên toàn cầu là IOD (Indian

Ocean Dipole), một hiện tượng kết hợp giữa đại dương và khí quyển, tương tự như ENSO nhưng ở khu vực xích đạo Ấn Độ Dương. Hiện tượng IOD có quan hệ với ENSO thông qua sự mở rộng của hoàn lưu Walker về phía Tây và liên kết với dòng chảy Indonesia [5, 11].

IOD gồm 3 pha: Pha trung tính, pha dương và pha âm. Pha IOD dương (âm) (Hình 2.1a) được đặc trưng bởi nhiệt độ bề mặt biển lạnh hơn (ấm hơn) trung bình ở vùng nhiệt đới phía Đông Ấn Độ Dương và ấm hơn (lạnh hơn) ở vùng nhiệt đới phía Tây Ấn Độ Dương [5, 11]. Cường độ IOD được biểu thị bằng gradient SST dị thường giữa khu vực phía Tây xích đạo Ấn Độ Dương ($50^{\circ}E - 70^{\circ}E$ và $10^{\circ}S - 10^{\circ}N$) và ở phía Đông Nam khu vực xích đạo Ấn Độ Dương ($90^{\circ}E - 110^{\circ}E$ và $10^{\circ}S - 0^{\circ}N$). Gradient này được đặt tên là Chỉ số Mode Lượng cực (DMI) [5, 12]. Khi DMI là dương thì hiện tượng được coi là IOD dương và khi nó là âm thì hiện tượng được coi là IOD âm. Pha IOD dương thường gây ra hạn hán ở Indonesia, lượng mưa nhiều hơn ở Ấn Độ, Bangladesh, Việt Nam và mùa hè khô, nóng ở Nhật Bản, Hàn Quốc, phần phía Đông của Trung Quốc. Phân bố nhiệt độ bề mặt nước biển trong pha IOD âm thường làm tăng lượng

Liên hệ tác giả: Vũ Văn Thăng
Email: vvthang26@gmail.com

mưa trên các khu vực của Australia, Indonesia và hạn hán ở phía Đông Châu Phi, tiểu lục địa Ấn Độ [5, 11].

Yuan và cộng sự (2008) [10] đã sử dụng số liệu gió và độ cao địa thế vị từ NCEP/NCAR để cứu về tác động của IOD đối với hoạt động của gió mùa mùa hè Châu Á trong năm tiếp theo. Với chỉ tiêu, Pentad bắt đầu gió mùa mùa hè (GMMH) trên khu vực Biển Đông được xác định khi gió vĩ hướng ngày mực 850 hPa trung bình khu vực Biển Đông ($5^{\circ} - 20^{\circ}\text{N}$, $105^{\circ} - 120^{\circ}\text{E}$) chuyển từ gió Đông sang gió Tây, tốc độ gió đạt khoảng $3 - 4 \text{ m s}^{-1}$ và kéo dài ít nhất 5 ngày liên tiếp, tác giả đã chỉ ra rằng GMMH trên khu vực Biển Đông thường bắt đầu ở mức xấp xỉ trung bình nhiều năm (TBNN) trong các năm tiếp theo sau năm xảy ra pha IOD dương và muộn hơn so với TBNN trong các năm tiếp theo sau năm xảy ra pha IOD âm.

Mahala và cộng sự (2014) [4] nghiên cứu tác động của ENSO và IOD lên hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) ở Vịnh Bengal trong giai đoạn 1891 - 2007 bằng cách sử dụng e-Atlas xoáy thuận của Cục Khí tượng Ấn Độ, chỉ số Nino 3.4, chỉ số Nino Đại Dương và chỉ số DMI. Nghiên cứu cho thấy, tần suất XTNĐ cực đại xảy ra trong những năm La Niña, những năm IOD âm và vào những năm La Niña xảy ra đồng thời pha IOD âm. Ngoài ra, thời gian tồn tại của XTNĐ thường ngắn hơn trong các năm El Niño và IOD âm.

Hiện tượng IOD thường bắt đầu vào khoảng tháng 5 hoặc tháng 6, đạt đỉnh vào giữa tháng 8 đến tháng 10, sau đó kết thúc rất nhanh khi gió mùa đến Nam Bán Cầu vào khoảng cuối mùa xuân [5]. Các sự kiện IOD dương thường liên quan đến El Niño và các sự kiện IOD âm thường liên quan đến La Niña [5, 11]. Tuy nhiên, nhiều sự kiện IOD gần đây xảy ra độc lập với các hiện tượng El Niño/La Niña. Hai hiện tượng IOD và ENSO đều có tác động mạnh đến khí hậu của khu vực Châu Á. Tuy nhiên, khi IOD và ENSO ở cùng pha, tác động của các sự kiện El Niño và La Niña thường cực đoan nhất đối với nước Úc. Khi chúng ở khác pha nhau, tác động của các sự kiện El Niño và La Niña có thể giảm bớt.

Các sự kiện IOD cũng có ảnh hưởng đến khí hậu Châu Âu, Đông Bắc Á, Bắc Mỹ, Nam Mỹ, và Nam Phi. Khi IOD dương, nhiệt độ bề mặt đất

liền tăng lên và lượng mưa giảm ở những khu vực này [6].

Như vậy, có thể thấy hiện tượng IOD có ảnh hưởng đáng kể đến khí hậu ở nhiều quốc gia trên thế giới, trong đó có Việt Nam, nhưng các nghiên cứu về mối quan hệ giữa IOD và các biến khí hậu ở nước ta cho đến nay còn rất hạn chế. Để hiểu rõ hơn quy luật ảnh hưởng của IOD đến khí hậu nước ta, đặc biệt là sự tương quan đối hai biến khí hậu chính là nhiệt độ và lượng mưa, cũng như có thể cải thiện được chất lượng dự báo nhiệt độ, lượng mưa trong tương lai, nghiên cứu phân tích mối quan hệ giữa IOD với nhiệt độ và lượng mưa trên khu vực Việt Nam.

2. Khu vực nghiên cứu, số liệu và phương pháp

2.1. Khu vực nghiên cứu

Hình 1 trình bày lãnh thổ Việt Nam (bao gồm cả quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa) và mạng lưới trạm quan trắc. Mục đích của nghiên cứu là xem xét quan hệ giữa IOD với biến động nhiệt, mưa trên lãnh thổ Việt Nam. Tuy nhiên, địa hình phân hóa khá phức tạp, nên biến động các yếu tố khí hậu phụ thuộc rất nhiều vào đặc điểm địa phương và các yếu tố quy mô nhỏ. Khảo sát trên quy mô rộng hơn sẽ cung cấp những kết quả khách quan và đầy đủ hơn. Vì vậy, nghiên cứu này cũng cung cấp thêm kết quả khảo sát trên lưới trong khu vực $0 - 40^{\circ}\text{N}$, $90 - 120^{\circ}\text{E}$. Lưu ý rằng, nghiên cứu tập trung vào phần lãnh thổ trên đất liền, nên trong các Hình 3 và Hình 5 không hiển thị phần Quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa.

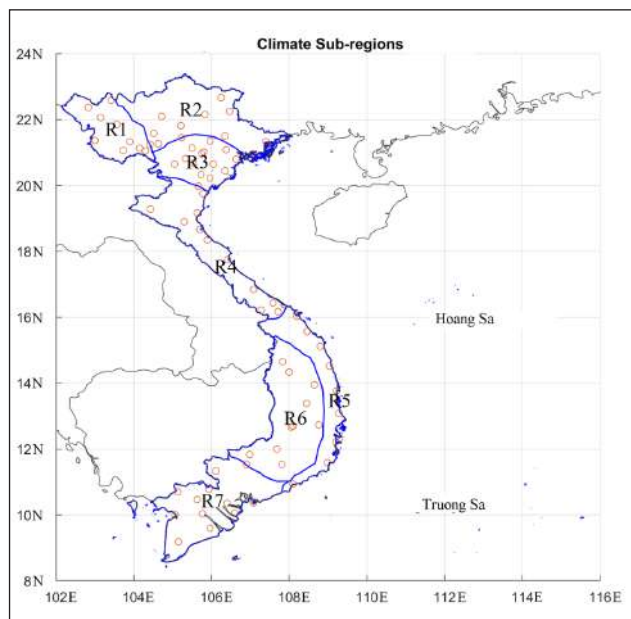
2.2. Số liệu

Các số liệu sử dụng cho mục đích nghiên cứu bao gồm:

- Chỉ số dao động khí hậu IOD được lấy từ Trung tâm Khí hậu của NOAA-NCEP với thời kỳ từ 1981 - 2020 (https://psl.noaa.gov/gcos_wgsp/Timeseries/DMI/)

- Số liệu tái phân tích tháng của trường nhiệt độ trung bình và lượng mưa với độ phân giải là $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$ kinh vĩ của NCEP/NCAR trong thời kỳ 1981 - 2020.

- Số liệu nhiệt độ và lượng mưa tháng tại 150 trạm quan trắc trên khu vực Việt Nam trong thời kỳ 1981 - 2020.



Hình 1. Lãnh thổ Việt Nam và mạng lưới trạm quan trắc (chấm tròn). Các phân vùng khí hậu được ký hiệu từ R1 đến R7

2.3. Phương pháp

Trong nghiên cứu này, phương pháp tương quan trễ [2] với lag từ 0 đến 8 tháng được sử dụng để khảo sát quan hệ giữa dao động IOD với các biến nhiệt độ và lượng mưa trong các tháng 12, 1, 2. Trong đó, lag = 0, IOD và các biến nhiệt độ/mưa là đồng pha; lag = 1, 2, ..., 8 biểu thị IOD sớm pha hơn các biến nhiệt độ/mưa 1, 2, ..., 8 tháng tương ứng.

Tương quan tuyến tính giữa hai biến trong thời kỳ nghiên cứu được thể hiện thông qua hệ số tương quan Pearson (r_{xy}) [1]:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})(x_t - \bar{x})}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2}}$$

Trong đó, n là độ dài của chuỗi số liệu, \bar{x} và \bar{y} lần lượt là giá trị trung bình của hai chuỗi số liệu.

Kiểm nghiệm T-test được sử dụng để xác định độ tin cậy của hệ số tương quan khi khảo sát trường quy mô lớn. Ở đây, các giá trị hệ số tương quan được chỉ ra với mức ý nghĩa 5% ($p = 0,05$) đối với nhiệt độ và 10% ($p = 0,1$) đối với lượng mưa.

3. Kết quả

a. Nhiệt độ

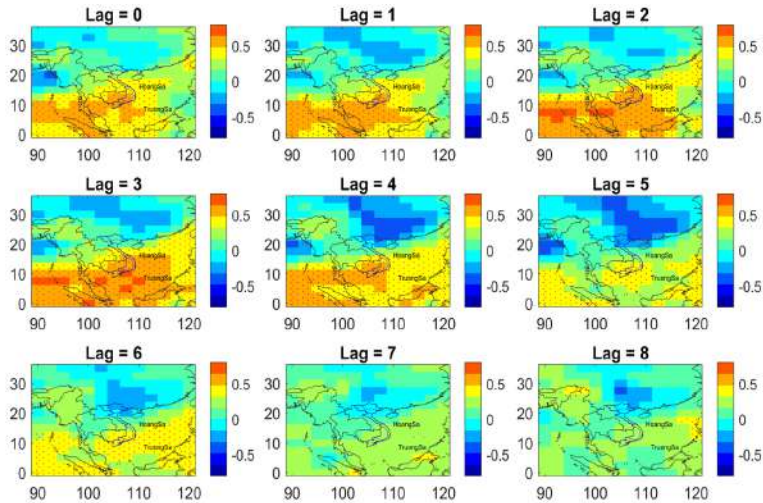
Hình 2 và 3 trình bày hệ số tương quan trễ giữa chỉ số IOD và nhiệt độ trung bình 3 tháng mùa chính đông (tháng 12-1-2). Kết quả cho thấy, tín hiệu mạnh với trường nhiệt độ xuất hiện chủ yếu với các độ trễ từ 0 đến 5 tháng (lag = 0-5). Hệ số tương quan dương đạt mức ý nghĩa thống kê xuất hiện khoảng dưới vĩ độ 20°N, trong khi dải tương quan âm tồn tại ở khoảng trên 22°N. Với độ trễ 4 và 5 tháng (lag = 4, 5; Hình 2), hệ số tương quan âm có ý nghĩa thống kê ở phía Đông Bắc của phần phía Bắc lãnh thổ Việt Nam. Tương quan với nhiệt độ trên phần lãnh thổ Việt Nam (Hình 3) cũng nhận được những kết quả tương tự. Hệ số tương quan cao xuất hiện ở phần khu vực các tỉnh miền Trung và miền Nam. Trong khi đó, tại độ trễ 4 và 5 tháng (lag = 4, 5), hệ số tương quan âm xuất hiện ở phần lãnh thổ phía Bắc lãnh thổ.

b. Mưa

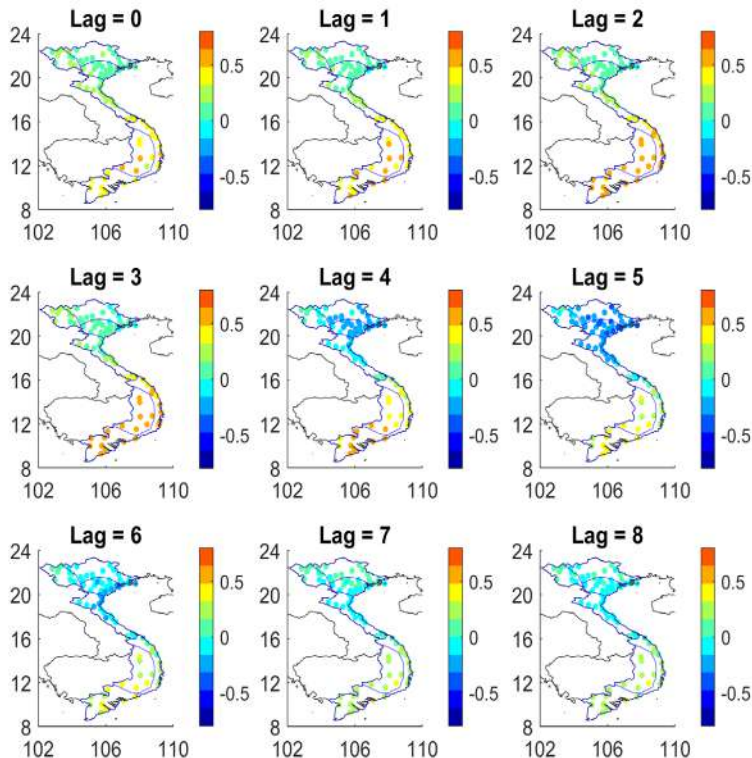
Hình 4 và Hình 5 trình bày hệ số tương quan giữa IOD và tổng lượng mưa ba tháng chính đông (tháng 12, 1, 2). Kết quả với trường mưa qui mô lớn (Hình 4) cho thấy, tín hiệu mạnh và rõ ràng chỉ có trong các độ trễ từ 0 đến 2 tháng

(lag = 0 - 2). Nổi bật nhất là các giá trị tương quan âm đạt mức ý nghĩa thống kê ở khu vực giữa và nam Biển Đông. Tuy nhiên, hệ số tương quan trên phần lãnh thổ Việt Nam tương đối mờ nhạt (Hình 4). Kết quả tính toán với các trạm quan trắc (Hình 5) cho thấy, với độ trễ từ 0 đến 5 tháng (lag = 0-5), tương quan âm (dương) xuất

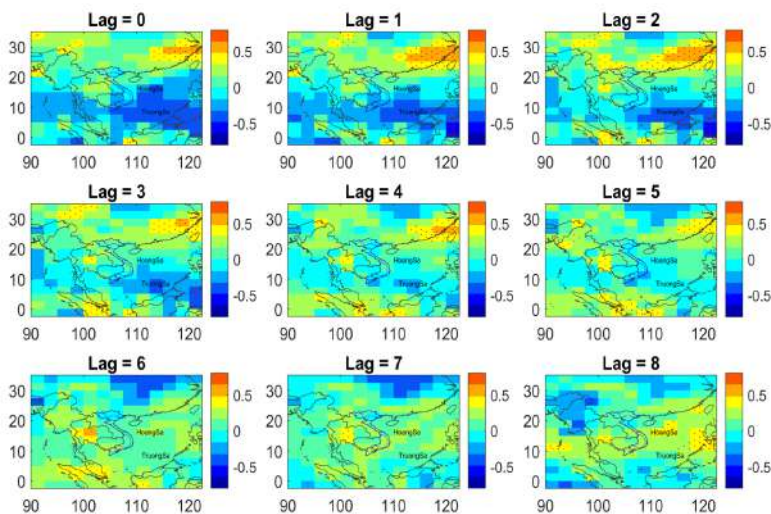
hiện ở các tỉnh Trung Trung Bộ trở vào đến Nam Bộ (phía Bắc của Việt Nam). Mặc dù vậy, giá trị tuyệt đối của các hệ số tương quan không mạnh bằng so với trường hợp tính toán với nhiệt độ. Với các độ trễ từ 6 đến 8 tháng (lag = 6-8), hệ số tương quan trên phần lớn lãnh thổ đều nhận giá trị dương.



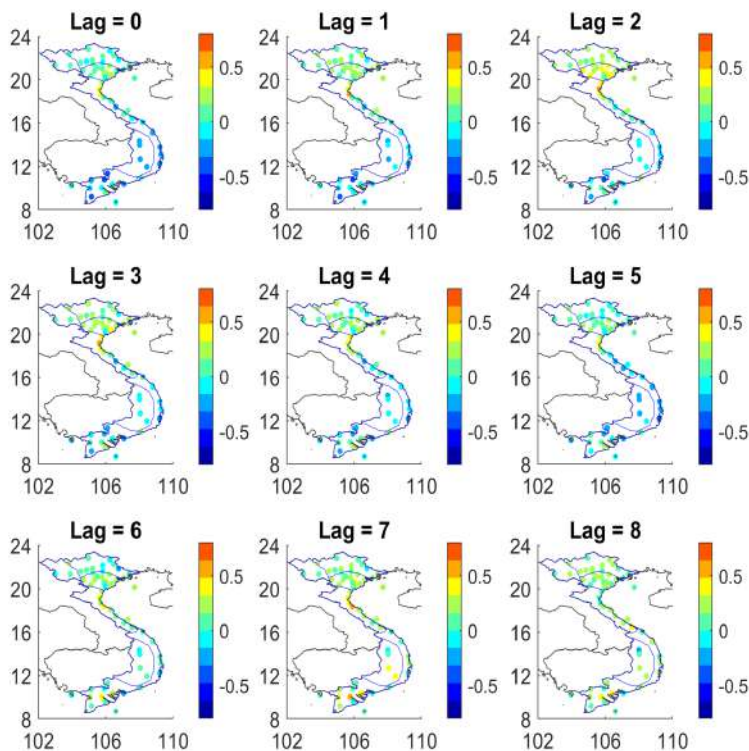
Hình 2. Hệ số tương quan trễ (lag = 0 - 8) giữa IOD và nhiệt độ trung bình 3 tháng 12-1-2. Dấu cộng màu đỏ + trình bày những giá trị đạt mức ý nghĩa thống kê 5% ($p = 0,05$)



Hình 3. Hệ số tương quan giữa IOD với nhiệt độ trung bình mùa đông tại các trạm quan trắc với độ trễ từ 0 đến 8 tháng (lag = 0-8)



Hình 4. Tương tự như Hình 2, nhưng tương quan với tổng lượng mưa 3 tháng. Dấu cộng màu đỏ + thể hiện những giá trị đạt mức ý nghĩa 10% ($p = 0,1$)



Hình 5. Tương tự như Hình 3, nhưng tương quan giữa IOD với lượng mưa 3 tháng chính đông

4. Bàn luận và kết luận

Bài báo sử dụng phương pháp tương quan trễ để khảo sát quan hệ giữa chỉ số dao động IOD với nhiệt độ, lượng mưa mùa đông trong thời kỳ 1981 - 2020, nghiên cứu đưa ra một số bàn luận và kết luận sau:

- Với nhiệt độ: Hệ số tương quan dương đạt mức ý nghĩa thống kê xuất hiện với độ trễ từ 0 đến 5 tháng, đặc biệt ở các tỉnh từ Trung đến Nam Trung Bộ cho thấy biến động của yếu tố nhiệt độ bề mặt ở các khu vực này có thể có liên quan đến hiện tượng IOD. Kết quả đáng tin

cậy hơn khi hệ số tương quan quan trọng xuất hiện trên qui mô lớn, từ khoảng vĩ độ 17°N trở về đến xích đạo. Điều này ngụ ý, nếu chỉ số IOD gia tăng (suy giảm), nhiệt độ mùa Đông trên khu vực Việt Nam (chủ yếu với các tỉnh miền Trung và miền Nam) có xu hướng gia tăng (suy giảm). Giá trị hệ số tương quan nghịch với độ trễ 4 và 5 tháng (lag = 4, 5) ngụ ý, chỉ số IOD gia tăng (giảm), nhiệt độ mùa đông của các tỉnh Bắc Trung Bộ và Bắc Bộ có xu hướng giảm (tăng). Kết quả này chỉ ra cơ hội có thể sử dụng chỉ số IOD như một nhân tố để dự báo nhiệt độ mùa đông ở khu vực Việt Nam với thời hạn dự báo trước khoảng 6 tháng.

- Về mưa: Hệ số tương quan giữa IOD và lượng mưa với các trạm quan trắc trên lãnh thổ Việt Nam là tương đối mờ nhạt. Phần các tỉnh miền Trung đến phía Nam trình bày tương quan âm. Hệ số tương quan giữa IOD và trường mưa lưới trên qui mô lớn cung cấp thêm thông tin quan trọng. Hệ số tương quan quan trọng âm nhận được ở khu vực giữa và Nam Biển Đông ngụ ý, IOD gia tăng (giảm) mưa ở vùng giữa và Nam Biển Đông có xu hướng giảm (tăng). Bên cạnh đó, hệ số tương quan với trường qui mô lớn cũng cho thấy, tín hiệu tương quan mạnh chỉ xuất hiện với độ trễ từ 0 đến 2 tháng (lag =

0 - 2). Điều này ngụ ý, có thể sử dụng IOD để dự báo cho mưa trong các tháng mùa Đông ở khu vực giữa và Nam Biển Đông với thời hạn dự báo trước 2 tháng.

- Một số các nghiên cứu trước đây (Xie và cộng sự, 2016) đã chỉ ra, pha dương của IOD dẫn tới phát triển dị thường hoàn lưu xoáy nghịch trên biển khu vực Biển Đông và Philippines. Điều này dẫn tới ngăn cản các hoạt động đối lưu gây mưa, có thể ngăn cản cả phát triển của xoáy thuận nhiệt đới. Ngược lại, nếu pha âm của IOD, cơ chế ngược lại, có thể xuất hiện nhiều mưa và xoáy thuận nhiệt đới hơn. Điều này phù hợp với kết quả khảo sát ở bên trên. Pha âm của IOD có xu hướng kích hoạt động đối lưu dẫn tới xu hướng tăng mưa trên khu vực giữa và Nam Biển Đông. Khu vực đất liền, điều kiện khí hậu có thể chịu nhiều ảnh hưởng của các yếu tố đặc điểm địa phương của địa hình nên tương đối phức tạp, dẫn tới quan hệ giữa IOD và mưa không mạnh. Tuy nhiên, nếu vùng giữa và Nam Biển Đông gia tăng cơ hội hoạt động của đối lưu, bão/áp thấp nhiệt đới. Điều này có thể ảnh hưởng đến phần đất liền, khu vực các tỉnh Trung Bộ của lãnh thổ Việt Nam. Theo khía cạnh này, IOD cũng có thể được xem là một chỉ thị để dự báo cho lãnh thổ Việt Nam.

Lời cảm tạ: Bài báo được hoàn thành nhờ một phần kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học Cấp Bộ Tài Nguyên và Môi trường: “Nghiên cứu ứng dụng các chỉ số dao động khí hậu quy mô lớn vào dự báo khí hậu cho Việt Nam”, mã số: TNMT.2021.02.05.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Phan Văn Tân (2005), *Các phương pháp thống kê trong khí hậu*, nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội 2005.
2. Hoàng Đức Cường, Trần Việt Liên (2012), *Giáo trình dự báo khí hậu*, nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

Tài liệu tiếng Anh

3. Liu, Y., & Chen, G. (2018), "Intensified influence of the ENSO Modoki on boreal summer tropical cyclone genesis over the western North Pacific since the early 1990s", *International Journal of Climatology*, 38, e1258-e1265.
4. Mahala, K. B., Nayak, K. B., Mohanty, K. P., (2014), *Impacts of ENSO and IOD on tropical cyclone activity in the Bay of Bengal*.
5. Sahu, N., Yamashiki, Y., and K., TakARA, (2010), *Impact Assessment of IOD/ENSO in the Asia Region*.
6. Saji, N.H.; Yamagata, T. (2003), "Possible impacts of Indian Ocean Dipole mode events on global

- climate*". *Clim. Res.*, 25, 151-169.
7. Wang, L., & Guo, Z. (2014), "Modulation of tropical cyclogenesis over the South China Sea by ENSO Modoki during boreal summer", *Journal of Ocean University of China*, 13, 223-235.
 8. Wu, P., Fukutomi, Y., & Matsumoto, J. (2012), "The impact of intraseasonal oscillations in the tropical atmosphere on the formation of extreme central Viet Nam precipitation", *SOLA*, 8, 57-60.
 9. Xavier, P., Rahmat, R., Cheong, W. K., & Wallace, E. (2014), "Influence of Madden-Julian Oscillation on Southeast Asia rainfall extremes: observations and predictability", *Geophysical Research Letters*, 41, 4406-4412.
 10. Yuan, Y., Yang, H., Zhou, W., Li, C., (2008), "Influences of the Indian Ocean dipole on the Asia summer monsoon in the following year", *Int. J. Climatol.* 28: 1849 -1859 (2008).
 11. <http://www.bom.gov.au/climate/enso/history/ln-2010-12/IOD-what.shtml>
 12. https://psl.noaa.gov/gcos_wgsp/Timeseries/DMI/
 13. Xie, S. P., Kosaka, Y., Du, Y., Hu, K., Chowdary, J. S., & Huang, G. (2016), "Indo-western Pacific ocean capacitor and coherent climate anomalies in post-ENSO summer: A review", *Advances in Atmospheric Sciences*, 33, 411-432.

THE RELATIONSHIP BETWEEN INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) AND SURFACE TEMPERATURE, RAINFALL IN THREE WINTER MONTHS IN VIET NAM

Vu Van Thang, Ta Huu Chinh, Truong Thi Thanh Thuy, Luong Tuan Minh
Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

Received: 05/5/2022; Accepted: 24/5/2022

Abstract: *The article investigates the possible relationship between IOD (Indian Ocean Dipole) with surface temperature and rainfall in boreal winter over Viet Nam in the period 1981 - 2020. The lag Pearson correlation was used to estimate the relationship IOD and surface temperature and rainfall. The results show that, for surface temperature, significant correlations are at lags of 0 to 5 months (lag = 0 - 5), especially in the central and southern provinces of Viet Nam. Meanwhile, for rainfall, the correlations are insignificant on the Viet Nam. However, the correlations calculated with gridding rainfall data indicate significant negative values on central and southern Dong Sea with lags of 0 to 3 months (lag = 0 - 3). These results suggest that, IOD can be considered as a potential indicator to forecast for temperature with 5 months in advance, and rainfall with 2 months in advance on Viet Nam.*

Keywords: *IOD, temperature, rainfall.*

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA THỦY TRIỀU ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT VÙNG BỜ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Nguyễn Văn Hồng, Phạm Ánh Bình, Nguyễn Thảo Hiền, Châu Thanh Hải
Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 27/4/2022; ngày chuyển phản biện: 28/4/2022; ngày chấp nhận đăng: 23/5/2022

Tóm tắt: Nghiên cứu này sử dụng phần mềm UTide nhằm mục đích đánh giá xu thế biến đổi mực nước, dự báo thủy triều tại các trạm đo mực nước ven biển khu vực Nam Bộ. Sử dụng kết quả dự báo triều từ phần mềm Utide làm đầu vào cho bộ mô hình toán thủy động lực học (MIKE 11, MIKE21) với hai mô-đun thủy động lực học và sinh thái để thực hiện đánh giá chế độ dòng chảy và chất lượng nước khu vực vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh. Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định với bộ dữ liệu đầu vào gồm địa hình, số liệu thủy lực, thủy văn và chất lượng nước thực đo. Kết quả mô phỏng cho thấy chất lượng nước diễn ra khá phức tạp do biến động của dòng chảy, tại một số vị trí nghiên cứu chất lượng nước nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột B1, chỉ số chất lượng nước (WQI) dao động từ 52 - 87, điều này cho thấy quá trình pha loãng các chất do thủy triều đóng vai trò chủ đạo. Kết quả nghiên cứu này cũng là nền tảng phục vụ cho việc dự báo ngắn hạn các thông số chất lượng nước trong tương lai.

Từ khóa: Chất lượng nước, MIKE, WQI.

1. Đặt vấn đề

Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề của biến đổi khí hậu [2]. Tại vùng biển Nam Bộ nơi có chế độ bán nhật triều không đều ở Biển Đông và nhật triều không đều ở biển Tây, tại đây hàng năm thường xuất hiện các đợt triều cường lớn [11], cùng với xu thế biến đổi khí hậu và nước biển dâng đang diễn ra phức tạp như hiện nay đã gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống của người dân sinh sống tại vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh (TP.HCM).

Vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh (Hình 1) bao gồm diện tích đất liền của huyện Cần Giờ và diện tích vùng biển ven bờ ra xa 6 hải lý từ vịnh Gành Rái đến cửa Soài Rạp, có vị trí quan trọng đặc biệt đối với thành phố. Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của các lĩnh vực công nghiệp, sản xuất, dịch vụ và dân sinh dẫn đến chất lượng nước mặt có dấu hiệu ô nhiễm, bởi vùng bờ TP.HCM là nơi gần như tiếp nhận toàn bộ nước thải dọc theo lưu vực sông Sài Gòn. Vì vậy, trước tình hình chất lượng nước diễn ra khá

phức tạp, việc hiểu rõ quy luật thủy triều trong các vùng biển và ven biển là cần thiết.

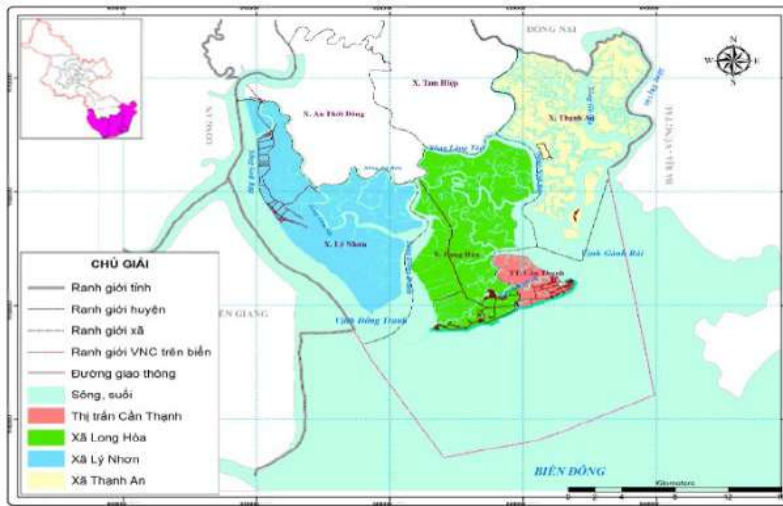
Có nhiều phương pháp được áp dụng với độ tin cậy cao sử dụng trong hầu hết các nghiên cứu cho vùng sông, cửa sông, ven biển, một trong số đó là phương pháp mô hình hóa. Hiện nay, phương pháp này được ứng dụng hiệu quả trong việc phân tích và dự báo thủy triều, mô phỏng chế độ thủy lực cũng như quá trình lan truyền nồng độ các chất. Trên thế giới, có rất nhiều nghiên cứu đã ứng dụng chỉ số WQI để xác định hiện trạng chất lượng nước: Lưu vực sông Kelani (Sri Lanka) [15]; lưu vực sông Meenachil và Pamba (Nam Ấn Độ) [16]; đánh giá chất lượng nước tại một nhà máy xử lý nước ở thành phố Delhi (Ấn Độ) và mẫu nước được thu thập hàng tháng từ giếng khoan [17], sông Nadas (Romania) [18]... Tại Việt Nam đã có nhiều nghiên cứu cũng đã ứng dụng các mô hình toán trong việc đánh giá, dự báo và quản lý chất lượng nước mặt vùng bờ, trong đó phải kể đến nghiên cứu khả năng chịu tải tại ven bờ Cần Giờ bao gồm vịnh Đồng Tranh và Gành Rái [6]; nghiên cứu kết hợp hệ số phát thải để tính tải lượng ô nhiễm do hoạt động du lịch, tàu thuyền, chăn nuôi cho vùng nước ven đảo Cát

Liên hệ tác giả: Nguyễn Văn Hồng
Email: nguyenvanhong79@gmail.com

Bà [7]; đánh giá tải lượng ô nhiễm đưa vào hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai [8]. Trên thực tế, đã có nhiều nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE 11, MIKE 21 với môđun ECOLAB để mô phỏng, đánh giá chất lượng nước tại khu vực cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai và vịnh Gành Rái [3, 5, 9, 11]. Bên cạnh việc đánh giá chất lượng nước, các nghiên cứu thường đánh giá chế độ thủy động lực, xu thế mực nước do đây cũng là một trong những yếu tố quan trọng gây ảnh hưởng đến chất lượng nước, phục vụ mục tiêu khai thác, sử dụng hợp lý và bền vững tài nguyên nước để phát triển kinh tế - xã hội, phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai trên lưu vực sông [1, 9, 12]. Điều này chứng minh việc lựa chọn mô hình hóa để mô phỏng dòng chảy, quá trình lan truyền chất ô

nhiễm tại vùng bờ TP.HCM có tính khả thi và kết quả nghiên cứu có độ tin cậy cao.

Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu sử dụng phần mềm UTide để phân tích dao động và dự báo mực nước một số trạm khu vực Nam Bộ bằng phương pháp phân tích điều hòa. Kết quả dự báo sớm mực nước triều là dữ liệu đầu vào cho bộ mô hình MIKE bao gồm mô đun MIKE HD và ECOLAB để mô phỏng chế độ thủy động lực hai chiều (trong sông và vùng cửa sông) và tính toán mô phỏng lan truyền các chất ô nhiễm tương ứng cho mùa khô năm 2022. Từ đó đánh giá ảnh hưởng của thủy triều đến chất lượng nước vùng bờ TP.HCM, góp phần giảm thiểu tác động của thủy triều đến đời sống người dân khu vực ven biển.



Hình 1. Các đơn vị hành chính vùng bờ

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

2.1. Phần mềm phân tích và dự báo mực nước UTide

Bước đầu phân tích triều thực sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu cho các

sóng thành phần nhằm tìm ra các hằng số điều hòa (pha và biên độ) phù hợp của chúng. Phần mềm UTide được chạy trên nền Matlab.

Công thức độ cao thủy triều (y_i) bằng phương pháp phân tích triều điều hòa được viết lại như sau [13]:

$$y_i = C_0 + \sum_{j=1}^M A_j \cos[2\pi(\sigma_j t_i - \phi_j)] = C_0 + \sum_{j=1}^M [C_j \cos(2\pi\sigma_j t_i) + S_j \sin(2\pi\sigma_j t_i)] \quad (1)$$

Trong đó:

t_i : Thời gian chuỗi quan trắc;

M : Số sóng cần phân tích;

σ_j : Tần số góc của sóng;

C_0 : Mực nước trung bình;

$A_j = (C_j^2 + S_j^2)^{1/2}$: Biên độ triều;

$\phi_j = (1/2\pi) \cdot (\arctan S_j/C_j)$: Pha sóng.

Trong N số mực nước từng giờ, tổng sai số bình phương của mực nước quan trắc và mực nước phân tích được tính như công thức (2) dưới đây:

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^N [y_i - C_0 - \sum_{j=1}^M (C_j \cos 2\pi \sigma_j t_i + S_j \sin 2\pi \sigma_j t_i)]^2 \quad (2)$$

Công thức (1) – (2) là đạo hàm phương trình trên theo C_0, C_j, S_j ($j=1, M$). Sau đó thiết lập được một ma trận để giải hệ phương trình. Giải phương trình ma trận trên ta sẽ xác định được các hằng số điều hòa (bao gồm biên độ triều và pha dao động) cần phân tích. Khi đã có được biên độ và pha dao động của từng sóng triều thành phần, ta thế vào công thức (1) để tính toán và dự báo dao động mực nước theo thời gian bất kỳ.

Sử dụng phần mềm: Phần mềm UTide bao gồm 3 hàm:

- ut_solv.m (để phân tích điều hòa cho dòng chảy triều và mực nước);

- ut_reconstr.m (sử dụng phân tích để dự báo dòng chảy triều và mực nước);

- ut_constants.mat chứa các hằng số tính bao gồm 146 sóng triều thành phần.

2.2. Phương pháp tính toán chỉ số chất lượng nước

Cơ sở khoa học để đánh giá chất lượng nước căn cứ theo hướng dẫn kỹ thuật tính toán chỉ số chất lượng nước Việt Nam theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT ngày 12 tháng 11 năm 2019 của Tổng cục trưởng Tổng cục Môi trường [10]. Kết quả đánh giá chất lượng nước được trình bày dưới dạng biểu đồ và đồ thị. Thang điểm đánh giá chỉ số WQI được trình bày tại Bảng 1. Các kết quả tính toán chỉ số chất lượng nước WQI nhằm phục vụ cho việc đánh giá và xếp loại chất lượng nước tại khu vực nghiên cứu.

Bảng 1. Thang điểm đánh giá chỉ số WQI [10]

WQI	Chất lượng	Khuyến nghị
91 - 100	Rất tốt	Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt
76 - 90	Tốt	Sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng cần các biện pháp xử lý phù hợp
51 - 75	Trung bình	Sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương
26 - 50	Kém	Sử dụng cho giao thông thủy và các mục đích tương đương khác
10 - 25	Ô nhiễm nặng	Nước ô nhiễm nặng, cần các biện pháp xử lý trong tương lai
< 10	Ô nhiễm rất nặng	Nước nhiễm độc, cần có biện pháp khắc phục, xử lý

2.3. Phương pháp mô hình hóa

Phương pháp mô hình hóa chính được sử dụng ở đây là mô hình toán số MIKE của Đan Mạch. Các nội dung tính toán cụ thể bao gồm:

(a) Sử dụng phần mềm Utide dự báo thủy triều cho năm 2022 trong mùa khô tại một số trạm làm biên dữ liệu đầu vào cho mô hình thủy lực.

(b) Tính toán và mô phỏng thủy lực một chiều MIKE 11 tương ứng với các kịch bản tính toán. Sử dụng mô hình MIKE 11 [14] để mô phỏng chế

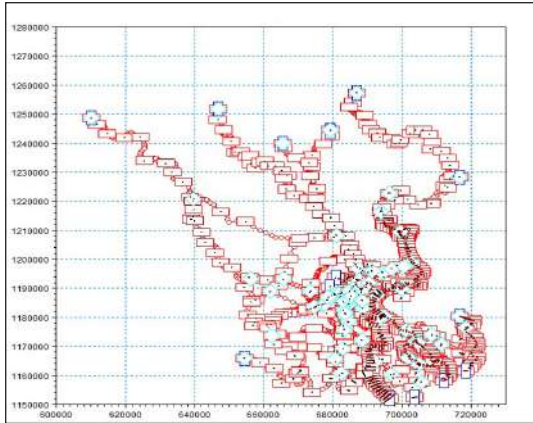
độ thủy lực một chiều trong sông. Sau khi hiệu chỉnh kiểm định, xuất các biên lưu lượng làm đầu vào cho mô hình MIKE 21 ứng với các kịch bản tính toán.

(c) Sử dụng mô hình MIKE 21 bao gồm mô đun HD và ECOLAB để mô phỏng chế độ thủy động lực hai chiều (trong sông và vùng cửa sông) và tính toán mô phỏng lan truyền các chất ô nhiễm tương ứng cho mùa khô năm 2022. Từ đó đánh giá ảnh hưởng của thủy triều tới chất lượng nước vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh.

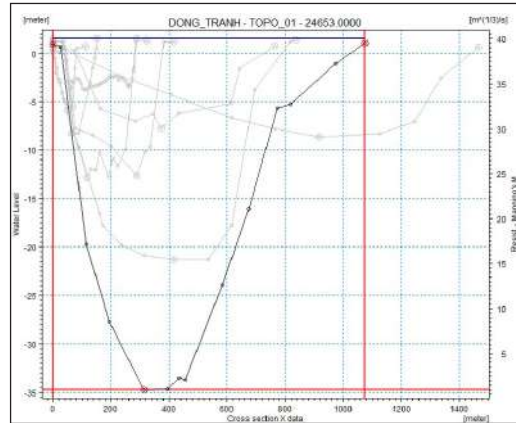
2.3.1. Thiết lập mô hình thủy lực một chiều MIKE 11

Mạng lưới tính toán thủy lực

Bao gồm mạng lưới sông Sài Gòn - Đồng Nai,



các công trình giao thông thủy lợi như đập, cầu, cống cũng được biên tập trong mạng lưới sông. Mặt cắt sông bao gồm khoảng 3.885 mặt cắt trên toàn hệ thống sông trong khu vực nghiên cứu (Hình 2).



Hình 2. Mạng lưới tính toán thủy lực và mặt cắt sông

Dữ liệu biên và điều kiện ban đầu

Các số liệu thủy văn được sử dụng là các số liệu được quan trắc của năm 2017, bao gồm: Dữ liệu biên thượng nguồn gồm có 3 biên: Q xả (m³/s) tại hồ Dầu Tiếng, hồ Trị An và hồ Phước Hòa (số liệu trung bình ngày). Dữ liệu biên hạ nguồn gồm có 2 biên mực nước: Trạm Vũng Tàu, Tân An (số liệu mực nước giờ). Các biên còn lại được đóng kín.

Dữ liệu hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Thời gian tính: Từ ngày 29/3/2017 9:00 - 31/3/2017 9:00 để hiệu chỉnh mô hình và từ ngày 03/03/2018 9:00 đến 05/03/2018 9:00 để kiểm định mô hình tại trạm Phú An, Tam Thôn

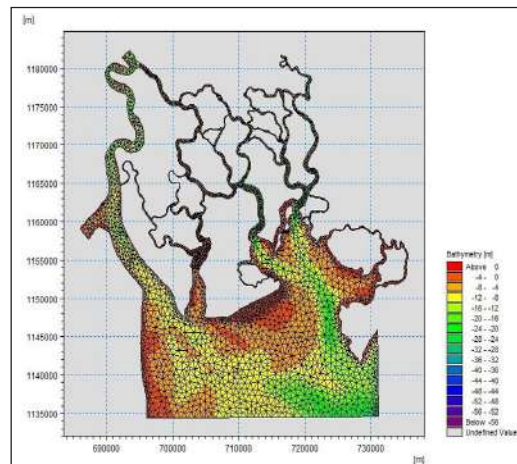
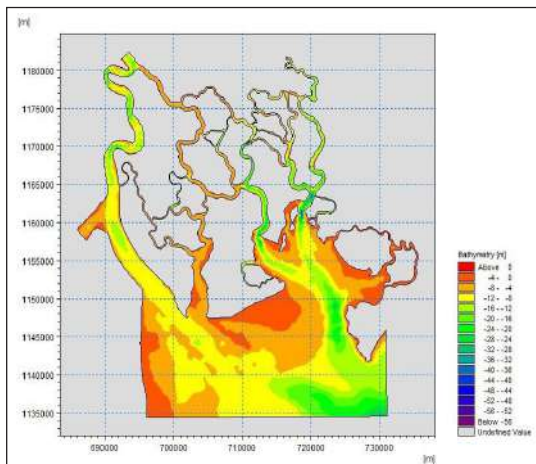
Hiệp, Cửa Đồng Tranh, Cửa Ngã Bảy.

Bước thời gian tính $\Delta t = 1$ giờ. Hệ số nhám n: Thay đổi trong khoảng 20 - 60 tùy từng đoạn sông. Điều kiện ban đầu: H = 0 m, lưu lượng Q = 0 m³/s.

2.3.2. Thiết lập mô hình thủy lực hai chiều MIKE 21

Địa hình và lưới tính

Địa hình: Khai thác từ bản đồ địa hình có tỉ lệ 1/10.000 với hệ quy chiếu là hệ quy chiếu UTM Zone 48N. Trong nghiên cứu này thiết lập lưới tam giác với cấu trúc không đều nhau, khu vực tính toán gồm 7.631 phần tử và 5.342 nút lưới.



Hình 3. Địa hình đáy sông và lưới tam giác vùng nghiên cứu

Dữ liệu địa hình trên các sông được thu thập từ dữ liệu địa hình năm 2011 và có cập nhật mới (đến năm 2014) từ nhiều nguồn dữ liệu của các đề tài, dự án nghiên cứu trước đây, các số liệu với độ tin cậy cao [1, 4, 9]. Dữ liệu địa hình đáy sông sau khi thu thập kết hợp với lưới tính phi cấu trúc được tạo từ đường bờ để nội suy địa hình, đây là dữ liệu đầu vào quan trọng cho mô hình (Hình 3).

Dữ liệu biên và điều kiện ban đầu

Điều kiện đầu vào được sử dụng là giá trị mực nước và vận tốc nằm ngang bằng không tại thời điểm $t = 0$. Tại các biên lồng phía Nhà Bè, Vàm Cỏ mô hình sử dụng dao động mực nước; phía Vũng Tàu sử dụng mực nước giờ Vàm Kênh - Vũng Tàu làm điều kiện biên (kết quả mô phỏng từ phần mềm Utide-mực nước giờ năm 2022). Biên cứng: Chọn đường bờ biển, bờ sông

làm biên cứng.

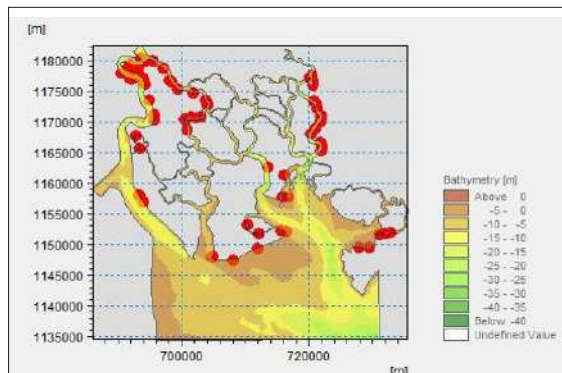
Dữ liệu hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Thời gian tính: Từ ngày 29/3/2017 9:00 - 31/3/2017 9:00 để hiệu chỉnh mô hình và từ ngày 20/04/2019 9:00 đến 22/04/2019 9:00 để kiểm định mô hình tại trạm Nhà Bè, Cửa Đờng Tranh, Cửa Ngã Bảy.

2.3.3. Thiết lập mô đun chất lượng nước (ECOLAB)

Nguồn phát thải

Xác định nguồn thải chính: Gồm 76 vị trí xả thải chủ yếu tập trung trên sông Nhà Bè, sông Lòng Tàu và sông Cái Mép (Hình 4). Nồng độ nước thải của khu vực gồm 4 loại nước thải chính: Nước thải sinh hoạt; nước thải công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp; nước thải chăn nuôi; nước thải từ hoạt động nuôi trồng thủy sản (nuôi tôm).



Hình 4. Sơ đồ vị trí các nguồn xả thải

Điều kiện ban đầu và điều kiện biên

Tại thời điểm ban đầu $t_0 = 0$, trên cơ sở số liệu thực đo, điều kiện ban đầu của TSS là 160 mg/l; BOD là 4,6 mg/l; DO là 0,8 mg/l; NO_3^- là 0,65 mg/l; NH_{4+} là 0,05 mg/l; PO_4^{3-} là 0,025 mg/l, Coliform là 1/100 mL

Dữ liệu hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Số liệu chất lượng nước từ ngày 20/04/2019 21:00 đến 22/04/2019 21:00 tại trạm Đờng Tranh và Cái Mép được sử dụng cho hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

2.4. Đánh giá hiệu quả mô phỏng của mô hình

Độ tin cậy của các mô hình thủy lực và khuếch tán được đánh giá thông qua chỉ số hiệu quả Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) [21] và hệ số tương quan (R^2) [19], trong đó, khi NSE và R^2 càng tiến đến 1 thì độ tin cậy của các kết quả

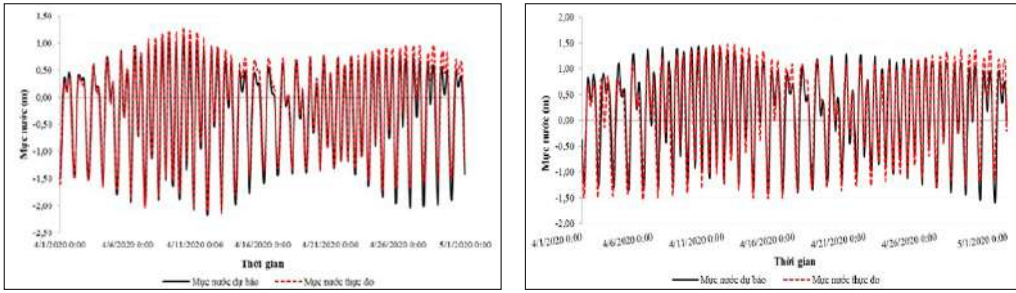
đạt được càng cao. Phần trăm sai số (PBIAS) [20] được áp dụng cho đánh giá chất lượng nước, kết quả sai số càng tiến đến 0 thì độ tin cậy càng cao.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả dự báo mực nước tại các trạm

Kết quả kiểm định giữa số liệu mực nước tại trạm Vũng Tàu, Vàm Kênh, Phú An và Nhà Bè vào tháng 4/2020 (Hình 5) cho thấy sai số lớn nhất trong tháng 3 - 4 năm 2020 khoảng 0,18 - 0,20 m; hệ số tương quan giữa tính toán và thực đo khá tốt, R^2 đều lớn hơn 0,80. Cụ thể: Vũng Tàu [0,98]; Phú An [0,84] và Nhà Bè [0,81].

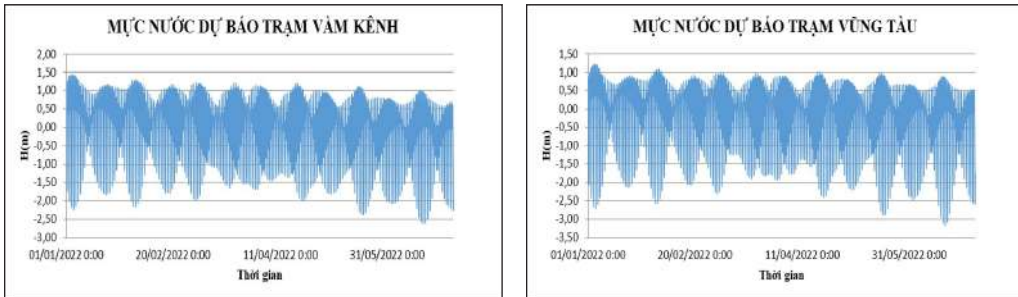
Các kết quả dự báo giá trị mực nước triều tại các trạm cửa sông khu vực TP.HCM (Bảng 2) dựa trên phần mềm U-TIDE như sau: Mực nước đỉnh triều có thể đạt trên 1,4 m bắt đầu vào đầu tháng 1 và kết thúc vào cuối tháng 3 (Hình 6).



Hình 5. Kiểm định mực nước giữa mực nước dự báo và mực nước tính toán tháng 4/2020 tại a) trạm Vũng Tàu và b) trạm Phú An

Bảng 2. Dự báo thủy triều lớn nhất từ tháng 1 đến tháng 6/2022

Trạm	Ngày dự báo đạt triều max	Mực nước đỉnh triều				Mực nước chân triều			
		H (m)	Giờ xh	H(m)	Giờ xh	H (m)	Giờ xh	H (m)	Giờ xh
Vàm Kênh	03/01/2022	1,44	1:00	1,42	16:00	-2,18	9:00	0,48	21:00
Vũng Tàu	04/01/2022	1,22	1:00	1,17	16:00	-2,71	9:00	0,33	21:00



Hình 6. Mực nước triều dự báo từ tháng 1 đến tháng 6/2022 tại các trạm

3.2. Hiệu chỉnh - kiểm định mô hình MIKE 11 và MIKE 21

Kết quả hiệu chỉnh kiểm định (HCKĐ) mô hình thủy lực MIKE 11 và MIKE 21 (Hình 7 - 8) cho thấy kết quả NASH và chỉ số R^2 theo mực nước và vận tốc tại các trạm trong mùa kiệt khá cao (>84% đối với MIKE 11 và >90% đối với MIKE 21) (Bảng 3 - 4). Như vậy, kết quả hiệu chỉnh và kiểm định khá tốt, bộ thông số mô hình được tối ưu và đủ tin cậy để chạy

mô phỏng chế độ thủy lực, lan truyền chất ô nhiễm trong thời gian dài tại khu vực nghiên cứu.

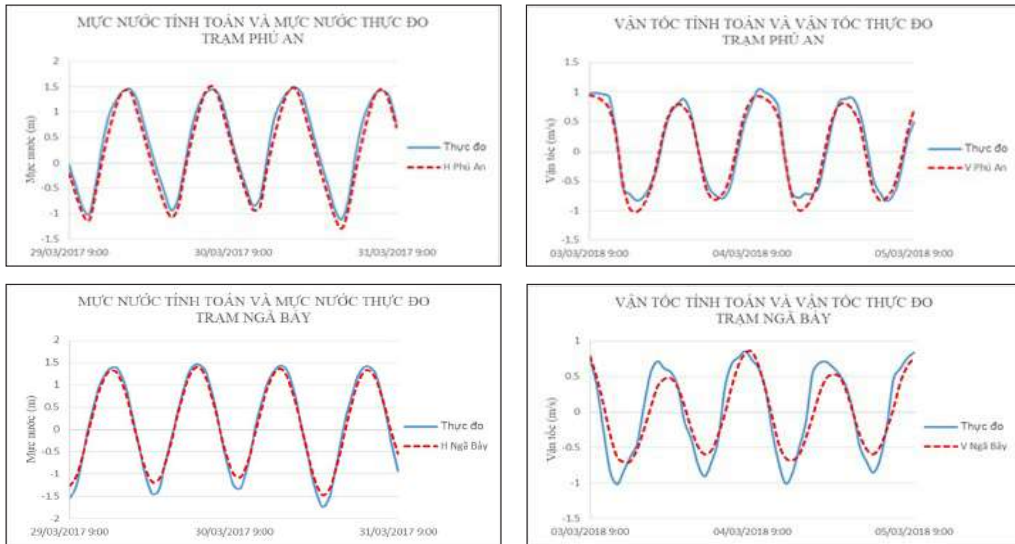
Xuất kết quả mực nước từ mô hình MIKE 11 tại trạm Nhà Bè và Vàm Cỏ; lưu lượng tại trạm Thị Vải và kết quả mực nước tại trạm Vũng Tàu - Vàm Kênh (Hình 6) làm dữ liệu đầu vào cho mô hình MIKE 21 mô phỏng chế độ thủy lực cũng như chất lượng nước vùng bờ TP.HCM vào mùa khô tháng 4/2022 (Hình 9).

Bảng 3. Chỉ số NASH sau khi hiệu chỉnh kiểm định mô hình MIKE 11

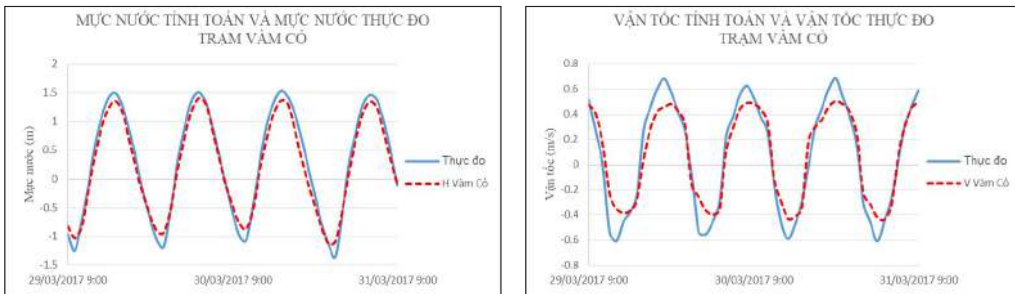
STT	Tên Trạm	Hiệu chỉnh mô hình		Kiểm định mô hình	
		NASH_V	NASH_H	NASH_V	NASH_H
1	Phú An	0,956	0,964	0,904	0,962
2	Tam Thôn Hiệp	0,968	0,908	0,970	0,896
3	Đồng Tranh	0,980	0,870	0,956	0,884
4	Ngã Bảy	0,979	0,865	0,952	0,843

Bảng 4. Chỉ số R^2 sau khi hiệu chỉnh kiểm định mô hình MIKE 21

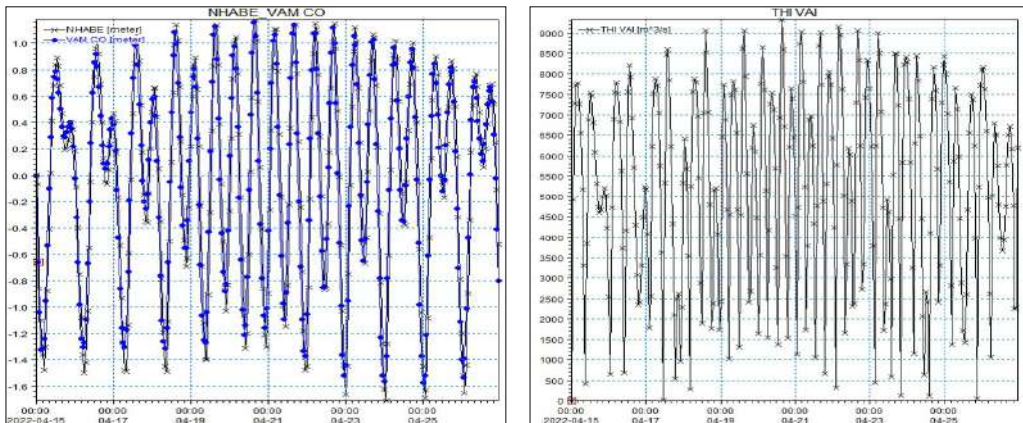
STT	Tên Trạm	Hiệu chỉnh mô hình		Kiểm định mô hình	
		R^2_H	R^2_V	R^2_H	R^2_V
1	Nhà Bè	0,972	0,935	0,975	0,929
2	Vàm Cỏ	0,986	0,932	0,984	0,906
3	Ngã Bảy	0,965	0,933	0,960	0,951



Hình 7. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình MIKE 11 tại các trạm



Hình 8. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình MIKE 21 tại trạm Vàm Cỏ



Hình 9. Kết quả trích xuất mực nước, lưu lượng tại một số khu vực từ mô hình MIKE 11

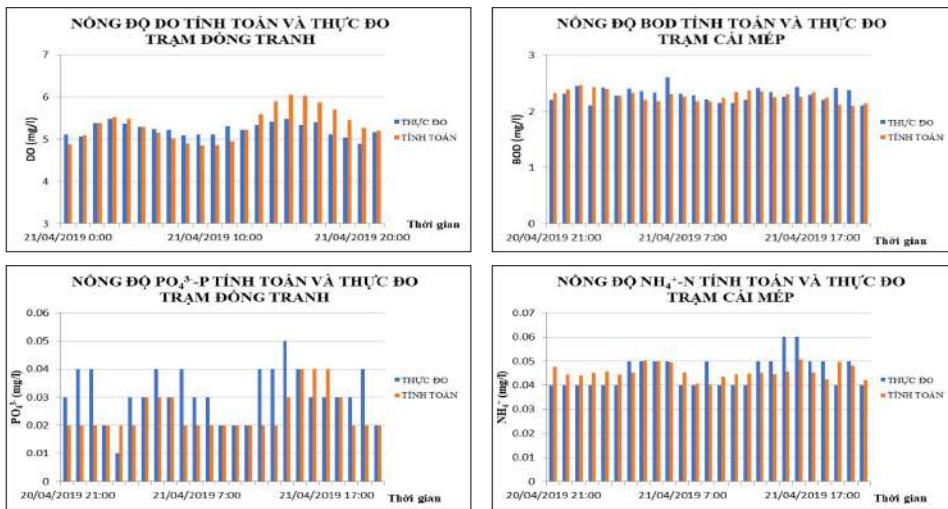
3.3. Hiệu chỉnh - kiểm định mô hình chất lượng nước

Các kết quả kiểm định các thông số chất lượng nước tại khu vực Nhà Bè và Cái Mép được trình bày tại Hình 10. Với kết quả hiệu chỉnh trên,

sai số (%) của mô hình giữa giá trị mô phỏng và thực đo theo các thông số tại trạm Đồng Tranh và Cái Mép được trình bày ở Bảng 5. Như vậy, các kết quả kiểm định cho thấy bộ thông số hiệu chỉnh mô hình nhìn chung là tương đối phù hợp, tin cậy cho khu vực nghiên cứu.

Bảng 5. Sai số (%) của mô hình giữa giá trị mô phỏng và thực đo các thông số CLN

Thông Số	BOD	DO	TSS	NH4	NO3	PO4	Coli
Đồng Tranh	0,18	1,22	16,2	0,01	0,23	0,21	2,65
Cái Mép	0,11	0,67	7,1	0,005	0,16	0,11	3,57



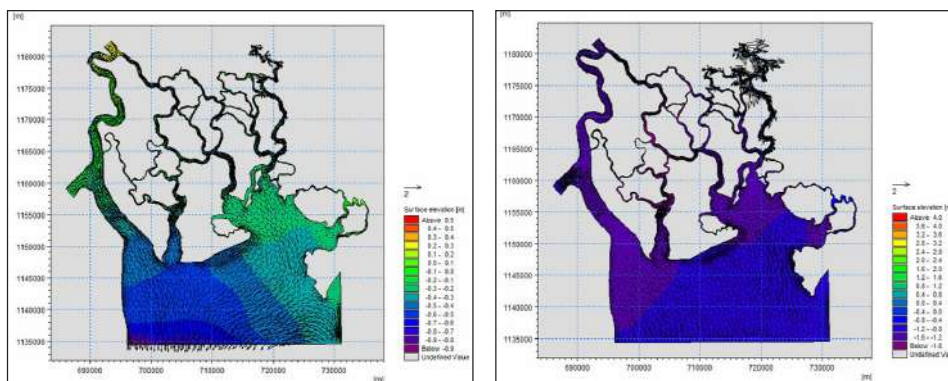
Hình 10. Nồng độ thông số chất lượng nước mô phỏng và thực đo

3.4. Đánh giá ảnh hưởng của thủy triều đến chất lượng nước vùng bờ TP.HCM

Kết quả tính toán vận tốc dòng chảy vào mùa khô tháng 4/2022 (Hình 11) cho thấy vận tốc dòng chảy lúc triều dâng dao động trong khoảng 0,3 - 0,82 m/s, vận tốc lớn khoảng 0,8 m/s tập trung chủ yếu ở cửa vịnh gần mũi Vũng Tàu. Khi vào trong vịnh dòng chảy bị phân tán vào các

con sông nên tốc độ dòng chảy tương đối nhỏ lại tại các cửa sông.

Khi triều rút, tốc độ dòng chảy tại khu vực này lớn hơn khi triều dâng với vận tốc dao động khoảng 0,38 - 1,4 m/s. Lúc này dòng chảy từ trong sông đổ ra khá mạnh và tập trung lại thành một dòng chính trong vịnh và đổ ra biển tập trung khu vực luồng Soài Rạp với vận tốc lên đến 1 m/s.



Hình 11. Kết quả mô phỏng vận tốc và mực nước lúc triều xuống và triều lên

Tốc độ dòng chảy lớn nhất tại Vịnh Gành Rái khoảng 1 - 1,2 m/s với dòng chính chủ yếu là hợp lưu của sông Lòng Tàu và sông Thị Vải. Ngoài ra, dòng chảy tại luồng Soài Rạp lớn nhất trong khu vực đạt vận tốc khoảng 1,4 m/s. Vận tốc dòng chảy là yếu tố ảnh hưởng tới việc lan truyền ô nhiễm và đồng hóa chất ô nhiễm. Mực nước biển có tác động nhất định đến sự thay đổi địa hình đáy ở khu vực nghiên cứu (Hình 10).

Để đánh giá rõ hơn ảnh hưởng của thủy triều đến chất lượng nước tại vùng bờ TP.HCM, nghiên cứu sẽ tiến hành trích xuất kết quả chất

lượng nước tại một số vị trí có nhiều sự thay đổi về diễn biến địa hình đáy.

Xếp loại nguồn nước theo chỉ số WQI: Các trạm cửa biển có giá trị WQI cao nhất (WQI trên 75), nhưng không thích hợp cho nguồn cấp nước và tưới tiêu vì bị ảnh hưởng mặn, vì thế chỉ thích hợp cho bảo vệ đời sống thủy sinh (ven biển) và các mục đích khác. Vị trí Đồng Tranh và khu vực Soài Rạp có WQI thấp hơn so với các vị trí cửa biển khác (Ngã Bảy và Cái Mép), giá trị WQI trung bình năm tại vịnh Đồng Tranh là 78 - 88 (Bảng 6).

Bảng 6. Kết quả tính toán chỉ số WQI tại một số điểm

STT	Khu vực	Kí hiệu	Chỉ số CLN
1	Sông Soài Rạp	SR1	52
2	Sông Đồng Tranh	DT1	56
3	Sông Lòng Tàu	LT1	68
4	Sông Thị Vải	TV1	66
5	Cửa sông Soài Rạp	SR2	85
6	Vịnh Đồng Tranh	DT2	78
7	Vịnh Gành Rái	GR1	87



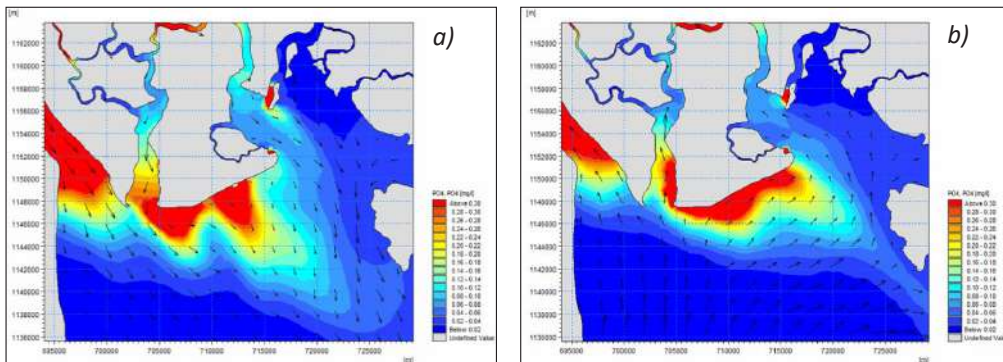
Bảng 7. Nồng độ các chất theo pha triều tại một số khu vực

TT	Vị trí	Triều	Lần	Nồng độ				
				PO ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	TSS (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	COLI (1/100 mL)
1	Soài Rạp	Triều lên	1	0,0465	0,2639	136,1	0,0332	38,56
			2	0,0705	0,2597	130,9	0,0347	77,37
		Triều xuống	1	0,2225	0,2928	131,5	0,0376	279,73
			2	0,4615	0,3931	164,9	0,0399	717,23
2	Vịnh Gành Rái	Triều lên	1	0,0665	0,4089	134,2	0,0419	228,78
			2	0,0637	0,4031	130,8	0,0424	244,14
		Triều xuống	1	0,0604	0,4084	133,5	0,0421	144,41
			2	0,0736	0,3966	137,1	0,0417	85,31
3	Vịnh Đồng Tranh	Triều lên	1	0,1988	0,2941	129,3	0,0356	81,85
			2	0,2123	0,2826	132,5	0,0347	127,54
		Triều xuống	1	0,3607	0,2910	131,3	0,0352	246,58
			2	0,7629	0,2982	134	0,0356	685,96

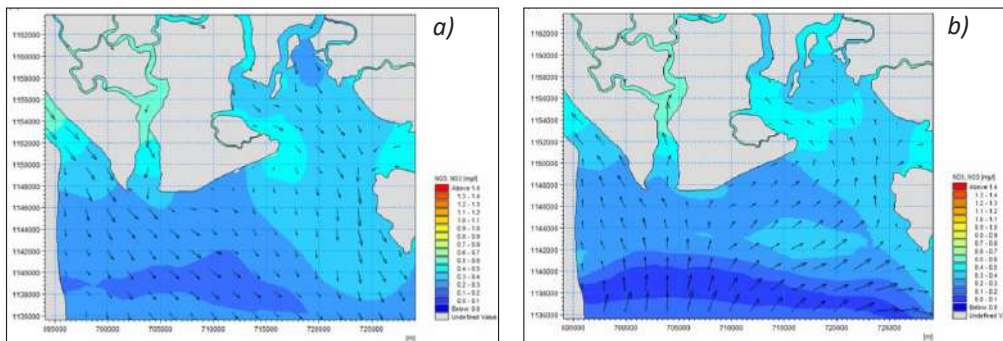
Kết quả nghiên cứu chất lượng nước trong vùng nghiên cứu cho thấy hàm lượng các chất ô nhiễm thay đổi theo thủy triều và theo con nước. Chất lượng nước ở các sông/kênh bao quanh vùng nghiên cứu bị tác động mạnh mẽ bởi thủy triều hơn so với các kênh rạch nội đồng. Càng hướng ra vùng cửa sông, ven biển, sự trao đổi nước ngày càng được tăng cường, thúc đẩy quá trình khuếch tán chất ô nhiễm do đó chất lượng nước dần được cải thiện hơn. Chất lượng nước tại vịnh Đờng Tranh, vịnh Gành Rái và khu

vực ven biển hiện ở mức tốt.

Ảnh hưởng của thủy triều: Kết quả phân tích chất lượng nước cho thấy nồng độ các chất trong thời điểm triều rút cao hơn so với lúc triều lên (Bảng 7), do vận tốc và chế độ dòng chảy thay đổi khi triều lên và xuống đã làm cho nước khuếch tán các chất ô nhiễm khá tốt, nước biển tương đối sạch được đẩy vào các sông rạch pha loãng các chất ô nhiễm và kéo ra xa biển khi triều rút (Hình 12 - 13).



Hình 12. Hàm lượng PO_4 tại khu vực nghiên cứu: a) Triều rút; b) Triều lên



Hình 13. Hàm lượng NO_3 tại khu vực nghiên cứu a) Triều rút; b) Triều lên

4. Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đã nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của thủy triều đến chất lượng nước vùng bờ TP.HCM bằng việc sử dụng mô hình tích hợp. Từ các kết quả kiểm định mực nước các trạm từ mô hình U-tide cho thấy, bộ thông số mô hình phù hợp để mô phỏng dự báo thủy triều cho khu vực nghiên cứu. Bộ mô hình MIKE 11 và MIKE 21 cho thấy kết quả mô phỏng thủy lực vào mùa khô khá tốt (NSE và R^2 đều đạt trên 0,8).

Mô hình mô phỏng chất lượng nước MIKE 21 ECOLAB ở mức khá tốt khi khác biệt mô phỏng

so với thực tế dưới 20% sai số cho thấy khả năng mô phỏng chất lượng nước của mô hình cho dự án khá bám sát so với thực tế và đủ tiêu chuẩn để mô phỏng các kịch bản phát thải tương lai. Từ đó đưa ra được cái nhìn tổng quan về chế độ dòng chảy trong sông và vùng bờ, ven biển cũng như diễn biến chất lượng nước sông khi bị ảnh hưởng bởi thủy triều

Kết quả cho thấy chất lượng nước ở các sông kênh bao quanh vùng nghiên cứu bị tác động mạnh mẽ của thủy triều. Vận tốc dòng chảy cũng là yếu tố ảnh hưởng tới việc lan truyền ô nhiễm và đồng hóa chất ô nhiễm. Hướng

đến mục tiêu bảo vệ môi trường, kiểm soát ô nhiễm tại các vịnh, khu vực cửa sông, ven biển TP.HCM, các giải pháp kiểm soát nguồn thải, giám sát nguồn tiếp nhận được đề xuất với tiếp cận quản lý tổng hợp lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai và vùng bờ TP.HCM nhất là trong thời kì biến đổi khí hậu.

Trong nghiên cứu này, số liệu thu thập còn hạn chế như mật độ vị trí và tần suất quan trắc

còn ít, dữ liệu nguồn thải tại các sông lớn nhiều khi chưa thu thập được đầy đủ. Để đánh giá một cách toàn diện chất lượng nước khu vực vùng bờ TP.HCM cần thu thập bổ sung thêm vị trí và thời gian quan trắc, đặc biệt là số liệu quan trắc theo ớp hoặc giờ. Tổ chức thực hiện định kỳ hoạt động điều tra khảo sát các nguồn thải gây ô nhiễm nước mặt, nhằm đề xuất các giải pháp khai thác, sử dụng hiệu quả nguồn nước.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hoàn thành trong khuôn khổ nhiệm vụ thường xuyên theo chức năng năm 2022. Nhiệm vụ 9: “Dự báo thủy triều, xâm nhập mặn trên các sông chính khu vực Nam Bộ”. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bầy, N.T. (2012), *Nghiên cứu đánh giá quá trình diễn biến đáy và thay đổi chế độ thủy văn do nạo vét sông Soài Rạp phục vụ công tác phát triển giao thông đường thủy*, Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM, Hồ Chí Minh.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021), *Báo cáo Đánh giá khí hậu quốc gia*. Nhà xuất bản Tài nguyên môi trường và Bản đồ Việt Nam.
3. Gia, P.T.H. (2010), *Nghiên cứu xác định các hệ số đánh giá khả năng tự làm sạch của sông - Áp dụng thử nghiệm trên lưu vực sông Sài Gòn*. Đề tài nghiên cứu khoa học, Viện Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia TP.HCM.
4. Hùng, L.M. (2014), *Nghiên cứu khoa học liên quan đến dự án về chỉnh trị luồng, đánh giá về sa bồi sau nạo vét giai đoạn 2*, Đề tài nghiên cứu khoa học, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, Hồ Chí Minh.
5. Khôi, N.K. (2009), *Ứng dụng Mike 11 đánh giá chất lượng nước lưu vực sông Đồng Nai*, *Tạp san Khoa học và Công nghệ Quy hoạch thủy lợi Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam - Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*. Nhà xuất bản Nông nghiệp năm 2009.
6. Phong, B.T; Phùng, N.K. (2013), *"Nghiên cứu khả năng chịu tải vùng biển ven bờ Cần Giò"*, *Khóa luận tốt nghiệp*.
7. Trang, C.T.T; Hoa, N.T.P. (2009), *"Đánh giá sức tải môi trường vùng nước ven đảo Cát Bà phục vụ cho phát triển bền vững"*, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, Phụ trương 1, tr. 154-168.
8. Trang, C.T.T; Thạnh, T.D; Sinh, L.X. (2013), *"Đánh giá tải lượng ô nhiễm đưa vào hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai và dự đoán đến năm 2020"*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, 13, 276 - 283.
9. Thạnh, B. (2011), *"Nghiên cứu chế độ thủy động lực và chất lượng nước vùng cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai"*, *Luận án tiến sĩ địa lý*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.
10. Tổng cục Môi trường (2019), *Hướng dẫn kỹ thuật tính toán chỉ số chất lượng nước Việt Nam ban hành theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT*.
11. Tư, P.T. (2012), *"Sử dụng mô hình Mike Eco Lab đánh giá ô nhiễm chất hữu cơ tại Vịnh Gành Rái"*, *Đề án tốt nghiệp*, ngành Cơ học Kỹ thuật, Trường Đại học Công Nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội.
12. Thủy, N.B.; Tiến, T.Q. (2017), *"Nghiên cứu nước dâng trong các đợt triều cường tại ven Biển Đông Nam Bộ"*, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 683, tr.29-36.

Tài liệu tiếng Anh

13. Codiga, D.L. (2011), *"Unified Tidal Analysis and Prediction Using the U_tide Matlab Function"*, *Technical Report*, Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett,

RI.59 pp.

14. DHI. (2017), *MIKE Zero - User Guide*.
15. Mahagamagea, M.G.Y.L.; Managea, P.M. (2014), "Water Quality Index (CCME-WQI) Based Assessment Study of Water Quality in Kelani River Basin, Sri Lanka". *Environ. Nat. Resour. J.* 2014, 12, pp. 199–204.
16. Manju, E.K.; George, A.V.; Rekha, V.B. (2014), "A Comparative Study of Water Quality Index (WQI) of Vagamon and Peermade Sub-Watersheds of Meenachil and Pamba River Basins of Western Ghats, Kerala, South India". *J. Environ. Sci. Toxicology Food Technol.* 8(1), pp. 53–58.
17. M.K Chaturvedi, J.K Bassin (2010), "Assessing the water quality index of water treatment plant and bore well, in Delhi, India", *Environ Monit Assess* 2010 Apr; 163 (1-4): 449-53.
18. Mihăiescu Tania, Mihăiescu Radu, Vârban Dan, Vârban Rodica, Mihăiescu Mihnea (2013), *Water quality assessment of the Nadas River in terms of NFS Water quality*.
19. Moriasi, D.N.; Arnold, J.G.; Van Liew, M.W.; Bingner, R. L.; Harmel, R.D.; Veith, T.L. (2007), *Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations*. *Trans. ASABE* 2007, 50(3), 885–900. <https://doi.org/10.13031/2013.23153>
20. Moriasi, D.N.; Gitau, M.W.; Pai, N.; Daggupati, P. (2015), "Hydrologic and Water Quality Models: Performance Measures and Evaluation Criteria", *Trans. ASABE* 2015, 58(6), 1763–1785. <https://doi.org/10.13031/trans.58.10715>
21. Nash, J.E.; Sutcliffe, J.V. (1970), "River flow forecasting through conceptual models part I - A discussion of principles". *J. Hydrol.* 1970, 10(3), pp. 282-290. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(70\)90255-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6).

EVALUATING THE INFLUENCE OF TIDES ON SURFACE WATER QUALITY IN THE COASTAL AREAS OF HO CHI MINH CITY

Nguyen Van Hong, Pham Anh Binh, Nguyen Thao Hien, Chau Thanh Hai
Sub-Institute of Hydrometeorology and Climate Change

Received: 27/4/2022; Accepted: 23/5/2022

Abstract: *This study uses Utide software for the purpose of assessing the trend of water level change and forecast tides at coastal water level measurement stations in the Southern region. Using tidal forecasting results from Utide software as input to the hydrodynamic mathematical model set (MIKE 11, MIKE21) with two hydrodynamic and ecological modules to evaluate the flow regime and water quality in the coastal area of Ho Chi Minh City. The model is calibrated and verified with the input data set including topography, hydraulic data, hydrology and real measured water quality. The simulation results show that the water quality is quite complicated due to fluctuations in the flow, at some locations where the water quality is within the allowable limit of QCVN 08-MT:2015/BTNMT column B1, the water quality index (WQI) fluctuates from 52 - 87, only Water quality numbers (WQI) ranged from 52 to 87, suggesting that tidal dilution plays a dominant role. The results of this study are also the basis for short-term forecasting of water quality parameters in the future.*

Keywords: *Water quality, MIKE, WQI.*

In this issue

1

Vu Duc Dam Quang, Huynh Thi Lan Huong: Set of indicators for monitoring and evaluating climate change adaptation activities

17

Doan Thi Thanh Huong, Pham Thi Thien, Tran Thu Phuong: Global ecosystem degradation and solutions for ecosystem restoration for Viet Nam

26

Le Trung Hung, Phung Thi My Linh, Vu Van Thang, Ta Huu Chinh, Pham Thi Hai Yen: Accessing the Vietnam's climate and extremes in 2021

36

Dang Quoc Khanh, Duong Van Kham, Duong Hai Yen, Nguyen Van Son: Research for value assessment and terms forecast of meteorological drought based on the moisture index under the impact of climate change in Ninh Thuan - Binh Thuan provinces

46

Bui Minh Tuan: Non-linear trend in time series of heavy rainfall in Viet Nam

56

Vu Van Thang, Ta Huu Chinh, Truong Thi Thanh Thuy, Luong Tuan Minh: The relationship between Indian Ocean Dipole (IOD) and surface temperature, rainfall in three winter months in Viet Nam

63

Nguyen Van Hong, Pham Anh Binh, Nguyen Thao Hien, Chau Thanh Hai: Evaluating the influence of tides on surface water quality in the coastal areas of Ho Chi Minh City



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