



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

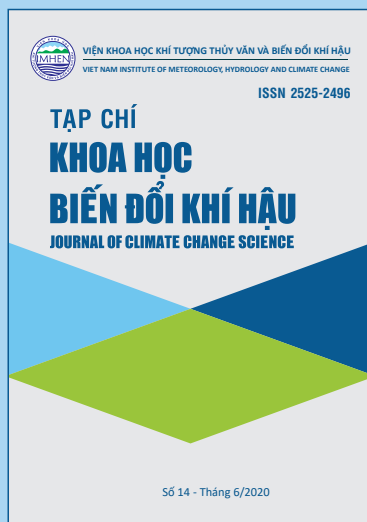
VIET NAM INSTITUTE OF METEOROLOGY, HYDROLOGY AND CLIMATE CHANGE

ISSN 2525-2496

TẠP CHÍ KHOA HỌC BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

JOURNAL OF CLIMATE CHANGE SCIENCE

Số 14 - Tháng 6/2020



TẠP CHÍ KHOA HỌC BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

TỔNG BIÊN TẬP

Nguyễn Văn Thắng

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

Huỳnh Thị Lan Hương

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Trần Thục

(Chủ tịch Hội đồng biên tập)

Dương Hồng Sơn

Mai Văn Khiêm

Nguyễn Kỳ Phùng

Dương Văn Khảm

Doãn Hà Phong

Hoàng Minh Tuyển

Trương Đức Trí

Đỗ Tiến Anh

Lê Ngọc Cầu

Đỗ Đình Chiến

Bạch Quang Dũng

Nguyễn Xuân Hiến

Vũ Văn Thắng

Thư ký tòa soạn

Trần Thanh Thủy

Trị sự và phát hành

Trần Thanh Thủy

Giấy phép xuất bản

Số 604/GP-BTTTT do

Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 30/12/2016

Tòa soạn

Số 23 ngõ 62 Nguyễn Chí Thanh

Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 024.37731410; Fax: 024.38355993

Email: tapchibdkh@imh.ac.vn

In tại

Công ty In La Giang

Giá: 20.000 đồng

Trong số này

1

Trần Xuân Trường, Trần Thanh Hà, Lê Thanh Nghị, Nguyễn Đăng Quang Huy, Huỳnh Thị Lan Hương: Xây dựng bộ chỉ số và quy trình MRV phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam

9

Nguyễn Hữu Quyền, Dương Văn Khảm, Nguyễn Thế Hưng, Nguyễn Trọng Hiệu: Nghiên cứu phân vùng khí hậu nông nghiệp tỉnh Sơn La

18

Vũ Văn Thắng, Trần Đình Trọng, Lê Văn Tuấn, Trương Thị Thanh Thủy, Nguyễn Đức Phương, Vũ Mạnh Cường: Dao động của các cực trị khí hậu và các hiện tượng khí hậu cực đoan tại tỉnh Quảng Trị

26

Vũ Văn Thắng, Trương Bá Kiên, Lã Thị Tuyết, Lê Văn Tuấn, Trần Trung Nghĩa: Đặc điểm hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới ở Tây Bắc Thái Bình Dương, Biển Đông và đổ bộ vào Việt Nam năm 2019

38

Hoàng Anh Vũ, Võ Văn Thiệp, Trần Thị Yên: Đánh giá chất lượng nước các hồ cấp nước sinh hoạt trên địa bàn tỉnh Quảng Bình năm 2019

45

Bùi Văn Chanh, Trần Ngọc Anh: Thử nghiệm tích hợp mô hình MARINE và mô hình sóng động học một chiều trên lưu vực sông Cái Nha Trang

56

Lương Hữu Dũng, Chu Nguyễn Ngọc Sơn, Trần Đức Thiệp, Doãn Huy Phương: Ứng dụng mô hình MIKE-NAM dự báo các đặc trưng tài nguyên nước trong lưu vực sông Ba

66

Lê Văn Quy, Phan Văn Thành, Mai Trọng Hoàng, Lê Văn Tuất, Phùng Ngọc Trường: Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến chế độ dòng chảy lưu vực sông Ba

76

Trần Tân Tiến, Công Thanh, Nguyễn Đức Dũng, Nguyễn Thị Nga: Dự báo sự xuất hiện của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông bằng phương pháp phân lớp

84

Nguyễn Đức Toàn, Phạm Hải Bằng, Đỗ Tiến Anh, Bạch Quang Dũng: Nghiên cứu, đánh giá hiệu quả xử lý T-N và COD trong nước thải giết mổ gia súc tập trung của chế phẩm vi sinh BiOL

92

Trần Thanh Thủy, Trần Thục, Huỳnh Thị Lan Hương, Nguyễn Xuân Hiến, Lê Văn Tuấn, Nguyễn Thành Công: Ứng dụng Copula trong xác định phân bố đồng thời đa thiên tai do bão kèm mưa lớn và mưa sau bão

XÂY DỰNG BỘ CHỈ SỐ VÀ QUY TRÌNH MRV PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH LĨNH VỰC LUYỆN KIM Ở VIỆT NAM

Trần Xuân Trường⁽¹⁾, Trần Thanh Hà⁽¹⁾, Lê Thanh Nghị⁽¹⁾,
Nguyễn Đăng Quang Huy⁽²⁾, Huỳnh Thị Lan Hương⁽³⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Mở - Địa chất

⁽²⁾Cục Bản đồ Bộ Tổng tham mưu

⁽³⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 23/4/2020; ngày chuyển phản biện 24/4/2020; ngày chấp nhận đăng 20/5/2020

Tóm tắt: Việt Nam cam kết giảm 8% lượng phát thải khí nhà kính so với kịch bản phát triển thông thường vào năm 2030 và có thể giảm tiếp đến 25% nếu nhận được hỗ trợ quốc tế (NDC) [6]. Để đạt được mục tiêu trên, Việt Nam cần xây dựng được một hệ thống đo đạc, báo cáo và thẩm tra (MRV) công khai và minh bạch các hoạt động giảm nhẹ phát thải khí nhà kính nói chung và áp dụng cho từng ngành nói riêng, trong đó có lĩnh vực luyện kim. Bài báo giới thiệu về bộ chỉ số MRV với 12 chỉ số chính và đề xuất quy trình MRV cho hoạt động giảm nhẹ phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim của Việt Nam. Kết quả của bài báo sẽ cung cấp cơ sở khoa học cho các nhà hoạch định chính sách và cơ quan nghiên cứu khoa học liên quan để xây dựng hệ thống MRV cho các hoạt động giảm nhẹ phát thải khí nhà kính quốc gia tại Việt Nam.

Từ khóa: Quy trình MRV, bộ chỉ số, lĩnh vực luyện kim.

1. Giới thiệu

1.1. Tổng quan về lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam

Luyện kim là một ngành công nghiệp rộng lớn, phức tạp và còn non trẻ ở nước ta. Việt Nam nằm trong số mười nước giàu tài nguyên khoáng sản, nhưng chủ yếu đang ở dạng tiềm năng, chưa được thăm dò, khảo sát đầy đủ. Trong đó, ngành luyện kim đen của nước ta có xu hướng phát triển mạnh do khai thác nhiều từ các mỏ quặng sắt và nhập nguyên liệu từ các nước đang phát triển. Luyện kim là ngành công nghiệp điều chế các kim loại từ quặng hoặc từ các nguyên liệu khác, chế biến các hợp kim, gia công phôi kim loại bằng áp lực, bằng cách thay đổi các thành phần hóa học và cấu trúc để tạo ra những tính chất phù hợp với yêu cầu sử dụng [12].

Ở nước ta, nhu cầu về kim loại trong xây dựng cơ bản rất lớn, đây chính là thị trường tiêu thụ để cho ngành phát triển. Ngành này bao gồm 2 bộ phận: Khai thác mỏ kim loại, luyện kim sản

xuất gang-thép (hay còn gọi là luyện kim đen) và các kim loại khác như thiếc, đồng, chì, kẽm, nhôm, vàng (hay còn gọi luyện kim màu). Công nghiệp luyện kim ở nước ta chỉ thực sự ra đời khi chúng ta xây dựng khu Liên hợp gang thép Thái Nguyên vào năm 1962. Công suất thiết kế ban đầu là 20 vạn tấn gang, 10 vạn tấn thép. Hỗ trợ cho việc luyện gang-thép là các xí nghiệp khai thác than Phấn Mễ, Làng Cẩm, Quán Triều, Trại Cau; điện Cao Ngạn, cơ khí Bắc Thái. Ở miền Nam, đáng kể nhất là 3 hãng: Viet Nam Steel (1,0 vạn tấn/năm), Công ty Visaca (2,5 vạn tấn/năm) và hãng Đông Nam Á (1,2 vạn tấn/năm). Xuất hiện một số xưởng cán đồng từ nguyên liệu nhập, sản xuất tôn tráng kẽm qui mô nhỏ.

Với sản lượng sản xuất của các nhà máy luyện kim trước đây và định hướng tăng sản lượng trong tương lai cho thấy sự phát thải khí nhà kính do công nghiệp này gây ra tăng nhanh trong giai đoạn 1994-2010 từ 103,8 triệu tấn CO₂ tương đương lên 246,8 triệu tấn CO₂ tương đương, trong đó lĩnh vực năng lượng tăng nhanh nhất từ 25,6 triệu tấn CO₂ tương đương lên 141,1 triệu tấn CO₂ tương đương và

Liên hệ tác giả: Trần Xuân Trường
Email: tranxuantruong@humg.edu.vn

cũng là lĩnh vực phát thải nhiều nhất năm 2010 bao gồm công nghiệp luyện kim vì sử dụng năng lượng than, dầu, điện nên được xếp vào lĩnh vực năng lượng khi kiểm kê [11].

1.2. Sự cần thiết triển khai hoạt động MRV giảm nhẹ phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam

Việt Nam là một trong những quốc gia tham gia rất tích cực vào các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu (BĐKH) thông qua việc tham gia vào Công ước khung của Liên hợp quốc về BĐKH (UNFCCC) năm 1992, Nghị định thư Kyoto và rất nhiều các sáng kiến, cơ chế, đối thoại và nền tảng tương tự khác. Gần đây nhất, với việc tham gia vào Thỏa thuận Paris, Việt Nam đã ban hành Quyết định số 2053/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Kế hoạch thực hiện Thỏa thuận Paris về BĐKH [3]. Một trong những nhiệm vụ quan trọng được đề cập trong Quyết định là thiết lập hệ thống công khai, minh bạch (MRV) cấp quốc gia, ngành cho giảm nhẹ phát thải khí nhà kính, thích ứng với BĐKH và huy động nguồn lực. Ngoài ra, trong Dự thảo Thông báo Quốc gia lần thứ ba của Việt Nam cũng chỉ ra một số khó khăn hiện tại đối với việc xây dựng các báo cáo cho UNFCCC, trong đó có đề cập về việc chưa chính thức hình thành hệ thống MRV ở các cấp, các ngành nên khó khăn cho việc thực hiện và thiếu cơ chế phối hợp hoạt động trong MRV [7].

Cho đến nay, Việt Nam vẫn chưa có những hướng dẫn cụ thể, thống nhất và cơ sở pháp lý cho việc thực hiện MRV các hoạt động giảm phát thải khí nhà kính. Hiện tại, có một số văn bản quy phạm pháp luật có liên quan và có thể là cơ sở tốt cho hệ thống MRV quốc gia ở Việt Nam phải kể đến như:

Luật Tiết kiệm năng lượng và hiệu quả ban hành ngày 28/6/2010, quy định về việc sử dụng năng lượng hiệu quả; các chính sách và giải pháp thúc đẩy sử dụng năng lượng hiệu quả; các quyền, nghĩa vụ và trách nhiệm của các tổ chức, gia đình và cá nhân trong việc tiết kiệm năng lượng. Bộ Công Thương sẽ chịu trách nhiệm phối hợp với các cơ quan liên quan về thống kê số liệu năng lượng để ban hành các chỉ số thống

kê về năng lượng (Điều 7). Bộ Công Thương sẽ chịu trách nhiệm thu thập và quản lý các số liệu về năng lượng (Điều 45). Bên cạnh đó, các cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm sẽ bắt buộc phải thực hiện kiểm toán năng lượng ba năm một lần (Điều 33). Có thể nói, Luật Tiết kiệm năng lượng và hiệu quả là cơ sở cho việc giám sát các hoạt động sử dụng năng lượng và các giải pháp tiết kiệm năng lượng [1].

Luật bảo vệ môi trường sửa đổi được ban hành theo Quyết định số 55/2014/QH13, ngày 23/6/2014 (thay thế luật cũ năm 2005) với việc bổ sung các điều khoản mới về BĐKH. Theo đó, Điều 41, Chương 4 của Luật sửa đổi đã quy định về việc quản lý phát thải khí nhà kính và xây dựng một hệ thống quốc gia về kiểm kê khí nhà kính. Có thể nói, Luật bảo vệ môi trường sửa đổi là văn bản pháp lý cao nhất có liên quan đến MRV [2]. Theo đó, hệ thống quốc gia về kiểm kê khí nhà kính vẫn đang được xây dựng và hoàn thiện và dự kiến sẽ được ban hành trong năm 2016. Điều này cho thấy, cơ chế chia sẻ thông tin dữ liệu giữa các ngành và cơ chế hợp tác giữa các Bộ chưa được tích hợp trên nền tảng của hệ thống MRV.

Quyết định số 1775/QĐ-TTg ban hành ngày 12/11/2012 về Đề án quản lý phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính và quản lý các hoạt động buôn bán tín chỉ các-bon ra thị trường thế giới. Đề án này cũng đã đặt ra các mục tiêu về tăng cường năng lực kiểm kê quốc gia khí nhà kính và xây dựng hệ thống MRV quốc gia. Tuy nhiên, hiện tại chi tiết cụ thể các hoạt động liên quan đến MRV vẫn còn hạn chế và chưa đủ để có thể xây dựng và thiết lập một hệ thống MRV quốc gia [5].

Nhận thấy, MRV là một công cụ hiệu quả để thực hiện điều này, Việt Nam đã ban hành một số quyết định và báo cáo liên quan đến kiểm kê khí nhà kính có đề cập đến MRV như Quyết định số 2359/QĐ-TTg, ngày 22/12/2015 về việc Phê duyệt Hệ thống quốc gia về kiểm kê khí nhà kính [3], Dự thảo Nghị định quy định lộ trình và phương thức giảm nhẹ phát thải khí nhà kính và Dự thảo Thông báo Quốc gia lần thứ ba của Việt Nam cho UNFCCC [7].

Bảng 1. Các hoạt động có liên quan đến MRV ở Việt Nam [11]

TT	Dự án	Các hoạt động có liên quan đến MRV	Cấp độ
1	Xây dựng Thông báo quốc gia lần thứ nhất; Thông báo quốc gia lần thứ hai và Báo cáo cập nhật hai năm một lần đầu tiên.	Kiểm kê phát thải khí nhà kính quốc gia; Xây dựng kịch bản phát thải thông thường (BAU) cho phát thải khí nhà kính; Tính toán các phương án giảm phát thải khí nhà kính; Báo cáo kết quả của các hành động giảm phát thải khí nhà kính đã thực hiện.	Quốc gia
2	Quản lý phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính, quản lý các hoạt động kinh doanh tín chỉ các-bon ra thị trường thế giới (Quyết định 1775).	Khái niệm chung của khung MRV cho Việt Nam được xây dựng trong phạm vi dự án này; tuy nhiên, không bao gồm các văn bản chính sách cũng như sắp xếp thể chế cho thực hiện.	Quốc gia
3	Tăng cường năng lực kiểm kê quốc gia khí nhà kính tại Việt nam. Giai đoạn: 2010-2014. Được tài trợ bởi Cơ quan Hợp tác quốc tế Nhật Bản (JICA). Bộ TN&MT: Cơ quan chủ quản; Cục KTTV&BĐKH: Cơ quan thực hiện.	Một hệ thống quốc gia về kiểm kê khí nhà kính đã được đề xuất trong dự án này. Hệ thống này nên được tích hợp trong hệ thống MRV quốc gia. Bên cạnh đó, cũng cần hoàn thiện về vai trò và trách nhiệm của các bên liên quan, về mẫu số liệu và thủ tục báo cáo trước khi trình Thủ tướng và đưa vào thực hiện.	Quốc gia
4	Đề xuất về chuẩn bị thị trường cho Việt Nam. Được tài trợ bởi Ngân hàng Thế giới (WB). Thực hiện bởi Cục KTTV&BĐKH.	Một khung đề xuất để thực hiện NAMA/MRV trong lĩnh vực sắt thép. Cơ sở pháp lý là luật sử dụng năng lượng tiết kiệm và có hiệu quả. Tuy nhiên, vẫn cần có 1 quy định pháp lý như một quyết định cấp Bộ để đưa đề xuất trên vào thực tiễn. Một khung đề xuất để thực hiện NAMA/MRV trong lĩnh vực chất thải. Không có cơ sở pháp lý cho hoạt động MRV trong lĩnh vực này. Vì vậy, việc ban hành Quyết định cấp Bộ là cần thiết để để thực hiện MRV trong lĩnh vực chất thải.	Ngành
5	Giảm nhẹ phát thải khí nhà kính trong nông nghiệp và phát triển nông thôn đến năm 2020 (Quyết định 3119/QĐ-BNN-KHCN). Hai giai đoạn: 2011-2015, 2016-2020. Bộ NN&PTNT: Cơ quan chủ quản. Được tài trợ bởi Chính phủ Việt Nam và ODA.	Một hệ thống giám sát khí nhà kính được đề xuất trong lĩnh vực nông nghiệp. Hiện vẫn chưa có văn bản pháp lý về hệ thống này.	Ngành
6	Chương trình REDD + quốc gia. Bộ NN&PTNT: Cơ quan chủ quản. Được tài trợ bởi UN-REDD. Thời gian: 2011-hiện tại.	Dự thảo cuối cùng của hệ thống MRV cho chương trình REDD + cũng đã được xây dựng. Tuy nhiên, dự thảo này vẫn chưa được chính thức ban hành như một quy định pháp lý.	Ngành
7	Tạo điều kiện thực hiện và chuẩn bị cho hoạt động giảm nhẹ. Được tài trợ bởi UNEP DTU. Thực hiện bởi Cục KTTV&BĐKH 2013-2015.	Một đề xuất MRV cho NAMA điện gió. Một đề xuất MRV cho NAMA khí sinh học.	Ngành

2. Phương pháp xây dựng bộ chỉ số và quy trình MRV phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam

Bộ tiêu chí giảm nhẹ phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim của Việt Nam được nhóm nghiên cứu thực hiện theo các bước như sau:

Bước 1: Rà soát, phân tích các nội dung liên quan đến MRV phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim.

Để xác định được nội dung này, trước hết cần phải phân chia MRV ra thành từng phần khác nhau để phân tích bao gồm:

- *Giai đoạn chuẩn bị:* Cần xem xét đến các khía cạnh như thể chế chính sách cho hoạt động giảm nhẹ; phương pháp luận phục vụ việc đánh giá phát thải; hệ thống nguồn số liệu cũng như chất lượng của hệ thống cơ sở dữ liệu phục vụ quá trình tính toán phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim.

- *Giai đoạn đo đạc:* Cần phải xác định rõ những nội dung nào cần tiến hành đo đạc, thông tin thường phải tập trung chủ yếu vào kết quả đánh giá định lượng về phát thải khí nhà kính quốc gia của các lĩnh vực trên cơ sở kiểm kê phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim.

- *Giai đoạn báo cáo:* Nội dung báo cáo sẽ được thực hiện sau khi xong công tác đo đạc hoạt động phát thải khí nhà kính. Báo cáo cũng sẽ tập trung trước hết vào những nội dung liên quan đến đo đạc và cần xác định rõ các tổ chức tham gia thực hiện việc báo cáo phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim của Việt Nam.

- *Giai đoạn thẩm định:* Là giai đoạn cuối cùng

trong hệ thống MRV sau khi thực hiện và xác định các nội dung cần đo đạc và báo cáo. Trong giai đoạn này cần bám sát các vấn đề về phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim để tiến hành thẩm định lại quá trình bởi bên thứ 3.

Bước 2: Xin ý kiến chuyên gia về các chỉ số được thiết lập.

Bước này giúp cho việc chính xác lại các chỉ số đã được thiết kế phù hợp với hệ thống MRV, từ đó cung cấp cơ sở cho việc đánh giá quá trình MRV đối với hoạt động phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim tại Việt Nam.

Bước 3: Hoàn thiện bộ chỉ số để có thể phục vụ việc tính toán và thiết lập quy trình MRV hoạt động phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim tại Việt Nam.

Bước này sẽ sử dụng kết quả đánh giá của chuyên gia để hoàn thiện lại bộ chỉ số được thiết lập nhằm xác định một cách hiệu quả quy trình MRV đối với hoạt động phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim tại Việt Nam. Bên cạnh đó, quy trình MRV cũng sẽ được đề cập để cung cấp cơ sở khoa học cho việc triển khai các hoạt động MRV phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim một cách đầy đủ và thống nhất.

3. Kết quả

3.1. Bộ chỉ số đo đạc trong khung MRV phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam

Bộ chỉ số đo đạc phát thải khí nhà kính cấp quốc gia ở Việt Nam được xây dựng dựa trên thực tế tính toán nguồn phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim của Việt Nam.

Bảng 2. Chỉ số đo đạc phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam

STT	Các chỉ số	Mô tả
1	Phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất gang thép	Lượng phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất gang thép (tấn CO ₂ tđ)
2	Phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất đồng	Lượng phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất đồng (tấn CO ₂ tđ)
3	Phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất chì	Lượng phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất chì (tấn CO ₂ tđ)
4	Phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất kẽm	Lượng phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất kẽm (tấn CO ₂ tđ)
5	Phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất nhôm	Lượng phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất nhôm (tấn CO ₂ tđ)

STT	Các chỉ số	Mô tả
6	Tính không chắc chắn của lĩnh vực sản xuất gang thép	Xác định được độ không chắc chắn trong kiểm kê của lĩnh vực sản xuất gang thép (%)
7	Tính không chắc chắn của lĩnh vực sản xuất đồng	Xác định được độ không chắc chắn trong kiểm kê của lĩnh vực sản xuất đồng (%)
8	Tính không chắc chắn của lĩnh vực sản xuất chì	Xác định được độ không chắc chắn trong kiểm kê của lĩnh vực sản xuất chì (%)
9	Tính không chắc chắn của lĩnh vực sản xuất kẽm	Xác định được độ không chắc chắn trong kiểm kê của lĩnh vực sản xuất kẽm (%)
10	Tính không chắc chắn của lĩnh vực sản xuất kẽm thiếc	Xác định được độ không chắc chắn trong kiểm kê của lĩnh vực sản xuất kẽm thiếc (%)
11	Phương pháp tính toán phát thải áp dụng cho lĩnh vực luyện kim	Mức độ phù hợp của phương pháp sử dụng
12	Nguồn số liệu sử dụng tính toán phát thải cho lĩnh vực luyện kim	Mức độ đầy đủ, hợp pháp của nguồn số liệu sử dụng

3.2. Xây dựng quy trình MRV phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam

Việc xác định những nội dung này là khâu quan trọng đầu tiên để tiến hành công tác MRV một cách minh bạch và đầy đủ nhất, trong đó tập trung vào 3 hoạt động chính, đó là: Đo đạc, báo cáo và thẩm định.

- **Đo đạc:** Những nội dung cần tiến hành đo đạc phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim bao gồm:

+ Xác định đường cơ sở: Xác định dùng làm giá trị để so sánh với mục tiêu phát thải trong tương lai của các hạng mục trong lĩnh vực luyện kim.

+ Tính toán lượng phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim (thép, đồng, chì, kẽm, thiếc và nhôm).

+ Tính toán độ không chắc chắn trong quá trình đo đạc mức phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim.

- **Báo cáo:** Những nội dung cần báo cáo liên quan đến hoạt động giảm nhẹ phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim bao gồm: Hiện trạng sắp xếp thể chế; Lượng phát thải khí nhà kính cho lĩnh vực (thép, đồng, chì, kẽm, thiếc và nhôm); Các phương pháp được sử dụng trong đó tính đến cả phương pháp xác định đường cơ sở, nguồn số liệu sử dụng, các giả định, quy trình QA/QC.

+ Xác định các bên tham gia vào quá trình báo cáo phát thải khí nhà kính lĩnh vực luyện kim.

- **Thẩm định:** Phải xác định các nội dung cần thẩm tra, các bên tham gia việc thẩm tra. Quá trình thẩm tra sẽ hỗ trợ cho việc nâng cao khả năng đánh giá lượng phát thải/hấp thụ khí nhà kính và đánh giá lại quá trình xử lý kết quả kiểm kê và phân tích tính không chắc chắn của kết quả.

Một trong những nội dung quan trọng trong việc xây dựng hệ thống MRV là phải xác định được các bên tham gia vào quá trình MRV. Hiện nay ở Việt Nam, hệ thống MRV quốc gia nói chung và MRV cho lĩnh vực luyện kim nói riêng chưa được thành lập do đó chưa xác định rõ ràng vai trò và trách nhiệm của các bên liên quan trong quá trình MRV phát thải khí nhà kính. Tuy nhiên, theo báo cáo kiểm kê khí nhà kính quốc gia (NIR) năm 2005 và 2010, 2014, một số cơ quan có thể sẽ đóng vai trò quan trọng trong hệ thống MRV quốc gia như: Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Kế hoạch và Đầu tư; Bộ Công thương; Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Bộ Xây dựng từ việc đo đạc, báo cáo đến thẩm định hoạt động phát thải khí nhà kính cấp quốc gia. Tuy nhiên, để tham gia vào quá trình MRV liên quan đến hoạt động luyện kim, một số cơ quan dưới đây sẽ đóng vai trò chính:

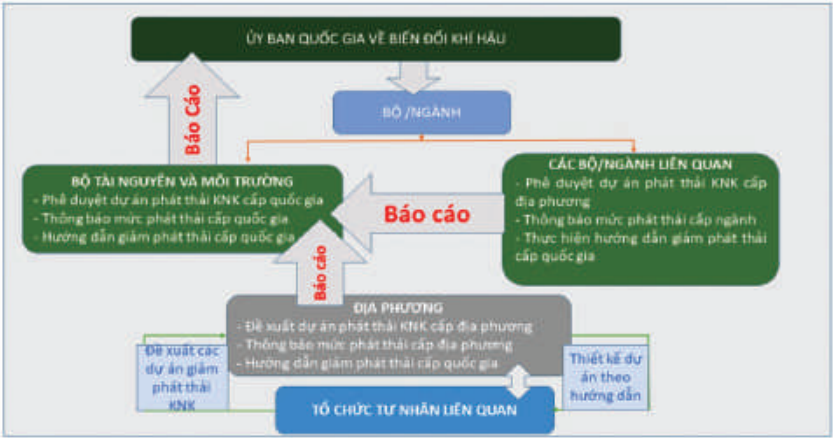
Bộ Tài nguyên và Môi trường: Quản lý các hoạt động kiểm kê khí nhà kính quốc gia, các hoạt động giảm phát thải khí nhà kính thuộc cơ chế phát triển sạch (CDM), cơ chế tín chỉ chung (JCM) và NAMAs. Như vậy, Bộ Tài nguyên và Môi

trường có thể sẽ đóng vai trò trung tâm trong hệ thống MRV quốc gia. Bộ sẽ tổng hợp các số liệu từ các Bộ, ngành liên quan để xây dựng các báo cáo kiểm kê khí nhà kính quốc gia, thông báo quốc gia và báo cáo cập nhật hai năm một lần. Đây là nguồn thông tin chính thức và là cơ sở cho việc báo cáo tình hình về giảm nhẹ BĐKH của Việt Nam cho Ban thư ký Công ước khung của Liên hợp quốc về BĐKH. Tuy nhiên, Bộ Tài nguyên và Môi trường đang đối mặt với một số thách thức, bao gồm cả từ việc xây dựng một cơ sở pháp lý cho các hoạt động này cho đến việc sắp xếp, tổ chức và phối hợp với các Bộ, ngành liên quan trong việc chia sẻ số liệu và xây dựng báo cáo.

Bộ Kế hoạch và Đầu tư (KH&ĐT): Chịu trách nhiệm lập kế hoạch kinh tế tổng thể, bao gồm cả Chiến lược tăng trưởng xanh quốc gia. Tổng cục Thống kê (GSO) thuộc Bộ KH&ĐT có chức năng thống kê các chỉ số kinh tế - xã hội và môi trường quan trọng, trong đó có một số có liên quan đến việc giám sát thực hiện phát thải thấp. Ví dụ, trong tương lai gần Tổng cục Thống kê sẽ

xây dựng và công bố bảng cân bằng năng lượng chứ không phải các đơn vị liên quan thuộc Bộ Công Thương. Đây sẽ là số liệu rất quan trọng cho hoạt động giảm nhẹ MRV trong các lĩnh vực năng lượng. Gần đây, Tổng cục Thống kê đã thống kê và công bố một báo cáo về số liệu thống kê về môi trường bao gồm sản xuất năng lượng và tiêu dùng, và các dữ liệu quản lý chất thải. Trong đề xuất về hệ thống kiểm kê khí nhà kính quốc gia, Tổng cục Thống kê sẽ đóng một vai trò quan trọng cho việc thống kê và thu thập dữ liệu từ các lĩnh vực kinh tế - xã hội, phục vụ cho hoạt động kiểm kê khí nhà kính quốc gia của Việt Nam.

Bộ Công Thương: Chịu trách nhiệm chính về việc xây dựng và thực hiện các chính sách, kế hoạch và quy định về các lĩnh vực thuộc ngành công thương. Bộ Công Thương chịu trách nhiệm cho việc thiết lập, thực hiện và giám sát các Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia và Quy hoạch tổng thể ngành điện và công nghiệp luyện kim cũng trực thuộc sự quản lý của Bộ Công thương.



Hình 1. Đề xuất bộ máy tổ chức MRV giảm nhẹ phát thải khí nhà kính cấp quốc gia, áp dụng cho lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam

4. Kết luận

Để thực hiện cam kết quốc tế về giảm phát thải khí nhà kính của Việt Nam, hệ thống MRV nói chung và thẩm tra mức phát thải và giảm thải khí nhà kính nói riêng đóng vai trò rất quan trọng. Việc quản lý các hoạt động giảm nhẹ ở Việt Nam có thể được phản ánh trong các thông báo quốc gia, báo cáo cập nhật hai năm

một lần và báo cáo kiểm kê khí nhà kính quốc gia. Tuy nhiên, ở Việt Nam hiện tại chưa có bất kỳ một quy định hay hướng dẫn cụ thể nào cho việc quản lý và thực hiện MRV phát thải khí nhà kính nói chung và cho lĩnh vực luyện kim nói riêng. Để thiết lập và vận hành hệ thống MRV cần phải thông qua một số văn bản pháp lý, được ban hành bởi Thủ tướng Chính phủ;

Thủ tướng Chính phủ cũng là người đứng đầu Ủy ban quốc gia về BĐKH. Các văn bản pháp lý sẽ đề cập vai trò và trách nhiệm của các Bộ, ngành liên quan trong hệ thống MRV cũng như đề xuất cơ chế hợp tác. Đề xuất hệ thống MRV thực sự là một vấn đề quan trọng cần thiết

trong bối cảnh của Hội nghị các bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về BĐKH và Báo cáo Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC). Bài báo đã đề xuất được bộ chỉ số và quy trình MRV phát thải khí nhà kính cho lĩnh vực luyện kim tại Việt Nam.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự cho phép của chủ nhiệm đề tài và sử dụng một phần kết quả của nghiên cứu từ đề tài: “Nghiên cứu, triển khai hệ thống kiểm kê phát thải khí nhà kính và đề xuất lộ trình giảm nhẹ phát thải khí nhà kính đối với ngành công nghiệp luyện kim” mã số BĐKH.20/16-20. Thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016-2020, Mã số BĐKH/16-20.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Chính phủ Việt Nam (2010), *Luật về sử dụng năng lượng hiệu quả*, Số 50/2010/QH12.
2. Chính phủ Việt Nam (2014), *Luật bảo vệ môi trường sửa đổi*, Số 55/2014/QH13.
3. Thủ tướng Chính phủ (2015), *Quyết định số 2359/QĐ-TTg, ngày 22/12/2015 về việc Phê duyệt Hệ thống quốc gia về kiểm kê khí nhà kính*.
4. Thủ tướng Chính phủ (2016), *Quyết định số 2053/QĐ-TTg, ngày 28/10/2016 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Kế hoạch thực hiện Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu*, Việt Nam, Hà Nội.
5. Thủ tướng Chính phủ (2012), *Đề án “Quản lý phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính; quản lý các hoạt động kinh doanh tín chỉ các-bon ra thị trường thế giới”*, Quyết định 1775/QĐ, ngày 21/11/2012.
6. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Báo cáo Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC)*.
7. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2018), *Thông báo Quốc gia lần thứ ba của Việt Nam cho Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu*.
8. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2018), *Dự thảo Nghị định Quy định lộ trình và phương thức giảm nhẹ phát thải khí nhà kính*.
9. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2018), *Báo cáo kiểm kê quốc gia khí nhà kính của Việt Nam năm 2014*.
10. GIZ (2014), *Vai trò, vị trí và chức năng nhiệm vụ của các bên liên quan trong Hệ thống MRV Quốc gia*, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Hà Nội.
11. Mai Văn Trinh (2014), *Báo cáo xây dựng các phương án giảm nhẹ trong lĩnh vực nông nghiệp*, Hợp phần trong Báo cáo đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định của Việt Nam (NDC), Bộ Tài nguyên và Môi trường.
12. <https://www.uef.edu.vn/huong-nghe/phanh-nghe/nghe-luyen-kim-1390>.

Tài liệu tiếng Anh

13. IPCC (2006), *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC, Kanagawa.

DEVELOPING MRV INDICATORS AND PROCESS FOR GHG EMISSIONS FOR THE METALLURGICAL SECTOR IN VIET NAM

Tran Xuan Truong⁽¹⁾, Tran Thanh Ha⁽¹⁾, Le Thanh Nghi⁽¹⁾,
Nguyen Dang Quang Huy⁽²⁾, Huynh Thi Lan Huong⁽³⁾

⁽¹⁾Ha Noi University of Mining

⁽²⁾Defense Mapping Agency-General staff

⁽³⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 23/4/2020; Accepted: 20/5/2020

Abstract: Viet Nam's INDC identifies the GHG reduction pathway in the 2021-2030 period. With domestic resources GHG emissions will be reduced by 8% by 2030 compared to the Business as Usual scenario (BAU). The above-mentioned contribution could be increased up to 25% with international support [6]. To achieve this goal, Viet Nam needs to develop the Monitoring, Reporting and Verification (MRV) system for GHG emission reduction in general and for each sector in particular, including the metallurgical sector. The paper introduces a set of MRV indicators with 12 key indicators and proposes an MRV process for GHG emission reduction activities for the metallurgical sector in Viet Nam. The results of the paper will provide a scientific basis for policy makers and related institutes to develop a national greenhouse gas MRV system in Viet Nam.

Keywords: MRV process, indicator, the metallurgical sector.

NGHIÊN CỨU PHÂN VÙNG KHÍ HẬU NÔNG NGHIỆP TỈNH SƠN LA

Nguyễn Hữu Quyền⁽¹⁾, Dương Văn Khảm⁽¹⁾,

Nguyễn Thế Hưng⁽²⁾, Nguyễn Trọng Hiệu⁽³⁾

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

⁽²⁾Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

⁽³⁾Trung tâm Khoa học công nghệ Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Ngày nhận bài 5/4/2020; ngày chuyển phản biện 6/4/2020; ngày chấp nhận đăng 4/5/2020

Tóm tắt: Sơn La là tỉnh miền núi với các kiểu địa hình xen kẽ nhau khá phức tạp dẫn đến các yếu tố khí hậu nông nghiệp có sự thay đổi lớn trên phạm vi hẹp, vì vậy việc phân chia các vùng, tiểu vùng nhằm phản ánh được quy luật phân bố về các điều kiện khí hậu nông nghiệp là rất cần thiết. Trên cơ sở các chỉ tiêu liên quan đến tổng nhiệt năm và độ dài mùa sinh trưởng, lãnh thổ Sơn La được chia thành 5 vùng và 10 tiểu vùng khí hậu nông nghiệp. Đây sẽ là luận cứ khoa học quan trọng trong công tác phát triển trồng trọt của tỉnh.

Từ khóa: Phân vùng khí hậu nông nghiệp, chỉ tiêu khí hậu nông nghiệp.

1. Mở đầu

Nông nghiệp có quan hệ qua lại và phức tạp đối với các điều kiện tự nhiên, trong đó các yếu tố khí hậu là những yếu tố tác động mạnh mẽ nhất đến sản xuất nông nghiệp. Khí hậu không những ảnh hưởng lớn đến sự phân bố địa lý của cây trồng mà còn ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng phát triển, đến chất lượng và năng suất sản lượng mùa màng.

Mục đích của phân vùng khí hậu nông nghiệp (KHNN) tỉnh Sơn La là xác định được những vùng và tiểu vùng phản ánh được quy luật phân hóa các điều kiện KHNN, ranh giới giữa các vùng được thiết lập nhằm làm cơ sở cho việc quy hoạch phát triển các cây trồng ôn đới và cây trồng nhiệt đới, đặc biệt là nhóm các loại cây ăn quả đang được tỉnh Sơn La quan tâm đầu tư phát triển. Do hệ thống tưới của tỉnh còn hạn chế nên ranh giới giữa các tiểu vùng được thực hiện với mục đích khuyến cáo thời vụ gieo trồng trong điều kiện chế độ canh tác chỉ trông chờ vào mưa. Thông qua bản đồ phân vùng KHNN, người sử dụng có thể biết được sự phân hóa theo không gian về các điều kiện nhiệt, ẩm, mùa sinh trưởng và khả năng trồng trọt trong mỗi

tiểu vùng, từ đó có thể bố trí cơ cấu mùa vụ cây trồng phù hợp với điều kiện thực tế ở từng địa phương nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất.

Bài báo đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu khí tượng nông nghiệp cho khu vực nhiệt đới ẩm Đông Nam Á [4]. Quy luật phân bố các điều kiện KHNN được xác định từ các trạm khí tượng trong tỉnh Sơn La và các khu vực lân cận để phân vùng KHNN tỉnh Sơn La.

2. Cơ sở phương pháp luận

2.1. Nguyên tắc phân vùng khí hậu nông nghiệp ở Sơn La

1) Nguyên tắc khách quan được áp dụng để phát hiện các vùng và tiểu vùng KHNN, tuân thủ quy luật phân hóa các chỉ số KHNN được đúc kết từ số liệu trên mạng lưới trạm thời kỳ 1961-2018. Các vùng và tiểu vùng khí hậu nông nghiệp được phân chia trên cơ sở có sự phân hóa rõ rệt về các điều kiện KHNN giữa các khu vực địa lý.

2) Tuân thủ nguyên tắc khép kín, nguyên tắc này đảm bảo tính liên tục về mặt địa giới, tên các vùng hay tiểu vùng được phân định chỉ bao gồm một khoanh vi khép kín. Do vậy, có thể có một số giá trị cao hơn hoặc thấp hơn chỉ tiêu phân vùng được quy ước, tuy trên thực tế vẫn cho phép hiện tượng đó xảy ra, nhất là đối với vùng núi, thường có sự biến động lớn về các yếu

Liên hệ tác giả: Nguyễn Hữu Quyền
Email: nhquyen13@gmail.com

tổ khí hậu trên phạm vi hẹp.

3) Nguyên tắc yếu tố KHNN chủ đạo. Sự phân hóa các điều kiện KHNN và mức độ phân hóa luôn tồn tại trong các yếu tố khí hậu, tuy nhiên thể hiện trên bản đồ phân vùng KHNN chỉ là những phân hóa quan trọng nhất của yếu tố KHNN cơ bản nhất. Yếu tố KHNN chủ đạo được chọn cần có quan hệ mật thiết với các yếu tố KHNN khác.

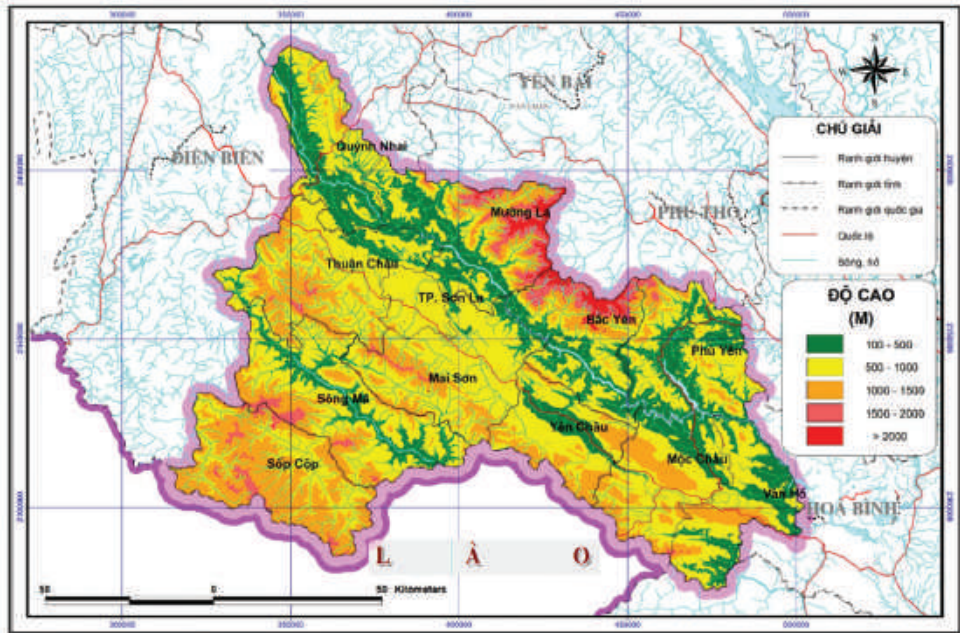
4) Nguyên tắc đồng nhất tương đối được vận dụng để luận giải các lãnh thổ có sự phân bố các yếu tố khí hậu nông nghiệp chủ đạo gần giống nhau thì được đưa về một đơn vị vùng KHNN hay tiểu vùng KHNN. Vùng hay tiểu vùng được hiểu là trong phạm vi lãnh thổ nghiên cứu có sự phân hóa KHNN rõ rệt giữa các khu vực địa lý thì được chia thành các vùng KHNN, sự phân hóa KHNN dưới vùng thì được chia thành các tiểu vùng.

2.2. Nhận định về phân hóa khí hậu nông nghiệp ở Sơn La

Sự sắp xếp của các hướng núi, các kiểu địa hình kết hợp với chế độ nhiệt đới gió mùa đã chia Sơn La ra thành các vùng tự nhiên với những nét đặc trưng riêng về khí hậu. Địa hình của các hệ thống núi chính cùng với 2 cao nguyên Sơn

La - Mộc Châu và các thung lũng xen kẽ đã hợp thành dạng địa hình chung cho cả Sơn La, chúng đều có hướng chung là Tây Bắc - Đông Nam. Với mặt đất nhấp nhô lượn sóng từ Đông Bắc xuống Tây Nam và mức độ chia cắt sâu đã tạo nên thể hiểm trở của vùng núi có địa hình khác nhau phân bố không tập trung mà rải rác xen kẽ. Vì vậy, các huyện thường được chia thành nhiều vùng nhỏ với những xã đại diện cho vùng cao, vùng giữa và vùng thấp (Hình 1).

Nhìn bao quát sự liên đới giữa các vùng trong tỉnh cho thấy: (1) Hệ thống núi dọc địa giới Sơn La - Hoàng Liên Sơn đại diện cho các xã vùng cao thuộc huyện Quỳnh Nhai, Tây Mường La, Tây Bắc Yên và Tây Mộc Châu có độ cao trung bình từ 1.200-2.000m, với độ dốc phổ biến khoảng từ 30-40°C; (2) Hệ thống núi cao, đại diện cho các xã vùng cao thuộc các huyện Thuận Châu, Mai Sơn, Yên Châu, Mộc Châu và Vân Hồ, có độ cao trung bình khoảng 1.000m với độ dốc phổ biến khoảng từ 30-40°C; (3) Hệ thống núi dọc biên giới Việt Lào, đại diện cho vùng cao thuộc huyện Sốp Cộp có độ cao phổ biến trong khoảng từ 1.000-1.500m với độ dốc khoảng từ 25-30°C. Ngoài phạm vi địa hình của hệ thống các dãy núi thuộc vùng cao của tỉnh, còn lại là loại địa hình thuộc các xã của vùng thấp và vùng giữa.



Hình 1. Phân bố độ cao địa hình tỉnh Sơn La

Với đặc điểm địa hình phức tạp như trên đã tạo ra sự phân hóa khí hậu khá rõ nét ở tỉnh Sơn La. Các dãy núi dọc biên giới Việt Lào gây hiệu ứng phơn, làm cho gió Tây Nam ở Sơn La trở nên khô nóng trong các tháng mùa hè. Các dãy núi thuộc địa giới Sơn La - Hoàng Liên Sơn làm cho gió Đông Bắc bị suy yếu dẫn đến mùa đông ở vùng này ít lạnh hơn các tỉnh vùng Đông Bắc. Như vậy, yếu tố địa hình là căn cứ rất quan trọng trong quá trình thực hiện phân vùng KHNN tỉnh Sơn La.

2.3. Chỉ số phân vùng khí hậu nông nghiệp tỉnh Sơn La

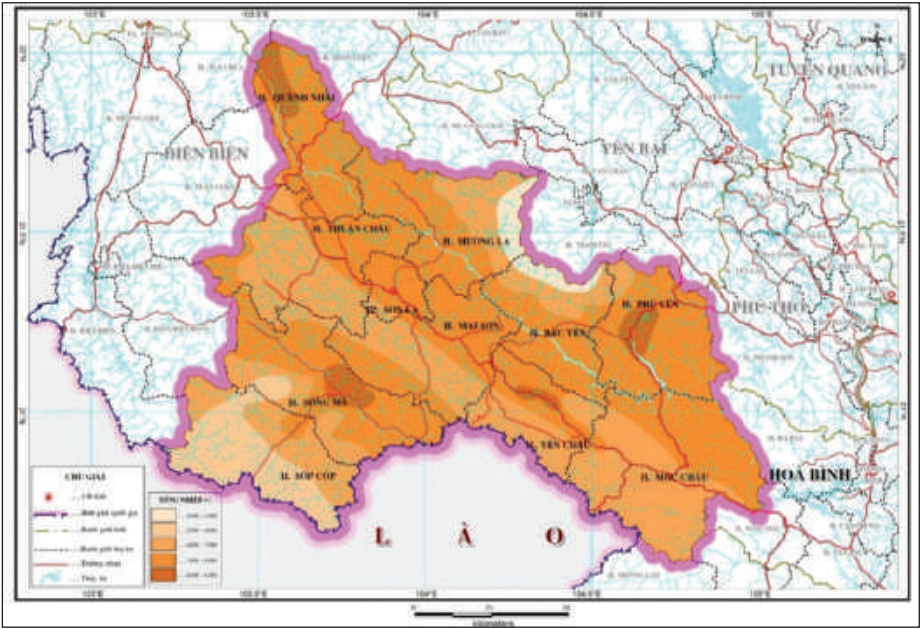
2.3.1. Tổng nhiệt năm

Tài nguyên nhiệt biểu thị bằng tổng nhiệt năm là chỉ số quyết định sự sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất, sản lượng cây trồng. Tổng nhiệt trên một giới hạn nào đó càng cao thì thời gian sinh trưởng của thực vật rút ngắn lại. Như vậy, tổng nhiệt năm cho biết khả năng trồng được mấy vụ cho các cây trồng hàng

năm. Tổng nhiệt năm còn cho biết khả năng trồng các loại cây ôn đới hay cây nhiệt đới. Mặt khác, yếu tố tổng nhiệt là yếu tố khí hậu không thể điều khiển và điều tiết, con người và sinh vật chỉ có thể thích nghi mà thôi.

Xét một cách tương đối, tổng nhiệt năm có liên quan đến nhiều yếu tố khí hậu khác như: Biến trình năm của nhiệt độ, nhiệt độ tháng lạnh nhất, nhiệt độ tháng nóng nhất, nhiệt độ tối thấp trung bình năm, thời kỳ có khả năng xảy ra rét hại, số ngày có nhiệt độ dưới 20°C, tổng số giờ lạnh (giờ). Vì vậy, chỉ số thứ nhất được sử dụng để phân vùng khí hậu nông nghiệp tỉnh Sơn La là tổng nhiệt độ năm. Sự phân bố chỉ số tổng nhiệt năm được trình bày trong Hình 2.

Tổng nhiệt năm ở Sơn La phổ biến từ 6.000-8.000°C. Thấp nhất ở phần phía Tây các huyện Mường La và Bắc Yên với tổng nhiệt chỉ đạt dưới 6.000°C, cao nhất ở một số nơi thuộc Quỳnh Nhai, Sông Mã, Phù Yên và Yên Châu với mức nhiệt trên 8.000°C.



Hình 2. Phân bố chỉ số tổng nhiệt năm tỉnh Sơn La

2.3.2. Độ dài mùa sinh trưởng

Mùa sinh trưởng là thời kỳ đủ nước cho cây trồng sinh trưởng phát triển trong điều kiện không có hệ thống tưới. Theo Tổ chức khí tượng thế giới (WMO) [4], mùa sinh trưởng được xác

định thông qua lượng mưa và lượng bốc thoát hơi tiềm năng (PET). Khi lượng mưa đầu mùa bằng một nửa lượng bốc thoát hơi tiềm năng chính là lượng mưa đủ để khôi phục lại trữ lượng nước hữu hiệu trong đất và thời điểm này

được xem là bắt đầu thời kỳ sinh trưởng đối với cây trồng. Thời điểm kết thúc mùa sinh trưởng là thời điểm lượng mưa cuối mùa chỉ đạt một nửa PET cộng với một khoảng thời gian để lượng nước dự trữ trong đất bốc hơi hết 100mm, tương đương 15 ngày trong điều kiện khí hậu vùng nhiệt đới ẩm Đông Nam Á [4].

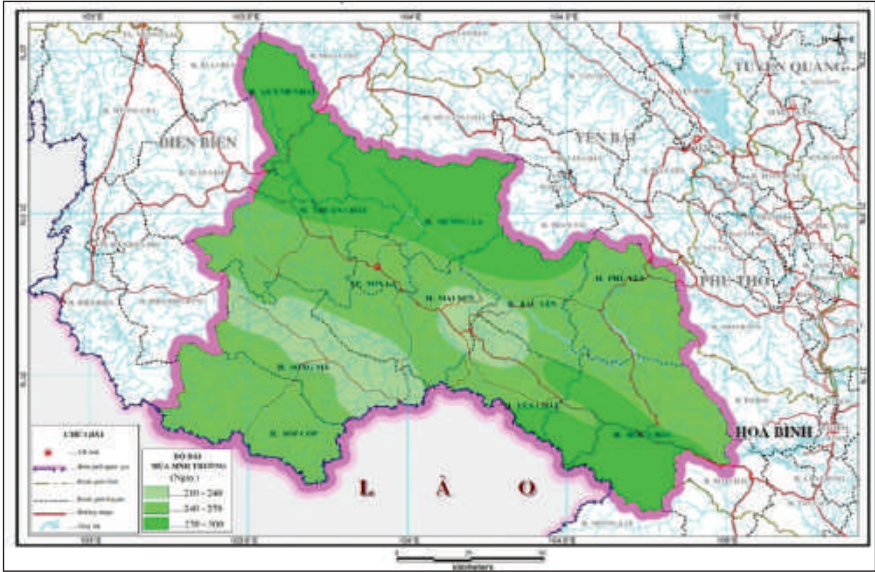
Như vậy, chỉ số độ dài mùa sinh trưởng được tính toán thông qua bài toán cân cân nước đồng ruộng rút gọn (lượng mưa và lượng bốc thoát hơi tiềm năng), mùa sinh trưởng phụ thuộc vào biến trình lượng mưa và khả năng bốc hơi theo tháng của khu vực nghiên cứu, chỉ số này có thể phản ánh được thời kỳ có trữ lượng ẩm hữu hiệu ở trong đất đủ để cây trồng sinh trưởng phát triển. Rất hữu ích trong công tác quy hoạch phát triển các hệ thống tưới, bố trí cơ cấu cây trồng và thời vụ hợp lý, giảm chi phí sản xuất.

Với hệ thống trồng trọt chủ yếu phụ thuộc vào nguồn nước mưa như ở Sơn La hiện nay, chỉ số độ dài mùa sinh trưởng rất có ý nghĩa thực

tiễn bởi vì chỉ trong điều kiện đủ nước cây trồng mới sử dụng được năng lượng mặt trời, điều kiện nhiệt độ và những điều kiện thâm canh khác.

Cho đến nay, chỉ số độ dài mùa sinh trưởng đã được áp dụng khá phổ biến trong nhiều nghiên cứu ở các quy mô quốc gia và khu vực để đánh giá tiềm năng và hạn chế trong nông nghiệp, đặc biệt là các khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới, nơi có chế độ nhiệt ít bị hạn chế [3-6]. Do vậy, chỉ số độ dài mùa sinh trưởng được sử dụng để phân định các tiểu vùng KHNN tỉnh Sơn La.

Kết quả xây dựng bản đồ chỉ số độ dài mùa sinh trưởng cho thấy, ở Sơn La, độ dài mùa sinh trưởng phổ biến từ 210 đến 300 ngày. Trong đó, các khu vực có mùa sinh trưởng dài nhất đạt trên 270 ngày xảy ra ở các huyện Quỳnh Nhai, Bắc Thuận Châu và Nam Mộc Châu; huyện Sông Mã và vùng tiếp giáp các huyện Mai Sơn, Bắc Yên và Yên Châu có mùa sinh trưởng chỉ đạt dưới 240 ngày (Hình 3).



Hình 3. Phân bố chỉ số độ dài mùa sinh trưởng tỉnh Sơn La

2.2.3. Mối quan hệ giữa các chỉ số phân vùng với các yếu tố khí hậu nông nghiệp khác

Để đánh giá được một cách có hệ thống các điều kiện nhiệt, ẩm trong mỗi tiểu vùng KHNN ở tỉnh Sơn La, đã xem xét các mối quan hệ giữa các chỉ số phân vùng và tiểu vùng với các yếu tố khí hậu nông nghiệp khác, cụ thể như: Quan hệ giữa

tổng nhiệt năm với nhiệt độ tháng lạnh nhất, nhiệt độ tháng nóng nhất, nhiệt độ tối thấp trung bình năm, thời kỳ có khả năng xảy ra rét hại, nhiệt độ dưới 20°C, tổng số giờ lạnh (số giờ có nhiệt độ dưới 7,2°C); quan hệ giữa độ dài mùa sinh trưởng với tổng lượng mưa năm. Kết quả tính toán các mối quan hệ này được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Phương trình ngoại suy các yếu tố khí hậu nông nghiệp từ tổng nhiệt năm (TNN) và mùa sinh trưởng (MST) ở Sơn La

Yếu tố khí hậu nông nghiệp		Phương trình hồi quy	Hệ số tương quan (R)	Độ lệch chuẩn (y)	Chuẩn sai thặng dư (Sy)	Chỉ tiêu kiểm nghiệm (f)	Giá thiết $\alpha = 0,05$ (F_{α})
Nhiệt độ trung bình		$y = 0,0027 \cdot TNN + 0,1058$	1,00	1,55	0,08	2.926,3	5,3
Nhiệt độ tháng lạnh nhất		$y = 0,0028 \cdot TNN - 6,8558$	0,98	1,61	0,30	201,6	5,3
Nhiệt độ tháng nóng nhất		$y = 0,0027 \cdot TNN + 4,4462$	0,98	1,58	0,33	157,9	5,3
Nhiệt độ tối thấp trung bình		$y = 0,0022 \cdot TNN - 12,637$	0,73	1,68	1,15	8,1	5,3
Thời kỳ xảy ra rét hại 3 ngày liên tục	Bắt đầu (SBD 20%)	$y = -0,0381 \cdot TNN + 23/12$	0,97	11,4	2,96	96,6	5,3
	Kết thúc (SBD 80%)	$y = 0,04 \cdot TNN + 07/02$	-0,95	12,2	3,91	61,1	5,3
	Thời gian kéo dài	$y = -0,0393 \cdot TNN + 399,36$	-0,99	22,85	3,89	234,1	5,3
Số ngày có nhiệt độ dưới 20°C	Bắt đầu (SBD 50%)	$y = 0,0276 \cdot TNN + 31/3$	0,99	15,9	1,79	544,2	5,3
	Kết thúc (SBD 50%)	$y = -0,0244 \cdot TNN + 22/9$	-0,96	14,60	4,14	80,2	5,3
	Thời gian kéo dài	$y = -0,0519 \cdot TNN + 542,28$	-0,99	30,10	4,49	308,1	5,3
Tổng số giờ lạnh		$y = 4 \cdot 1054 \cdot TNN - 13,59$	-0,94	82,00	38,83	24,2	5,3
Tổng lượng mưa năm		$y = 7,039 \cdot MST - 266,93$	0,97	196,9	49,93	101,9	5,3

Từ Bảng 1 nhận thấy các phương trình hồi quy được xây dựng đều thỏa mãn chỉ tiêu kiểm nghiệm f ($f > F_{0,05}$). Như vậy, có thể nhận thấy các chỉ số phân vùng (TNN và MST) có quan hệ mật thiết với các điều kiện khí tượng nông nghiệp khác ở vùng nghiên cứu, các kết quả này sẽ làm cơ sở để đánh giá điều kiện KHNN trong mỗi tiểu vùng.

3. Bản đồ phân vùng khí hậu nông nghiệp tỉnh Sơn La

3.1. Ranh giới giữa các vùng và tiểu vùng

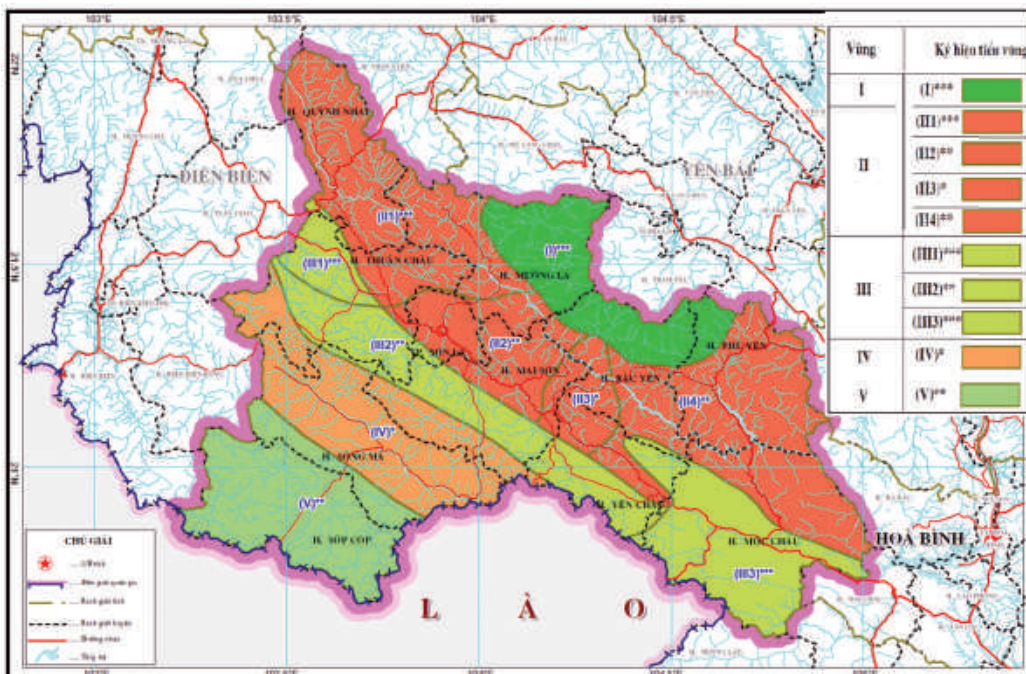
Phân vùng KHNN tỉnh Sơn La có 2 cấp phân vị, cấp vùng và cấp tiểu vùng tương ứng với sự phân hóa về tổng nhiệt năm và độ dài mùa sinh trưởng.

Đối với ranh giới vùng: Trên cơ sở mục đích phân vùng, quy luật phân bố tổng nhiệt năm ở Sơn La (Hình 2) và tham khảo các kết quả phân vùng khí hậu nông nghiệp Việt Nam [2], đã chọn đường đẳng tổng nhiệt 7.000°C làm ranh giới

phân định các vùng nhiệt. Với cách tiếp cận này, tỉnh Sơn La được chia thành 5 vùng xen kẽ nhau tương ứng với vùng I, III và V có tổng nhiệt dưới 7.000°C, vùng II và IV có tổng nhiệt trên 7.000°C.

Đối với ranh giới tiểu vùng: Dựa trên sự phân hóa độ dài mùa sinh trưởng theo không gian (Hình 3), đã chọn các đường đồng mức 210 ngày, 240 ngày và 270 ngày làm ranh giới phân định các tiểu vùng KHNN tỉnh Sơn La, như vậy có sự khác biệt mùa sinh trưởng giữa các tiểu vùng là khoảng một tháng. Theo cách phân cấp này, tỉnh Sơn La bao gồm các tiểu vùng có mùa sinh trưởng từ 210-240 ngày, từ 240-270 ngày và từ 270-300 ngày, tương ứng với đặc tính tiểu vùng có mùa sinh trưởng ngắn, tiểu vùng có mùa sinh trưởng trung bình và tiểu vùng có mùa sinh trưởng dài.

Trên cơ sở các cấp tổng nhiệt năm và các cấp độ dài mùa sinh trưởng, tỉnh Sơn La được chia thành 5 vùng và 10 tiểu vùng KHNN (Hình 4).



Hình 4. Bản đồ phân vùng khí hậu nông nghiệp tỉnh Sơn La

Bảng 3. Sơ đồ phân vùng khí hậu nông nghiệp tỉnh Sơn La

Vùng khí hậu nông nghiệp			Tiểu vùng khí hậu nông nghiệp		
Tên	Địa giới	Tổng nhiệt (°C)	Tên	Địa giới	Độ dài mùa sinh trưởng (ngày)
I	Sườn Tây Hoàng Liên Sơn	4.500-7.000	(I)***	Quỳnh Nhai, Đông Mường La, Bắc Bắc Yên	270-300
II	Cao nguyên Sơn La, Nà Sản, thung lũng sông Đà	7.000-8.500	(II1)***	Đông Thuận Châu	270-300
			(II2)**	Thành phố Sơn La, Đông Mai Sơn	240-270
			(II3)*	Nam Bắc Yên, Bắc Yên Châu	210-240
			(II4)**	Phù Yên, Bắc Mộc Châu	240-270
III	Pha Đin đến Mộc Châu	6.000-7.000	(III1)***	Tây Thuận Châu	270-300
			(III2)**	Tây Mai Sơn, Nam Yên Châu	240-270
			(III3)***	Nam Mộc Châu	270-300
IV	Huyện Sông Mã	7.000-8.000	(IV)*	Huyện Sông Mã	210-240
V	Huyện Sốp Cộp	5.500-7.000	(V)**	Huyện Sốp Cộp	240-270

3.2. Đặc điểm khí hậu nông nghiệp trong các vùng và tiểu vùng

Theo quy luật phân hóa các chỉ số KHNN, các vùng KHNN tỉnh Sơn La được phân chia theo thứ tự từ Đông sang Tây, các tiểu vùng có xu hướng phân chia từ Bắc xuống Nam. Đặc điểm KHNN

trong các vùng và tiểu vùng cụ thể như sau:

Vùng I: Vùng núi cao nhiệt đới thuộc sườn phía Tây Hoàng Liên Sơn với độ cao từ 1.000-2.500m, có tổng nhiệt từ 4.500-7.000°C, tương ứng với nhiệt độ trung bình năm từ 12-19°C, nhiệt độ tháng lạnh nhất từ 6-13°C, tháng nóng nhất từ 17-23°C, nhiệt độ tối thấp tuyệt

đối trung bình năm phổ biến $-3-3^{\circ}\text{C}$; thời kỳ có khả năng xảy ra rét hại 3 ngày liên tục khoảng từ 3 đến 7 tháng tùy theo các mức độ cao, bắt đầu từ tháng 10 và kết thúc vào khoảng tháng 4 năm sau, thời kỳ có nhiệt độ dưới 20°C phổ biến 7-10 tháng, bắt đầu từ tháng 8 và kết thúc vào khoảng tháng 5 năm sau; tổng số giờ lạnh đạt từ 190-505 giờ. Vùng này có 1 *tiểu vùng (I)* thuộc phía Đông Mường La, Đông Bắc Bắc Yên và Tây Bắc Phù Yên với độ dài mùa sinh trưởng từ 270-300 ngày, tổng lượng mưa năm khoảng 1.600-1.800mm.

Vùng II: Vùng núi cao vừa và thấp nhiệt đới thuộc khu vực cao nguyên Sơn La, Nà Sản và thung lũng sông Đà với độ cao phổ biến từ 300-1.000m. Có tổng nhiệt độ năm từ $7.000-8.500^{\circ}\text{C}$ tương đương với nhiệt độ trung bình từ $19-23^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ tháng lạnh nhất từ $13-17^{\circ}\text{C}$, tháng nóng nhất từ $23-27^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ tối thấp tuyệt đối trung bình năm từ $3-6^{\circ}\text{C}$; thời kỳ có khả năng xảy ra rét hại 3 ngày liên tục khoảng từ 2 đến 3 tháng, bắt đầu từ giữa tháng 11 và kết thúc vào giữa tháng 3 năm sau, thời kỳ có nhiệt độ dưới 20°C phổ biến từ 3-6 tháng, bắt đầu từ tháng 10 và kết thúc vào cuối tháng 3 năm sau; tổng số giờ lạnh đạt từ 10-190 giờ. Vùng này được chia thành 4 tiểu vùng:

Tiểu vùng II1 thuộc Quỳnh Nhai, phía Tây Mường La và Đông Bắc Thuận Châu, với độ dài mùa sinh trưởng 270-300 ngày và tổng lượng mưa năm từ 1.600-1.800mm;

Tiểu vùng II2 thuộc TP. Sơn La, Tây Nam Mường La và Đông Bắc Mai Sơn, với độ dài mùa sinh trưởng 240-270 ngày và tổng lượng mưa năm từ 1.400-1.600mm;

Tiểu vùng II3 thuộc Tây Bắc Bắc Yên và Bắc Yên Châu, với độ dài mùa sinh trưởng 210-240 ngày và tổng lượng mưa năm dưới 1.400mm;

Tiểu vùng II4 chủ yếu thuộc Phù Yên, Nam Bắc Yên, trung tâm huyện Yên Châu và Đông Mộc Châu, với độ dài mùa sinh trưởng 240-270 ngày và tổng lượng mưa năm 1.400-1.600mm.

Vùng III: Vùng núi cao nhiệt đới chạy dài từ Pha Đin đến Mộc Châu với độ cao phổ biến từ 1.000-1.500m. Có tổng nhiệt độ từ $6.000-7.000^{\circ}\text{C}$, tương đương với nhiệt độ trung bình năm từ $16-19^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ tháng lạnh nhất từ $10-13^{\circ}\text{C}$, tháng nóng nhất $21-23^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ tối

thấp tuyệt đối trung bình năm từ $1-3^{\circ}\text{C}$; thời kỳ có khả năng xảy ra rét hại 3 ngày liên tục khoảng từ 3 đến 5 tháng, bắt đầu từ giữa tháng 11 và kết thúc vào cuối tháng 3 năm sau, thời kỳ có nhiệt độ dưới 20°C phổ biến từ 6-8 tháng, bắt đầu từ tháng 9 và kết thúc vào tháng 4 năm sau; tổng số giờ lạnh đạt từ 270-300 giờ. Vùng này được chia thành 3 tiểu vùng:

Tiểu vùng III1 thuộc một phần phía Bắc Thuận Châu, với độ dài mùa sinh trưởng 270-300 ngày và tổng lượng mưa năm dưới 1.400mm;

Tiểu vùng III2 thuộc Nam Thuận Châu, trung tâm huyện Mai Sơn, Tây Yên Châu, với độ dài mùa sinh trưởng 240-270 ngày và tổng lượng mưa năm từ 1.400-1.600mm;

Tiểu vùng III3 thuộc một phần phía Đông Yên Châu và Tây Mộc Châu, với độ dài mùa sinh trưởng 270-300 ngày và tổng lượng mưa năm trên 1.600mm.

Vùng IV: Vùng núi cao vừa và thấp nhiệt đới thuộc khu vực dọc phía Bắc của huyện Sông Mã với độ cao phổ biến từ 500-1.000m. Có tổng nhiệt độ năm từ $7.000-8.000^{\circ}\text{C}$ tương đương với nhiệt độ trung bình năm từ $19-22^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ tháng lạnh nhất từ $13-16^{\circ}\text{C}$, tháng nóng nhất từ $23-26^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ tối thấp tuyệt đối trung bình năm từ $3-5^{\circ}\text{C}$; thời kỳ có khả năng xảy ra rét hại 3 ngày liên tục khoảng từ 1,5 đến 3 tháng, bắt đầu từ giữa tháng 11 và kết thúc vào cuối tháng 2 năm sau, thời kỳ có nhiệt độ dưới 20°C phổ biến từ 6-7 tháng, bắt đầu từ tháng 10 và kết thúc vào cuối tháng 3 năm sau; tổng số giờ lạnh đạt từ 65-190 giờ. Vùng này chỉ có 1 *tiểu vùng (IV)* thuộc Tây Bắc Thuận Châu, phía Tây Mai Sơn và Sông Mã, với độ dài mùa sinh trưởng 210-240 ngày và tổng lượng mưa năm từ 1.200-1.400mm.

Vùng V: Vùng núi cao nhiệt đới thuộc huyện Sốp Cộp và dọc phía Nam huyện Sông Mã với độ cao phổ biến từ 1.000-1.700m. Có tổng nhiệt độ năm từ $5.500-7.000^{\circ}\text{C}$, tương đương với nhiệt độ trung bình năm từ $15-19^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ tháng lạnh nhất từ $9-13^{\circ}\text{C}$, tháng nóng nhất $19-23^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ tối thấp tuyệt đối trung bình năm từ $-1-3^{\circ}\text{C}$; thời kỳ có khả năng xảy ra rét hại 3 ngày liên tục khoảng từ 3 đến 6 tháng, bắt đầu từ cuối tháng 10 và kết thúc vào cuối tháng 3 năm sau, thời kỳ có nhiệt độ dưới 20°C phổ biến từ

6-8 tháng, bắt đầu từ tháng 9 và kết thúc vào cuối tháng 4 năm sau; tổng số giờ lạnh đạt từ 190-380 giờ. Vùng này cũng chỉ có 1 *tiểu vùng* (V) thuộc một phần phía Tây Sông Mã và huyện Sốp Cộp, với độ dài mùa sinh trưởng 240-270 ngày và tổng lượng mưa năm từ 1.400-1.600mm.

4. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu có thể rút ra một số kết luận sau:

Các chỉ số tổng nhiệt năm và độ dài mùa sinh trưởng đã phản ánh khá đầy đủ các điều kiện nhiệt, ẩm ở vùng nghiên cứu. Tổng nhiệt năm có quan hệ khá mật thiết với các điều kiện nhiệt khác như nhiệt độ tháng lạnh nhất, nhiệt độ tháng nóng nhất, nhiệt độ tối thấp trung bình năm, thời kỳ có khả năng xảy ra rét hại, nhiệt

độ dưới 20°C, tổng số giờ lạnh. Độ dài mùa sinh trưởng không chỉ phản ánh được thời kỳ có thể gieo trồng dựa vào nước trời mà nó còn thể hiện được tổng lượng mưa năm ở các khu vực được xem xét.

Với các chỉ tiêu chính được chọn bao gồm tổng nhiệt năm đạt 7.000°C và các cấp độ dài mùa sinh trưởng cách nhau khoảng 1 tháng (210 ngày, 240 ngày, 270 ngày và 300 ngày), đã chia lãnh thổ lãnh thổ Sơn La thành 5 vùng và 10 tiểu vùng KHNN, đại diện cho các vùng núi cao nhiệt đới có thể phát triển các cây trồng ôn đới và vùng núi cao vừa và thấp nhiệt đới thuận lợi cho phát triển các cây trồng nhiệt đới. Các kết quả phân vùng là rất hữu ích trong công tác quy hoạch và phát triển trồng trọt tỉnh Sơn La.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu (2004), *Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
2. Nguyễn Văn Viết (2012), *Khai thác tài nguyên khí hậu nông nghiệp Việt Nam*, Nhà xuất bản Tài nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam.

Tài liệu tiếng Anh

3. Mengesha Urgaya Lemma et al (2016), "Analyzing the Impacts of on Onset, Length of Growing Period and Dry Spell Length on Chickpea Production in Adaa District (East Showa Zone) of Ethiopia", *Journal of Earth Science & Climatic Change*. Vol.7.
4. Oldeman LR, M Frere (1988), *A study of the agroclimatology of the humid tropics of Southeast Asia*, WMO-No. 597.
5. Sivakumar, M. V. K; Valentin, C. (1997), *Agroecological zones and crop production potential*, Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 352(1356): 907-916.
6. Sukanya Sujariya et al. (2019), *Rainfall variability and its effects on growing period and grain yield for rainfed lowland rice under transplanting system in Northeast Thailand*, Plant Production Science. Vol. 23, No. 1, 48–59.

AGRO-CLIMATIC ZONING FOR SON LA PROVINCE

Nguyen Huu Quyen⁽¹⁾, Duong Van Kham⁽¹⁾,
Nguyen The Hung⁽²⁾, Nguyen Trong Hieu⁽³⁾

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

⁽²⁾Ha Noi University of Natural Resources and Environment

⁽³⁾Science and Technology Center of Meteorology Hydrology and Environment

Received: 5/4/2020; Accepted: 4/5/2020

Abstract: *Son La is a mountainous province with rather complex intertwined terrain types, leading to major changes in agricultural climatic factors on a narrow scale, therefore, the division of regions and sub-regions to reflect the distribution law of agricultural climatic conditions is very necessary. Based on the criteria related to the total annual temperature and length of growing period Son La province is divided into 5 zones and 10 sub-agroclimatic zone. This will be an important scientific argument for the development of the province.*

Keywords: *Agroclimatic zone, agroclimatic indicators.*

DAO ĐỘNG CỦA CÁC CỰC TRỊ KHÍ HẬU VÀ CÁC HIỆN TƯỢNG KHÍ HẬU CỰC ĐOẠN TẠI TỈNH QUẢNG TRỊ

Vũ Văn Thăng⁽¹⁾, Trần Đình Trọng⁽¹⁾, Lê Văn Tuấn⁽¹⁾, Trương Thị Thanh Thủy⁽¹⁾,
Nguyễn Đức Phương⁽²⁾, Vũ Mạnh Cường⁽²⁾

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

⁽²⁾Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Trị

Ngày nhận bài 27/4/2020; ngày chuyển phản biện 28/4/2020; ngày chấp nhận đăng 26/5/2020

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả tính toán dao động khí hậu của các yếu tố khí hậu cực trị và các hiện tượng khí hậu cực đoạn qua từng thập kỷ. Nguồn số liệu được tính toán bao gồm số liệu quan trắc nhiệt độ, lượng mưa ngày và tháng tại 3 trạm khu vực Quảng Trị trong giai đoạn từ năm 1961 đến năm 2018. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, nhiệt độ cao nhất và thấp nhất tuyệt đối biến động mạnh trong các năm gần đây từ năm 2011-2018. Mức độ dao động lượng mưa cực trị trong các mùa có sự biến động tương đối rõ rệt. Hạn hán có xu thế giảm, tuy nhiên xoáy thuận nhiệt đới lại có xu thế gia tăng trên khu vực.

Từ khóa: Dao động khí hậu, cực trị, cực đoạn khí hậu, tỉnh Quảng Trị.

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, nhu cầu hiểu biết về khí hậu cũng như việc sử dụng các thông tin khí hậu phục vụ cho cuộc sống ngày càng tăng cao. Thông tin khí hậu giữ vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ ra quyết định, xây dựng quy hoạch phát triển ở từng địa phương, đặc biệt trong việc tiếp cận và hoạch định các cơ hội phát triển, quản lý rủi ro cũng như ứng phó với biến đổi khí hậu (BĐKH).

Quảng Trị là tỉnh ven biển miền Trung, được đánh giá là một trong những tỉnh chịu ảnh hưởng lớn bởi BĐKH và nước biển dâng. Trong thời gian 10 năm (2008-2017), đã có 16 cơn bão gây thiệt hại nặng và 33 cơn bão ảnh hưởng đến Quảng Trị, 50 đợt lũ, 51 đợt lốc, mưa đá, sét,... làm chết 53 người, bị thương 250 người, thiệt hại hơn 8.400 tỷ đồng [1].

Việc đánh giá được mức độ và tính chất dao động của các yếu tố và hiện tượng khí hậu, đặc biệt là nhiệt độ và lượng mưa, thiên tai và các hiện tượng khí hậu cực đoạn sẽ cung cấp cơ sở khoa học cho Quảng Trị trong khai thác, sử dụng

hợp lý tài nguyên khí hậu phục vụ phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh.

2. Phương pháp và số liệu

2.1. Phương pháp

Để đánh giá mức độ dao động của các yếu tố, cực trị khí hậu và các hiện tượng khí hậu cực đoạn, các đặc trưng thống kê đã được tính toán:

* *Độ lệch tiêu chuẩn (ĐLC):*

Độ lệch tiêu chuẩn còn gọi là độ lệch quân phương là căn bậc hai của mô men trung tâm bậc hai của chuỗi, ký hiệu là s [2,3].

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2}{n}}$$

Trong đó:

- x_t : Thành phần thứ t của tổng thể.

- $\bar{x}$: Giá trị trung bình của tổng thể.

* *Biến suất*

Biến suất là tỷ số giữa độ lệch tiêu chuẩn và trung bình số học [2,3].

$$Cs = \frac{s}{\bar{x}}$$

Hoặc tính bằng %: $Cs(\%) = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$

* *Chỉ số khô hạn K [4]*

- Được sử dụng để phân tích hạn hán ở tỉnh

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

Quảng Trị.

$$K = \frac{E}{R}$$

E và R tương ứng là lượng bốc hơi Piche tháng và lượng mưa tháng.

Hạn xảy ra khi chỉ số $K \geq 2$.

2.2. Số liệu

Số liệu sử dụng là số liệu ngày và tháng của các yếu tố: Nhiệt độ trung bình, nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ thấp nhất, lượng mưa, bốc hơi, gió tại 3 trạm khí tượng đại diện tỉnh Quảng Trị là Cồn Cỏ, Đông Hà, Khe Sanh trong thời kỳ 1961-2018 [5].

Bên cạnh đó, số liệu bão và áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) sử dụng trong báo cáo được kế thừa từ Dự án “Cập nhật, ban hành phân vùng bão, trong đó có phân vùng gió cho các vùng ở sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ” năm 2016 của Viện Khoa học Khí tượng Thủy

văn và Biến đổi khí hậu [6] và từ “Đặc điểm khí tượng thủy văn” của Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia [7].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Mức độ dao động của các yếu tố khí hậu cực trị

** Nhiệt độ cao nhất tuyệt đối (TXx)*

Mức độ dao động của TXx khỏi giá trị trung bình lớn nhất trong mùa đông, nhỏ nhất trong mùa hè với giá trị ĐLC và biến suất lần lượt là: 1,2-3,8 và 4,5-11,7%; 0,8-1,0°C và 2,4-3,9%. Mức độ dao động lớn thường tập trung vào tháng 2 với giá trị ĐLC lớn trên 2°C và biến suất trên 7%. ĐLC và biến suất của TXx năm lần lượt là 0,8-1,2°C và 2,2-3,3%. Mức độ dao động có xu thế giảm từ Tây sang Đông, lớn nhất ở vùng núi phía Tây và nhỏ nhất ở huyện đảo (Bảng 1).

Bảng 1. Độ lệch tiêu chuẩn S (°C), biến suất Cs (%) của TXx, Tm tháng và năm thời kỳ 1973-2018 tại các trạm khí tượng tỉnh Quảng Trị

Trạm	Cực trị	Đặc trưng /tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Cồn Cỏ	TXx	S (°C)	1,5	2,4	2,6	1,9	1,5	1,0	0,8	1,0	1,3	0,9	1,1	1,2	0,8
		Cs (%)	5,8	9,0	8,9	5,9	4,2	2,7	2,4	2,8	3,7	2,9	3,7	4,5	2,2
	Tm	S (°C)	1,6	1,2	2,0	1,4	1,4	0,9	0,8	0,6	0,9	1,0	1,7	1,6	1,5
		Cs (%)	10,3	7,7	11,6	6,9	6,2	3,6	3,3	2,6	3,7	4,8	8,7	9,6	10,2
Đông Hà	TXx	S (°C)	2,9	3,8	3,0	1,4	1,6	1,3	1,0	1,0	1,4	1,5	2,1	1,8	1,1
		Cs (%)	10,0	11,7	8,2	3,5	4,1	3,4	2,6	2,8	4,0	4,4	7,0	6,3	2,7
	Tm	S (°C)	1,6	1,7	2,2	1,8	1,5	1,0	0,7	0,6	1,0	1,5	1,7	1,6	1,4
		Cs (%)	12,0	12,2	14,4	9,7	7,1	4,3	3,1	2,3	4,5	7,7	10,4	11,2	11,3
Khe Sanh	TXx	S (°C)	1,9	2,3	1,2	1,3	1,5	1,3	1,2	1,0	1,0	1,7	2,3	2,2	1,2
		Cs (%)	6,5	7,1	3,3	3,7	4,1	3,9	3,7	3,0	3,2	5,4	7,6	8,0	3,3
	Tm	S (°C)	1,5	1,7	2,2	1,7	1,3	0,8	0,6	0,5	1,2	1,8	1,6	1,6	1,3
		Cs (%)	12,3	13,5	16,0	10,1	6,8	3,6	3,1	2,5	5,9	9,9	10,7	12,4	12,3

TXx khá đồng đều giữa các thập kỷ nhưng kỷ lục TXx rơi vào hai thập kỷ đầu ở vùng đồng bằng ven biển và hải đảo, rơi vào thập kỷ gần đây ở khu vực vùng núi phía Tây (Hình 1).

Nhìn chung, TXx biến động nhiều nhất trong thập kỷ đầu (1973-1980) và thập kỷ gần đây (2011-2018) tại huyện đảo, vùng núi phía Tây; trong hai thập kỷ đầu (1973-1980, 1991-2000) ở

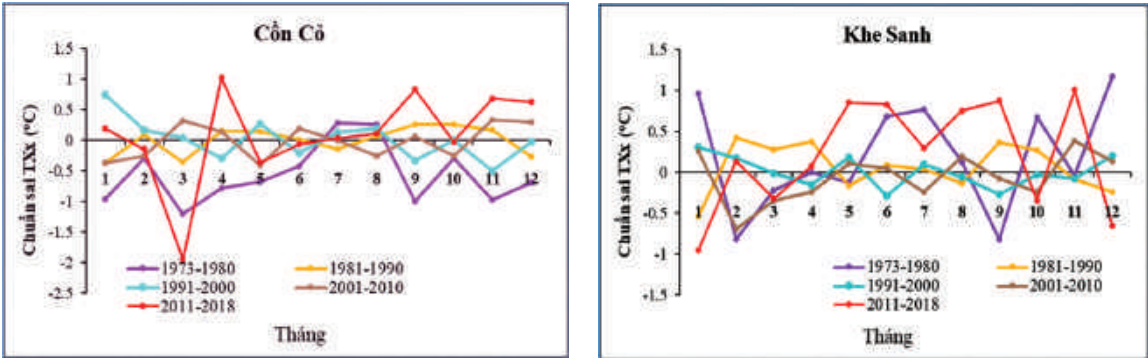
vùng đồng bằng.

** Nhiệt độ thấp nhất tuyệt đối (Tm)*

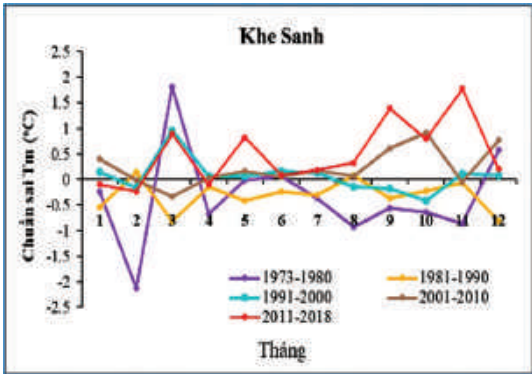
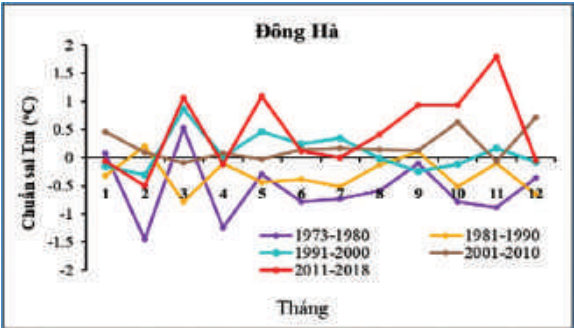
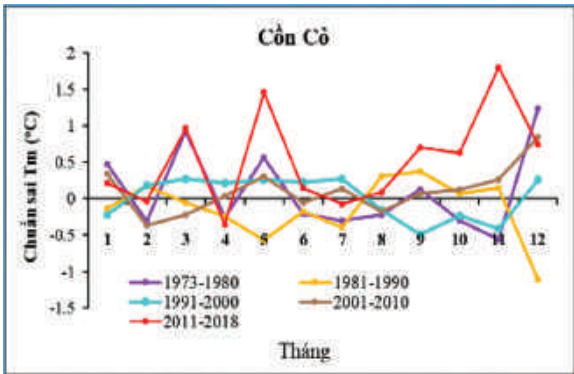
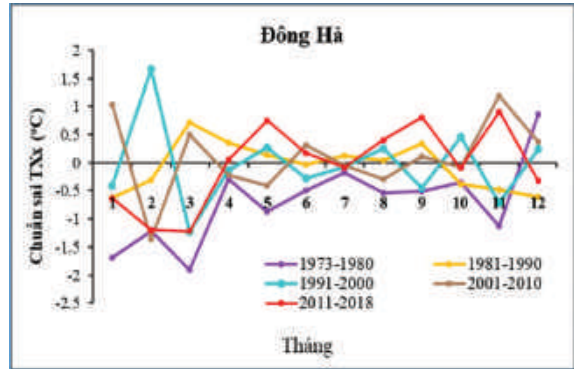
ĐLC và biến suất của Tm trong các mùa lần lượt là mùa xuân: 1,3-2,2°C và 6,2-16%; mùa hè: 0,5-1,0°C và 2,3-4,3%; mùa thu: 0,9-1,8°C và 3,7-10,7%; mùa đông: 1,2-1,7°C và 7,7-13,5%. Như vậy, mức độ dao động của Tm trong mùa đông, mùa xuân lớn hơn so với mùa hè, mùa thu. Về quy mô

năm, mức độ tàn mạt của Tm năm có xu thế tăng từ trong đất liền ra biển với giá trị ĐLC từ 1,3-1,5°C, lớn nhất ở huyện đảo Côn Cỏ. Tuy nhiên, mức biến đổi có xu thế giảm từ đất liền ra biển với giá trị biến suất từ 10,2-12,3%, lớn nhất ở vùng núi (Bảng 1).

Chênh lệch trung bình các thập kỷ so với trung bình thời kỳ chuẩn 1981-2010 của Tm cho thấy: Tm biến động nhiều nhất trong thập kỷ đầu (1973-1980) và thập kỷ gần đây (2011-2018) (Hình 2).



Hình 1. Chênh lệch trung bình các thập kỷ so với trung bình thời kỳ chuẩn 1981-2010 của nhiệt độ cao nhất tuyệt đối (°C)



Hình 2. Chênh lệch trung bình các thập kỷ so với trung bình thời kỳ chuẩn 1981-2010 của nhiệt độ thấp nhất tuyệt đối (°C)

*** Lượng mưa 1 ngày lớn nhất (Rx1day)**

ĐLC và biến suất của Rx1day năm lần lượt là: 76-132,2mm và 36,4-53,4%. Mức độ phân tán của Rx1day năm ở huyện đảo Cồn Cỏ lớn hơn trên đất liền (Bảng 2).

*** Lượng mưa 5 ngày lớn nhất (Rx5day)**

ĐLC và biến suất của Rx5day năm lần lượt là 156-207,3mm và 38,3-51,2%. Mức độ dao động mạnh nhất ở huyện đảo Cồn Cỏ và nhỏ hơn trên đất liền (Bảng 2).

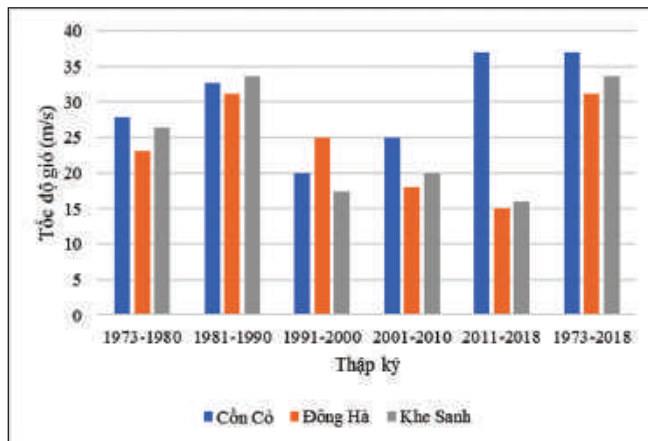
Bảng 2. Độ lệch tiêu chuẩn S (mm), biến suất Cs (%) của Rx1day, Rx5day năm thời kỳ 1973-2018 tại các trạm khí tượng tỉnh Quảng Trị

Cực trị	Cồn Cỏ		Đông Hà		Khe Sanh	
	Rx1day	Rx5day	Rx1day	Rx5day	Rx1day	Rx5day
S (mm)	132,2	207,3	87	173,4	76	156
Cs (%)	53,4	51,2	36,4	38,3	40	42,9

***Tốc độ gió lớn nhất (Vx)**

ĐLC và biến suất của tốc độ gió lớn nhất các tháng từ 1,6-6,8m/s và 17,4-50,1m/s. Mức độ dao động lớn nhất từ cuối mùa hè đến giữa mùa thu (S=4-7m/s; Cs=32-50%); nhỏ nhất trong mùa đông ở các khu vực sườn Đông Trường Sơn (S=2-3m/s; Cs=119-22%) và từ giữa mùa đông đến giữa mùa xuân ở vùng núi (S=2-2,5% và 17-23%). Mức độ phân tán của Vx năm có xu

thế tăng từ Tây sang Đông, lớn nhất ở huyện đảo, sau đó đến vùng đồng bằng và thấp nhất ở vùng núi với giá trị ĐLC và biến suất của Vx năm lần lượt tại các trạm đại diện cho ba khu vực là: ~7m/s, 33%; ~5m/s, 29%; và 4m/s, 29% (Bảng 3). Vx cũng thể hiện sự biến động qua từng thập kỷ, các giá trị kỷ lục xảy ra trong thập kỷ gần đây ở huyện đảo và trong thập kỷ 1981-1990 ở phần đất liền (Hình 3).



Hình 3. Tốc độ gió lớn nhất (m/s) các thập kỷ và thời kỳ 1973-2018

Bảng 3. Độ lệch tiêu chuẩn S (m/s), biến suất Cs (%) của Vx tháng và năm thời kỳ 1973-2018 tại các trạm khí tượng tỉnh Quảng Trị

Trạm	Đặc trưng/Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Cồn Cỏ	S (m/s)	2	2	3	3	3	3	3	5	7	5	3	3	7
	Cs (%)	20	22	27	25	30	29	31	41	50	35	24	21	33
Đông Hà	S (m/s)	2	2	2	3	4	4	3	4	4	5	3	2	5
	Cs (%)	19	21	24	31	32	29	23	32	35	47	32	21	29
Khe Sanh	S (m/s)	2	2	2	3	3	3	2	4	4	5	3	3	4
	Cs (%)	23	21	17	30	29	24	22	32	44	43	26	26	29

3.2. Mức độ dao động của các hiện tượng khí hậu cực đoan

* Mưa lớn

Mức độ dao động của nR50 (số ngày mưa lớn hơn 50mm) xung quanh giá trị trung bình trong các tháng tương đối bé với giá trị ĐLC từ 0,1 đến 2,2 ngày và có sự khác nhau giữa khu vực sườn Đông và Tây dãy Trường Sơn. Ở các khu vực thuộc sườn Đông Trường Sơn, ĐLC từ 0,9 đến 2 ngày trong các tháng mùa mưa (tháng 8 đến tháng 12); từ 0,1 đến 0,8 ngày trong các tháng mùa khô. Ở vùng núi phía Tây, ĐLC từ 0,7 đến 2,2 ngày trong các tháng mùa mưa (tháng 5 đến tháng 11); từ 0,1 đến 0,5 ngày trong các tháng mùa khô (Bảng 4).

Mức biến đổi so với giá trị trung bình trong

Bảng 4. Độ lệch tiêu chuẩn S (ngày), biến suất Cs (%) của số ngày có R ≥ 50mm tháng và năm thời kỳ 1973-2018 tại các trạm khí tượng tỉnh Quảng Trị

Trạm	Đặc trưng/tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Cồn Cỏ	S (ngày)	0,6	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,5	0,9	2,0	1,9	1,5	1,0	3,5
	Cs (%)	143,1	458,3	279,3	197,2	176,3	164,1	197,2	110,3	88,1	62,0	86,7	112,0	32,3
Đông Hà	S (ngày)	0,2	0,1	0,2	0,5	0,7	0,7	0,7	1,0	1,8	1,8	1,8	1,0	3,5
	Cs (%)	463,7	663,3	463,7	141,4	161,7	187,5	233,0	119,6	86,5	43,8	74,9	123,9	29,5
Khe Sanh	S (ngày)	-	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,0	1,4	1,8	2,2	1,0	0,1	3,6
	Cs (%)	-	648,1	360,6	158,4	164,9	120,6	86,2	106,4	95,4	90,0	112,0	655,7	37,8

* Nắng nóng và nắng nóng gay gắt

Mức độ dao động của số ngày nắng nóng trong các tháng xung quanh giá trị trung bình không quá lớn với ĐLC từ dưới 1 ngày đến 6 ngày. Giá trị ĐLC lớn nhất vào tháng 6 ở huyện đảo Cồn Cỏ (ĐLC=4,9 ngày), tháng 5 đến tháng 8 ở vùng đồng bằng (ĐLC từ 6,1 đến 6,4 ngày) và tháng 4 ở vùng núi phía Tây (ĐLC=4 ngày). Giá trị biến suất các tháng từ 43,1 đến 663,3%, mức biến đổi lớn nhất vào tháng 9 ở huyện Cồn Cỏ (217,4%), tháng 1 ở vùng đồng bằng (Cs=663,3%) và tháng 7 ở vùng núi phía Tây (Cs=455,7%). ĐLC và biến suất của số ngày nắng nóng năm lần lượt là 9,1-18,3 ngày và 26,2 đến 81,5%. Mức độ tản mạn tương đối lớn ở vùng đồng bằng cũng là nơi tập trung chủ yếu nắng nóng, sau đó đến huyện đảo và nhỏ nhất ở vùng núi. Tuy nhiên, mức biến đổi có xu thế ngược lại, lớn nhất ở vùng núi và

các tháng mùa khô lớn hơn so với các tháng mùa mưa với giá trị biến suất từ 43,8% đến 663,3% ở các khu vực thuộc sườn Đông Trường Sơn và từ 86,2 đến 655,7% ở vùng núi phía Tây. Mức biến đổi lớn nhất vào các tháng 1, 2, 3 (Cs từ 143,1 đến 663,3%), nhỏ nhất vào tháng 10 (Cs từ 43,8 đến 62%) ở các khu vực thuộc sườn Đông dãy Trường Sơn. Mức biến đổi lớn nhất vào các tháng 12, 2 (Cs từ 648,1 đến 655,7%), nhỏ nhất vào tháng 10 (Cs=90%). Như vậy trên toàn tỉnh mức biến đổi của nR50 so với giá trị trung bình nhỏ nhất vào tháng 10 với giá trị biến suất từ 43,8 đến 90%. Mức độ phân tán của nR50 năm tương đối bé và khá đồng đều giữa các khu vực với giá trị ĐLC và biến suất lần lượt là: 3,5-3,6 ngày và 29,5 đến 37,8% (Bảng 4).

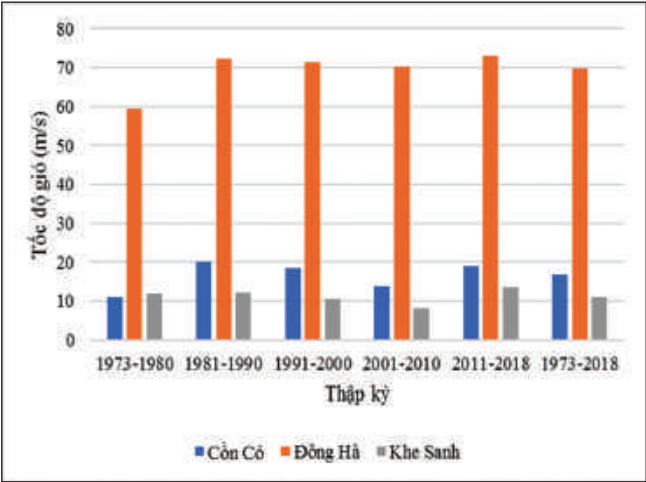
nhỏ nhất ở vùng đồng bằng (Bảng 5).

Số ngày nắng nóng cũng biến động qua từng thập kỷ, tập trung nhiều nhất trong thập kỷ 1981-1990 ở huyện đảo Cồn Cỏ và trong thập kỷ gần đây 2011-2018 trên lãnh thổ đất liền; ít nhất trong thập kỷ 1973-1980 ở các khu vực sườn Đông Trường Sơn và trong thập kỷ 2001-2010 ở vùng núi (Hình 4).

Mức độ dao động của Su37 trong các tháng xung quanh giá trị trung bình cũng không lớn với ĐLC từ 0,1 đến 6,4 ngày. ĐLC lớn nhất từ tháng 5 đến tháng 7 ở huyện đảo và đồng bằng (ĐLC từ 0,7 đến 6,4 ngày), vào tháng 4 ở vùng núi phía Tây (ĐLC=1,7 ngày). Giá trị biến suất các tháng từ 55,5 đến 663,3%, mức biến đổi lớn nhất vào tháng 9 ở huyện Cồn Cỏ (Cs=663,3%), tháng 2 ở vùng đồng bằng (Cs=340,6%) và tháng 6 ở vùng núi phía Tây (Cs=525%) (Bảng 5).

ĐLC và biến suất của Su37 năm lần lượt là 2,1-17,2 ngày và 61,3 đến 199,8%. Mức độ phân tán tương đối đồng đều ở huyện đảo và vùng núi với giá trị ĐLC, biến suất lần lượt là: 2,1-2,6 ngày và 192,7-199,8%. Mức độ tản

mạn xung quanh giá trị trung bình ở vùng đồng bằng lớn hơn ở huyện đảo và vùng núi nhưng mức biến đổi nhỏ hơn với giá trị ĐLC và biến suất tại trạm đại diện là: 17,2 ngày và 61,3% (Bảng 5).



Hình 4. Số ngày nắng nóng trung bình các thập kỷ và thời kỳ 1973-2018

Bảng 5. Độ lệch tiêu chuẩn S (ngày), biến suất Cs (%) của số ngày nắng nóng, nắng nóng gay gắt tháng và năm thời kỳ 1973-2018 tại các trạm khí tượng tỉnh Quảng Trị

Trạm	Cực trị	Đặc trưng /tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Cồn Cỏ	Su35	S (ngày)	-	-	-	0,5	2,7	4,9	3,9	3,8	1,3	-	-	-	11,8
		Cs (%)	-	-	-	369,7	141,5	95,8	75,9	92,1	217,4	-	-	-	69,5
	Su37	S (ngày)	-	-	-	-	1,0	0,7	0,7	0,5	0,1	-	-	-	2,1
		Cs (%)	-	-	-	-	275,6	284,4	298,3	249,4	663,3	-	-	-	199,8
Đồng Hà	Su35	S (ngày)	0,1	1,3	2,7	3,2	6,4	6,2	6,1	6,1	4,1	-	0,2	-	18,3
		Cs (%)	663,3	169,0	74,3	43,1	48,5	40,8	39,4	61,4	108,4	-	469,0	-	26,2
	Su37	S (ngày)	-	-	-	-	275,6	284,4	298,3	249,4	663,3	-	-	-	199,8
		Cs (%)	-	0,4	2,3	2,7	6,0	6,4	4,4	3,1	1,5	-	-	-	17,2
Khe Sanh	Su35	S (ngày)	-	0,5	3,0	4,0	3,4	2,6	1,0	-	-	-	-	-	9,1
		Cs (%)	-	326,6	120,6	78,6	142,6	332,7	455,7	-	-	-	-	-	81,5
	Su37	S (ngày)	-	-	0,3	1,7	0,8	0,6	-	-	-	-	-	-	2,6
		Cs (%)	-	-	472,6	202,7	249,1	525,0	-	-	-	-	-	-	192,7

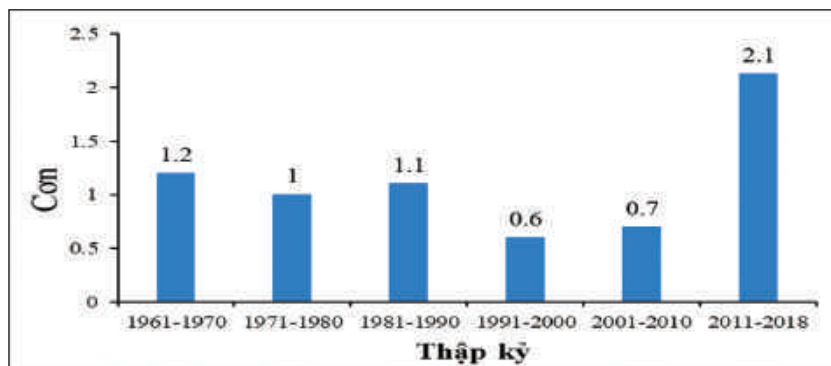
*** Hạn hán**

Các đặc trưng hạn của tỉnh Quảng Trị được thể hiện tại ba trạm đại diện là Cồn Cỏ, Đông Hà, Khe Sanh. Mức độ dao động của số tháng hạn năm xung quanh giá trị trung bình tương đối bé và không có sự khác biệt nhiều giữa các khu vực với ĐLC và biến suất lần lượt: 1,3-1,6 ngày, 43-47,5%. Số tháng hạn cũng biến động qua các thập kỷ và có xu thế giảm rõ rệt trong hai thập kỷ gần đây; tập trung nhiều nhất trong hai thập kỷ 1991-2000, 2001-2010 ở huyện đảo Cồn Cỏ, trong thập kỷ 1981-1990 và 1991-2000 ở vùng đồng bằng, trong thập kỷ 1973-1980 và 2001-2010 ở vùng núi phía Tây. Số tháng hạn cũng dao động qua các năm, năm có số tháng hạn lớn nhất là 7 tháng và có năm không có hạn (huyện đảo Cồn Cỏ) hoặc chỉ có 1 tháng hạn.

*** Bão và áp thấp nhiệt đới**

Bảng 6. Độ lệch tiêu chuẩn S (cơn), biến suất Cs (%) của XTND tháng và năm thời kỳ 1973-2018 ảnh hưởng đến tỉnh Quảng Trị

Đặc trưng/ tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
S (cơn)	-	-	-	-	-	0,1	0,4	0,3	0,6	0,6	0,4	-	1,1
Cs (%)	-	-	-	-	-	755,0	344,8	269,9	142,2	173,7	344,8	-	101,1



Hình 5. Số cơn XTND ảnh hưởng Quảng Trị trung bình các thập kỷ trong thời kỳ 1961-2018

4. Kết luận

Từ đến quả tính toán, phân tích dao động của các cực trị và cực đoạn khí hậu trên khu vực tỉnh Quảng Trị có thể thấy: Mức độ dao động của TXx khỏi giá trị trung bình lớn nhất trong mùa đông, nhỏ nhất trong mùa hè với giá trị ĐLC và biến suất 1,2-3,8, 4,5-11,7%; 0,8-1,0°C, 2,4-3,9%. Mức độ biến động lớn nhất trong tháng 2 giá trị ĐLC lớn trên 2°C và biến suất trên 7%. Mặt khác

ĐLC và biến suất của các tháng có bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến tỉnh Quảng Trị lần lượt là 0,1-0,6 cơn; 142,2-755,0%. Giá trị ĐLC lớn nhất vào tháng 9 (0,6 cơn) cũng là tháng có nhiều XTND ảnh hưởng nhất; nhỏ nhất vào tháng 6 (0,1 cơn) cũng là tháng có ít XTND ảnh hưởng nhất. Tuy nhiên, mức biến đổi có xu thế ngược lại, lớn nhất vào tháng 6 và nhỏ nhất vào tháng 9 (Bảng 6).

Về quy mô năm, mức độ dao động của số cơn XTND ảnh hưởng đến tỉnh Quảng trị không quá lớn với giá trị ĐLC và biến suất lần lượt là 1,0 cơn và 99% (Bảng 6).

Số lượng các cơn XTND cũng dao động qua từng thập kỷ rất rõ rệt, tập trung nhiều nhất trong thập kỷ 2011-2018 với 1,9 cơn/năm; ít nhất trong thập hai thập kỷ 1991-2000, 2001-2010 với 0,6-0,7 cơn/năm (Hình 5).

mức độ dao động của Tm trong mùa đông, mùa xuân lớn hơn so với mùa hè, mùa thu. TXx và Tm biến động nhiều nhất trong thập kỷ đầu (1973-1980) và thập kỷ gần đây (2011-2018) tại huyện đảo, vùng núi phía Tây của tỉnh. Đối với Rx1day và Rx5day ĐLC và biến suất năm lần lượt là: 76-132,2mm, 36,4-53,4%; 156-207,3mm và 38,3-51,2%. Mức độ dao động mạnh nhất ở huyện đảo Cồn Cỏ và nhỏ hơn trên đất liền.

Đối với các hiện tượng cực đoan số ngày nắng nóng, nắng nóng gay gắt, mưa lớn tập trung nhiều nhất trong thập kỷ 1981-1990 ở huyện đảo Cồn Cỏ và trong thập kỷ gần đây 2011-2018 trên lãnh thổ đất liền. Mặt khác số

tháng hạn cũng biến động qua các thập kỷ và có xu thế giảm rõ rệt trong hai thập kỷ gần đây. Ngược lại số lượng các cơn XTNĐ cũng dao động qua từng thập kỷ rất rõ rệt, tập trung nhiều nhất trong thập kỷ 2011-2018 với 1,9 cơn/năm.

Lời xác nhận: Bài báo được chiết xuất từ kết quả thực hiện Hợp đồng dịch vụ tư vấn: Hợp đồng số 02/HĐ, Gói thầu “Thực hiện nhiệm vụ đánh giá khí hậu” thuộc nhiệm vụ “Đánh giá khí hậu tỉnh Quảng Trị”, giữa Chi cục Biển, Hải đảo và Khí tượng thủy văn tỉnh Quảng Trị và Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng - Khí hậu.

Tài liệu tham khảo

1. Ban Chỉ huy phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn, Báo cáo công tác phòng, chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn từ năm 2008-2017.
2. Hoàng Đức Cường, Nguyễn Trọng Hiệu (2012), Giáo trình “Thống kê khí hậu”, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ.
3. Phan Văn Tân (2005), Giáo trình “Phương pháp thống kê trong khí hậu”, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
4. Nguyễn Trọng Hiệu, Phạm Thị Thanh Hương (2002), Đặc điểm hạn và phân vùng hạn ở Việt Nam, Viện Khí tượng Thủy văn.
5. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2016), Dự án “Cập nhật, ban hành phân vùng bão, trong đó có phân vùng gió cho các vùng ở sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ”.
6. Trung tâm dữ liệu Khí tượng thủy văn, Bộ số liệu quan trắc trạm cập nhật đến năm 2018.
7. Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia, Báo cáo “Đặc điểm khí tượng thủy văn” từ năm 2015-2018.

FLUCTUATIONS OF EXTREME CLIMATE ELEMENTS AND EXTREME CLIMATE EVENTS IN QUANG TRI PROVINCE

Vu Van Thang⁽¹⁾, Tran Dinh Trong⁽¹⁾, Le Van Tuan⁽¹⁾, Truong Thi Thanh Thuy⁽¹⁾
Nguyen Duc Phuong⁽²⁾, Vu Manh Cuong⁽²⁾

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

⁽²⁾Quang Tri Department of Natural Resources and Environment

Received: 27/4/2020; Accepted: 26/5/2020

Abstract: The paper presents the results of calculating climatic fluctuations of extreme climate factors and extreme climate events over each decade. The data used is historical data of daily and monthly temperature and rainfall at 3 stations in Quang Tri from 1961 to 2018. The research results show that the absolute maximum and minimum temperatures have fluctuated sharply in recent years from 2011-2018. The magnitude of fluctuation of extreme rainfall in the seasons has relatively clear fluctuations. Droughts have tended to decrease in recent decades, but tropical cyclones have increased in the region.

Keywords: Extreme climate elements, extreme climate events, fluctuations.

ĐẶC ĐIỂM HOẠT ĐỘNG CỦA XOÁY THUẬN NHIỆT ĐỚI Ở TÂY BẮC THÁI BÌNH DƯƠNG, BIỂN ĐÔNG VÀ ĐỔ BỘ VÀO VIỆT NAM NĂM 2019

Vũ Văn Thăng, Trương Bá Kiên, Lã Thị Tuyết,
Lê Văn Tuấn, Trần Trung Nghĩa

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

Ngày nhận bài 8/4/2020; ngày chuyển phản biện 9/4/2020; ngày chấp nhận đăng 29/4/2020

Tóm tắt: Bài báo cung cấp thông tin về tình hình hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới (XTNĐ) trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương, Biển Đông và đổ bộ vào Việt Nam trong năm 2019. Ngoài ra, đặc điểm về quỹ đạo, cường độ và hệ quả gió mạnh, mưa lớn do các cơn bão đổ bộ vào Việt Nam năm 2019 gây ra cũng được đánh giá và phân tích. Kết quả cho thấy, trong năm 2019, có 12 XTNĐ hoạt động trên Biển Đông ít hơn so với trung bình nhiều năm (TBNM) trong đó có 6 cơn bão và ATNĐ đổ bộ vào Việt Nam, nhiều hơn TBNM. Cấp gió mạnh nhất quan trắc được trong các cơn bão đổ bộ vào các vùng đều thấp hơn so với kết quả phân vùng bão công bố năm 2016, tổng lượng mưa do bão gây ra thì lớn hơn.

Từ khóa: Xoáy thuận nhiệt đới, bão đổ bộ, mưa lớn.

1. Mở đầu

Bão, áp thấp nhiệt đới là một trong những loại hình thiên tai gây thiệt hại nặng nề cho nước ta. Do đặc thù về địa lý, đặc điểm kinh tế - xã hội, những thiệt hại khi bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ hoặc ảnh hưởng tới nước ta rất nặng nề. Áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) là một xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) có sức gió mạnh nhất từ cấp 6 đến cấp 7 và có thể có gió giật. Bão là một XTNĐ có sức gió mạnh nhất từ cấp 8 trở lên và có thể có gió giật. Bão từ cấp 10 đến cấp 11 được gọi là bão mạnh; từ cấp 12 đến cấp 15 được gọi là bão rất mạnh, từ cấp 16 trở lên gọi là siêu bão [3].

Về khái niệm mùa bão, nếu quy định mùa bão bao gồm những tháng có số bão trung bình đạt từ 8% số bão trung bình năm trở lên, thì mùa bão ở Việt Nam là từ tháng 6 đến tháng 11 [1]. Từ tháng 5 đến tháng 12 có thể coi là mùa bão ở Biển Đông [2]. Theo Cơ quan Khí tượng Nhật Bản (JMA), mùa bão ở Tây Bắc Thái Bình Dương được quy định từ tháng 1 đến tháng 12 [5, 6].

Trong bài báo này có sử dụng số liệu của Nhật Bản, “mùa bão” sẽ được coi là “năm bão”,

nghĩa là “mùa bão năm 2019” sẽ được hiểu là “năm bão 2019”. Số lượng bão hoạt động trong năm được tính là số lượng bão hình thành và hoạt động trong năm.

Nội dung bài báo trình bày về đặc điểm hoạt động của XTNĐ ở Tây Bắc Thái Bình Dương (TBTBD), Biển Đông và đổ bộ vào Việt Nam năm 2019 nhằm cung cấp thông tin và những phân tích, đánh giá về diễn biến gió mạnh, mưa lớn trong những cơn bão đổ bộ vào Việt Nam năm 2019, đồng thời có những so sánh về gió bão và mưa bão với “Kết quả phân vùng bão 2016” của Bộ Tài nguyên và Môi trường [4].

2. Số liệu và phương pháp

Số liệu thống kê bão năm 2019 của Cơ quan Khí tượng Nhật Bản, số liệu quan trắc bão, áp thấp nhiệt đới (mưa, tốc độ gió, khí áp thấp nhất tại tâm,...) năm 2019 của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia, Tổng cục Khí tượng Thủy văn được sử dụng phục vụ nghiên cứu, phân tích, đánh giá trong bài báo này.

Phương pháp thống kê kết hợp đồ họa, phân tích, đánh giá được sử dụng nhằm nêu bật được đặc điểm hoạt động của XTNĐ ở Tây Bắc Thái Bình Dương (TBTBD), Biển Đông và đổ bộ vào Việt Nam năm 2019. Đơn vị đo vận tốc gió được sử dụng là

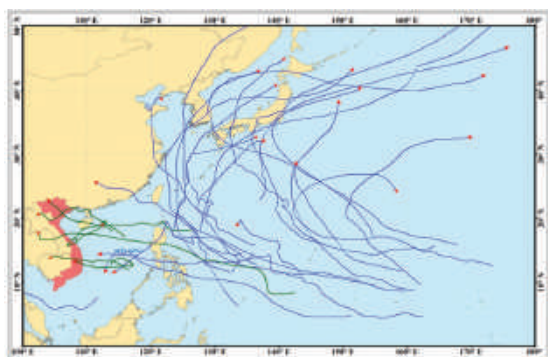
Liên hệ tác giả: Vũ Văn Thăng
Email: vvthang26@gmail.com

kts (khi bão hoạt động ở khu vực TBTBD và Biển Đông) và m/s (khi bão đổ bộ Việt Nam và có số liệu quan trắc của Việt Nam), (1kts=0,514m/s).

3. Kết quả đánh giá

3.1. Bão hoạt động ở Tây Bắc Thái Bình Dương

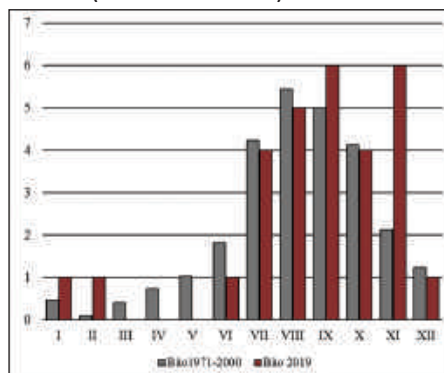
Theo số liệu của Cơ quan Khí tượng Nhật Bản [5, 6], năm 2019 có 29 cơn bão (XTNĐ đạt cấp bão) hoạt động trên khu vực TBTBD (Hình 1a), nhiều hơn so với trung bình thời kỳ 1971-2000 (TBNN) (26,7 cơn). Mùa bão bắt đầu từ tháng 1 và kết thúc vào tháng 12, tương đương với trung bình nhiều năm (TBNN) (Hình 1b). Bão hoạt động chủ yếu từ tháng 7 đến tháng 11 với trung bình 5 cơn/tháng. Mùa bão kết thúc với cơn bão PHANFONE. Trong tổng số 29 cơn, có 17 cơn bão



Hình 1a. Đường đi của các XTNĐ đạt cấp bão trên khu vực TBTBD năm 2019

rất mạnh (chiếm 58,6%), nhiều hơn TBNN và 3 cơn bão mạnh (chiếm 10,3%), ít hơn TBNN (TBNN có 14,9 cơn bão rất mạnh và 5,8 cơn bão mạnh).

Bão hình thành chủ yếu ở khu vực từ 5-25°N và hoạt động chủ yếu trong vùng 10°N-40°N; 110°E-160°E với hai dạng quỹ đạo chính là: Di chuyển theo hướng Tây đến Tây Bắc; và di chuyển theo hướng Đông Bắc. Bão tập trung hầu hết trong 5 tháng (7, 8, 9, 10, 11) với 86% số lượng (Hình 1b). Cực trị về cường độ bão (Vmax) năm 2019 nhìn chung lớn hơn so với cường độ TBNN. Cơn bão có cường độ mạnh nhất trong năm 2019 là cơn bão HALONG hoạt động vào tháng cuối tháng 11, không di chuyển vào Biển Đông, với tốc độ gió cực đại là 115kts, lớn hơn so với tốc độ gió cực đại TBNN (TBNN là 100kts).



Hình 1b. Biểu đồ phân bố bão theo tháng ở TBTBD thời kỳ 1971-2000 và năm 2019

(Nguồn: Cơ quan Khí tượng Nhật Bản và TT Dự báo KTTV QG)

3.2. Bão và ATNĐ hoạt động trên khu vực Biển Đông

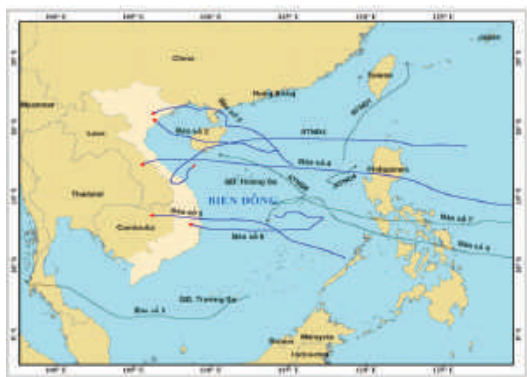
Năm 2019 có 12 XTNĐ (8 cơn bão và 4 ATNĐ) hoạt động trên Biển Đông, ít hơn TBNN (TBNN là 12,5 cơn) trong đó có một ATNĐ được Cơ quan Khí tượng Nhật Bản đặt tên là KAJIKI, ở Việt Nam là ATNĐ thứ 5 trên Biển Đông. Mùa bão năm 2019 trên Biển Đông bắt đầu ngay từ tháng 01, và kết thúc vào tháng 12. Trong số 8 cơn bão có 4 cơn hình thành ngay trên Biển Đông, chiếm 50% số lượng bão, 50% còn lại có nguồn gốc từ TBTBD (Hình 2a).

Hướng di chuyển của bão năm 2019 trên khu vực Biển Đông chủ yếu là hướng Tây, hoạt động chủ yếu ở khu vực giữa và Bắc Biển Đông (Hình 2a).

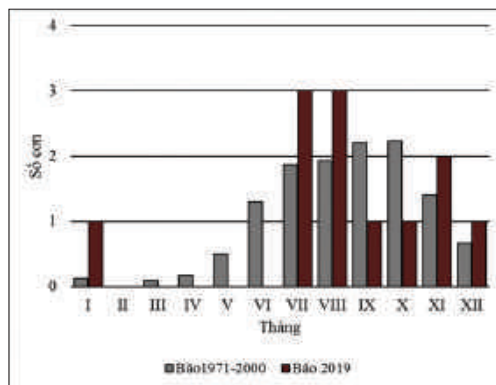
Về phân bố theo thời gian, mùa bão năm 2019

trên khu vực Biển Đông kéo dài từ tháng 1 đến tháng 12, tuy nhiên lại gián đoạn trong các tháng từ 2-6, không có XTNĐ nào hoạt động trong các tháng này. Số lượng XTNĐ trên Biển Đông năm 2019 tập trung nhiều nhất trong các tháng 7 và 8 (chiếm 50% số lượng cả năm, mỗi tháng đều có 3 cơn). Số lượng XTNĐ trong các tháng này cũng nhiều hơn TBNN 1 cơn (Hình 2b). Cơn bão đầu tiên của năm là PABUK xuất hiện vào ngày 01/01 có thể coi là cơn bão muộn của năm 2018. Cơn bão cuối cùng của năm, bão số 8 (PHANFONE) là một cơn bão rất mạnh, hoạt động trong những ngày cuối cùng của tháng 12.

Cường độ bão năm 2019 trên khu vực Biển Đông xấp xỉ so với TBNN, có 3 cơn bão rất mạnh (chiếm 25%), còn lại là bão mạnh và ATNĐ.



Hình 2a. Đường đi của các XTNĐ trên khu vực Biển Đông năm 2019



Hình 2b. Biểu đồ phân bố XTNĐ theo tháng ở Biển Đông thời kỳ 1971-2000 và năm 2019

(Nguồn: Cơ quan Khí tượng Nhật Bản và TT Dự báo KTTV QG)

3.3. Bão đổ bộ vào Việt Nam

Năm 2019 có 6 cơn bão và ATNĐ đổ bộ vào Việt Nam, nhiều hơn TBNN (TBNN là 5,5 cơn) trong đó có 2 cơn hình thành ở TBTBD, 4 cơn hình thành trên Biển Đông, có 1 cơn bão rất mạnh, 1 cơn bão mạnh. Có 2 cơn đổ bộ vào khu vực Bắc Bộ, 2 cơn đổ bộ vào khu vực Bắc Trung Bộ và 2

cơn đổ bộ vào khu vực Nam Trung Bộ (Bảng 1).

Trong phần dưới đây sẽ đánh giá chi tiết về đặc điểm quỹ đạo, đặc điểm cường độ, đặc điểm mưa của từng cơn bão, đồng thời sẽ so sánh các đặc trưng về cường độ và mưa với Kết quả phân vùng bão đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành năm 2016 [4].

Bảng 1. Bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào Việt Nam năm 2019

TT	Tên bão và ATNĐ			Thời gian tồn tại ở Biển Đông		Cường độ ở Biển Đông		Cường độ khi đổ bộ		Phạm vi hoạt động	
	Số QT	Tên QT	Số VN	Từ ngày	Đến ngày	Pmin (hPa)	Vmax (kts)	Pmin (hPa)	Vmax (m/s)	Khu vực hình thành	Khu vực đổ bộ
1	1904	MUN	2	1/7	4/7	992	35	990	17	18,3°N-114,4°E	Hải Phòng-Nam Định
2	1907	WIPHA	3	29/7	2/8	985	45	990	17	17,2°N-115,3°E	Đồng bằng Bắc Bộ
3	1912	PODUL	4	26/8	30/8	992	45	991	18	13,3°N-131,9°E	Hà Tĩnh-Quảng Bình
4	-	ATNĐ5 (KAJIKI)	-	30/8	4/9	998	30	998	12	18,6°N-126,5°E	Quảng Trị-Thừa Thiên Huế
5	1922	MATMO	5	30/10	31/10	994	50	993	21	10,5°N-118,7°E	Bình Định-Phú Yên
6	1924	NAKRI	6	5/11	11/11	975	65	1000	18	13,6°N-114,1°E	Phú Yên-Khánh Hòa

ATNĐ5 (KAJIKI): Là ATNĐ được Cơ quan khí tượng Nhật Bản đặt tên quốc tế, ở Việt Nam là ATNĐ tháng 8 và là ATNĐ thứ 5 trên Biển Đông năm 2019.

3.3.1. Đặc điểm về quỹ đạo

Trong số 6 cơn bão và ATNĐ đổ bộ vào Việt Nam năm 2019 có 3 cơn có hướng di chuyển ổn định là bão số 2 (MUN); bão số 4 (PODUL), bão số 5 (MATMO), còn lại đều thay đổi hướng nhiều lần hoặc có quỹ đạo di chuyển phức tạp, bão số 3 (WIPHA) đổi hướng đột ngột từ Tây Bắc sang hướng Bắc rồi lại chuyển hướng Tây trước khi đổ bộ vào đất liền; bão số 6 (NAKRI) chuyển hướng từ Đông sang Tây Nam rồi duy trì hướng Tây đổ bộ vào đất liền; ATNĐ5 (KAJIKI) từ hướng Tây, chuyển hướng Tây Nam, di chuyển vào đất liền, tiếp tục đổi hướng Đông Bắc quay lại ra biển.

Dưới đây là phần chi tiết về quỹ đạo của từng cơn bão, ATNĐ:

1) Bão số 2 (MUN): Chiều 01/7, một vùng áp thấp trên khu vực phía Đông Bắc quần đảo Hoàng Sa mạnh lên thành ATNĐ, ban đầu ít di chuyển, sau di chuyển chậm theo hướng Tây. Tối 02/7, ATNĐ mạnh lên thành bão, cơn bão số 2 trên Biển Đông trong năm 2019, có tên quốc tế là MUN. Bão tiếp tục di chuyển theo hướng Tây và đổ bộ vào đảo Hải Nam (Trung Quốc) vào sáng sớm ngày 03/7. Trưa 03/7, bão vượt qua đảo, đi vào vịnh Bắc Bộ và đổ bộ vào khu vực các tỉnh từ Hải Phòng đến Nam Định vào sáng sớm 04/7, sau đó suy yếu thành vùng thấp trên khu vực đồng bằng Bắc Bộ.

Bão số 2 là cơn bão có quỹ đạo di chuyển khá ổn định, tốc độ di chuyển chậm, hướng di chuyển chủ đạo từ Tây đến Tây Bắc từ lúc hình thành cho đến khi đổ bộ vào đồng bằng Bắc Bộ và suy yếu (Hình 3).

2) Bão số 3 (WIPHA): Sáng 29/7, vùng biển phía Đông khu vực Bắc Biển Đông xuất hiện một vùng áp thấp hoạt động trên dải hội tụ nhiệt đới. Sáng 30/7, vùng thấp mạnh lên thành ATNĐ, và tiếp tục mạnh lên thành bão vào ngày 31/7, cơn bão số 3 trên khu vực Biển Đông trong năm 2019 có tên quốc tế là WIPHA. Ban đầu bão di chuyển ổn định theo hướng Tây Bắc, sau đó chuyển hướng Tây. Sáng 01/8, bão đổi hướng di chuyển lên hướng Bắc, rồi lại đổi hướng Tây vào chiều tối cùng ngày. Tại thời điểm này bão di chuyển chậm, thậm chí có những lúc không di chuyển. Tối ngày 02/8, bão đi vào khu vực phía Bắc Quảng Ninh sau đó đổi hướng di chuyển

theo hướng Tây Tây Nam dọc theo đất liền ven biển Quảng Ninh-Hải Phòng. Sáng sớm 03/8, bão suy yếu thành ATNĐ trên đất liền các tỉnh Quảng Ninh-Hải Phòng và tiếp tục suy yếu thành vùng thấp trên khu vực đồng bằng Bắc Bộ vào chiều tối cùng ngày.

Bão số 3 là cơn bão có quỹ đạo di chuyển rất phức tạp, hướng di chuyển thay đổi liên tục, thậm chí có nhiều lúc không di chuyển trong khoảng thời gian kể từ khi bão hoạt động ở khu vực phía Đông Bắc đảo Hải Nam, qua bán đảo Lô Lô Châu, di chuyển dọc biên giới Bắc vịnh Bắc Bộ cho đến khi đổ bộ và suy yếu hoàn toàn (Hình 3).

3) Bão số 4 (PODUL): Sáng 27/8, trên vùng biển phía Đông miền Trung Phi-líp-pin một ATNĐ đã mạnh lên thành bão có tên quốc tế là PODUL. Sau khi mạnh lên, bão PODUL di chuyển nhanh theo hướng Tây Tây Bắc, vượt qua đảo Lu-dông (Phi-líp-pin), di chuyển vào Biển Đông và trở thành cơn bão số 4 trong năm 2019 trên khu vực Biển Đông vào sáng sớm ngày 28/8. Sau đó bão tiếp tục di chuyển nhanh theo hướng Tây và đổ bộ vào đất liền các tỉnh Hà Tĩnh-Quảng Bình vào sáng sớm ngày 30/8.

Bão số 4 là cơn bão có tốc độ di chuyển nhanh, hướng di chuyển ổn định theo hướng chủ đạo hướng Tây từ khi hình thành đến khi đổ bộ và tan trên khu vực Trung Lào (Hình 3).

4) ATNĐ5 (KAJIKI): Tối 31/8, một ATNĐ vượt qua phía Bắc đảo Lu-dông (Phi-líp-pin) di chuyển vào khu vực phía Đông Bắc Biển Đông. ATNĐ di chuyển chủ yếu theo hướng Tây. Sáng 02/9, ATNĐ đi sát khu vực phía Nam đảo Hải Nam và bắt đầu đổi hướng di chuyển sang hướng Tây Tây Nam, đồng thời di chuyển chậm lại. Khoảng 01h ngày 03/9, ATNĐ vào đất liền các tỉnh từ Quảng Trị đến Thừa Thiên Huế và di chuyển chậm về phía Tây Nam. Chiều 03/9, ATNĐ đổi ngược hướng di chuyển, quay ra vùng biển các tỉnh từ Thừa Thiên Huế đến Quảng Nam, sau đó tiếp tục đổi hướng Đông Bắc và suy yếu thành vùng thấp trên vùng biển ngoài khơi các tỉnh từ Quảng Trị đến Quảng Ngãi vào chiều tối 04/9.

ATNĐ5 là một ATNĐ có hướng di chuyển phức tạp, dị thường, đổi hướng di chuyển liên tục, nhiều lần, sau khi di chuyển vào đất liền vẫn tiếp tục đổi hướng quay ra biển và tan trên biển.

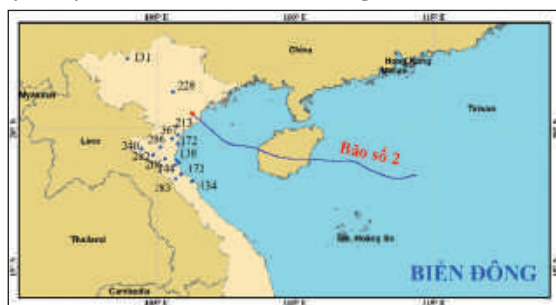
5) Bão số 5 (MATMO): Ngày 28/10, một vùng áp thấp vượt qua phía Bắc đảo Pa-la-oan (Phi-líp-pin) và di chuyển vào Biển Đông và mạnh lên thành ATNĐ. Một ngày sau ATNĐ mạnh lên thành bão, cơn bão số 5 trên Biển Đông trong năm 2019, có tên quốc tế là MATMO. Bão di chuyển hướng Tây Tây Bắc sau duy trì ổn định hướng Tây và đổ bộ vào các tỉnh Bình Định-Phú Yên tối ngày 30/10.

Bão số 5 là cơn bão có quỹ đạo di chuyển ổn định từ Tây Tây Bắc chuyển sang Tây trong suốt quá trình hoạt động.

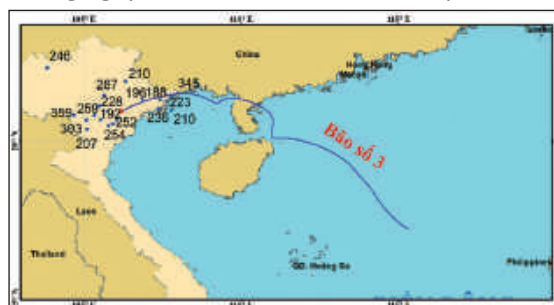
6) Bão số 6 (NAKRI): Ngày 04/11, một vùng áp thấp trên khu vực Biển Đông mạnh lên thành

ATNĐ. Tối ngày 05/11, ATNĐ mạnh lên thành bão, cơn bão số 6 trên Biển Đông trong năm 2019, có tên quốc tế là NAKRI. Hai ngày sau đó bão ít di chuyển, sau đó di chuyển chậm về phía Đông. Đến sáng ngày 08/11, bão bắt đầu đổi hướng di chuyển về phía Tây Tây Nam. Ngày 09/11 bão đổi hướng di chuyển nhanh theo hướng Tây. Tối ngày 10/11, bão suy yếu thành ATNĐ trên vùng biển ven bờ các tỉnh Phú Yên-Khánh Hòa và đổ bộ vào đất liền vào sáng sớm 11/11.

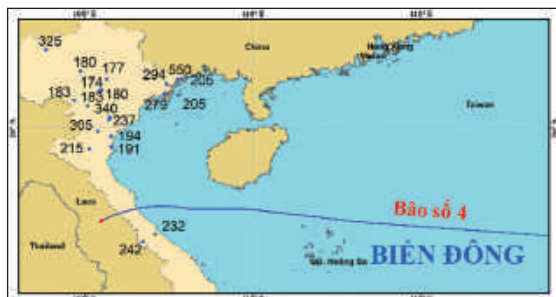
Bão số 6 là cơn bão có đường đi phức tạp, hướng di chuyển không ổn định, thậm chí là quay ngược hướng di chuyển, đặc biệt là trong những ngày đầu sau khi hình thành và phát triển.



a) Bão số 2 (MUN)



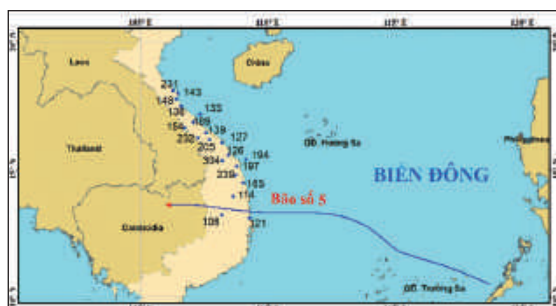
b) Bão số 3 (WIPHA)



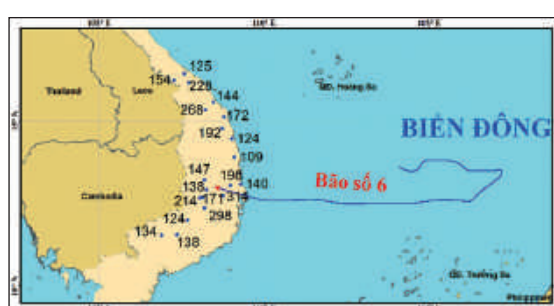
c) Bão số 4 (PODUL)



d) ATNĐ 5 (KAJIKI)



e) Bão số 5 (MATMO)



f) Bão số 6 (NAKRI)

Hình 3. Quỹ đạo và các điểm mưa lớn điển hình của những cơn bão, ATNĐ đổ bộ vào Việt Nam năm 2019

3.3.2. Đặc điểm về cường độ

Trong số 6 cơn bão, ATNĐ đổ bộ vào Việt Nam năm 2019 có 1 cơn bão rất mạnh, 1 cơn bão mạnh tuy nhiên khi đổ bộ hầu hết chỉ gây gió mạnh cấp 6-8, giật cấp 9, có những cơn mạnh lên trước khi đổ bộ, tuy nhiên lại suy yếu nhanh chóng trước khi áp sát đất liền (Hình 4). Cường độ cực đại của các cơn bão đều ở cấp 9-10, giật cấp 11-12.

1) Bão số 2 (MUN): Hình thành từ một ATNĐ trên vùng biển phía Đông Bắc quần đảo Hoàng Sa sau đó mạnh lên thành bão vào chiều 02/7 với cường độ mạnh cấp 8, giật cấp 11. Đến trưa 03/7, cường độ bão mạnh dần lên cấp 8-9, giật cấp 11. Đây cũng là thời điểm bão có cường độ mạnh nhất trong quá trình hoạt động. Bão đã gây ra gió mạnh cấp 8-9, giật cấp 10-11 trên vịnh Bắc Bộ, trên đất liền ven biển các tỉnh Quảng Ninh-Hải Phòng có gió mạnh cấp 6-7, gió giật cấp 8-9, ở các đảo thuộc Hải Phòng đo được gió giật cấp 10, 11. Trị số khí áp thấp nhất tại tâm đo được trong bão là 989,9mb vào ngày 04/7 tại trạm Thái Bình.

2) Bão số 3 (WIPHA): Sáng 30/7, một vùng áp thấp trên khu vực Bắc Biển Đông mạnh lên thành ATNĐ và mạnh lên thành bão WIPHA một ngày sau đó. Đây là cơn bão có cường độ khá ổn định trong suốt quá trình hoạt động. Bão duy trì cường độ cấp 8-9 khi đi vào phía Bắc vịnh Bắc Bộ. Bão đã gây gió mạnh cấp 7, giật cấp 9 ở Móng Cái (Quảng Ninh), gió mạnh cấp 6-7, giật cấp 8 ở ven biển Quảng Ninh, Hải Phòng, gió mạnh cấp 6, giật cấp 7 ở ven biển đồng bằng Bắc Bộ. Trị số khí áp thấp nhất đo được trong bão là 985,2mb vào ngày 02/8 tại trạm Móng Cái (Quảng Ninh).

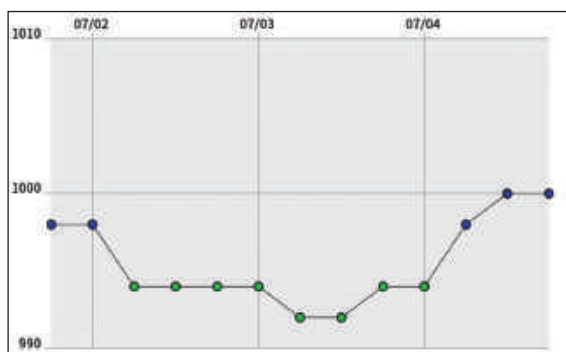
3) Bão số 4 (PODUL): PODUL là cơn bão hình thành ở phía Đông Phi-líp-pin và di chuyển vào Biển Đông ngày 28/8. Trước khi di chuyển vào vùng biển quần đảo Hoàng Sa bão duy trì cường độ cấp 8, giật cấp 11. Sau đó bão tăng cường độ, mạnh dần lên cấp 9, giật cấp 11 và duy trì cường độ này khi đi vào vùng biển các

tỉnh Nghệ An-Quảng Trị. Khi đổ bộ bão đã gây ra gió mạnh cấp 6-8, giật cấp 9 ở các tỉnh từ Thanh Hóa đến Quảng Trị.

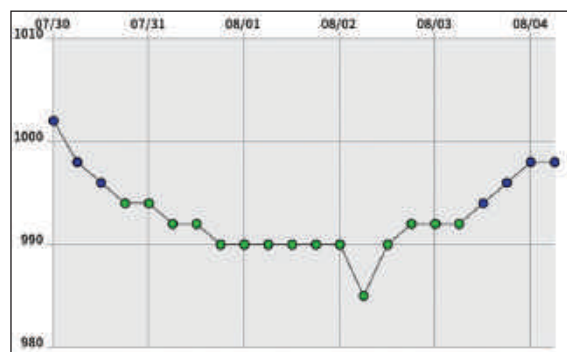
4) ATNĐ5 (KAJIKI): Là một ATNĐ hình thành ở phía Đông Phi-líp-pin di chuyển vào Biển Đông với cường độ cấp 6, giật cấp 8. Sau khi vào Biển Đông ATNĐ mạnh dần lên cấp 7, giật cấp 9 và duy trì cường độ này trước khi đi vào các tỉnh từ Quảng Trị đến Thừa Thiên Huế. Trong quá trình hoạt động trên đất liền ATNĐ suy yếu đi một chút, giữ cường độ mạnh cấp 6-7, giật cấp 9. ATNĐ tiếp tục suy yếu thêm khi di chuyển quay ngược ra biển với cường độ mạnh cấp 6, giật cấp 8 và tiếp tục suy yếu dần trước khi tan trên vùng biển ngoài khơi các tỉnh từ Quảng Trị đến Quảng Ngãi. ATNĐ đã gây gió mạnh cấp 6, giật cấp 8 trên đất liền các tỉnh từ Hà Tĩnh đến Quảng Trị, kết hợp với không khí lạnh bão gây gió mạnh cấp 6-8, giật cấp 9 trên vùng biển vịnh Bắc Bộ, cấp 6-7 trên khu vực biển từ Quảng Trị đến Quảng Nam.

5) Bão số 5 (MATMO): Bão số 5 là cơn bão có sự mạnh lên về cường độ liên tục, hàng ngày. Chiều tối 28/10 mạnh lên thành ATNĐ. Chiều tối 29/10 mạnh lên thành bão. Đến sáng sớm ngày 30/10 bão đạt cường độ cấp 9, giật cấp 11. Chiều 30/10 bão tiếp tục mạnh thêm, cường độ đạt cấp 10, giật cấp 12 trước khi đổ bộ vào tối muộn cùng ngày. Trên đất liền các tỉnh Bình Định, Phú Yên quan trắc được gió mạnh cấp 8-9, giật cấp 11.

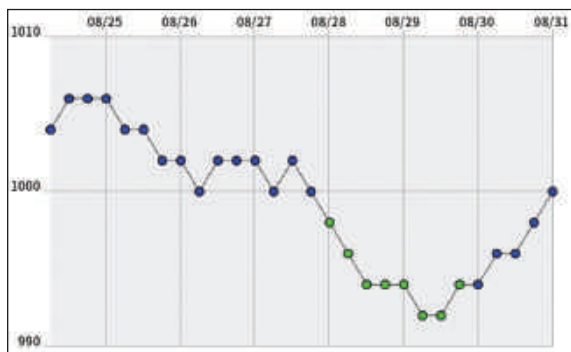
6) Bão số 6 (NAKRI): Bão số 6 là một cơn bão rất mạnh tuy nhiên lại suy yếu nhanh trước khi đổ bộ vào đất liền. Từ một ATNĐ ngày 04/11, tối ngày 05/11 mạnh lên thành bão; đạt cường độ cấp 10-11, giật cấp 13-14 trong ngày 07/11. Chiều ngày 08/11 bão đạt cường độ cấp 12, giật cấp 15. Ngày 09/11 bão bắt đầu suy yếu, cường độ giảm xuống cấp 10, giật cấp 13. Tối ngày 10/11 bão suy yếu thành ATNĐ trước khi đổ bộ vào đất liền. Trên đất liền các tỉnh từ Quảng Ngãi đến Phú Yên và Tây Nguyên đã đo được gió mạnh cấp 7-8, giật cấp 9.



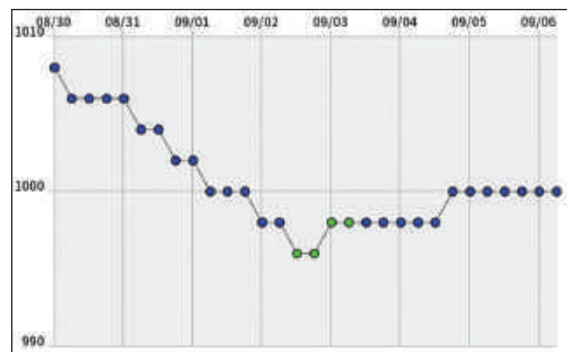
a) Bão số 2 (MUN)



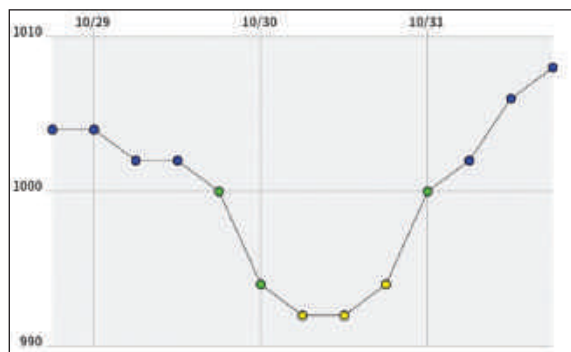
b) Bão số 3 (WIPHA)



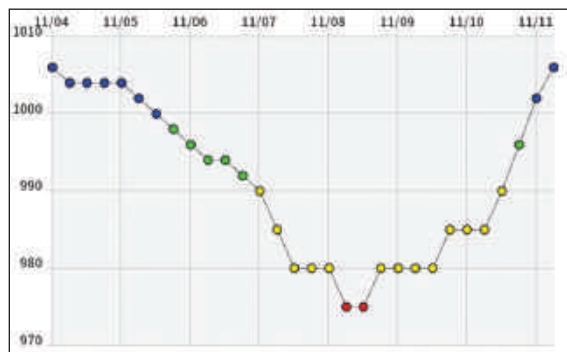
c) Bão số 4 (PODUL)



d) ATNĐ5 (KAJIKI)



e) Bão số 5 (MATMO)



f) Bão số 6 (NAKRI)

Hình 4. Diễn biến khí áp thấp nhất tại tâm các cơn bão, ATNĐ đổ bộ vào Việt Nam năm 2019 [5]

3.3.3. Đặc điểm mưa trong bão

1) Bão số 2 (MUN): Bão số 2 đổ bộ vào khu vực các tỉnh Quảng Ninh-Hải Phòng tuy nhiên hoàn lưu bão đã gây mưa lớn cho hầu hết các tỉnh thuộc khu vực Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ từ sáng ngày 01/7-04/7. Mưa lớn tập trung chủ yếu trong các ngày 02-03/7/2019, trước khi bão đổ bộ. Đến ngày 04/7/2019, ngày bão đổ bộ, mưa giảm và diện mưa dịch chuyển dần sang khu vực

phía Tây theo hoàn lưu của bão. Lượng mưa cao nhất phổ biến 150-300mm. Phạm vi mưa lớn với tổng lượng mưa đợt trên 200mm chủ yếu ở các trạm thuộc Bắc Trung Bộ (Thanh Hóa, Nghệ An) chứng tỏ các điểm mưa lớn chủ yếu nằm ở hoàn lưu phía Nam của bão. Đợt mưa lớn này ngoài ảnh hưởng do hoàn lưu bão còn do ảnh hưởng của rãnh áp thấp có trục qua Bắc Trung Bộ (Bảng 2, Hình 3a).

Bảng 2. Lượng mưa đợt (mm) tại một số trạm điển hình trong bão số 2 (MUN)

Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)
Lào Cai	131	Tương Dương	240	Vinh	144
Vĩnh Yên	228	Quỳ Hợp	286	Hương Sơn	138
Thanh Hóa	212	Con Cuông	282	Hà Tĩnh	172
Như Xuân	367	Đô Lương	206	Hương Khê	183
Tĩnh Gia	172	Hòn Ngư	136	Kỳ Anh	134

2) Bão số 3 (WIPHA): Bão số 3 bắt đầu gây mưa cho Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ từ thời điểm bão đi vào vịnh Bắc Bộ, ngày 01/8. Mưa lớn tập trung chủ yếu trong các ngày 01-03/8/2019, trước và trong thời điểm bão đổ bộ. Đến ngày 04/8/2019 mưa giảm và diện mưa dịch chuyển dần sang khu vực phía Tây Nam theo hoàn lưu của bão. Lượng mưa cao nhất phổ biến từ 200-

300mm. Hầu hết các trạm đo được lượng mưa lớn nhất đều ở Quảng Ninh (vị trí đổ bộ của bão) và các khu vực nằm phía trước hướng đi của bão, thuộc hoàn lưu phía Tây và Tây Nam của bão (Hòa Bình, Sơn La). Đợt mưa lớn này được đánh giá do ảnh hưởng kết hợp của dải hội tụ nhiệt đới qua Bắc Bộ và hoàn lưu bão (Bảng 3, Hình 3b).

Bảng 3. Lượng mưa đợt (mm) tại một số trạm điển hình trong bão số 3 (WIPHA)

Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)
Mộc Châu	359	Tam Đảo	287	Phủ Lý	252
Mai Châu	303	Hưng Yên	281	Sa Pa	246
Móng Cái	345	Hòa Bình	259	Bắc Sơn	210
Cửa Ông	26	Chi Nê	254	Hồi Xuân	207
Quảng Hà	223	Ba Vì	258	Sơn Đông	196
Cô Tô	210	Sơn Tây	228	Kim Bôi	192
Tiên Yên	188	Hà Đông	191		

3) Bão số 4 (PODUL): Hoàn lưu bão PODUL đã gây mưa lớn cho toàn bộ khu vực Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ từ sáng ngày 29/08 đến hết ngày 31/08/2019. Mưa lớn tập trung chủ yếu trong các ngày từ 29-30/08/2019, trước và trong thời điểm đổ bộ. Đến ngày 31/08/2019 mưa giảm dần về lượng và về diện khi hoàn lưu của bão dịch chuyển

về phía Tây. Lượng mưa cao nhất phổ biến 200-300mm, một số điểm cá biệt có thể cao hơn. Hoàn lưu bão đã gây mưa lớn cho cả khu vực nằm ở phía Bắc và phía Nam vị trí đổ bộ của bão, tuy nhiên số lượng trạm quan trắc được lượng mưa lớn nằm nhiều hơn ở phía Bắc vị trí đổ bộ, thuộc hoàn lưu phía Bắc của bão (Bảng 4, Hình 3c).

Bảng 4. Lượng mưa đợt (mm) tại một số trạm điển hình trong bão số 4 (PODUL)

Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)
Quảng Hà	550	Cúc Phương	237	Mộc Châu	183
Nho Quan	340	Đông Hà	232	Mai Châu	183
Sa Pa	325	Quỳ Châu	215	Yên Bái	180
Bái Thượng	305	Cô Tô	205	Sơn Tây	180
Tiên Yên	294	Móng Cái	205	Tam Đảo	177
Cửa Ông	279	Thanh Hóa	194	Ba Vì	174
Khe Sanh	242	Tĩnh Gia	191		

4) ATNĐ5 (KAJIKI): ATNĐ di chuyển phức tạp với tốc độ chậm, tồn tại lâu ở vùng ven bờ nên hoàn lưu ATNĐ đã gây mưa trên một phạm vi khá rộng với lượng mưa rất lớn. ATNĐ đã gây mưa cho khu vực Trung Bộ và Tây Nguyên từ sáng ngày 01/09 đến hết ngày 05/09/2019, trong đó tập trung chủ yếu trong các ngày từ 02-04/09/2019, thời điểm bão gần bờ, đi vào đất liền sau đó quay lại biển. Đến ngày 05/09/2019, mưa giảm

dần về lượng và diện khi ATNĐ đã tan, hoàn lưu của ATNĐ dịch chuyển lên trên phía Đông Bắc Biển Đông. Lượng mưa cao nhất phổ biến 400-800mm. Lượng mưa lớn nhất chủ yếu tập trung ở phía Bắc vị trí đổ bộ cũng như khu vực hoạt động của ATNĐ; ở phía Nam, hoàn lưu ATNĐ chủ yếu gây mưa cho khu vực Tây Nguyên, tuy nhiên lượng mưa thấp hơn khá nhiều so với khu vực phía Bắc vị trí đổ bộ của ATNĐ (Bảng 5, Hình 3d).

Bảng 5. Lượng mưa đợt (mm) tại một số trạm điển hình trong ATNĐ5 (KAJIKI)

Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)
Hà Tĩnh	953	Ba Đồn	427	Bảo Lộc	214
Hương Khê	929	Hương Sơn	415	Quỳnh Lưu	213
Vinh	876	Huế	410	EaHleo	183
Kỳ Anh	819	Đồng Hới	402	Song Tử Tây	169
Khe Sanh	784	Đồng Hà	323	Liên Khương	166
Tuyên Hóa	723	Cồn Cỏ	316	Buôn Hồ	163
Hòn Ngư	617	A Lưới	285		

5) Bão số 5 (MATMO): Hoàn lưu bão số 5 đã gây mưa cho hầu hết khu vực Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên. Lượng mưa tập trung chủ yếu trong ngày 30/10 đến sáng 31/10, ở cả thời điểm trước, trong và sau khi bão đổ bộ. Lượng mưa

cao nhất phổ biến 150-230mm. So với vị trí đổ bộ của bão thì lượng mưa và diện mưa ở phía Bắc vị trí đổ bộ lớn hơn nhiều so với phía Nam, chứng tỏ mưa xảy ra lớn hơn ở hoàn lưu phía Bắc của cơn bão (Bảng 6, Hình 3e).

Bảng 6. Lượng mưa đợt (mm) tại một số trạm điển hình trong bão số 5 (MATMO)

Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)
Trà My	304	Đồng Hà	189	Cồn Cỏ	133
Ba Tơ	239	Hoài Nhơn	165	Đà Nẵng	127
A Lưới	232	Khe Sanh	154	Tam Kỳ	126
Kỳ Anh	231	Ba Đồn	148	Tuy Hòa	121
Nam Đông	205	Hoành Sơn	143	An Khê	114
Quảng Ngãi	197	Huế	139	EaHleo	108
Lý Sơn	194	Đồng Hới	138		

6) Bão số 6 (NAKRI): Bão số 6 đã gây mưa cho hầu hết các tỉnh từ Thừa Thiên Huế trở vào đến Ninh Thuận, Tây Nguyên và một số nơi thuộc Đông Nam Bộ trong khoảng thời gian ngày 10 đến sáng 11/11, trước và trong thời điểm

đổ bộ của bão. Lượng mưa cao nhất phổ biến 100-250mm. Ở cơn bão này, lượng mưa tập trung chủ yếu ở cả Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên, thuộc cả hoàn lưu phía Bắc và phía Nam của bão (Bảng 7, Hình 3f).

Bảng 7. Lượng mưa đợt (mm) tại một số trạm điển hình trong bão số 6 (NAKRI)

Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)	Trạm	Lượng mưa (mm)
MDRak	314	Quảng Ngãi	172	Cát Tiên	138
Lăk	298	EaKmat	171	Đồng Phú	134
Trà My	268	A Lưới	154	Huế	125
Nam Đông	228	EaHleo	147	Đắk Nông	124
B.M.Thuột	214	Tam Kỳ	144	Hoài Nhơn	124
Sơn Hòa	198	Tuy Hòa	140	An Nhơn	109
Ba Tơ	192	Buôn Hồ	138		

3.4. So sánh về cường độ và lượng mưa bão so với “Kết quả phân vùng bão 2016”

Năm 2016, trong Quyết định số 2901/QĐ-BTNMT, ngày 16/12/2016 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường có ban hành “Kết quả phân vùng bão, xác định nguy cơ bão, phân vùng gió cho các vùng ở sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ” (sau đây gọi tắt là Kết quả phân vùng bão 2016) [4].

Trong phần này sẽ thực hiện so sánh về cường độ gió mạnh và lượng mưa của 6 cơn bão, ATNĐ đổ bộ vào Việt Nam năm 2019 với Kết quả phân vùng bão 2016.

Trong Kết quả phân vùng bão 2016, toàn lãnh thổ Việt Nam được phân thành 8 vùng ảnh hưởng của bão, trong đó các vùng ven biển gồm: Vùng III (Quảng Ninh đến Thanh Hóa), vùng IV (Nghệ An đến Thừa Thiên Huế), vùng V (Đà Nẵng đến Bình Định), vùng VI (Phú Yên đến Ninh Thuận), vùng VIII (Bình Thuận đến Cà Mau).

Trong năm 2019, 6 cơn bão và ATNĐ đổ bộ vào Việt Nam và tương ứng vào các vùng: Vùng III (bão số 2, số 3); vùng IV (ATNĐ5 - KAJIKI và bão số 4); ranh giới giữa vùng V và vùng VI (bão số 5); vùng VI (bão số 6).

3.4.1. So sánh về cường độ gió mạnh

So sánh cường độ gió mạnh của bão, ATNĐ đổ bộ vào Việt Nam năm 2019 với Kết quả phân vùng bão 2016 cho thấy cường độ gió mạnh của 6 cơn bão, ATNĐ đổ bộ năm 2019 đều thấp hơn so với Kết quả phân vùng bão 2016, cụ thể:

Vùng III: Theo Kết quả phân vùng bão 2016, cấp gió mạnh nhất quan trắc là cấp 14, giật cấp 15-16. Năm 2019, bão số 2 và số 3 đổ bộ vào vùng III đều quan trắc được cấp gió mạnh nhất là cấp 6-7, giật cấp 8-10 tại các trạm đảo thuộc

Hải Phòng.

Vùng IV: Theo Kết quả phân vùng bão 2016, cấp gió mạnh nhất quan trắc là cấp 14, giật cấp 15-16. Năm 2019, bão số 4 và ATNĐ5 (KAJIKI) đổ bộ vào vùng này đều quan trắc được cấp gió mạnh nhất thời điểm đổ bộ là cấp 8, gió giật mạnh nhất cấp 11.

Vùng V và VI: Theo Kết quả phân vùng bão 2016, cấp gió mạnh nhất quan trắc là cấp 13, giật cấp 14-15. Năm 2019, bão số 5 và số 6 đổ bộ vùng này trong đó bão số 5 đổ bộ vào ranh giới giữa hai vùng, bão số 6 đổ bộ vào vùng 6. Cả hai cơn bão đều quan trắc được gió cấp 7-9, giật cấp 9-11 trên đất liền các tỉnh Quảng Ngãi đến Phú Yên và khu vực Tây Nguyên.

3.4.2. So sánh về lượng mưa

So sánh về lượng mưa quan trắc trong các cơn bão đổ bộ vào Việt Nam năm 2019 với Kết quả phân vùng bão 2016 cho thấy, nhìn chung lượng mưa phổ biến trong các cơn bão, ATNĐ đổ bộ trong năm 2019 đều lớn hơn Kết quả phân vùng bão 2016, cũng có trường hợp nhỏ hơn và trường hợp tương đương. Cụ thể:

Vùng III: Theo Kết quả phân vùng bão 2016, tổng lượng mưa trung bình một đợt bão 50-100mm. Năm 2019, bão số 2 và số 3 đổ bộ vào vùng III có lượng mưa phổ biến tương ứng là 150-300mm và 200-350mm, đều cao hơn so với Kết quả phân vùng bão 2016, tuy nhiên một phần nguyên nhân có thể là do mưa lớn trong 2 cơn bão này là do sự kết hợp của hoàn lưu bão và các hình thể thời tiết rãnh áp thấp (trong bão số 2) và dải hội tụ nhiệt đới (trong bão số 3).

Vùng IV: Theo Kết quả phân vùng bão 2016, tổng lượng mưa trung bình một đợt bão 200-300mm. Năm 2019, bão số 4 và ATNĐ5

(KAJIKI) đổ bộ vào vùng IV trong đó lượng mưa phổ biến trong bão số 4 là 200-300mm, ngang bằng; và lượng mưa phổ biến trong ATNĐ5 (KAJIKI) là 400-800mm, lớn hơn Kết quả phân vùng bão 2016.

Vùng V và VI: Theo Kết quả phân vùng bão 2016, tổng lượng mưa trung bình một đợt bão 150-200mm. Năm 2019, có bão số 5 đổ bộ vào ranh giới giữa 2 vùng; bão số 6 đổ bộ vào vùng 6. Lượng mưa phổ biến trong bão số 5 là 150-230mm, lớn hơn; và lượng mưa phổ biến trong bão số 6 là 100-250mm, tương đương với Kết quả phân vùng bão 2016.

4. Kết luận

Năm 2019, trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương có 29 XTNĐ đạt cấp bão hoạt động, nhiều hơn TBNN trong đó có 17 cơn bão rất mạnh, nhiều hơn TBNN; và có 3 cơn bão mạnh, ít hơn so với TBNN. XTNĐ hoạt động chủ yếu trong các tháng từ tháng 8 đến tháng 11, mỗi tháng có từ 04-06 XTNĐ (cơn) trong đó nhiều nhất vào tháng IX và tháng XI.

Năm 2019, trên khu vực Biển Đông có 12 XTNĐ hoạt động, ít hơn TBNN. Tương tự như

đối với khu vực TBTBD, tháng 9 và tháng 11 là những tháng có nhiều XTNĐ nhất, đều 6 cơn/tháng, nhiều hơn TBNN. Cường độ cực đại của bão hoạt động ở Biển Đông năm 2019 mạnh hơn cường độ TBNN.

Năm 2019 có 6 cơn bão và ATNĐ đổ bộ vào Việt Nam, nhiều hơn TBNN (TBNN là 5,5 cơn) trong đó có 2 cơn vào đồng bằng Bắc Bộ, 2 cơn vào Bắc Trung Bộ và 2 cơn vào Nam Trung Bộ. Dù có cường độ mạnh song nhìn chung các cơn bão đều suy yếu trước khi đổ bộ nên cường độ gió mạnh trên đất liền phổ biến có cấp 7-9, giật cấp 10-11 ở các trạm đảo. Quỹ đạo của các cơn bão đổ bộ nhìn chung khá phức tạp, thay đổi hướng liên tục dù đã vào đất liền, điển hình như ATNĐ5 (KAJIKI). Phạm vi gây mưa lớn của các cơn bão đều rất rộng, phần lớn tập trung ở phía Bắc vị trí đổ bộ của bão và chủ yếu xảy ra vào trước, trong thời điểm bão, ATNĐ đổ bộ.

So với Kết quả phân vùng bão 2016, cấp gió mạnh nhất quan trắc trong các cơn bão đổ bộ năm 2019 ở cả 4 vùng III, IV, V, VI đều thấp hơn, tuy nhiên tổng lượng mưa cả đợt nhìn chung đều lớn hơn so với Kết quả phân vùng bão 2016.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Đức Ngữ (1998), *Bão và phòng chống bão*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
2. Nguyễn Đức Ngữ (2004), *Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
3. Quyết định số 46/2014/QĐ-TTg, ngày 15/8/2014 của Thủ tướng Chính phủ *Quy định về dự báo, cảnh báo và truyền tin thiên tai*.
4. Quyết định số 2901/QĐ-BTNMT, ngày 16/12/2016 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường về *việc công bố kết quả cập nhật phân vùng bão, xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão và phân vùng gió cho các vùng ở sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ*.
5. <http://www.agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon>
6. <http://www.jma.go.jp/jma/indexe.htm>

ACTIVITIES OF TROPICAL CYCLONES IN NORTHWESTERN PACIFIC OCEAN AND VIET NAM'S EAST SEA IN 2019

Vu Van Thang, Truong Ba Kien, La Thi Tuyet,
Le Van Tuan, Tran Trung Nghia

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

Received: 8/4/2020; Accepted: 29/4/2020

Abstract: *This article aims to provide information about the activities of tropical cyclones in the Northwestern Pacific Ocean, Viet Nam's East Sea and landed on Viet Nam in 2019. In addition, the analysis of the characteristics of tropical cyclones such as track, intensity, maximum sustained wind and heavy rainfall are also introduced to summarize the 2019's typhoon season. The results show that there are 12 tropical cyclones in Viet Nam's East Sea in 2019 which are lower than the climatological normal and 6 of them made landfall in Viet Nam. In comparison with scopes of the 2901/QĐ-BTNMT dated in 16th December 2016 of MONRE (the Decision on updating the potential risk maps for typhoon-induced severely wind and storm surge in Viet Nam), the maximum sustained wind is weaker whilst the typhoon-induced rainfall amount is higher.*

Keywords: *Tropical cyclones, landfall typhoon, rainfall.*

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC CÁC HỒ CẤP NƯỚC SINH HOẠT TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH QUẢNG BÌNH NĂM 2019

Hoàng Anh Vũ, Võ Văn Thiệp, Trần Thị Yên
Trường Đại học Quảng Bình

Ngày nhận bài 15/4/2020; ngày chuyển phản biện 16/4/2020; ngày chấp nhận đăng 6/5/2020

Tóm tắt: Kết quả quan trắc chất lượng nước các hồ cấp nước sinh hoạt trên địa bàn tỉnh Quảng Bình năm 2019 cho thấy, hầu hết các thông số quan trắc đều nằm trong giới hạn cho phép theo QCVN 08-MT:2015/ BTNMT. Tuy nhiên, hàm lượng trung bình BOD_5 tại hồ Phú Vinh và hồ Bàu Sen vượt ngưỡng giá trị QCCP lần lượt 1,09 lần; 1,12 lần. Hàm lượng trung bình các chất dinh dưỡng NH_4^+ , PO_4^{3-} lần lượt dao động trong các khoảng 0,03-0,0625mg/l; 0,03-0,06mg/l, hàm lượng các chất dinh dưỡng biến đổi không đều giữa các điểm quan trắc. Mật độ trung bình Coliform dao động trong khoảng 55,75-93,25MPN/100ml, có giá trị cao nhất tại hồ Phú Vinh. Hàm lượng các thông số quan trắc có sự biến đổi khác nhau giữa thời gian các đợt quan trắc trong năm.

Từ khóa: Hồ, quan trắc, chất lượng nước.

1. Đặt vấn đề

Toàn tỉnh Quảng Bình có 140 hồ tự nhiên và nhân tạo với dung tích ước tính 431,88 triệu m^3 nước, 65 đập, 164 trạm bơm, 01 đập ngăn mặn [2]. Địa hình đồi núi ở Quảng Bình cho phép xây dựng nhiều hồ chứa nước phục vụ sản xuất nông nghiệp và dân sinh. Do thời tiết khắc nghiệt nên các hồ tự nhiên thường bị cạn vào mùa khô, dẫn đến hiệu quả sử dụng không cao. Các hồ chứa nước nhân tạo vẫn đóng vai trò chính trong việc cấp nước phục vụ nông nghiệp và dân sinh, hiện nay toàn tỉnh có 34 hồ chứa nước lớn, với dung tích trên 1 triệu m^3 [2].

Trong những năm trở lại đây tỉnh Quảng Bình đã tập trung xây dựng các công trình cấp nước tưới tiêu, phân bố đều ở các huyện, nếu như chủ động được nguồn nước thì hệ thống này phục vụ tương đối tốt cho sản xuất và đời sống, tạo cảnh quan môi trường đẹp.

Hồ tự nhiên ở Quảng Bình thường nhỏ, phân bố ở địa hình cát ven biển, tập trung ở các huyện Bố Trạch, Quảng Trạch, thành phố Đồng Hới và huyện Lệ Thủy. Trong đó, hồ Bàu Tró, hồ Phú

Vinh, hồ Rào Đá, hồ Bàu Sen, hồ Vực Nồi, hồ Cẩm Ly là nguồn cung cấp nước ngọt phục vụ sinh hoạt cho người dân từ trước tới nay, các hồ này có dung tích tương đối lớn và có ý nghĩa quan trọng đối với cảnh quan, môi trường và kinh tế. Tuy nhiên, trong những năm gần đây dưới áp lực của việc phát triển kinh tế - xã hội, chất lượng nước các hồ cấp nước sinh hoạt đang bị tác động bởi các nguyên nhân tự nhiên và nhân tạo làm gia tăng hàm lượng các thông số ô nhiễm ảnh hưởng đến chất lượng nước các hồ.

Do đó việc đánh giá hiện trạng và sự biến động chất lượng nước các hồ cấp nước sinh hoạt trên địa bàn tỉnh Quảng Bình là rất cần thiết. Đây được xem là nguồn dữ liệu để làm căn cứ đề xuất những giải pháp quản lý nguồn nước một cách hợp lý và bền vững trong bối cảnh tốc độ phát triển kinh tế nhanh chóng, du lịch phát triển, dân số gia tăng đang hiện hữu tại Quảng Bình nói riêng và cả nước nói chung.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Để đánh giá chất lượng nước các hồ cấp nước sinh hoạt trên địa bàn tỉnh, chương trình quan trắc đã tiến hành tại 6 hồ cấp nước sinh hoạt cho các khu tập trung dân cư đông trên địa

Liên hệ tác giả: Hoàng Anh Vũ
Email: vuhoang304@gmail.com

bàn tỉnh.

Dữ liệu nghiên cứu thu thập từ quá trình khảo sát, đo đạc trong 4 đợt: Đợt 1, từ ngày 19/2/2019 đến ngày 07/3/2019; đợt 2, từ ngày

22/4/2019 đến ngày 17/5/2019; đợt 3, từ ngày 30/7/2019 đến ngày 21/8/2019; đợt 4, từ ngày 01/10/2019 đến ngày 23/10/2019. Các vị trí quan trắc được trình bày trong Bảng 1 và Hình 1.

Bảng 1. Vị trí quan trắc chất lượng các hồ cấp nước sinh hoạt trên địa bàn tỉnh Quảng Bình

Ký hiệu	Vị trí quan trắc	Vị trí lấy mẫu		Đặc điểm nguồn nước
		Vĩ độ	Vĩ độ	
H ₁	Hồ Bàu Sen	N:17°47'35,5"	E:106°24'20,3	Cấp nước sinh hoạt cho xã Quảng Phương, huyện Quảng Trạch. Xung quanh hồ có nhiều cây dương bao quanh. Nước cạn, chịu tác động bởi nước mưa chảy tràn qua khu dân cư xã Quảng Phương, huyện Quảng Trạch.
H ₂	Hồ Vực Nồi	N:17°36'47,2"	E:106°27'38,7	Cấp nước sinh hoạt cho xã Vạn Trạch, huyện Bố Trạch. Bao quanh hồ là rừng tự nhiên và rừng trồng. Nước cạn, nguồn cấp nước chủ yếu từ nước mưa.
H ₃	Hồ Phú Vinh	N:17°27'54,06"	E:106°33'06,7	Cấp nước sinh hoạt cho người dân thành phố Đồng Hới. Nước trong, nguồn cấp nước chủ yếu từ các lưu vực qua rừng trồng xã Thuận Đức và thị trấn Nông trường Việt Trung.
H ₄	Hồ Bàu Tró	N:17°29'15,6"	E:106°37'36,3	Cấp nước sinh hoạt cho người dân thành phố Đồng Hới. Nước trong, nguồn nước cấp cho hồ là nguồn nước ngầm và nước mưa chảy tràn qua khu vực rừng trồng, khu dân cư phường Hải Thành.
H ₅	Hồ Rào Đá	N:17°16'50,3"	E:106°37'23,7	Cấp nước sinh hoạt cho 13 xã huyện Quảng Ninh. Nước hồ trong xanh, nguồn nước cấp cho hồ từ nước mưa và từ các khe suối chảy qua khu vực rừng tự nhiên xã Trường Xuân, huyện Quảng Ninh.
H ₆	Hồ Cẩm Ly	N:17°12'39,5"	E:106°39'25,07	Cung cấp nước sinh hoạt cho người dân các xã Sơn Thủy, Hoa Thủy. Nước hồ trong, nguồn cấp nước cho hồ từ nước mưa và từ các khe suối chảy qua rừng trồng và rừng tự nhiên xã Ngân Thủy.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp chính được chúng tôi sử dụng trong nghiên cứu này, bao gồm:

- Phương pháp điều tra và khảo sát thực địa.
- Phương pháp lấy mẫu và bảo quản mẫu: Mẫu được lấy ở cửa ra, nơi lấy nước để xử lý trước khi cấp nước cho sinh hoạt. Mẫu được lấy vào chai nhựa (PE) đã được rửa sạch sử dụng để đựng mẫu, xử lý mẫu theo quy định của từng chỉ tiêu phân tích. Mẫu được bảo quản lạnh và

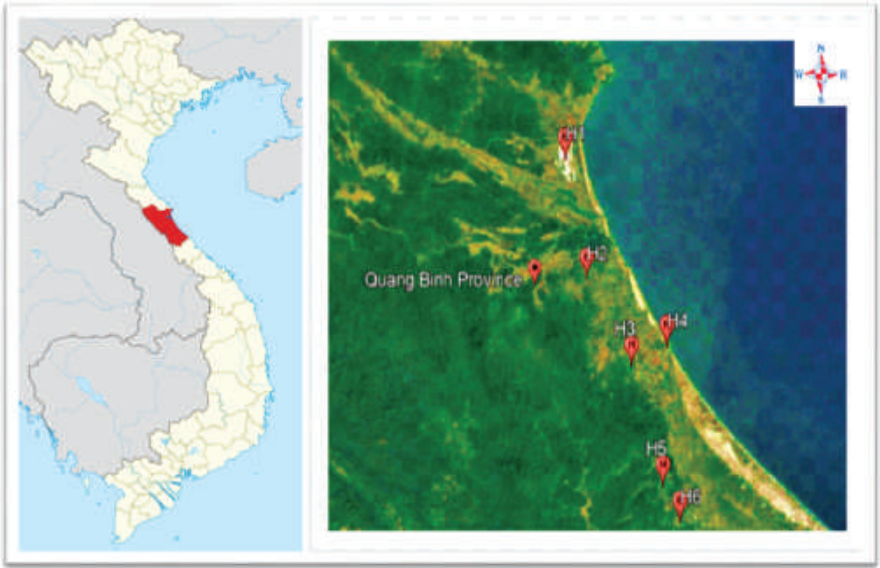
được đưa về phòng thí nghiệm để phân tích ngay sau khi thu mẫu.

- Phương pháp phân tích mẫu: Mẫu được tiến hành phân tích tại phòng thí nghiệm Trung tâm Quan trắc và Kỹ thuật môi trường thuộc Chi cục Bảo vệ môi trường tỉnh Quảng Bình (đơn vị đủ điều kiện hoạt động dịch vụ quan trắc môi trường đã được chứng nhận tại quyết định số 2454/QĐ-BTNMT, ngày 31/10/2014).

- Phương pháp so sánh: Kết quả quan trắc

nước mặt các hồ năm 2019 được so sánh với QCVN 08-MT:2015/BTNMT quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt Cột A2 - Dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp hoặc các mục

đích sử dụng như loại B1, B2. So sánh giữa các đợt quan trắc, cũng như các năm để có thể đánh giá được diễn biến chất lượng nước thải sinh hoạt giữa các vị trí quan trắc trên địa bàn nghiên cứu.



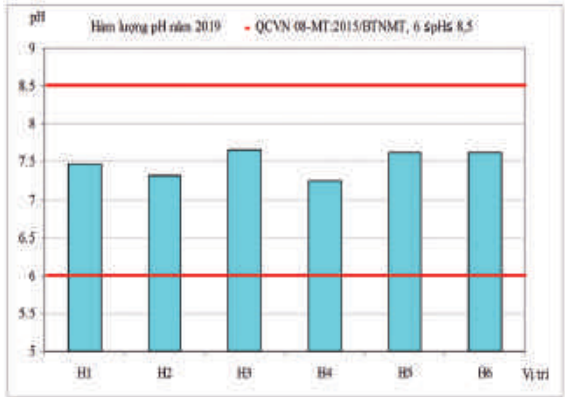
Hình 1. Vị trí quan trắc

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

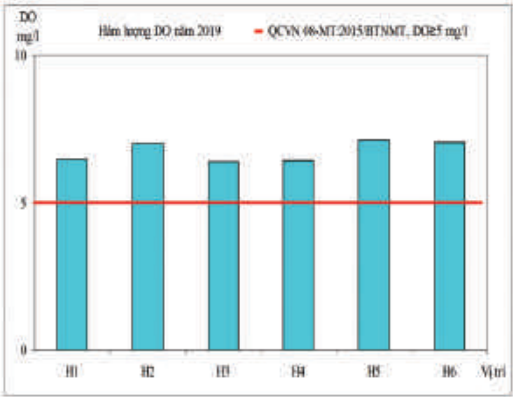
Kết quả quan trắc cho thấy, hàm lượng trung bình hầu hết các thông số quan trắc nước hồ đều nằm trong ngưỡng giới hạn Quy chuẩn cho phép (QCCP).

Giá trị trung bình pH (Hình 2), hàm lượng trung bình TSS, hàm lượng trung bình BOD₅ (Hình 5), hàm lượng trung bình Fe (Hình 9) lần lượt dao động các khoảng 7,18-7,78mg/l;

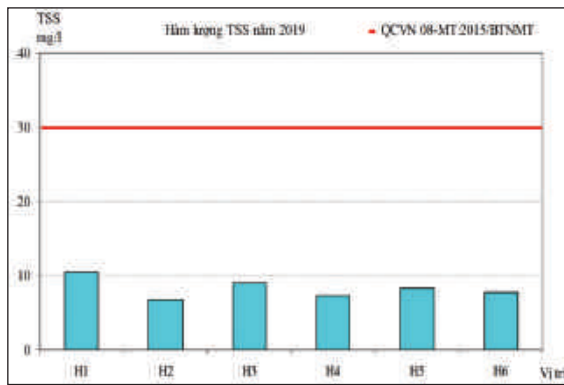
6,75-10,5mg/l; 3,67-6,72mg/l; 0,02-0,28mg/l và đều có giá trị cao nhất tại hồ Bàu Sen, thấp nhất tại hồ Vực Nồi. Hàm lượng trung bình BOD₅ tại hồ Phú Vinh và hồ Bàu Sen vượt ngưỡng giá trị QCCP lần lượt 1,09 lần; 1,12 lần. Điều này cho thấy tại hồ Bàu Sen và hồ Phú Vinh đã có sự nhiễm bẩn các chất hữu cơ do tiếp nhận nguồn nước mưa chảy tràn qua khác khu dân cư.



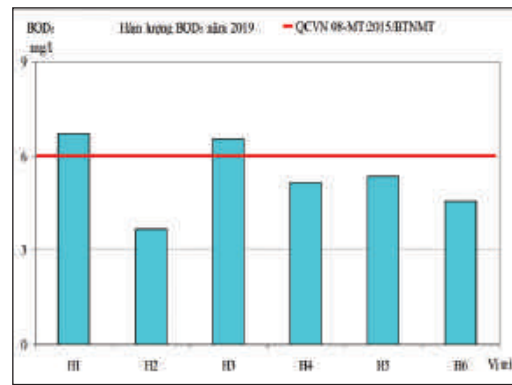
Hình 2. Diễn biến giá trị trung bình pH các hồ năm 2019



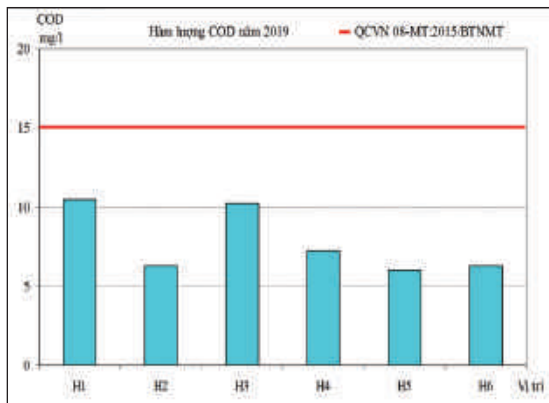
Hình 3. Hàm lượng trung bình DO các hồ năm 2019



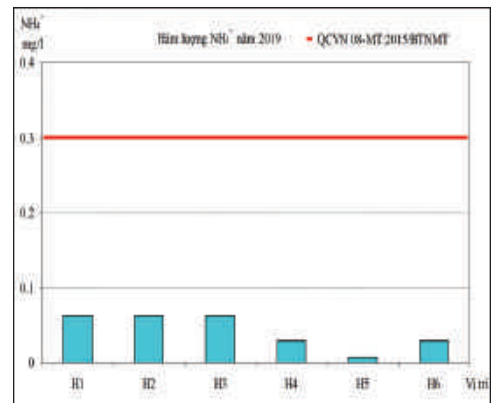
Hình 4. Hàm lượng trung bình TSS các hồ năm 2019



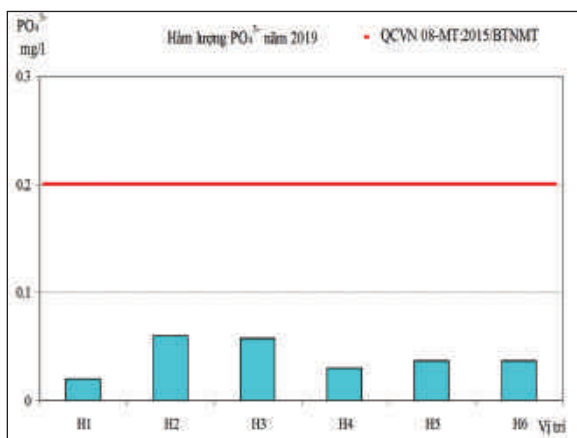
Hình 5. Hàm lượng trung bình BOD₅ các hồ năm 2019



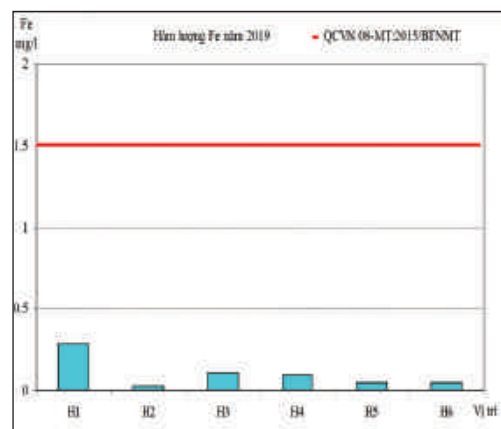
Hình 6. Hàm lượng trung bình COD các hồ năm 2019



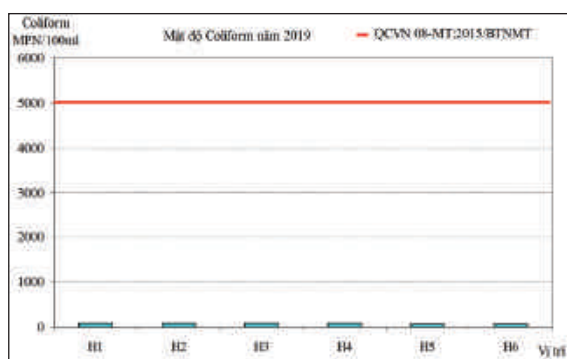
Hình 7. Hàm lượng trung bình NH₄⁺ các hồ năm 2019



Hình 8. Hàm lượng trung bình PO₄³⁻ các hồ năm 2019



Hình 9. Hàm lượng trung bình Fe các hồ năm 2019



Hình 10. Mật độ trung bình Coliform các hồ năm 2019

Hàm lượng trung bình DO (Hình 3) dao động trong khoảng 5,79-7,21mg/l, có giá trị cao nhất tại hồ Cẩm Ly, thấp nhất tại hồ Phú Vinh. Hàm lượng COD (Hình 6) dao động trong khoảng 6-10,5mg/l, có giá trị cao nhất tại hồ Bàu Sen, thấp nhất tại hồ Rào Đá.

Hàm lượng trung bình các chất dinh dưỡng NH_4^+ , PO_4^{3-} (Hình 7 và 8) lần lượt dao động trong các khoảng 0,03-0,0625mg/l; 0,03-0,06mg/l, hàm lượng các chất dinh dưỡng biến đổi không đều giữa các điểm quan trắc.

Mật độ trung bình Coliform (Hình 10) dao động trong khoảng 55,75-93,25MPN/100ml, có giá trị cao nhất tại hồ Phú Vinh.

- Diễn biến theo thời gian các đợt trong năm

So sánh với thời gian các đợt trong năm cho thấy, hàm lượng hầu hết các thông số quan trắc tại các hồ đều nằm trong ngưỡng giới hạn QCCP cả 4 đợt năm 2019. Hàm lượng các thông số quan trắc có sự biến đổi khác nhau giữa thời gian các đợt quan trắc trong năm.

Giá trị pH (Hình 11), hàm lượng DO (Hình 12) dao động trong các khoảng 6,35-8,55mg/l; 6,24-7,5mg/l, giá trị pH có giá trị thấp nhất tại hồ Bàu Tró, cao nhất tại hồ Bàu Sen cùng vào thời điểm đợt I, còn hàm lượng DO có giá trị thấp nhất tại hồ Phú Vinh, cao nhất tại hồ Bàu Tró cùng vào thời điểm đợt III.

Hàm lượng TSS (Hình 13), hàm lượng Fe (Hình 18) lần lượt dao động trong các khoảng 5-20mg/l; <0,03-0,34mg/l, hàm lượng các thông số này đều có giá trị cao nhất tại hồ Bàu Sen vào đợt I.

Hàm lượng các chất hữu cơ BOD_5 , COD (Hình 14 và 15) dao động trong các khoảng 2,4-9,6mg/l; 4-14mg/l, hàm lượng các chất hữu cơ có giá trị thấp nhất tại hồ Cẩm Ly vào đợt I, cao nhất tại hồ

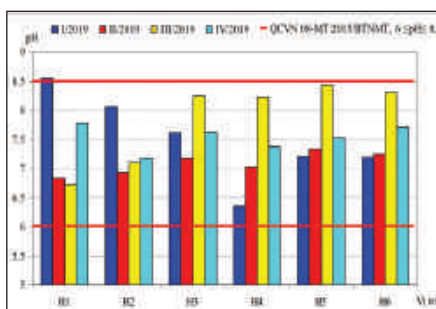
Bàu Sen vào đợt I, hàm lượng BOD_5 tại hồ Bàu Sen vào đợt I vượt ngưỡng giới hạn QCCP 1,6 lần, tại hồ Phú Vinh vào đợt I, đợt IV đều có giá trị vượt ngưỡng giới hạn QCCP 1,18 lần. Hàm lượng BOD_5 tại hầu hết các hồ có giá trị cao nhất vào đợt III năm 2019. Điều này cho thấy, các hồ đã nhiễm bẩn hữu cơ từ các nguồn cấp nước từ các khu vực dân cư. Đặc biệt vào đợt III là các tháng mùa khô, mực nước trong các hồ xuống thấp, lại tiếp nhận nguồn nước mưa chảy tràn qua khu dân cư nên hàm lượng BOD_5 cao hơn các đợt khác trong năm.

Hàm lượng các chất dinh dưỡng NH_4^+ , PO_4^{3-} (Hình 16 và 18) lần lượt dao động trong các khoảng <0,025-0,19mg/l; 0,01-0,18mg/l và có giá trị cao nhất lần lượt tại hồ Bàu Sen, hồ Vực Nồi vào cùng thời điểm đợt III.

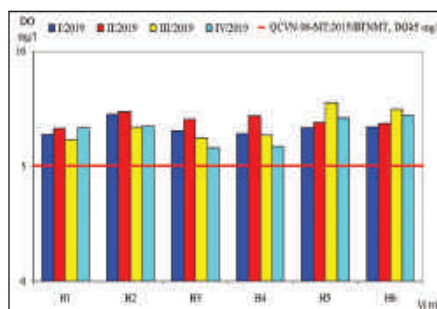
Mật độ Coliform (Hình 19) dao động trong khoảng 46-120MPN/100ml, có giá trị thấp nhất tại hồ Cẩm Ly vào đợt I, cao nhất tại hồ Bàu Tró vào đợt II.

4. Kết luận

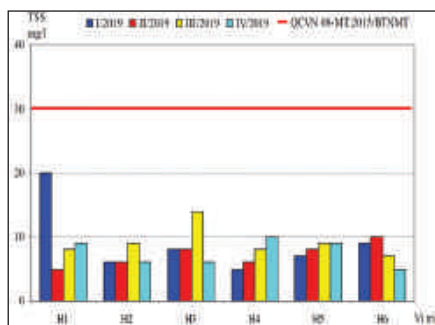
Nhìn chung, kết quả quan trắc 2019 cho thấy, ngoại trừ hàm lượng trung bình BOD_5 tại hồ Bàu Sen, hồ Phú Vinh, hàm lượng trung bình các thông số quan trắc khác tại các hồ đều nằm trong ngưỡng giới hạn QCCP. Hàm lượng trung bình hầu hết các thông số quan trắc có giá trị cao nhất tại hồ Bàu Sen. Hàm lượng các thông số quan trắc có sự biến đổi theo thời gian quan trắc các đợt trong năm, hầu hết các thông số quan trắc đều có giá trị cao nhất tại hồ Bàu Sen vào đợt I. Về cơ bản chất lượng nước các hồ cấp nước sinh hoạt trên địa bàn tỉnh Quảng Bình đang khá tốt, tuy nhiên đã có hiện tượng nhiễm bẩn các chất hữu cơ tại các hồ, nguyên nhân có thể là do sự xâm nhập các chất thải từ quá trình sinh hoạt của người dân.



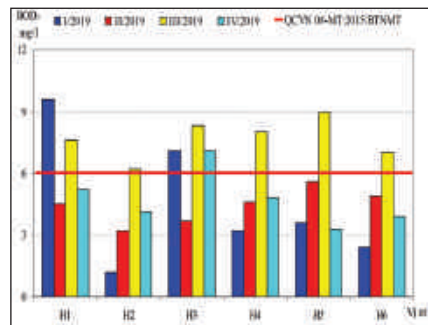
Hình 11. Diễn biến hàm lượng pH các đợt các hồ năm 2019



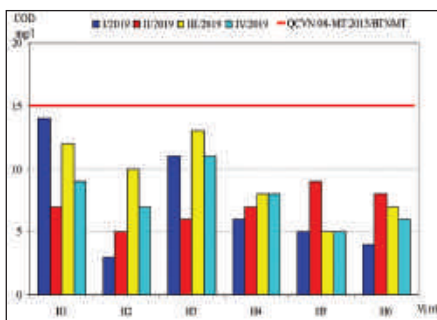
Hình 12. Diễn biến hàm lượng DO các đợt các hồ năm 2019



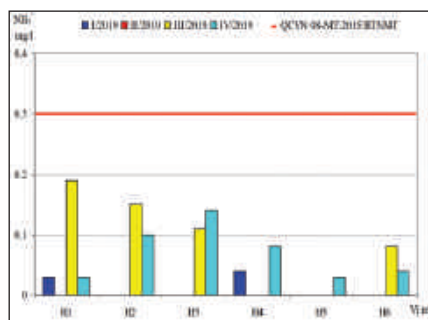
Hình 13. Diễn biến hàm lượng TSS các đợt các hồ năm 2019



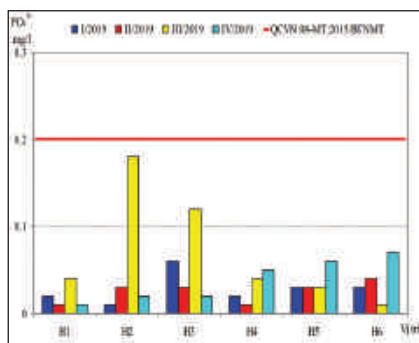
Hình 14. Diễn biến hàm lượng BOD₅ các đợt các hồ năm 2019



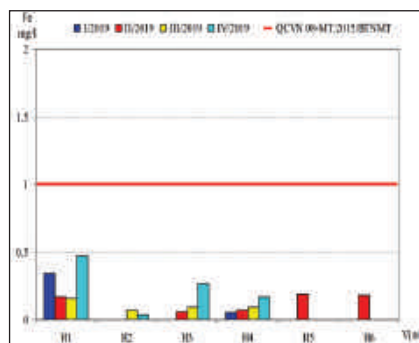
Hình 15. Diễn biến hàm lượng COD các đợt các hồ năm 2019



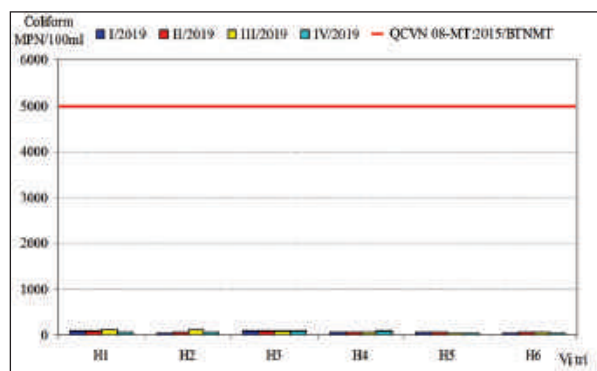
Hình 16. Diễn biến hàm lượng NH₄⁺ các đợt các hồ năm 2019



Hình 17. Diễn biến hàm lượng PO₄³⁻ các đợt các hồ năm 2019



Hình 18. Diễn biến hàm lượng Fe các đợt các hồ năm 2019



Hình 19. Diễn biến mật độ Coliform các đợt các hồ năm 2019

Tài liệu tham khảo

1. QCVN 08-MT:2015/BTNMT Quy chuẩn về chất lượng nước mặt.
2. Nguyễn Đức Lý, Ngô Hải Dương, Nguyễn Đại (2013), *Khí hậu và thủy văn tỉnh Quảng Bình*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
3. Sở Tài nguyên và Môi trường Quảng Bình (2016), *Báo cáo quy hoạch thăm dò, khai thác sử dụng tài nguyên nước tỉnh Quảng Bình đến năm 2020*.

ASSESSMENT OF LAKE WATER QUALITY USING FOR DOMESTIC IN QUANG BINH PROVINCE IN 2019

Hoang Anh Vu, Vo Van Thiep, Tran Thi Yen
Quang Binh University

Received: 15/4/2020; Accepted: 6/5/2020

Abstract: Water quality monitoring results of lakes using for water domestic in Quang Binh in 2019 show that most of the parameters are within the permitted limits according to QCVN 08-MT: 2015/BTNMT. However, the average concentration of BOD_5 in Phu Vinh and Bau Sen lakes exceeded the threshold of the QCVN value of 1,09 times, 1,12 times. The average concentration of nutrients NH_4^+ , PO_4^{3-} ranged from 0.03 to 0.0625mg/l, respectively; 0.03-0.06mg/l, the content of nutrients varies between monitoring points. The average coliform density ranges from 55.75 to 93.25 MPN/100ml, with the highest value at the Phu Vinh lake. The value of monitoring parameters varies between the time of monitoring periods in a year.

Keywords: Lake, monitoring, water quality.

THỬ NGHIỆM TÍCH HỢP MÔ HÌNH MARINE VÀ MÔ HÌNH SÓNG ĐỘNG HỌC MỘT CHIỀU TRÊN LƯU VỰC SÔNG CÁI NHA TRANG

Bùi Văn Chanh⁽¹⁾, Trần Ngọc Anh⁽²⁾

⁽¹⁾Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ

⁽²⁾Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội

Ngày nhận bài 22/4/2020; ngày chuyển phản biện 23/4/2020; ngày chấp nhận đăng 18/5/2020

Tóm tắt: Mô hình MARINE là mô hình thủy văn thông số phân bố do Viện Cơ học chất lỏng Toulouse (Pháp) phát triển và được sử dụng ở nhiều quốc gia. Mô hình được ứng dụng ở Việt Nam từ 2001 trong khuôn khổ của dự án FLOCODS, đã sử dụng trong dự báo trên lưu vực sông Đà. Mô hình MARINE thuộc loại mô hình mưa dòng chảy thông số phân bố vật lý, mô phỏng dòng chảy lũ trên sườn dốc khá tốt, nhưng diễn toán dòng chảy trong sông chưa hoàn thiện, cần sử dụng các mô hình khác để mô phỏng. Đã có một số nghiên cứu sử dụng mô hình Muskingum, Muskingum Cunge và thủy lực 1 chiều IMECH1D để kết nối mô phỏng dòng chảy trong sông, tuy nhiên, còn một số vấn đề cần tiếp tục cải tiến, hoàn thiện. Trong nghiên cứu này trình bày một số giải pháp tích hợp mô hình MARINE và Sóng động học một chiều để nâng cao chất lượng mô phỏng mô hình MARINE và bổ sung diễn toán dòng chảy trong sông. Trong đó đã xây dựng mô hình Sóng động học một chiều Tuyến tính để diễn toán dòng chảy cho các đoạn sông trong mô hình MARINE và làm điều kiện ban đầu cho mô hình Sóng động học một chiều Phi tuyến, cải tiến MARINE để tính toán dòng chảy của nhiều nhánh sông để làm cơ sở tích hợp với mô hình Sóng động học một chiều Phi tuyến cho mạng lưới sông. Bộ mô hình tích hợp được ứng dụng thử nghiệm trên lưu vực sông Cái Nha Trang cho thấy dễ vận hành và cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

Từ khóa: Mô hình MARINE, Sóng động học, lưu vực sông Cái Nha Trang.

1. Mở đầu

Mô hình MARINE (Modelisation de l'Anticipation du Ruissellement et des Inondations pour des événements Extremes), được ứng dụng tính toán lũ thời gian thực từ dự án PACTES (cảnh báo nguy cơ lũ quét theo không gian) tại Pháp với sự hỗ trợ ban đầu của Bộ nghiên cứu Pháp và Cơ quan vũ trụ Pháp để tính toán trận lũ quét xảy ra năm 1999 tại vùng phía Nam nước Pháp [7, 14], ước lượng mưa từ radar để cảnh báo lũ quét năm 2002 [11]. Ngoài Pháp, mô hình MARINE còn được sử dụng để cảnh báo lũ quét, dự báo lũ như Oman [16], Tây Ban Nha [9], các nước khu vực Địa Trung Hải [9]. Mô hình MARINE là mô thủy văn thông số phân bố được ứng dụng ở Việt Nam từ 2001

trong khuôn khổ của Dự án FLOCODS để dự báo lũ lưu vực sông Hồng [3], năm 2006 được nghiên cứu dự báo lưu lượng về hồ Hòa Bình [2, 7], dự báo lũ lưu vực sông Hương [22]. Hiện nay mô hình đang được sử dụng trong nghiệp vụ dự báo tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia cho lưu vực sông Đà [2], sông Hồng [4]. Mặc dù mô hình MARINE có nhiều ưu việt, nhưng chưa được sử dụng rộng rãi (dù cho phiên bản mô hình đang phổ biến ở Việt Nam là mã nguồn mở, thuận tiện cho việc cải tiến và ứng dụng), do hiện nay trong bộ mô hình này chưa hoàn thiện dòng chảy trong sông. Mô hình MARINE hiện tại chỉ tính lưu lượng cho các đoạn sông của dòng sông chính, lưu lượng các đoạn này được cộng dồn từ lưu lượng của các ô lưới có sông chảy qua. Như vậy, dòng chảy trên các nhánh sông trước khi đổ vào sông chính được diễn toán như dòng chảy trên sườn dốc. Nguyên lý mô phỏng như trên không sát với thực tế, đặc

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

biệt là với lưu vực lớn sẽ cho kết quả mô phỏng không tốt. Để hạn chế nhược điểm này, các nghiên cứu trước đây đã nỗ lực chia nhỏ thành các tiểu lưu vực, tuy nhiên sẽ làm mất ưu thế của mô hình thông số phân bố. Do việc chỉ tính dòng chảy cho các đoạn sông trên sông chính sẽ dẫn tới việc vận hành công kênh do chia nhỏ lưu vực, khó khăn khi thiết lập và vận hành mô hình MARINE. Ngoài ra, để tính toán lưu lượng đến cửa ra lưu vực sông thường cần phải sử dụng kết hợp với các mô hình diễn toán dòng chảy trong sông khác với đầu vào từ kết quả mô hình MARINE. Trong các nghiên cứu trước đây, Nguyễn Lan Châu [2], Nguyễn Văn Điệp [22, 3], Nguyễn Tiến Cường [15, 7], Bùi Đình Lập [4] đã kết nối mô hình MARINE và mô hình IMECH-1D [2, 22, 21, 3] hoặc Muskingum - Cunge [4] để mô phỏng dòng chảy trên sông Đà [2], sông Hồng [3], sông Hương [22]. Ở Pháp, dòng chảy trong sông được viết bởi Bessière (2005) bằng phương trình xấp xỉ sóng động học [19], Foody sử dụng Muskingum [8], Rorrell sử dụng HEC-RAS [8] và MAGE-1D [8] để kết nối với mô hình MARINE. Tuy nhiên, các mô hình Sóng động học như IMECH-1D, HEC-RAS, MAGE-1D cần phải sử dụng dữ liệu mặt cắt ngang, trong khi dữ liệu này rất ít hoặc không có ở khu vực vùng núi, đặc biệt là ở thượng nguồn các sông. Những khu vực không có mặt cắt có thể sử dụng mô hình Muskingum, Muskingum-Cunge hoặc xấp xỉ Sóng động học như các ứng dụng ở trên, tuy nhiên các mô hình này chỉ thể hiện lượng trữ thủy văn tuyến tính [19, 15], không phản ánh quá trình truyền lũ trong sông và biến động lớn của dòng chảy do tác động của địa hình [19]. Ngoài ra, các ứng dụng ở trên sử dụng lưu lượng các đoạn sông được cộng dồn từ lưu lượng các ô lưới có sông chảy qua và chỉ mô phỏng cho dòng sông chính. Để khắc phục những nhược điểm trên, nhóm nghiên cứu xây dựng mô hình Sóng động học một chiều và tích hợp với mô hình MARINE. Mô hình Sóng động học dựa trên dạng đơn giản hóa hệ phương trình Saint Venant [19], một dạng xấp xỉ sóng động lực [15], mô phỏng quá trình truyền lũ trong sông do sự thay đổi lưu lượng hay mực nước. Sử dụng mô hình Sóng động học vừa đáp ứng được yêu cầu về số liệu đầu vào ở khu vực vùng núi, vừa mô phỏng được quá

trình truyền lũ và biến động lớn của dòng chảy do tác động của địa hình. Mô hình Sóng động học Tuyến tính mô phỏng dòng chảy các đoạn sông và mô hình Phi tuyến mô phỏng dòng chảy của mạng lưới sông sẽ khắc phục nhược điểm cộng dồn lưu lượng và chỉ mô phỏng dòng sông chính của mô hình MARINE. Ngoài ra ưu điểm của mô hình Sóng động học nêu trên cũng tăng thêm ưu thế về mô phỏng cho lưu vực lớn, địa hình phức tạp của mô hình MARINE. Mô hình Sóng động học được lập trình Fortran 70 để thống nhất với ngôn ngữ lập trình của mô hình MARINE.

Mô hình Sóng động học do Lighthill và Whitham (1955) đề xuất [15] và được nhiều nghiên cứu về sau phát triển, ứng dụng để mô phỏng dòng chảy trong kênh, sông suối như: Weinmann and Laurenson (1979), Henderson (1963), Brakensiek (1967), Cunge (1969), Woolhiser (1975), Dawdy (1978) [15]. Mô hình một chiều trong sông sau này được Jacovvis (1996) nghiên cứu cho sông có bãi với nhiều loại hình dạng mặt cắt [13], Aminul Islam so sánh giữa sơ đồ sai phân ẩn và sai phân hiện [6], Tayfur phát triển để mô phỏng sự phát triển và biến dạng mặt cắt dọc trong kênh bồi phù sa [10], Nwaogazie xây dựng mô hình một chiều phi tuyến bằng phương pháp Newton-Raphson [17]. Sau đó được nhiều nghiên cứu phát triển để mô phỏng trên sườn dốc như: Henderson (1966), Henderson và Wooding (1964), Woolhiser và Liggett (1967), Kibler và Woolhiser (1970), Schaafce (1970), Li (1975), Borah (1980) [15]. Ở Việt Nam, mô hình một chiều trên sườn dốc đã được Lương Tuấn Anh và Nguyễn Thanh Sơn sử dụng để mô phỏng dòng chảy sườn dốc trong mô hình KW1D [20].

Nghiên cứu và ứng dụng mô hình Sóng động học một chiều ở trên mới chỉ sử dụng dạng tuyến tính, mô phỏng cho một nhánh sông. Trong bài báo này trình bày kết quả xây dựng mô hình Sóng động học một chiều Phi tuyến cho mạng lưới sông và sử dụng phương pháp lặp Newton để hệ phương trình Saint Venant [1]. Các mô hình sau khi cải tiến, tích hợp đã ứng dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Cái Nha Trang đến trạm thủy văn Đồng Trăng.

Sông Cái Nha Trang là con sông lớn nhất tỉnh

Khánh Hòa, bắt nguồn từ độ cao khoảng 2.000m. Sông gồm nhánh sông Thác Ngựa và sông Chò, hợp lưu tại vị trí cách trạm thủy văn Đồng Trăng khoảng 2km phía thượng lưu trạm. Sông Thác Ngựa có dạng nan quạt với các phụ lưu: Sông Giang, sông Khế, sông Cầu; sông Chò có dạng cành cây có phụ lưu EaThour. Trên lưu vực chỉ có trạm thủy văn Đồng Trăng có số liệu quan trắc dòng chảy nhiều năm (1983-nay) và trạm đo mưa nhân dân Khánh Vĩnh. Khu vực lân cận có các trạm khí tượng Nha Trang, M'đ Rắc, Cam Ranh. Số liệu quan trắc đồng bộ trên sông Cái Nha Trang trong trận lũ đặc biệt lớn năm 2010, từ ngày 29/10-13/11 [5] được sử dụng để hiệu chỉnh bộ thông số mô hình tích hợp với các số liệu lưu lượng thời đoạn 1 giờ tại trạm Đồng Trăng trên sông Cái, vị trí Diên Xuân trên sông Chò, vị trí Sông Cầu trên sông Cầu và vị trí Thác Ngựa trên sông Thác Ngựa. Bộ mô hình tích hợp sau đó sẽ được kiểm định với các trận lũ năm 2009, 2013 và 2016 để đánh giá khả năng mô phỏng dòng chảy lũ trên sông Cái Nha Trang.

2. Phương pháp luận

2.1. Cơ sở lý thuyết mô hình MARINE [2]

Mô hình MARINE mô phỏng quá trình hình thành dòng chảy sinh ra bởi mưa trên lưu vực dựa trên phương trình bảo toàn khối lượng:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + u \cdot \text{grad}(V) = P_0 \quad (1.1)$$

Trong đó:

V là thể tích khối chất lỏng xét.

u là vận tốc của dòng chảy giữa các ô lưới.

P_0 là lượng mưa.

Vận tốc của dòng chảy trao đổi giữa các ô được tính theo công thức:

$$\|u\| = \sqrt{\text{pente}} \cdot \frac{H^{2/3}}{K_m} \quad (1.2)$$

Vì lưới sử dụng để tính toán là lưới vuông (DEM) nên thay biểu thức vận tốc vào phương trình tích phân ta thu được:

$$\Delta H + \sum_{j=1}^4 \frac{H_j^{5/3}}{K_m} \sqrt{\text{pente}} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x} = P_0 \cdot \Delta t \quad (1.3)$$

Trong đó: pente là độ dốc.

K_m : Hệ số nhám Manning.

H: Độ sâu mực nước của ô lưới.

ΔH : Sự thay đổi mực nước của ô lưới từ thời

điểm t_1 đến t_2 .

j: Hướng chảy của ô lưới ($j=1 \div 4$).

Δx : Chiều rộng ô lưới.

Δt : Bước thời gian tính.

Đây chính là phương trình tính sự biến thiên mực nước theo thời gian của mỗi ô lưới.

MARINE diễn toán dòng chảy trao đổi giữa các ô lưới với nhau, lượng mưa rơi vào các ô của lưu vực được coi là lượng nước bổ sung tại mỗi bước thời gian tính.

2.2. Cơ sở lý thuyết mô hình Sóng động học [1, 5]

Sóng động học tạo nên do sự thay đổi trong dòng chảy như thay đổi về lưu lượng nước hoặc tốc độ sóng là vận tốc truyền thay đổi dọc theo kênh dẫn. Tốc độ sóng phụ thuộc vào loại sóng đang xét và có thể hoàn toàn khác biệt với vận tốc dòng nước. Đối với Sóng động học, các thành phần gia tốc và áp suất trong phương trình động lượng đã bị bỏ qua nên chuyển động của sóng được mô tả chủ yếu bằng phương trình liên tục. Do đó sóng đã mang tên Sóng động học và động học nghiên cứu chuyển động trong đó không xét đến ảnh hưởng của khối lượng và lực. Mô hình Sóng động học được xác định bằng các phương trình Saint Venant như sau:

- Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (2.1)$$

- Phương trình động lượng:

$$S_0 = S_f \quad (2.2)$$

$$A = \alpha Q^\beta \quad (2.3)$$

Trong đó: A là diện tích mặt cắt ướt.

Q là lưu lượng.

q là nhập lưu.

S_0 là độ dốc sông.

S_f là độ dốc ma sát.

Trong phương trình Manning với $S_0 = S_f$ và $R=A/P$ ta có:

$$Q = \frac{1.49 S_0^{1/2}}{n P^{2/3}} A^{5/3} \quad (2.4)$$

Viết lại phương trình (2.4) cho A từ đó tìm được α và $\beta = 0,6$ như sau:

$$A = \left(\frac{n P^{2/3}}{1.49 \sqrt{S_0}} \right)^{3/5} Q^{3/5} \quad (2.5)$$

$$A = \left(\frac{nP^{2/3}}{1.49\sqrt{S_o}} \right)^{0.6} \quad (2.6)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \alpha\beta Q^{\beta-1} \left(\frac{\partial Q}{\partial t} \right) \quad (2.7)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \alpha\beta Q^{\beta-1} \left(\frac{\partial Q}{\partial t} \right) = q \quad (2.8)$$

Áp dụng sơ đồ sai phân ẩn phương trình (2.8) thu được phương trình sai phân sóng động học tuyến tính.

$$\frac{Q_{i+1}^{j+1}}{\left[\frac{\Delta t}{\Delta x} Q_{i+1}^{j+1} + \alpha\beta Q_{i+1}^j \left(\frac{Q_{i+1}^j + Q_i^{j+1}}{2} \right)^{\beta-1} + \Delta t \left(\frac{q_{i+1}^{j+1} + q_{i+1}^j}{2} \right) \right]} = \frac{\left[\frac{\Delta t}{\Delta x} + \alpha\beta \left(\frac{Q_{i+1}^j + Q_i^{j+1}}{2} \right)^{\beta-1} \right]}{\quad} \quad (2.9)$$

Áp dụng sơ đồ sai phân ẩn phương trình (2.1) thu được phương trình sai phân sóng động học phi tuyến.

$$\frac{\Delta t}{\Delta x} Q_{i+1}^{j+1} + \alpha \left(Q_{i+1}^{j+1} \right)^\beta = \frac{\Delta t}{\Delta x} Q_{i+1}^{j+1} + \alpha \left(Q_{i+1}^j \right)^\beta + \Delta t \left(\frac{q_{i+1}^{j+1} + q_{i+1}^j}{2} \right) \quad (2.10)$$

Đây là phương trình phi tuyến đối với Q_{i+1}^{j+1} do đó cần được giải bằng phương pháp số, trong chương trình lập trình đã giải phương trình 2.10 bằng phương pháp lặp Newton [19]. Sử dụng kết quả tính toán từ mô hình Sóng động học một chiều tuyến tính (2.9) làm giá trị ban đầu của phép lặp Newton.

Từ đó một sai số dư $f(Q_{i+1}^{j+1})$ được xác định bằng phương trình (2.10).

$$f(Q_{i+1}^{j+1}) = \frac{\Delta t}{\Delta x} Q_{i+1}^{j+1} + \alpha \left(Q_{i+1}^{j+1} \right)^\beta - C \quad (2.11)$$

$$f'(Q_{i+1}^{j+1}) = \frac{\Delta t}{\Delta x} + \alpha\beta \left(Q_{i+1}^{j+1} \right)^{\beta-1} \quad (2.12)$$

Mục tiêu là tìm Q_{i+1}^{j+1} để buộc $f(Q_{i+1}^{j+1})$ bằng không. Sử dụng phương pháp lặp Newton và các bước lặp k. Tiêu chuẩn hội tụ cho quá trình lặp là:

$$\left| f(Q_{i+1}^{j+1})_{k+1} \right| \leq \varepsilon \quad (2.13)$$

Ước lượng giá trị khởi đầu của Q_{i+1}^{j+1} trong mỗi quá trình lặp có ảnh hưởng quan trọng đến sự hội tụ của sơ đồ. Một cách tiếp cận là sử dụng nghiệm của sơ đồ tuyến tính, phương trình (2.9)

như là nghiệm gần đúng thứ nhất của sơ đồ phi tuyến. Li, Simons và Stevens (1975) [13] sau khi tiến hành các phân tích về tính ổn định đã chỉ ra sơ đồ sử dụng phương trình (2.10) là một sơ đồ ổn định không điều kiện và có thể sử dụng các trị của $\Delta t/\Delta x$ trong một phạm vi khá rộng mà không tạo ra sai số lớn trong hình dạng của đường quá trình lưu lượng.

3. Thử nghiệm tích hợp mô hình Sóng động học một chiều và mô hình MARINE

3.1. Phương pháp tích hợp

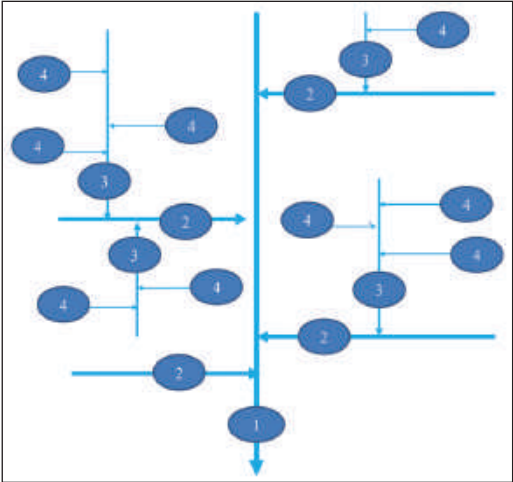
Từ phương trình (2.9) xây dựng được mô hình Sóng động học một chiều Tuyến tính. Mô hình được xây dựng là một thủ tục (Proceduce SdhTt) trong mô hình MARINE và thay thế thủ tục (Proceduce CalcApLat) tính lưu lượng cộng dồn cho các đoạn sông từ các ô lưới của mô hình MARINE gốc (Hình 3). Do quá trình diễn toán cho các đoạn sông ngắn và để đảm bảo về mô phỏng đồng thời thuận tiện cho việc tích hợp nên trong nghiên cứu này sử dụng mô hình Sóng động học Tuyến tính.

Mô hình MARINE gốc chỉ tính toán lưu lượng cho các đoạn trên một sông (sông chính). Tuy nhiên, thực tế trên lưu vực có rất nhiều sông kết nối với nhau thành một mạng lưới sông suối. Vì chỉ tính dòng chảy cho sông chính, nên dòng chảy các sông nhánh coi như dòng chảy sườn dốc, quá trình tập trung dòng chảy từ các nhánh với độ dài, kích thước khác nhau về sông chính là đồng thời. Mô phỏng như vậy là không sát với thực tế, mô hình MARINE đã khắc phục bằng cách chia nhỏ lưu vực. Trong nghiên cứu của Denis Dartus và David Labat đã chỉ ra: Khi diện tích lưu vực lớn hơn 1km², dòng chảy bề mặt được tập trung vào một mạng lưới sông [7]. Để mô phỏng dòng chảy trong sông suối, Bessière đã mô phỏng dòng chảy suối bằng phương trình xấp xỉ Sóng động học trong mô hình MARINE [8]. Theo quan điểm của Bessière, nếu chỉ mô phỏng sông chính mà vẫn sát với thực tế thì lưu vực phải nhỏ hơn 1km². Để khắc phục nhược điểm này, nghiên cứu xây dựng thêm thủ tục (Proceduce Q3D) cài vào mô hình MARINE để tính toán dòng chảy cho mạng lưới sông, bao gồm cả sông chính và các sông nhánh (Hình 3). Mỗi đoạn của từng nhánh sông trong mạng lưới

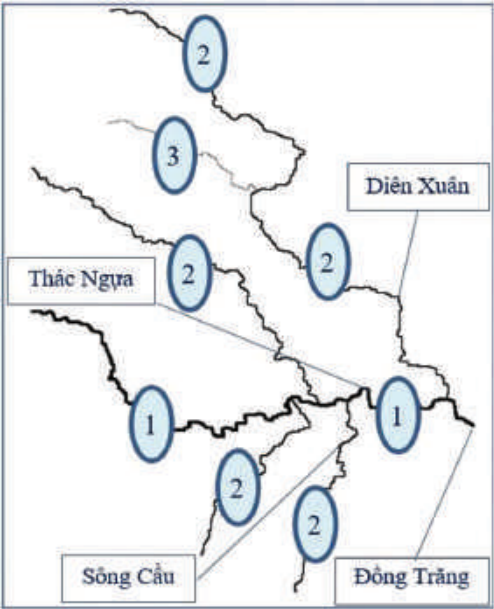
sông đã được diễn toán bằng mô hình Sóng động học một chiều Tuyến tính. Đây là cơ sở để tích hợp mô hình MARINE và mô hình Sóng động học một chiều Phi tuyến cho mạng lưới sông.

Mô hình Sóng động học một chiều Phi tuyến cho một nhánh sông được xây dựng từ phương trình (2.10) và giải bằng phương pháp lặp Newton [1, 19]. Xây dựng và tích hợp mô hình Sóng động học một chiều Phi tuyến vào mô hình MARINE. Mô hình này sử dụng mô hình Sóng động học một chiều Tuyến tính để làm điều kiện ban đầu giúp bài toán của mô hình Phi tuyến nhanh hội tụ, giảm bước lặp trong quá trình giải

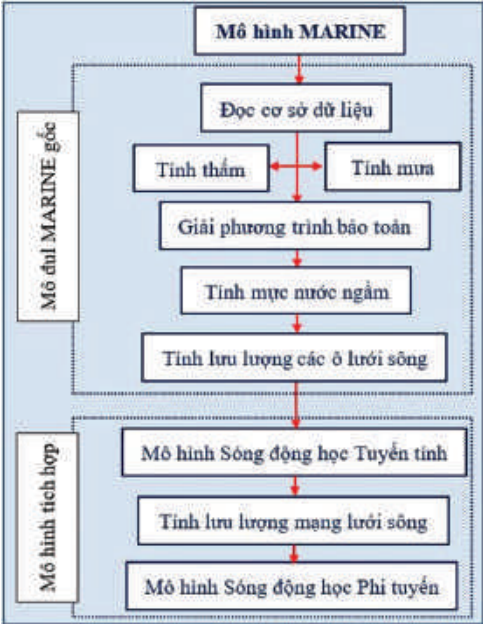
hệ phương trình Saint Venant. Áp dụng phương pháp phân cấp sông và mô hình Phi tuyến này để mô phỏng dòng chảy cho một mạng lưới sông. Phương pháp phân cấp sông theo thứ tự như sau: Sông chính có số thứ tự là 1 (sông cấp 1), sông đổ trực tiếp vào sông cấp 1 là sông cấp 2 (số thứ tự là 2), sông đổ trực tiếp vào sông cấp 2 là sông cấp 3 (thứ tự là 3),... quá trình phân cấp sông như trên được tiếp tục cho đến cấp sông cuối cùng được đưa vào tính toán trong mô hình (Hình 1). Áp dụng sơ đồ phân cấp trên cho lưu vực sông Cái Nha Trang được thể hiện trong Hình 2.



Hình 1. Sơ đồ phân cấp lưới sông



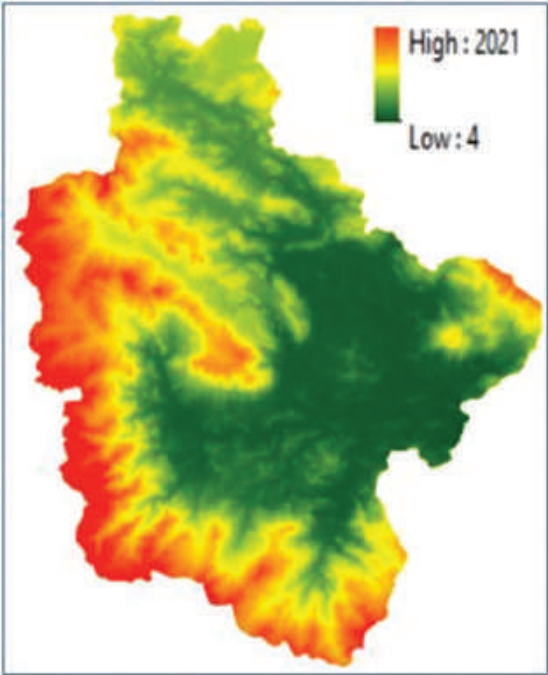
Hình 2. Phân cấp sông Cái Nha Trang



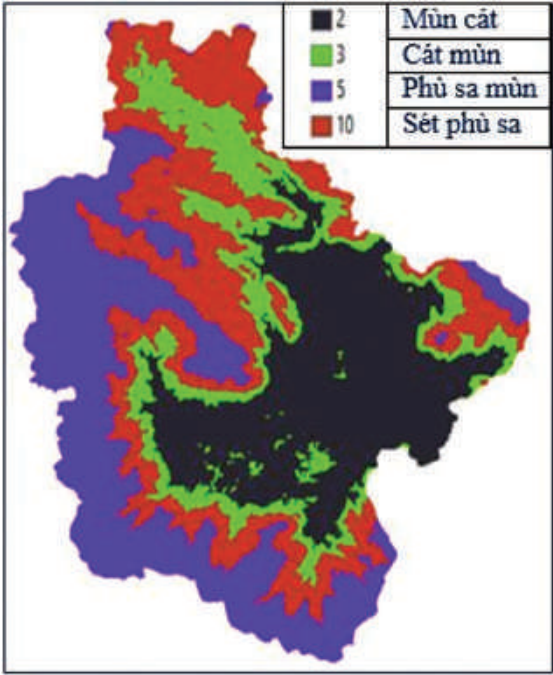
Hình 3. Sơ đồ tích hợp bộ mô hình

3.2. Ứng dụng thử nghiệm trên lưu vực sông Cái Nha Trang

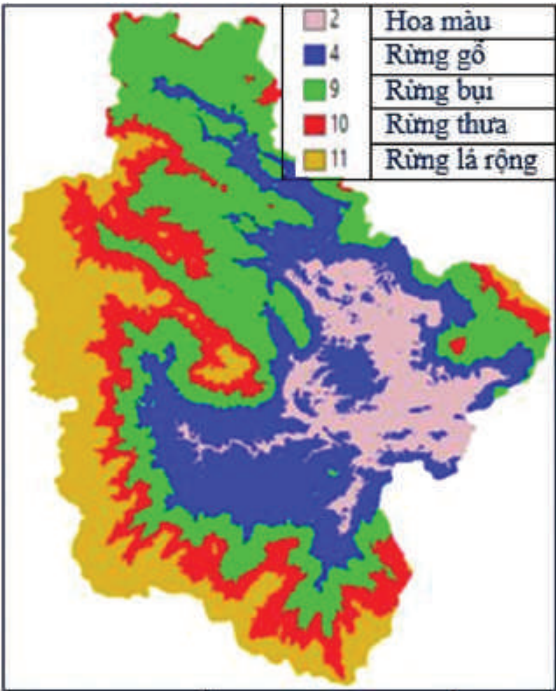
Bộ mô hình tích hợp được ứng dụng thử nghiệm trên lưu vực sông Cái Nha Trang. Để sử



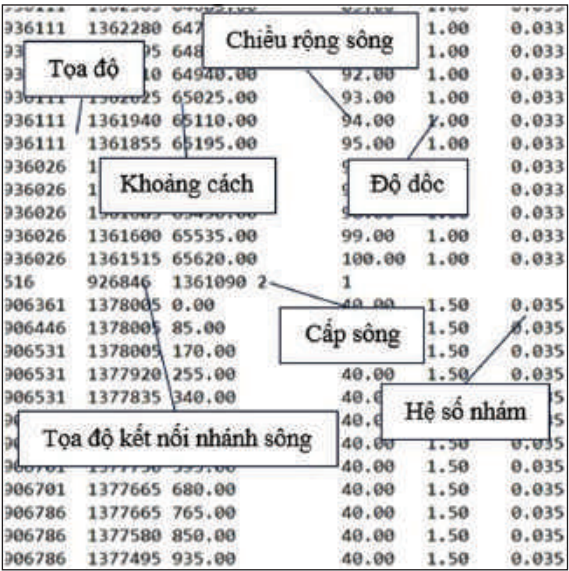
Hình 4. Bản đồ DEM sông Cái đến trạm Đồng Trăng



Hình 5. Bản đồ đất sông Cái đến trạm Đồng Trăng



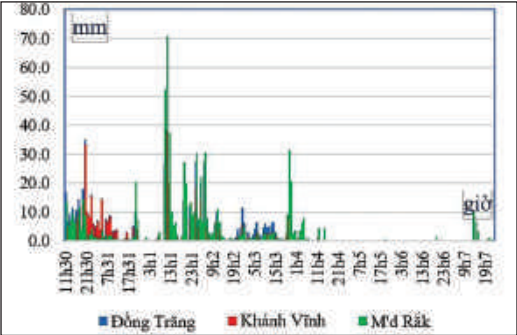
Hình 6. Bản đồ rừng sông Cái đến trạm Đồng Trăng



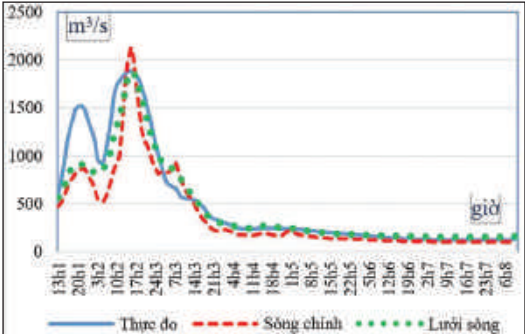
Hình 7. Cấu trúc file thủy lực lưới sông

Mỗi ô lưới nhận dữ liệu từ các bản đồ trên, lượng mưa các ô nhận được từ các trạm mưa gồm: Trạm thủy văn Đồng Trăng, điểm đo mưa Khánh Sơn, trạm khí tượng M'đ Rắc trong phạm vi đa giác Theissen mà trạm mưa khống chế. Bản đồ mưa phân bố là lượng mưa phân bố không gian theo đa giác Theissen trên, mỗi thời điểm của lượng mưa xây dựng được một bản đồ như trên. Do đó lượng mưa đầu vào là một bộ nhiều lớp bản đồ phân bố mưa theo thời gian.

Mô hình Sóng động học một chiều Tuyến



Hình 8. Lượng mưa thời đoạn 1 giờ
trận lũ lớn nhất năm 2010

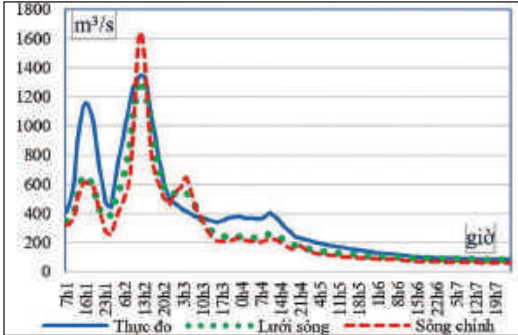


Hình 10. So sánh đường quá trình lưu lượng
trạm thủy văn Đồng Trăng

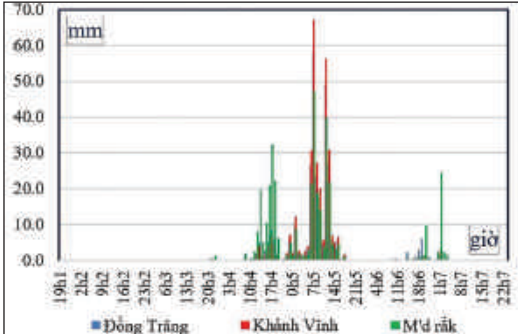
Nghiên cứu sử dụng lượng mưa thời đoạn 1 giờ các trạm thủy văn Đồng Trăng, điểm đo mưa Khánh Sơn, trạm khí tượng M'đ Rắc từ 11h ngày 30/10 đến 23h ngày 07/11 năm 2010 [5] để hiệu chỉnh và thử nghiệm. Kết quả tính toán được trích xuất cho các vị trí Thác Ngựa và trạm Đồng Trăng (Hình 2).

Số liệu này cũng sử dụng để so sánh trong trường hợp mô phỏng cho toàn bộ mạng lưới sông và chỉ mô phỏng cho sông chính (sông cấp 1). Trường hợp chỉ mô phỏng trên sông chính,

tính và Phi tuyến được thiết lập trên cơ sở mạng lưới thủy lực như đã phân cấp sông (Hình 2). Nhánh sông gồm nhiều điểm nối với nhau được xác định bằng tọa độ, khoảng cách cộng dồn từ thượng lưu về hạ lưu. Tại mỗi điểm sông được tính toán độ dốc sông, hệ số nhám Manning (n), chiều rộng sông. Dữ liệu độ dốc sông được tính xấp xỉ với độ dốc địa hình dựa trên bản đồ DEM, chiều rộng sông được đo trên ảnh viễn thám và kết hợp với bảng tra thủy lực M.F. Xripnut để xác định hệ số nhám Manning.



Hình 9. So sánh đường quá trình lưu lượng
vị trí Thác Ngựa



Hình 11. Lượng mưa trận lũ lớn nhất
năm 2009

đường quá trình rất dốc, mô phỏng lũ lên nhanh, xuống nhanh. Trong trường hợp này, dòng chảy những đoạn có sông được mô phỏng bằng dòng chảy sườn dốc, không mô phỏng được hiện tượngбет sóng lũ khi truyền trong sông. Trường hợp mô phỏng cho cả mạng lưới sông cho đường quá trình sát với đường thực đo hơn, có hiện tượngбет sóng lũ khi truyền trong sông được mô phỏng bằng mô hình Sóng động của các nhánh sông. Đánh giá chất lượng mô phỏng bằng chỉ tiêu Nash tại trạm Thác Ngựa đối với

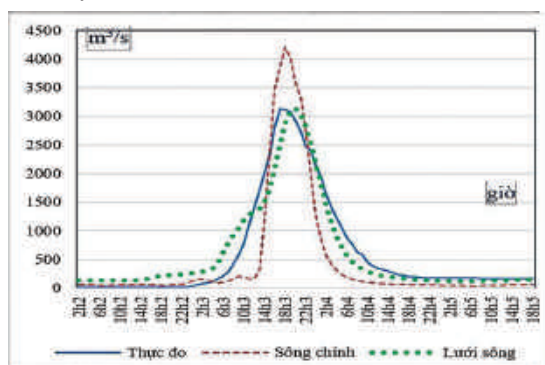
trường hợp chỉ có sông chính đạt 72,4%, trường hợp mạng lưới sông đạt 83,7%; tại trạm thủy văn Đồng Trăng đối với trường hợp chỉ có sông chính đạt 79,5%, đối với mạng lưới sông đạt 90,9%.

Bộ mô hình tích hợp với các thông số đã được hiệu chỉnh từ trận lũ đồng bộ năm 2010 được kiểm định với trận lũ lớn nhất năm 2009 (19h/1/11-23h/7/11), 2013 (1h/5/11-23h/10/11) và 2016 (01/11-8/11); số liệu thực đo các trạm Đồng Trăng, Khánh Vĩnh và M'đ Rắc do Tổng cục Khí tượng Thủy văn quản lý. Lượng mưa thời đoạn 1 giờ các trạm trên được sử dụng để kiểm định cho trạm thủy văn Đồng Trăng. Đánh giá chất lượng mô phỏng cho trường hợp chỉ có sông chính và mạng lưới sông tương ứng với trận lũ năm 2009 là 74,4% và 93,2%; trận lũ năm 2013 là 73,7% và 82,2%; trận lũ năm 2016 là 78,3% và 82,7%.

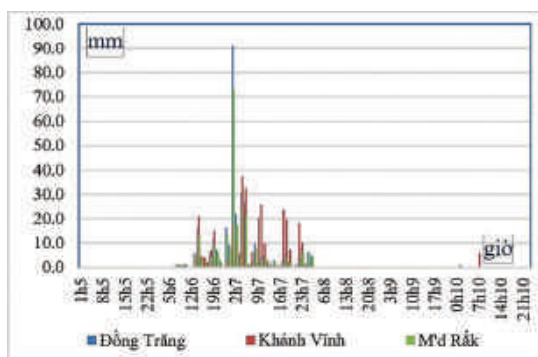
Trận lũ năm 2010 đo đạc được đồng bộ ở nhiều trạm trên sông Cái nên dữ liệu khá chi tiết để hiệu chỉnh đồng thời cũng cho kết quả ban đầu về hiệu quả của tích hợp mô hình Sóng động học một chiều Tuyến tính vào MARINE. Từ trận mưa lũ năm

2010 đã tính toán dòng chảy các đoạn sông từ các ô lưới bằng hai trường hợp là cộng dồn và sử dụng mô hình Sóng động học. Từ kết quả tính toán hai trường hợp cho các đoạn sông và sau đó cùng sử dụng mô hình Sóng động học một chiều Phi tuyến để mô phỏng cho mạng lưới sông, trích xuất kết quả tại vị trí Diên Xuân, Sông Cầu (Hình 2) cho kết quả được thể hiện trong các hình dưới đây.

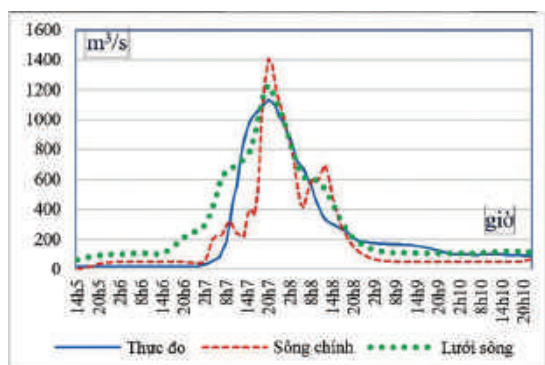
So sánh kết quả tính toán dòng chảy các đoạn sông bằng phương pháp cộng dồn và mô hình Sóng động học một chiều tuyến tính tại vị trí Diên Xuân và Sông Cầu cho thấy đỉnh lũ tính bằng cộng dồn tăng nhanh, cường suất lũ lớn so với đường thực đo và đường lưu lượng tính bằng mô hình Sóng động học. Đường quá trình lưu lượng tính bằng Sóng động học khớp với đường thực đo hơn đường lưu lượng tính cộng dồn. Chất lượng mô phỏng theo chỉ tiêu Nash bằng mô hình Sóng động học tại Diên Xuân đạt 89,9%, tại Sông Cầu đạt 84,6%; bằng cách tính cộng dồn tại Diên Xuân đạt 83,5%, tại Sông Cầu đạt 71,8%.



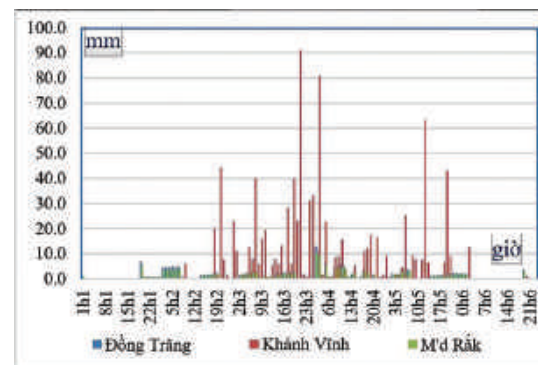
Hình 12. So sánh đường quá trình lưu lượng năm 2009



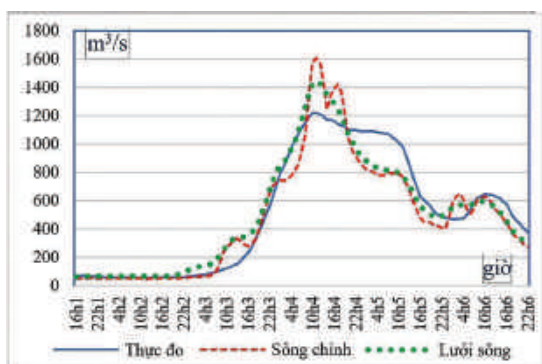
Hình 13. Lượng mưa trận lũ lớn nhất năm 2013



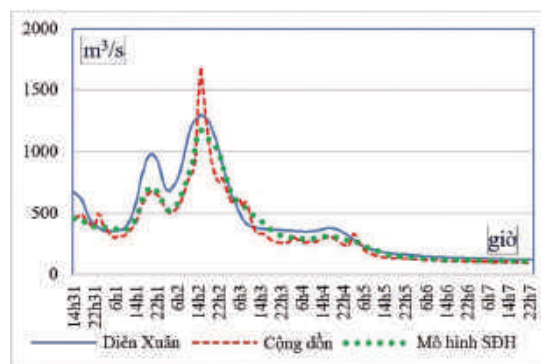
Hình 14. So sánh đường quá trình lưu lượng năm 2013



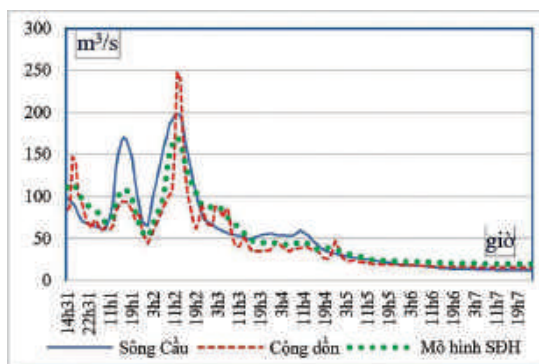
Hình 15. Lượng mưa trận lũ lớn nhất năm 2016



Hình 16. Lượng mưa trận lũ lớn nhất năm 2016



Hình 17. So sánh quá trình lưu lượng vị trí Diên Xuân trận lũ năm 2010



Hình 18. So sánh quá trình lưu lượng vị trí sông Cầu trận lũ năm 2010

4. Kết luận

Tích hợp mô hình toán để hoàn thiện mô phỏng dòng chảy trên lưu vực sông là cần thiết, trong đó có mô hình MARINE. Nghiên cứu tích hợp được mô hình Sóng động học một chiều vào mô hình MARINE để hoàn thiện, nâng cao chất lượng mô phỏng và áp dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Cái Nha Trang. Tuy nhiên, đây mới chỉ là kết quả ban đầu và mới áp dụng thử nghiệm cho một lưu vực sông, do đó cần thêm thử nghiệm cho các lưu vực khác.

Mỗi mô hình thành phần trong mô hình tích hợp đảm nhận một chức năng mô phỏng của một thành phần trong các quá trình phức tạp của dòng chảy lưu vực sông. Do đó cần phải có số liệu chi tiết, nhiều trạm đo để hiệu chỉnh và kiểm định từng mô hình thành phần. Nghiên cứu sử dụng số liệu của trận lũ quan trắc đồng bộ năm 2010 trên lưu vực sông Cái Nha Trang để hiệu chỉnh các mô hình thành phần. Tuy nhiên, việc đo chi tiết, đồng bộ số liệu là rất khó khăn

và với một bộ số liệu là chưa đủ tin cậy, do đó cần đầu tư thêm các nghiên cứu tương tự.

Tích hợp mô hình Sóng động học một chiều vào mô hình MARINE giúp thiết lập mô hình đơn giản hơn, giảm bớt việc chia nhỏ lưu vực. Do đó sử dụng mô hình đơn giản hơn, giúp nâng cao hiệu quả ứng dụng.

Quá trình tích hợp trên đã chỉnh sửa mã nguồn mô hình MARINE nhưng không làm mất gốc và vẫn giữ nguyên bản mô phỏng dòng chảy sườn dốc. Tích hợp chỉ là bổ sung, hoàn thiện phần còn thiếu của mô hình.

Trước đây đã có nghiên cứu kết nối mô hình MARINE và sóng động lực (IMECH1D), về lý thuyết tốt hơn mô hình sóng động học. Tuy nhiên, sử dụng mô hình Sóng động lực cần phải đo mặt cắt ngang, trong khi đó việc đo mặt cắt ngang ở thượng nguồn các sông là rất khó khăn, thậm chí không thể đo. Do đó tích hợp mô hình MARINE và Sóng động học có tính khả thi, thực tế hơn.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bùi Văn Chanh, Trần Ngọc Anh, Lương Tuấn Anh (2019), “Mô phỏng dòng chảy trong sông bằng sóng động học một chiều phi tuyến”, *Tạp chí Đại học Quốc gia Hà Nội, Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 32 (số 3S), tr.14-19.
2. Nguyễn Lan Châu (2006), *Báo cáo tổng kết đề tài: Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo lũ lụt phục vụ điều tiết hồ Hòa Bình trong công tác phòng chống lũ lụt*, Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương chủ trì, Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ quản.
3. Nguyễn Văn Điệp (2004), *Báo cáo tổng kết đề tài: Nghiên cứu cơ sở khoa học cho các giải pháp tổng thể dự báo phòng tránh lũ lụt ở đồng bằng sông Hồng*, Viện Cơ học chủ trì, Bộ Khoa học Công nghệ chủ quản.
4. Bùi Đình Lập (2016), *Báo cáo tổng kết đề tài: Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo dòng chảy lũ đến các hồ chứa lớn trên hệ thống sông Hồng*, Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương chủ trì, Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ quản.
5. Nguyễn Văn Lý (2010), *Báo cáo tổng kết dự án: Lập bản đồ ngập lụt lưu vực sông Dinh Ninh Hòa và sông Cái Nha Trang*, Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ chủ trì, Chi cục Thủy lợi Khánh Hòa chủ quản.

Tài liệu tiếng Anh

6. Aminul Islam Md., Nuzhat Nueery Haque, Abdul Halim Dr. Md.(2013), *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)* e-ISSN: 2278-1684,p-ISSN: 2320-334X, Volume 9, Issue 6 (Nov. - Dec. 2013), PP 55-60.
7. Denis Dartus & David Labat (2008), *Assimilation de données variationnelle pour la modélisation hydrologique distribuée des crues à cinétique rapide*, Doctorat de l'Université de Toulouse.
8. Estupina Borrell V., Dartus D. and Ababou R. (2006), “Flash flood modeling with the MARINE hydrological distributed model”, *Journal Hydrology and Earth System Sciences*, V3, p.3397–3438.
9. Garambois P. A., Roux H., Larnier K., Labat D., Dartusbc D. (2015), “Parameter regionalization for a process-oriented distributed model dedicated to flash floods”, *Journal of Hydrology*, Volume 525, June 2015, Pages 383-399.
10. Gokmen Tayfur and Vijay P. Singh, *Kinematic wave model of bed profiles in alluvial channels*, Water Resources Research, Vol. 42, 2006.19 9
11. Hélène Bessière & Hélène Roux, Denis Dartus (2008), “Estimation de paramètres et assimilation variationnelle de données pour un modèle hydrologique distribué dédié aux crues éclair”, *Les 7èmes journées scientifiques et techniques du CETMEF – Paris – 8, 9 et 10 décembre 2008*.
12. Hossain M. M. & Ferdous J. Ema (2013), “Solution of Kinematic Wave Equation Using Finite Difference Method and Finite Element Method”, *Global Journal of Science Frontier Research Mathematics and Decision Sciences*, Volume 13 Issue 6 Version 1.0 Year 2013.
13. Jaccvkis P. M., Tabak E. G.(1996), *A Kinematic Wave Model for Rivers with Flood Plains and Other Irregular Geometries*, Elsevier Science Ltd Printed in Great Britain, Modelling Vol. 24, No. 11, pp. 1-21.
14. Jacques Chorda & Denis Dartus (2005), *Prévision des crues éclair Flash-flood anticipation*, Comptes Rendus Geoscience, Volume 337, Issue 13, September–October 2005, Pages 1109-1119.
15. Jeffrey E. Miller (1984), *Basic Concepts of Kinematic-Wave Models*, U.S. Geological Survey Professional Paper 1302.
16. Mohammed Abdel Fattah, Sameh A. Kantoush, Mohamed Saber and Tetsuya Sumi (2018), “Rainfall runoff Modeling for extrame flash floods in Wadi Samail (Oman)”, *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), Vol. 74, No. 5, I_691-I_696.

17. Nwaogazie L., *Kinematic-wave simulation program for natural rivers*, Advances in Engineering Software (1978), Volume 8, Issue 1, January 1986, Pages 32-45.
18. Simons D. B., Li R. M. and Stevens M. A. (1975), *Development of models for prediction water and sediment routing and yield from storms on small watershed*, Colo. State Univ. Rep. CER74-75DBS-RML-MAS24. Prepared for USDA For.Serv., Rocky Mt. For. and Range Exp. Stn., Flagstaff, Ariz.
19. Techow V., Maidment D. R., Mays L. W. (1988), *Applied Hydrology*, New York: McGraw-Hill, c1988.
20. Thanh Son Nguyen, Tuan Anh Luong, Huu Dung Luong, Hong Thai Tran (2016), *A finite element one-dimensional kinematic wave rainfall-runoff model*, Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering.
21. Tien Cuong Nguyen, Thu Phuong Trinh (2008), "Forecasting the discharge into Hoa Binh reservoir by applying the connecting model MARINE - IMECH1D", *Viet Nam Journal of Mechanics*, VAST, Vol. 30, No. 3 (2008), pp. 149 - 157.
22. Van Lai H., Van Diep N., Cuong N. T. & Phong N. H. (2009), *Coupling hydrological-hydraulic models for extreme flood simulating and forecasting on the North Central Coast of Vietnam*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol 124, WIT Press, ISSN 1743-3541.

INTEGRATING EXPERIMENTING OF MARINE MODEL AND ONE DIMENSION KINEMATIC WAVE MODEL ON CAI NHA TRANG RIVER BASIN

Bui Van Chanh⁽¹⁾, Tran Ngoc Anh⁽²⁾

⁽¹⁾*Southern Central Region Hydro-Meteorology Center, VMHA*

⁽²⁾*VNU University of Science*

Received: 22/4/2020; Accepted: 18/5/2020

Abstract: *MARINE model is a hydrological parametric distribution model developed by Toulouse Institute of Fluid Mechanics (France) and used in many countries. The model has been applied in Viet Nam since 2001 as part of the FLOCODS project, used in projections in the Da river basin. MARINE model is a physical distribution model of rainfall-runoff model, simulating flood flow on steep slopes but the flow calculation in the river is not complete, other models need to be used to simulate. There have been a number of studies using the Muskingum, Muskingum Cunge and IMECH1D one dimension hydraulic model to connect the flow simulation in the river, but some issues need to be further improved. In this research, we present some solutions to integrate MARINE model and one-dimension Kinematic model to improve the quality of MARINE simulation model and supplement the flow calculation in the river. In particular, the linear one-dimensional Kinematic wave model has been developed to calculate the flow for the river sections in the MARINE model and to be the initial condition for the non-linear Kinematic wave model, improving MARINE to calculate flow of many tributaries as the basis for integration with the non-linear Kinematic wave model for the river network. The integrated model set tested on the Cai Nha Trang river basin shows that it is easy to operate and gives better simulation results.*

Keywords: *MARINE model, Kinematic wave, Cai Nha Trang river basin.*

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE-NAM DỰ BÁO CÁC ĐẶC TRƯNG TÀI NGUYÊN NƯỚC TRONG LƯU VỰC SÔNG BA

Lương Hữu Dũng⁽¹⁾, Chu Nguyễn Ngọc Sơn⁽¹⁾, Trần Đức Thiện⁽²⁾, Doãn Huy Phương⁽¹⁾

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

⁽²⁾Viện Khoa học Tài nguyên nước

Ngày nhận bài 6/5/2020; ngày chuyển phản biện 7/5/2020; ngày chấp nhận đăng 29/5/2020

Tóm tắt: Bài báo xây dựng mô hình dự báo đặc trưng tổng lượng dòng chảy trung bình 5 và 10 ngày trên lưu vực sông Ba trong mùa lũ và mùa cạn. Mô hình MIKE-NAM được sử dụng để thiết lập mối quan hệ giữa các yếu tố khí tượng, thủy văn với các đặc trưng dự báo tài nguyên nước. Mô hình được xây dựng cho hai trạm thủy văn An Khê và Củng Sơn và dòng chảy đến hồ Ayun Hạ. Kết quả dự báo thử nghiệm mùa lũ và cạn năm 2017 cho thấy mô hình dự báo tại hai trạm An Khê và Củng Sơn cho sai số tổng lượng nhìn chung đạt yêu cầu (dưới 25%) ở các thời đoạn dự báo, đặc biệt là vào mùa lũ và trạm Củng Sơn.

Từ khóa: Mô hình MIKE-NAM, sông Ba, dự báo tài nguyên nước.

1. Giới thiệu

Xác định và dự báo tài nguyên nước là một bài toán mang tính đa ngành, phức tạp, thể hiện mối liên quan chặt chẽ giữa các yếu tố khí tượng, khí hậu và thủy văn. Vấn đề đánh giá và xác định nguồn tài nguyên nước trong quá khứ và tương lai đã trở thành vấn đề quan trọng trong quản lý tổng hợp tài nguyên nước. Từ những năm 1960 Tổ chức Khí tượng thế giới WMO đã có các chương trình liên quốc gia về đánh giá và dự báo tài nguyên nước nhằm có những kế hoạch quản lý tổng hợp và phân bổ nguồn nước giữa các lưu vực sông một cách hợp lý. Năm 1994, Tổ chức Khí tượng thế giới WMO đã xuất bản cuốn sách “*Hướng dẫn thủy văn thực hành - Guide to hydrological practices*” [3], trong chương 50 đã nêu rõ: Đánh giá tài nguyên nước bao gồm cả lượng nước mưa, nước mặt, nước ngầm, nước bốc thoát hơi và chất lơ lửng. Các trị số đặc trưng thể hiện tiềm năng nguồn nước sông trên lưu vực gồm có: Trị số trung bình năm, tháng và mùa, các trị số lớn nhất, nhỏ nhất, tần suất dòng chảy theo mùa lũ, mùa cạn,...

Hiện nay, vấn đề dự báo tài nguyên nước đã

được quan tâm ở nhiều quốc gia trên thế giới như Mỹ, Nhật, Trung Quốc,... Đặc biệt tại quốc gia phát triển nhất thế giới về khí tượng thủy văn như Mỹ, các thông tin dự báo về tài nguyên nước, cảnh báo hạn hán tại các lưu vực sông trên toàn quốc được cập nhật thường xuyên và đưa lên các website của Trung tâm Dự báo Khí tượng Quốc Gia, thuộc Cục Quản lý khí quyển và Đại Dương Hoa Kỳ - NOAA.

Ở Việt Nam, trong những năm gần đây vấn đề này rất được quan tâm bởi đòi hỏi phải đảm bảo nguồn nước cho sự phát triển về kinh tế - xã hội của các vùng và tỉnh, thành phố. Từ những năm 1960 đã có những nghiên cứu về các vấn đề xác định tổng lượng nước, dự báo thủy văn. Theo thời gian vấn đề dự báo càng được đầu tư nghiên cứu, nhiều đơn vị, viện nghiên cứu, trường đại học cùng thực hiện nghiên cứu nhằm phục vụ khai thác hiệu quả nguồn nước. Vì thế vấn đề dự báo thủy văn, tài nguyên nước luôn là vấn đề cần nghiên cứu, nhất là khi ở các lưu vực sông, hình thức khai thác là đa dạng, thay đổi thường xuyên, nhiều hồ chứa và công trình chuyển nước được xây dựng, nhiều mâu thuẫn sử dụng nước nảy sinh.

Vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên là 2 vùng có nhiều hồ chứa thủy lợi, thủy điện, vì thế tại hầu hết các con sông lớn thuộc vùng đã bị

Liên hệ tác giả: Lương Hữu Dũng
Email: dungluonghuu@gmail.com

điều tiết bởi các hồ [2, 1]. Hình thức sử dụng nước tại các vùng này rất đa dạng, bao gồm dân sinh, nông nghiệp, công nghiệp, dịch vụ; Hệ thống cấp nước với nhiều loại hình khác nhau, các đập dâng (Thạch Nham ở Quảng Ngãi; Đập Văn Phong, Thạch Đền, Thạch Hòa ở Bình định; Đồng Cam ở Phú Yên,...), các hồ chứa có cả thủy lợi, thủy điện (nhiều công trình chuyển nước sang lưu vực khác như hồ An Khê, Ayun Hạ và sông Hinh trên sông Ba, hồ ĐakMi trên sông Vu Gia,...). Trong các lưu vực trên, lưu vực sông Ba là lưu vực có tương đối đầy đủ các loại hình sử dụng và khai thác nguồn nước (hồ thủy điện, hồ thủy lợi, đập dâng, chuyển nước trong và ngoài lưu vực và các hộ dùng nước nông nghiệp, sinh hoạt, thủy điện, công nghiệp, dịch vụ ở cả thượng và hạ du). Nhu cầu sử dụng trên lưu vực phụ thuộc rất nhiều vào nguồn nước cấp từ các hồ. Vì thế vấn đề dự báo thủy văn và tài nguyên nước lại càng trở nên cần thiết nhằm khai thác hiệu quả nguồn nước, có kế hoạch sử dụng

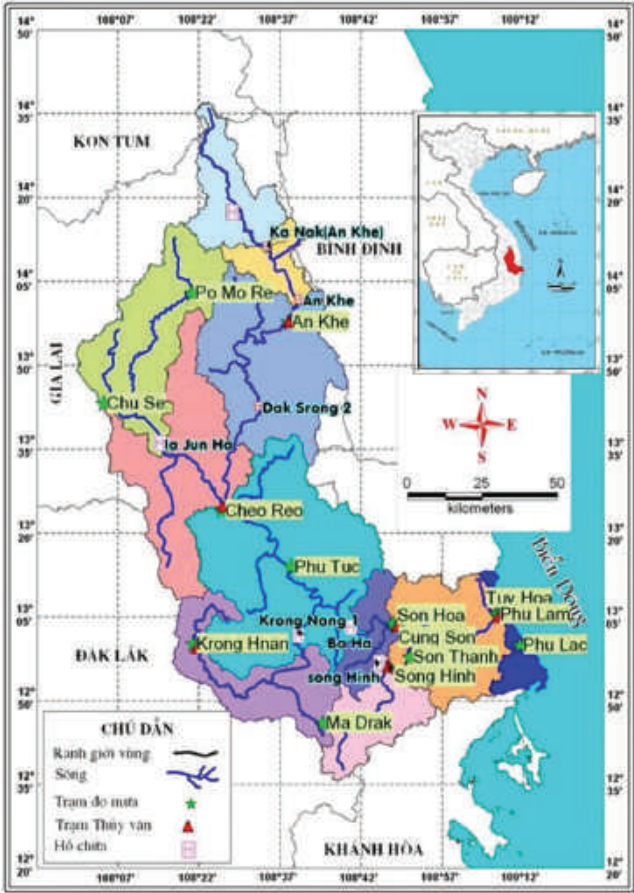
nước phù hợp.

Trong nghiên cứu này, các đặc trưng tài nguyên nước hạn vừa của vị trí trạm thủy văn An Khê, hồ Ayun Hạ và trạm Củng Sơn thuộc lưu vực sông Ba được dự báo thông qua mô hình MIKE-NAM.

2. Lưu vực nghiên cứu

Sông Ba bắt nguồn từ đỉnh núi Ngọc Rô có độ cao 1.549m của dãy Trường Sơn. Từ thượng nguồn đến An Khê sông chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, sau đó chuyển hướng gần như Bắc - Nam cho đến Cheo Reo.

Từ đây sông Ba nhận thêm nhánh IaYun và lại chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam cho tới Củng Sơn, sau đó chảy theo hướng Tây - Đông ra tới biển. Tổng chiều dài sông chính là 374km. Từ nguồn đến cửa sông có nhiều sông nhánh và suối nhỏ đổ vào, bao gồm 36 phụ lưu cấp I, 54 phụ lưu cấp II và hàng trăm phụ lưu cấp III (Hình 1).



Hình 1. Bản đồ lưu vực sông Ba

3. Phương pháp và kết quả

Mô hình NAM được xây dựng để mô phỏng quá trình mưa rào - dòng chảy trên lưu vực sông Ba. Bộ thông số của mô hình được xác định sao cho đường quá trình lũ tính toán tại các trạm thủy văn An Khê, Ayun Hạ và Củng Sơn phù hợp với quá trình thực đo nhất.

Quá trình hiệu chỉnh nhằm xác định các thông số của mô hình để cho kết quả tính toán phù hợp nhất với số liệu thực đo. Việc hiệu chỉnh các thông số mô hình có thể được tiến hành bằng 2 phương pháp: Phương pháp thử sai hoặc phương pháp tối ưu. Trong nghiên cứu này, cả hai phương pháp được sử dụng để dò tìm bộ thông số cho lưu vực cần tính toán.

Quá trình hiệu chỉnh được thực hiện theo các nguyên tắc sau:

+ Hiệu chỉnh thông số mô hình theo các thời kỳ đầu mùa, giữa mùa và cuối mùa của mùa lũ và mùa cạn cho từng năm sẽ được các bộ thông số khác nhau.

+ Tính trung bình bộ thông số các năm theo từng thời kỳ tương ứng để được bộ thông số cuối cùng của từng thời kỳ.

- + Điều kiện ban đầu của mô hình được giả thiết

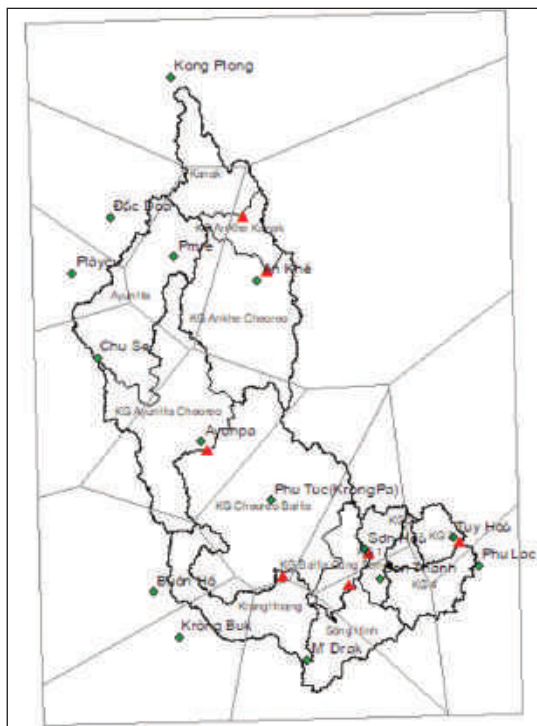
lấy các giá trị trong khoảng cho phép của thông số, từ quá trình hiệu chỉnh thông số sẽ hiệu chỉnh điều kiện ban đầu kèm theo nếu kết quả chưa tốt để mô hình mô phỏng tốt nhất quá trình dòng chảy trên lưu vực.

+ Việc hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình NAM được tiến hành tuân tự từ thượng lưu xuống. Đầu tiên, bộ thông số mô phỏng quá trình mưa rào, dòng chảy đến trạm An Khê được hiệu chỉnh và kiểm định. Sau đó, là đến mô hình mô phỏng dòng chảy đến hồ Ayun Hạ. Sau khi có bộ thông số của các lưu vực con đến An Khê và Ayun Hạ, tiến hành hiệu chỉnh, kiểm định bộ thông số mô hình của các lưu vực con thuộc khu giữa An Khê-Ayun Hạ-Củng Sơn với trạm thủy văn khống chế là Củng Sơn.

Bộ thông số tìm được sẽ được sử dụng để dự báo dòng chảy đến các vị trí từ số liệu dự báo khí tượng.

3.1. Thiết lập mô hình MIKE-NAM mô phỏng khu vực nghiên cứu

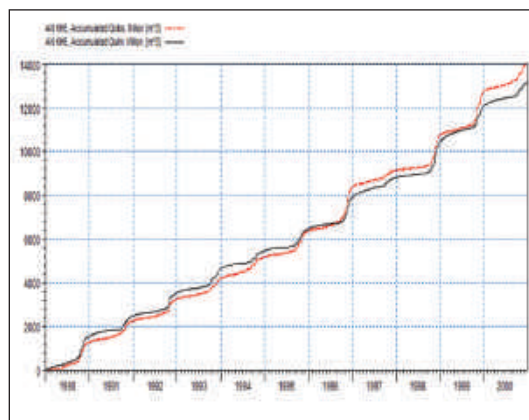
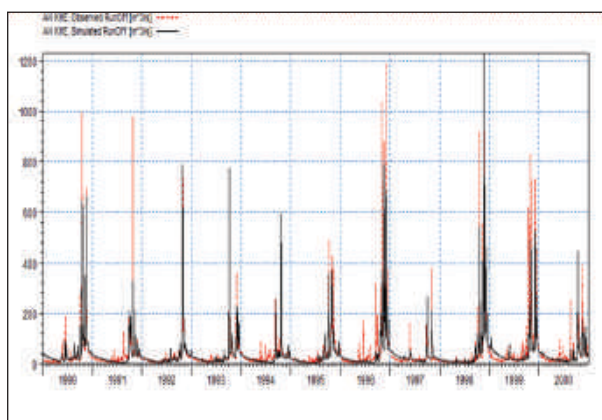
Lưu vực sông Ba được phân chia thành 12 lưu vực bộ phận và được khống chế bởi 16 trạm mưa như Hình 2. Các trạm mưa phân bố ở bên trong và cả bên ngoài lưu vực sông Ba được xác định trọng số dựa vào phương pháp đa giác Theissen (Hình 2).



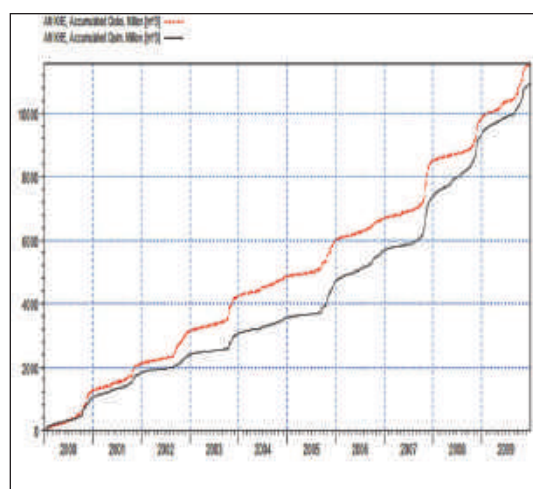
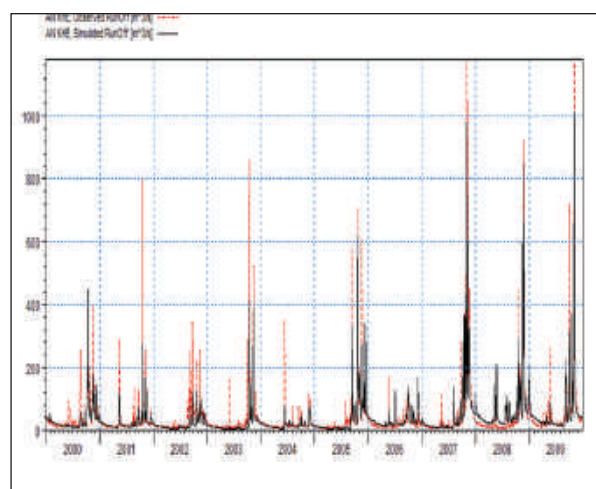
Hình 2. Các lưu vực ô nhiễm trên hệ thống sông Ba

Bảng 1. Trọng số các trạm mưa theo phương pháp đa giác Thiessen tại các lưu vực khống chế

Lưu vực con	Trạm mưa									
	An Khê	Pleiku	Cheo Reo	Pơ Mờ Rê	Chư Sê	Mdrak	Krong Pa	Buôn Hồ	Sơn Hòa	Krong Buk
An Khê	0,908	0	0	0,092						
Ayun Hạ	0	0,071	0,349	0,198	0,359	0	0	0,022	0	0
An Khê - Cheo Reo	0,065	0	0,349	0,513	0,043	0	0,037			
Sông Hinh	0	0	0	0	0	0,794	0	0	0,206	0
Krong Hnang	0	0	0,004	0	0	0,38	0,005	0,355	0	0,306
Cheo Reo - Củng Sơn	0	0	0,383	0	0	0	0,617	0	0	0
Ayun Hạ - Cheo Reo	0	0,071	0,349	0,198	0,359	0	0	0,022	0	0

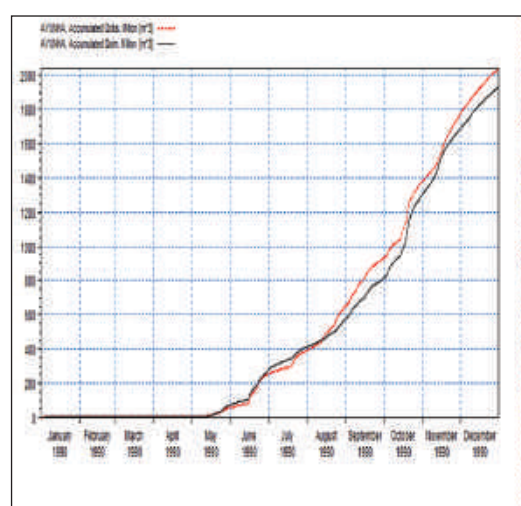
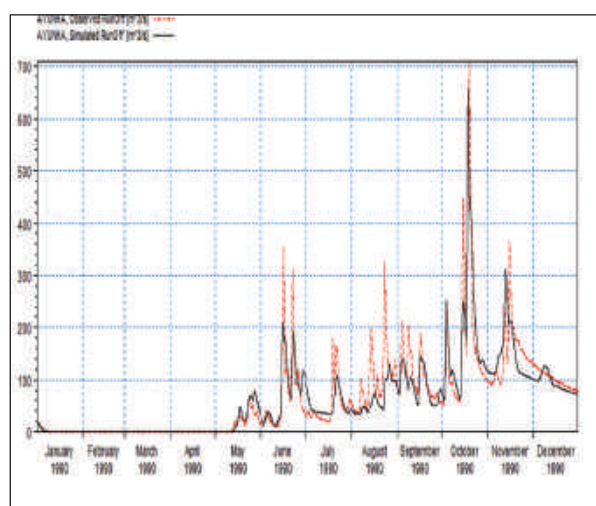


Kết quả hiệu chỉnh mô hình từ năm 1990-2000

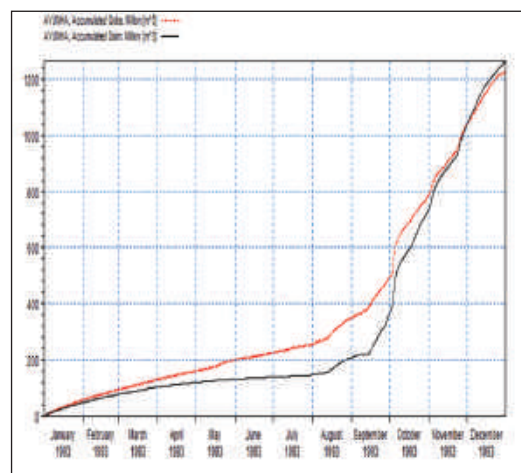
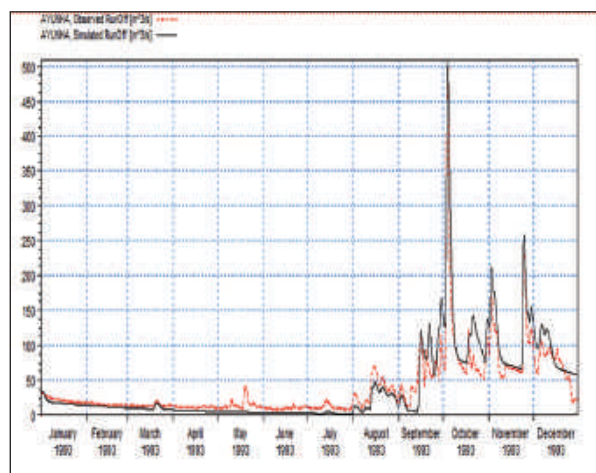


Kết quả kiểm định mô hình từ năm 2001-2009

Hình 3. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình tại trạm An Khê



Kết quả hiệu chỉnh mô hình năm 1990



Kết quả kiểm định mô hình năm 1993

Hình 4. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình tại trạm Ayun Hạ

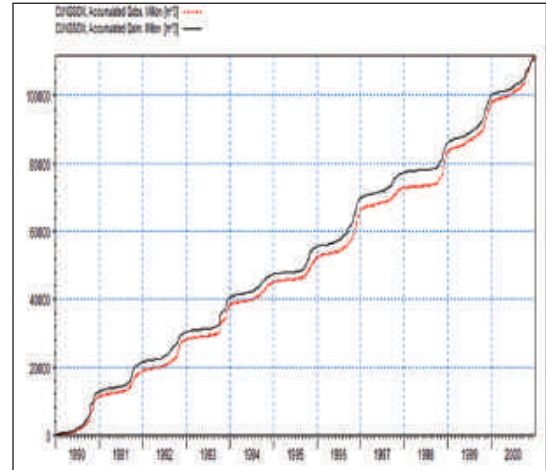
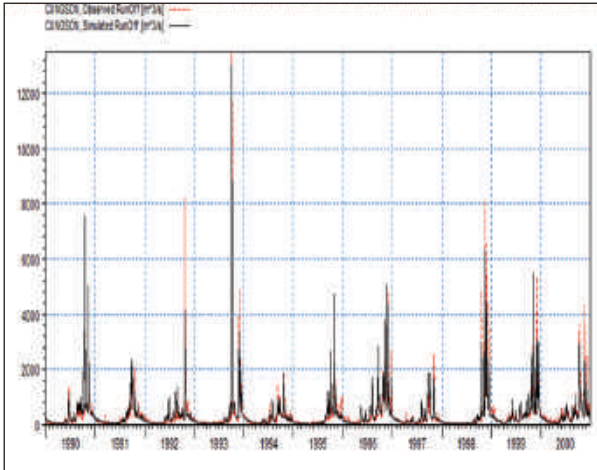
Bảng 2. Hệ số Nash hiệu chỉnh và kiểm định cho các lưu vực khống chế

Lưu vực khống chế	Hiệu Chỉnh	Kiểm Định
An Khê	0,81	0,76
Ayun Hạ	0,81	0,82
Củng Sơn	0,79	0,72

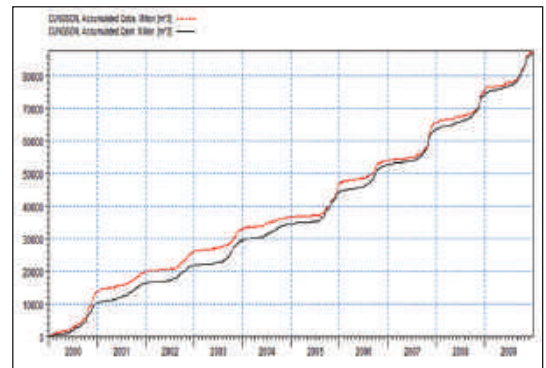
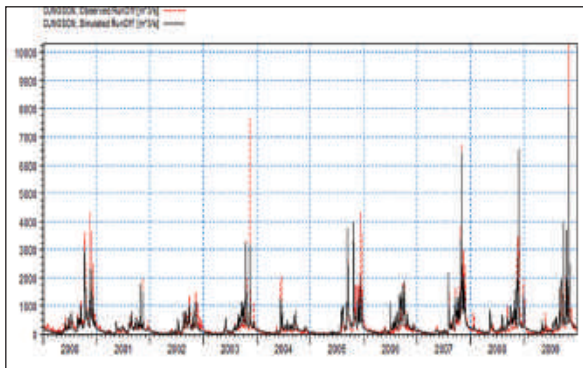
Bảng 3. Bộ thông số hiệu chỉnh

An Khê	Thông số	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG
	Giá trị	13,6	201	0,65	571	32,6	0,0743	0,364	0,0145
	Thông số	CKBF	Carea	Sy	GWLBF0	GWLBF1	Cqlow	Cklow	
	Giá trị	1538	1	0,1	10	0	0	10000	

Ayun Hạ	Thông số	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG
	Giá trị	13,9	106	0.183	203,9	19,8	0,0688	0,0998	0,264
	Thông số	CKBF	Carea	Sy	GWLBF0	GWLBF1	Cqlow	Cklow	
	Giá trị	2112	1	0,1	10	0	0	10000	
Củng Sơn	Thông số	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG
	Giá trị	14,9	152	0,918	108,5	30,8	0,84	0,238	0,0949
	Thông số	CKBF	Carea	Sy	GWLBF0	GWLBF1	Cqlow	Cklow	
	Giá trị	2656	1	0,1	10	0	0	10000	



Kết quả hiệu chỉnh mô hình từ năm 1990-2000



Kết quả kiểm định mô hình từ năm 2001-2009

Hình 5. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình tại trạm Củng Sơn

Quá trình hiệu chỉnh, kiểm định bộ thông số được thực hiện từng phần cho các lưu vực khống chế bởi An Khê, Ayun Hạ và Củng Sơn. Để hiệu chỉnh bộ thông số cho các lưu vực con phía trên trạm An Khê và Củng Sơn, số liệu lưu lượng ngày từ 01/01/1990 đến 31/12/2000 được sử dụng để hiệu chỉnh bộ thông số. Để kiểm định bộ thông số này, số liệu đo đạc từ 01/01/2001

đến 31/12/2009 được sử dụng (Hình 3-5).

Đối với các lưu vực con khống chế đến hồ Ayun Hạ, chỉ hiệu chỉnh bộ thông số của khu giữa từ An Khê đến Ayun Hạ. Do đặc điểm số liệu đo đạc, tiến hành hiệu chỉnh bộ thông số cho chuỗi dòng chảy ngày từ 01/01/1990 đến 31/12/1990 và kiểm định cho chuỗi từ 01/01/1993 đến 31/12/1993.

Sau khi thực hiện hiệu chỉnh, kiểm định theo các nguyên tắc trình bày ở trên, kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE-NAM cho các lưu vực khống chế An Khê, Ayun Hạ và Củng Sơn được thể hiện như Bảng 1-3.

Như vậy có thể thấy rằng mô hình MIKE-NAM xây dựng cho lưu vực sông Ba (tại 03 vị trí trạm thủy văn) đã mô phỏng được quá trình mưa rào - dòng chảy trên toàn lưu vực với kết quả khá tốt, hệ số Nash tại cả 3 trạm đều đạt yêu cầu (>0,7). Do đó, bộ thông số thu sau hiệu chỉnh kiểm định có thể được sử dụng để dự báo tài nguyên nước cho lưu vực sông Ba.

Bảng 4. Đánh giá kết quả dự báo dự báo tổng lượng dòng chảy cạn đến trạm thủy văn An Khê

Đặc trưng	Từ ngày 18/4/2017			Từ ngày 23/4/2017		
	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)
TB 5 ngày (10 ⁶ m ³)	0,96	0,55	42,71	0,85	1,25	47,91
TB 10 ngày (10 ⁶ m ³)	0,9	1	11,05	1,01	1,28	26,7
Đặc trưng	Từ ngày 28/4/2017					
	Thực đo		Tính toán		Sai số (%)	
TB 5 ngày (10 ⁶ m ³)	1,25		1,37		9,51	
TB 10 ngày (10 ⁶ m ³)	1,42		1,67		17,39	

Bảng 5. Đánh giá kết quả dự báo dự báo tổng lượng dòng chảy cạn đến trạm thủy văn Củng Sơn

Đặc trưng	Từ ngày 18/4/2017			Từ ngày 23/4/2017		
	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)
TB 5 ngày (10 ⁶ m ³)	3,7	4,4	19,3	5,2	8,1	54,8
TB 10 ngày (10 ⁶ m ³)	4,5	5,1	13,4	4,6	13,3	187,3
Đặc trưng	Từ ngày 28/4/2017					
	Thực đo		Tính toán		Sai số (%)	
TB 5 ngày (10 ⁶ m ³)	4,1		4,2		3,5	
TB 10 ngày (10 ⁶ m ³)	4,3		5,1		20,6	

Tại trạm An Khê, kết quả sai số dự báo trong mùa cạn năm 2017 (tính từ ngày 18/4) cho thấy tổng lượng trung bình 5 và 10 ngày cho sai số lớn hơn so với tổng lượng dòng chảy

3.2. Dự báo các đặc trưng tài nguyên nước trên lưu vực sông Ba

Để tiến hành dự báo thử nghiệm dòng chảy đến các trạm An Khê, Củng Sơn và hồ Ayun Hạ vào mùa cạn (tháng 4) và mùa lũ (tháng 9-10), nghiên cứu sử dụng kết quả dự báo mưa từ Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (IMHEN) và chuỗi số liệu bốc hơi tính trung bình từ các thời đoạn trước.

Dự báo dòng chảy mùa cạn

Kết quả dự báo thử nghiệm cho mùa cạn đến các trạm An Khê và Củng Sơn được thể hiện ở các Bảng 4-5.

đến Củng Sơn. Đối với trạm An Khê, dự báo dòng chảy trung bình 10 ngày tới cho kết quả tốt hơn so với dự báo 5 ngày tới. Trong khi đó, tại trạm Củng Sơn xu thế gần như ngược lại,

đặc biệt trong giai đoạn từ ngày 23/4/2017. Khi tiến hành so sánh với sai số dự báo mưa, có thể thấy rằng kết quả dự báo mưa được

sử dụng có xu hướng thiên lớn so với thực đo và lượng mưa càng lớn, sai số càng giảm (Bảng 6).

Bảng 6. Đánh giá sai số dự báo mưa mùa cạn tại một số trạm thuộc lưu vực

Thời đoạn dự báo	Củng Sơn			An Khê			Pơ Mư Rê		
	Thực đo	Tính toán	Sai số	Thực đo	Tính toán	Sai số	Thực đo	Tính toán	Sai số
	Dự báo tổng lượng mưa 5 ngày tới								
19-23/4	31,5	53,2	+	23,6	73,3	+	7	16	+
24-28/4	4,5	9,4	+	36,8	162,2	+	36,5	44,2	+
29/4-3/5	7,8	5,1	-	0,3	63,4	+	48	44	-
	Dự báo tổng lượng mưa 10 ngày tới								
19-28/4	36	62,6	+	60,4	235,5	+	43,5	60,2	+
29/4-3/5	12,3	14,5	+	37,1	225,5	+	84,5	88,3	+

Dự báo dòng chảy mùa lũ

Kết quả dự báo thử nghiệm cho mùa lũ tại 2 trạm An Khê và Củng Sơn được thể hiện ở Bảng 7 và Bảng 8.

Kết quả dự báo dòng chảy mùa lũ tại trạm An Khê đối với tổng lượng dòng chảy đến trung bình trong 5 và 10 ngày đạt kết quả khá tốt với sai số dưới 10% trong tháng 10. Tuy nhiên, thời đoạn dự báo từ ngày 11/10/2017 lại cho kết quả dự báo thiên lớn (gấp hơn 2 lần). Tại trạm Củng Sơn, sai số giữa dự báo và thực đo lớn hơn so với trạm An Khê. Kết quả dự báo phần lớn cho sai số trong khoảng

20-10% ở thời kỳ đầu tháng 9/2017. Từ ngày 12/9, dự báo tổng lượng dòng chảy 5 và 10 ngày cho kết quả thiên lớn từ 2 đến 3 lần. Để xác định được nguyên nhân gây nên tình trạng này, nghiên cứu tiến hành đối chiếu với sai số dự báo mưa (Bảng 9). Có thể thấy rằng, trong mùa lũ, kết quả dự báo mưa tại hầu hết các trạm trên lưu vực sông Ba có xu hướng thiên lớn so với thực đo. Tại trạm Củng Sơn, mưa dự báo lớn hơn từ 2 đến 4 lần so với thực đo. Đây có thể là lý do gây nên sai số trong dự báo tổng lượng dòng chảy tại Củng Sơn.

Bảng 7. Đánh giá kết quả dự báo dự báo tổng lượng dòng chảy lũ đến trạm thủy văn An Khê

Đặc trưng	Từ ngày 1/10/2017			Từ ngày 6/10/2017		
	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)
TB 5 ngày (10 ⁶ m ³)	1,59	1,64	2,56	1,65	1,56	5,32
TB 10 ngày (10 ⁶ m ³)	1,6	1,57	1,76	1,65	1,61	1,9
Đặc trưng	Từ ngày 11/10/2017			Từ ngày 16/10/2017		
	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)
TB 5 ngày (10 ⁶ m ³)	1,64	4,16	153,48	1,69	1,49	11,93
TB 10 ngày (10 ⁶ m ³)	1,67	3,88	132,42	1,7	1,56	8,04

Bảng 8. Đánh giá kết quả dự báo dự báo tổng lượng dòng chảy lũ đến trạm thủy văn Củng Sơn

Đặc trưng	Từ ngày 2/9/2017			Từ ngày 7/9/2017		
	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)
TB 5 ngày (10 ⁶ m ³)	25,4	18,2	28,3	15,45	12,07	21,88
TB 10 ngày (10 ⁶ m ³)	20,4	17,1	16,3	14,91	10,7	28,23
Đặc trưng	Từ ngày 12/9/2017			Từ ngày 17/9/2017		
	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)	Thực đo	Tính toán	Sai số (%)
TB 5 ngày (10 ⁶ m ³)	14,4	48,6	238,3	15,1	40,7	169,7
TB 10 ngày (10 ⁶ m ³)	14,7	37,2	152,3	15,4	43,7	184,2

Bảng 9. Đánh giá sai số dự báo mưa mùa lũ năm 2017 tại một số trạm thuộc lưu vực

Thời đoạn dự báo	Củng Sơn			An Khê			Pơ Mờ Rê		
	Thực đo	Tính toán	Sai số	Thực đo	Tính toán	Sai số	Thực đo	Tính toán	Sai số
	<i>Dự báo tổng lượng mưa 5 ngày tới</i>								
2-6/9	15,8	29,1	+	0,0	0,2	+	13,5	1,5	-
7-11/9	12,1	53,1	+	50,2	2,8	-	37,0	7,5	-
12-16/9	22,5	11,3	-	14,3	24,1	+	44,7	44,6	-
2-6/10	1,3	34,4	+	72,0	49,2	-	56,8	74,8	+
7-11/10	1,0	20,4	+	9,7	12,1	+	15,3	23,7	+
12-16/10	4,5	7,5	+	19,4	46,0	+	15,3	60,4	+
	<i>Dự báo tổng lượng mưa 10 ngày tới</i>								
2-11/9	27,9	82,1	+	50,2	3,0	-	50,5	9,0	-
12-21/9	22,5	11,3	-	14,3	24,1	+	44,7	44,6	-
2-11/10	2,3	54,9	+	81,7	19,4	-	72,1	98,5	+
12-21/10	49,5	27,1	-	64,5	7,5	-	29,0	150,7	+

4. Kết luận

Bài báo trình bày kết quả thử nghiệm mô hình MIKE-NAM cho việc dự báo đặc trưng tài nguyên nước mặt cho lưu vực sông Ba. Mô hình mô phỏng dòng chảy tại 3 trạm An Khê, Ayun Hạ và Củng Sơn được hiệu chỉnh và kiểm định với hệ số Nash khá lớn (0,7-0,8). Các đặc trưng tổng lượng dòng chảy tại hai trạm thủy văn An Khê và Củng Sơn đã được dự báo thử nghiệm cho mùa cạn và mùa lũ năm 2017. Kết quả dự báo cho thấy mô hình MIKE-NAM cho kết quả chấp nhận được với sai số tổng lượng dòng chảy nhỏ hơn 25% ở hầu hết các

giai đoạn dự báo, đặc biệt ở trạm An Khê vào mùa lũ và Củng Sơn và mùa cạn năm 2017. Tuy nhiên, xu thế chung của mô hình là cho kết quả dự báo dòng chảy thiên lớn so với thực đo, đặc biệt vào cuối tháng 10/2017. Sai số của kết quả nghiên cứu được bao gồm sai số mô hình toán và sai số từ dự báo mưa, đối với phương pháp dự báo từ các mô hình tất định, sự phụ thuộc của dự báo dòng chảy vào kết quả dự báo mưa là điều khó tránh khỏi. Nhược điểm này, có thể được khắc phục thông qua việc nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong dự báo mưa, dòng chảy.

Tài liệu tham khảo

1. Thủ tướng Chính phủ (2018), Quyết định số 878/QĐ-TTg, ngày 18/7/2018 ban hành về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Ba.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010), Báo cáo thực địa xác định các vấn đề lũ lụt và cấp nước hạ du trong xây dựng Quy trình vận hành liên hồ chứa trong mùa lũ và mùa cạn trên lưu vực sông Ba.
3. WMO, 2009, *Guide to hydrological practices*.

APPLYING MIKE-NAM MODEL TO FORECAST WATER RESOURCES PATTERNS, CASE STUDY BA RIVER BASIN

Luong Huu Dung⁽¹⁾, Chu Nguyen Ngoc Son⁽¹⁾, Tran Duc Thien⁽²⁾, Doan Huy Phuong⁽¹⁾

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

⁽²⁾Water Resources Institute

Received: 6/5/2020; Accepted: 29/5/2020

Summary: The paper develops a model to predict the total volume of flood flow and dry flow at hydrological stations in Ba River basin. The MIKE-NAM model is used to implement the relation between climatic and hydrological factors with the water resources patterns. The proposed model is applied to forecast flow to two stations An Khe and Cung Son and Ayun Ha reservoir. The forecasting results of the 2017 year show a promising applicability of the model with acceptable errors (lower than 25%) in most of studied periods especially in flood season and at Cung Son station.

Keywords: MIKE-NAM model, Ba river, water resources forecast.

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN CHẾ ĐỘ DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG BA

Lê Văn Quy⁽¹⁾, Phan Văn Thành⁽¹⁾, Mai Trọng Hoàng⁽¹⁾,
Lê Văn Tuất⁽²⁾, Phùng Ngọc Trường⁽²⁾

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

⁽²⁾Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình

Ngày nhận bài 21/4/2020; ngày chuyển phản biện 22/4/2020; ngày chấp nhận đăng 20/5/2020

Tóm tắt: Dựa trên công bố về kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) cho Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016, các yếu tố khí tượng, khí hậu cũng như chế độ thủy văn, dòng chảy trên lưu vực sông Ba sẽ chịu ảnh hưởng và có những biến đổi trong tương lai. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhiệt độ trung bình năm, lớn nhất và nhỏ nhất tại các trạm trên lưu vực có xu hướng tăng theo thời gian ở 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Xu thế biến đổi của nhiệt độ kéo theo lượng bốc hơi tăng lên, cũng như lượng mưa trung bình năm tại hầu hết các trạm mưa đều có xu hướng tăng so với lượng mưa trung bình năm của kịch bản nền. Tuy nhiên, sự biến đổi lượng mưa giữa các tháng và các mùa trong năm có xu hướng khác nhau. Cụ thể, lượng mưa tại các trạm có xu hướng tăng vào mùa hè, mùa thu và giảm vào mùa đông, mùa xuân; nhưng mức độ tăng giảm giữa các trạm trên lưu vực sông Ba có sự khác nhau. Kết quả tính toán dòng chảy trên lưu vực sông Ba theo các thời kỳ trong tương lai cho thấy dòng chảy có sự thay đổi theo các tháng của từng mùa. Kết quả, các kịch bản BĐKH tác động đến dòng chảy khá mạnh mẽ tại trạm An Khê và Củng Sơn với kịch bản RCP4.5 và RCP8.5, dòng chảy có xu hướng giảm vào mùa kiệt với mức giảm lưu lượng lớn nhất thường vào tháng VI, VII và có xu hướng tăng vào mùa lũ với mức tăng lưu lượng lớn nhất thường vào X, XI. Mức độ ảnh hưởng của BĐKH đến dòng chảy mùa cạn lớn hơn so với mùa lũ.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu (BĐKH), sông Ba, An Khê, Củng Sơn.

1. Mở đầu

Sông Ba là sông lớn nhất ở vùng Nam Trung Bộ của Việt Nam, nằm trọn vẹn trong lãnh thổ nước ta với diện tích toàn bộ lưu vực khoảng 13.300km². Lưu vực nằm trong tọa độ địa lý 108° đến 109°27' kinh độ Đông và từ 12°30' đến 14°40' vĩ độ Bắc. Phía Bắc giáp lưu vực sông Trà Khúc, phía Tây và Nam giáp lưu vực Bàn Thạch và sông Cái (Nha Trang), phía Đông giáp lưu vực sông Kôn, sông Kỳ Lộ và Biển Đông. Diện tích lưu vực sông Ba thuộc phân giới bốn tỉnh Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk và Phú Yên, với tổng diện tích đất nông nghiệp trên 350 nghìn ha và tổng dân số trên lưu vực khoảng 1,5 triệu người.

Sông Ba là dòng sông lớn có chiều dài

374km, bắt nguồn từ đỉnh núi Ngọc Rô (Kon Tum) cao 1.549m thuộc dải Trường Sơn, đoạn thượng nguồn chảy qua tỉnh Kon Tum và Gia Lai theo hướng Bắc Nam đến trạm thủy văn An Khê, chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Sau đó sông chảy theo hướng Đông Bắc - Tây Nam tiếp theo là hướng Bắc Nam về đến Cheo Reo. Từ Cheo Reo sông chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam về đến Sơn Hòa và từ đây sông chảy theo hướng Tây - Đông đổ ra biển Đông tại cửa Đà Ràng, Phú Yên.

Dưới tác động của BĐKH có thể dẫn đến chế độ mưa, chế độ dòng chảy, hệ quả sẽ làm cho các hiện tượng thiên tai như hạn hán, lũ lụt,... phức tạp hơn [4]. Điều đó sẽ ảnh hưởng rất lớn tới phát triển kinh tế - xã hội trong lưu vực sông Ba. Mục tiêu trong nghiên cứu này, đánh giá ảnh hưởng của các kịch bản BĐKH RCP4.5 và RCP8.5 [1] tới dòng chảy trên hệ thống sông Ba.

Liên hệ tác giả: Lê Văn Quy
Email: vanquytm@gmail.com

2. Dữ liệu và phương pháp

2.1. Phương pháp nghiên cứu

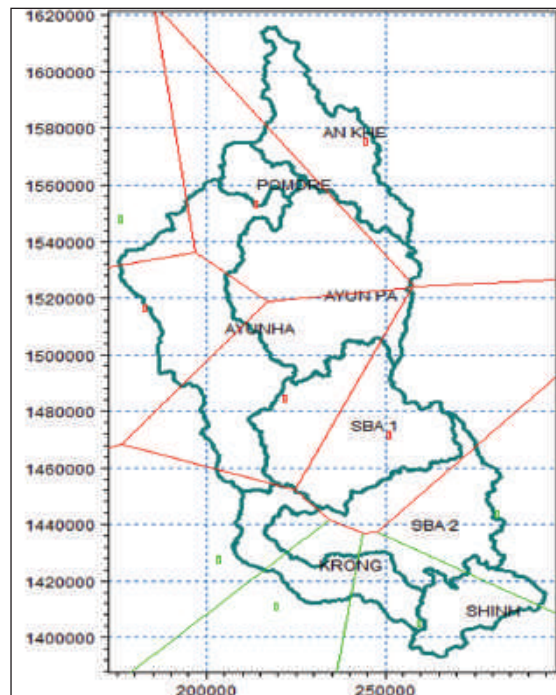
Các phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu: (1) Phương pháp thống kê, xử lý số liệu dùng trong việc phân tích và xử lý số liệu đầu vào của bài toán, (2) phương pháp mô hình, ứng dụng mô hình thủy văn thông số tập trung MIKE NAM [5] để đánh tính toán và mô phỏng quá trình dòng chảy trên toàn lưu vực sông Ba. Trên cơ sở đó sẽ tiến hành phân tích, đánh giá các yếu tố khí tượng (nhiệt độ, bốc hơi, lượng mưa) và thủy văn (dòng chảy tháng, dòng chảy năm, dòng chảy mùa lũ, dòng chảy mùa cạn) trên lưu vực sông Ba theo 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5.

2.2. Thiết lập mô hình MIKE-NAM

Mô hình mưa dòng chảy MIKE-NAM được thiết lập để mô phỏng dòng chảy đến trạm

thủy văn An Khê và Củng Sơn dưới tác động của BĐKH, để tính toán chính xác dòng chảy trên các lưu vực, việc đầu tiên là phải hiệu chỉnh kiểm định mô hình với các số liệu thực đo, từ đó xác định bộ thông số cho các tiểu lưu vực.

Căn cứ vào mạng lưới trạm thủy văn, mạng lưới sông suối, và bản đồ địa hình DEM, lưu vực sông Ba trên địa bàn tỉnh Gia Lai được chia làm 9 lưu vực bộ phận. Trên toàn bộ lưu vực sông Ba 9 trạm đo mưa được đưa vào tính toán bao gồm: An Khê, Pleiku, Cheo Reo, PơMơRê, Chư Sê, Mdrăk, KrôngPa, Buôn Hồ, Sơn Hòa và 2 trạm khí tượng đo bốc hơi là An Khê, Pleiku. Trong đó, lượng mưa bình quân cho các lưu vực bộ phận được xác định theo phương pháp đa giác Thiessen tích hợp sẵn trong mô hình MIKE NAM đảm bảo tính toán đến ảnh hưởng của các trạm mưa trong và lân cận của lưu vực Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ phân chia lưu vực theo đa giác Thiessen

Sử dụng chuỗi số liệu các trạm An Khê và Củng Sơn từ năm 1985 đến 1997 hiệu chỉnh thông số mô hình và chuỗi số liệu từ 1998-2011 kiểm định mô hình. Sử dụng phương pháp thử sai để dò tìm bộ thông số cho các lưu vực. Mục đích là tìm ra được bộ thông số

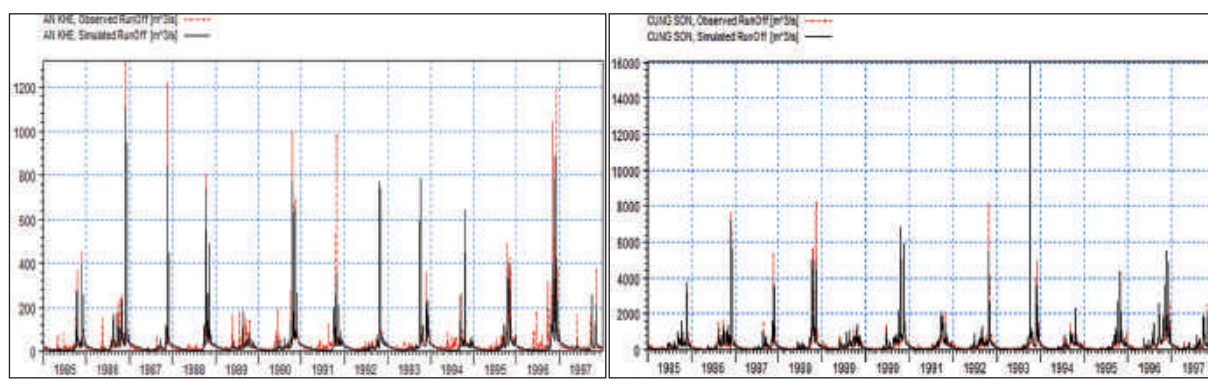
ứng với kết quả tính toán và thực đo phù hợp nhất (Bảng 1). Dùng chỉ tiêu Nash-Sutcliffe để đánh giá tính phù hợp của kết quả giữa tính toán và thực đo (Bảng 2). Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được trình bày trong Hình 2 và Hình 3.

Bảng 1. Bộ thông số mô hình NAM cho các lưu vực bộ phận

Thông số										
STT	Lưu vực	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF
1	An Khê	10,2	102	0,62	203	22,3	0,54	0,08	0,235	1536
2	Củng Sơn	16,4	128	0,84	416	28	0,501	0,13	0,132	1097

Bảng 2. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình NAM tại các trạm thủy văn thuộc lưu vực Sông Ba

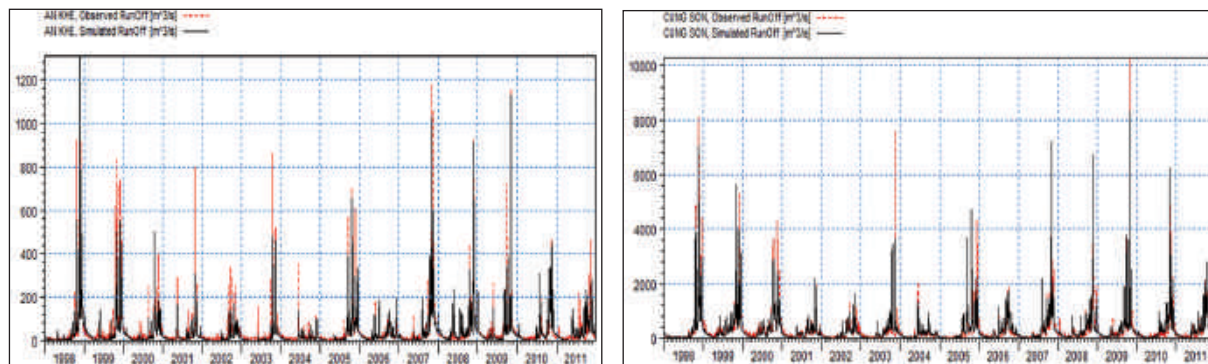
TT	Trạm	Hiệu chỉnh		Kiểm định	
		NASH	WBL	NASH	WBL
1	An Khê	0,79	6,8%	0,76	4,7%
2	Củng Sơn	0,80	-3,7%	0,78	2,2%



Kết quả hiệu chỉnh dòng chảy tại trạm An Khê

Kết quả hiệu chỉnh dòng chảy tại trạm Củng Sơn

Hình 2. Kết quả hiệu chỉnh dòng chảy



Kết quả kiểm định dòng chảy tại trạm An Khê

Kết quả kiểm định dòng chảy tại trạm Củng Sơn

Hình 3. Kết quả kiểm định dòng chảy

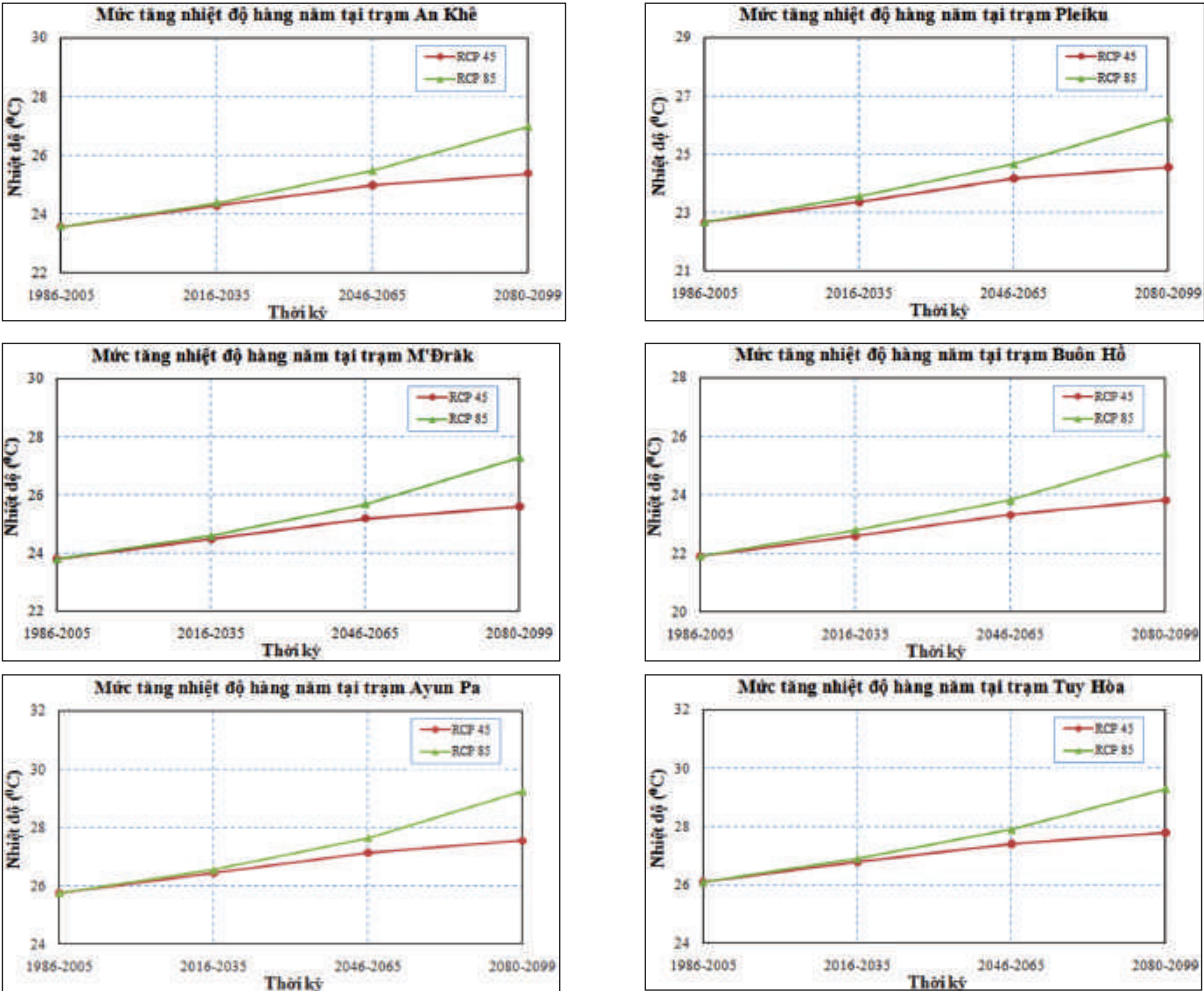
Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định bộ thông số cho lưu vực An Khê và Củng Sơn cho kết quả tốt, đường quá trình lưu lượng tính toán, thực đo tại trạm An Khê, Củng Sơn tương đối tốt về hình dạng đường quá trình và đỉnh lũ, chỉ tiêu đánh

giá sai số về đường quá trình NASH > 0,75, sai số tổng lượng thấp WBL < 7%. Như vậy, bộ thông số của mô hình thủy văn tìm được cho lưu vực sông Ba đã mô phỏng tốt quá trình dòng chảy trên lưu vực. Các bộ thông số của mô hình sẽ

được sử dụng để tính toán dòng chảy cho các thời kỳ trong tương lai theo 2 kịch bản phát thải RCP4.5 và RCP8.5.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Kịch bản biến đổi khí hậu cho lưu vực sông Ba



Hình 4. Sự gia tăng nhiệt độ trung bình năm của kịch bản BĐKH so với kịch bản nền tại một số trạm trên sông Ba

Nhiệt độ trung bình năm: Với kịch bản RCP4.5, nhiệt độ trung bình năm tăng từ 0,6-0,7°C (thời kỳ 2016-2035) đến 1,7-1,8°C (thời kỳ 2046-2065), và tăng mạnh từ 2,3-2,6°C vào thời kỳ 2080-2099. Nhiệt độ trung bình năm của kịch bản RCP8.5, có xu thế tăng khá mạnh, tăng từ 0,9-1,1°C thời kỳ 2016-2035 và đến thời kỳ 2080-2099 thì nhiệt độ trung bình năm tăng mạnh từ 4,0-4,5°C (Hình 4).

a) Nhiệt độ

Nhiệt độ trung bình năm, lớn nhất và nhỏ nhất tại các trạm trên lưu vực sông Ba đều có xu thế tăng ở cả 2 kịch bản biến đổi khí hậu, tuy nhiên mức tăng giữa các mùa trong năm không có sự thay đổi nhiều. Kết quả tính toán thống kê sự thay đổi nhiệt độ cho thấy:

Nhiệt độ lớn nhất năm: Kịch bản RCP4.5, nhiệt độ lớn nhất năm tăng dao động từ 0,7-0,8°C thời kỳ 2016-2035 đến 1,9-2,2°C thời kỳ 2046-2065 và tăng mạnh từ 2,6-3,0°C vào thời kỳ 2080-2099. Kịch bản RCP8.5, nhiệt độ lớn nhất năm có xu thế tăng khá mạnh từ 1,1-1,4°C thời kỳ 2016-2035 và đến thời kỳ 2080-2099 thì nhiệt độ lớn nhất năm tăng mạnh từ 4,3-5,1°C.

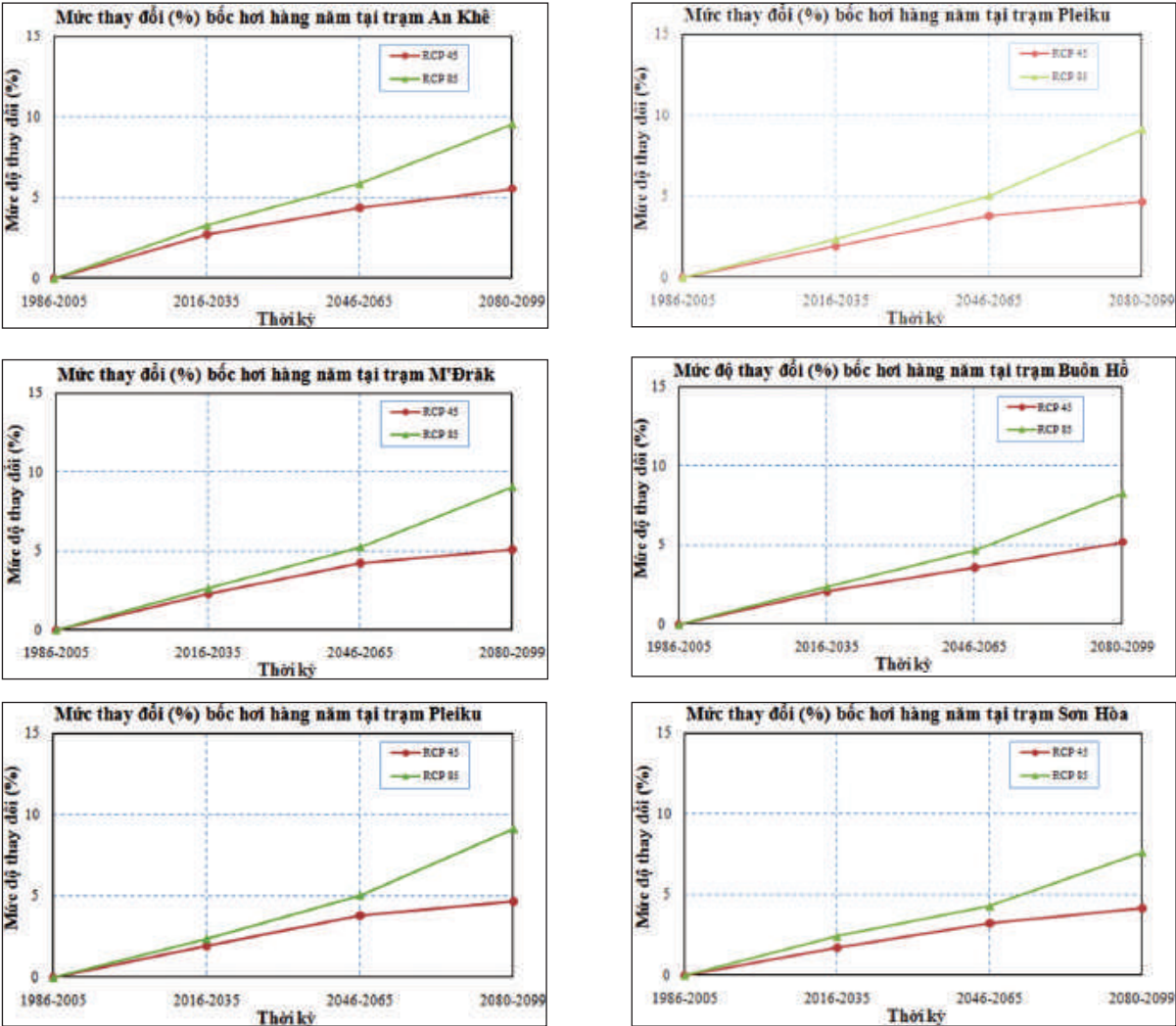
Nhiệt độ nhỏ nhất năm: Kịch bản RCP4.5,

nhiệt độ nhỏ nhất năm tăng từ 0,5-0,6°C (thời kỳ 2016-2035) đến 1,6-1,8°C (2046-2065), và tăng mạnh từ 2,1-2,3°C vào thời kỳ 2080-2099. Kịch bản RCP8.5, nhiệt độ nhỏ nhất năm có xu thế tăng không lớn so với kịch bản RCP4.5, tăng từ 0,9-1,1°C thời kỳ 2016-2035 và đến thời kỳ 2080-2099 thì nhiệt độ nhỏ nhất năm tăng từ 3,9-4,3°C.

b) Bốc hơi tiềm năng

Cũng như nhiệt độ, lượng bốc hơi trung

bình năm trên lưu vực có xu thế tăng theo thời gian (Hình 5). Bốc hơi tiềm năng của 2 thời kỳ đầu ở cả 2 kịch bản khá tương đồng, đến thời kỳ 2080-2099, mức tăng bốc hơi bắt đầu có sự khác biệt. Cụ thể, thời kỳ 2080-2099 kịch bản RCP8.5 cho kết quả bốc hơi tiềm năng tăng cao nhất lên đến 9,6% tại trạm An Khê so với thời kỳ 1986-2005, mức tăng bốc hơi tiềm năng cao nhất của kịch bản RCP4.5 là 5,1% tại trạm Buôn Hồ.

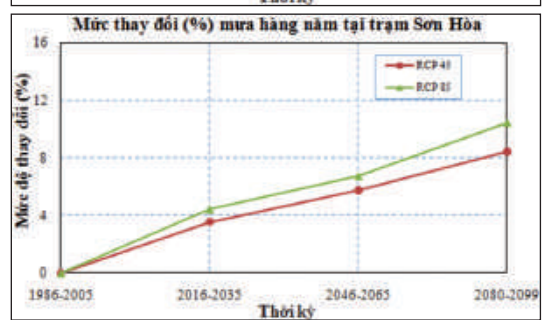
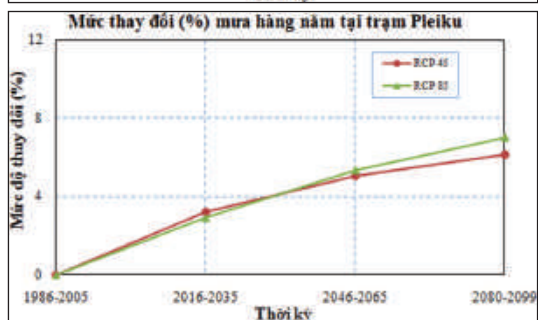
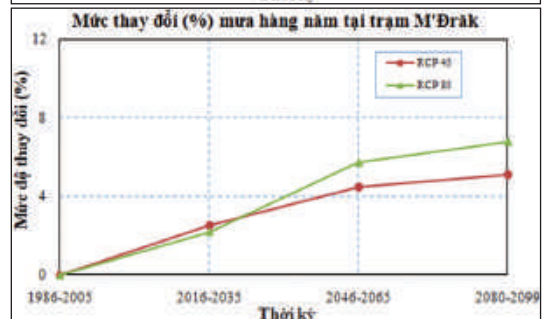
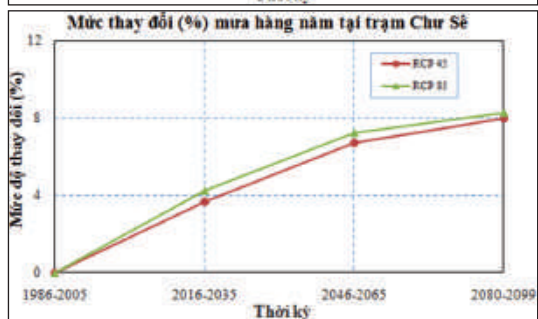
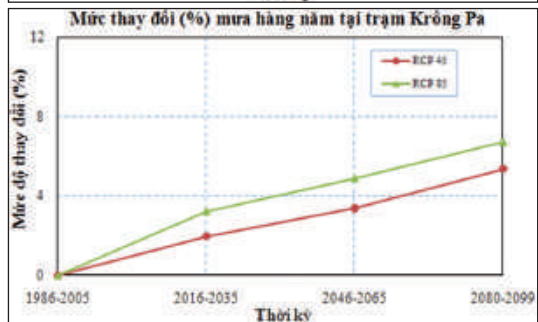
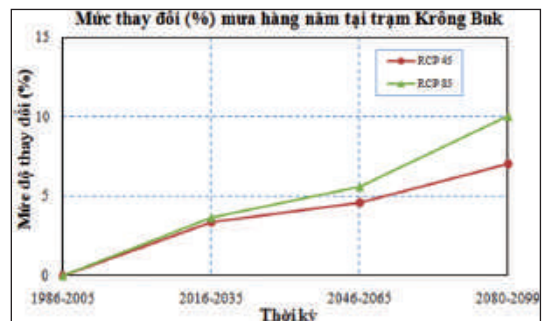
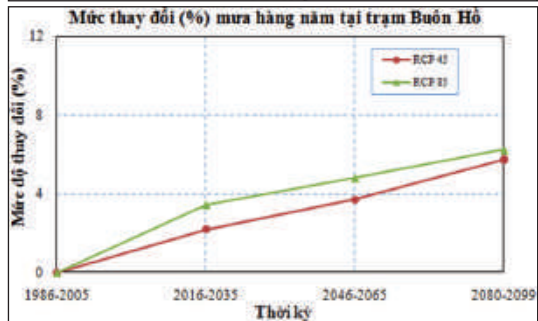
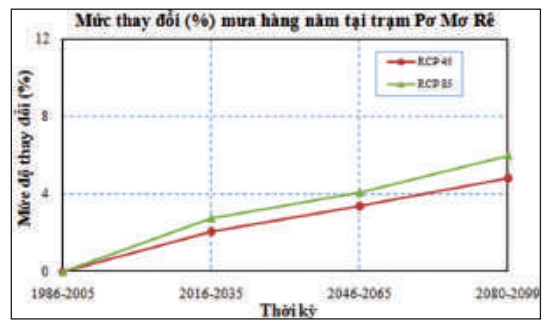
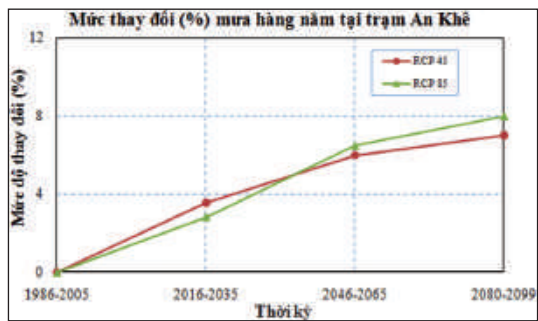


Hình 5. Thay đổi lượng bốc hơi (%) theo các kịch bản 1 số trạm khí tượng trên lưu vực sông Ba

c) Lượng mưa

Nhìn chung, lượng mưa trung bình năm BĐKH tại hầu hết các trạm đều có xu thế tăng so với lượng mưa trung bình năm của kịch bản nền, chỉ có rất ít trạm có tỷ lệ giảm. Tuy nhiên,

tỷ lệ tăng - giảm không đều trong các mùa trong năm, chủ yếu lượng mưa tăng vào mùa hè, mùa thu và giảm vào mùa đông, mùa xuân; tỷ lệ tăng dao động chênh lệch khá lớn giữa các trạm trong khu vực (Hình 6).



Hình 6. Mức thay đổi lượng mưa trung bình năm thời kỳ tương lai so với thời kỳ nền tại các trạm trên lưu vực sông Ba

Xét lượng mưa trung bình năm từng thời kỳ, so với thời kỳ nền, lượng mưa trung bình năm các thời kỳ có xu thế tăng rõ rệt. Tuy nhiên, tỷ lệ tăng giữa thời kỳ 2016-2035 so với thời kỳ nền tại một số trạm không lớn, nhiều trạm lượng mưa chỉ tăng từ 1,5-3%. Tỷ lệ lượng mưa của 2 thời kỳ sau có xu thế tăng nhanh hơn so với thời kỳ trước. Cụ thể, thời kỳ 2046-2065, tỷ lệ mưa tăng dao động từ 3-5,3%; thời kỳ 2080, tỷ lệ tăng từ 3,2% đến hơn 8% so với thời kỳ nền của kịch bản RCP4.5. Còn ở kịch bản RCP8.5, tỷ lệ này tương ứng là 3,5-6,5% và 4,3 đến gần 10%.

Về mùa mưa, lượng mưa có xu thế tăng ở hầu hết các tháng mùa mưa của cả 2 kịch bản, đặc biệt tăng mạnh vào các tháng mùa hè (VI-VIII), và giảm vào các tháng cuối của mùa mưa (tháng IX, X, XI).

Về lượng mưa mùa khô, lượng mưa có xu thế giảm vào các tháng mùa đông (XII, I, II) và xuân (III-V). Ở thời kỳ 2016-2035, xu thế giảm so với

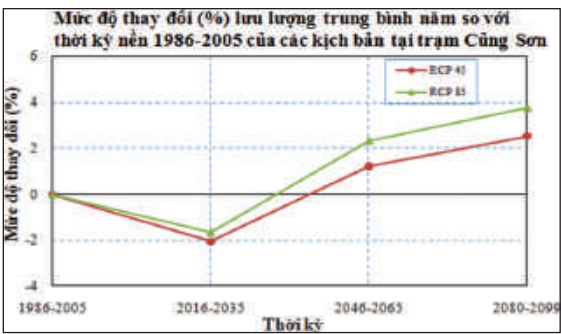
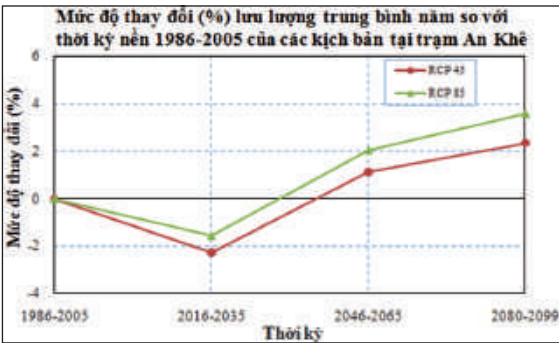
thời kỳ nền dao động khoảng 1,0 đến 4,0% của kịch bản RCP4.5, và giảm mạnh từ 1-6,5% của kịch bản RCP8.5, và lượng mưa các tháng mùa đông có xu thế giảm ít hơn lượng mưa các tháng mùa xuân. Đến thời kỳ 2080-2099, thì lượng mưa của các tháng mùa khô có xu thế tăng lên tại một số trạm, và tại một số trạm lượng mưa cũng giảm ít hơn so với thời kỳ 2016-2035.

3.2. Tác động của BĐKH đến chế độ dòng chảy

Dòng chảy đến các trạm thủy văn và các lưu vực bộ phận trên sông Ba được tính theo 2 kịch bản biến đổi khí hậu RCP4.5, RCP8.5 và mỗi kịch bản được tính cho các thời kỳ: Nền 1986-2005, 2016-2035, 2046-2065 và 2080-2099.

a. Dòng chảy năm

Tổng dòng chảy năm trên toàn hệ thống sông Ba có xu thế biến đổi khá rõ tại các trạm ở cả 2 kịch bản so với thời kỳ nền. Tuy nhiên, sự biến đổi dòng chảy năm trên từng nhánh sông có sự khác biệt (Hình 7).



Hình 7. Sự thay đổi dòng chảy trung bình năm so với kịch bản nền

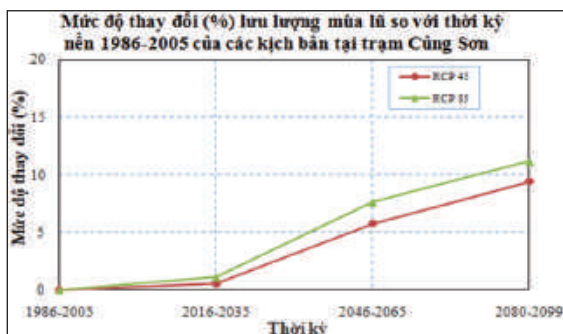
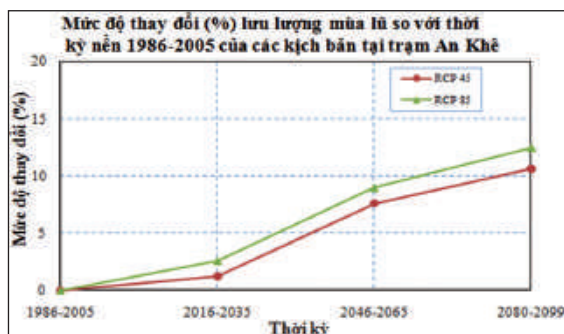
Thời kỳ 2016-2035: Tại trạm An Khê, dòng chảy trung bình năm giảm khoảng 4,4 đến 6,5m³/s (tương đương 1,8-2,3%); tại trạm Củng Sơn giảm khoảng 76m³/s (tương ứng xấp xỉ 1,9%) nhưng lại tăng với giai đoạn 2046-2065; tại trạm An Khê tăng khoảng 3,8m³/s tương đương 1,7% ở kịch bản RCP4.5, đối với kịch bản RCP8.5 tăng khoảng 5,4m³/s tương đương 2,6%; tại trạm Củng Sơn dòng chảy trung bình tăng khoảng 134 đến 164m³/s tương đương 3,2-3,8% so với thời kỳ nền.

Thời kỳ 2080-2099, lưu lượng trung bình tại trạm An Khê từ 6,2-9,6m³/s (khoảng 2,2 đến 3,4% so với thời kỳ nền); tại trạm Củng Sơn tăng từ 160-190m³/s (tương đương khoảng 3,2-3,6%); so với thời kỳ nền.

Hệ thống sông Ba là sự tập hợp của nhiều nhánh sông khác nhau. Do đó, sự phân bố dòng chảy cũng có sự biến thiên theo không gian và thời gian theo từng kịch bản biến đổi khí hậu. Kết quả cho thấy, xu thế biến đổi dòng chảy trung bình năm thay đổi tăng hay giảm so với thời kỳ nền là phù hợp với sự thay đổi của lượng mưa và bốc hơi trên lưu vực cũng như sự biến đổi theo từng tháng trong năm theo các kịch bản khác nhau.

b. Dòng chảy mùa lũ

Trên các lưu vực sông, dòng chảy mùa lũ các kịch bản biến đổi khí hậu đều có xu thế tăng so với kịch bản nền, dòng chảy mùa lũ kịch bản RCP8.5 có xu thế tăng lớn so với kịch bản RCP4.5, dòng chảy trung bình mùa lũ kịch bản RCP4.5 nhỏ hơn dòng chảy mùa lũ kịch bản RCP8.5 (Hình 8).



Hình 8. Sự thay đổi dòng chảy trung bình mùa lũ so với kịch bản nền

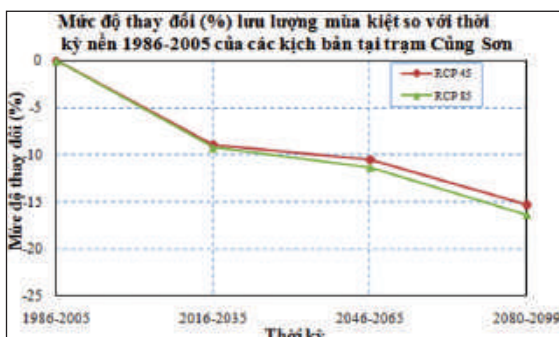
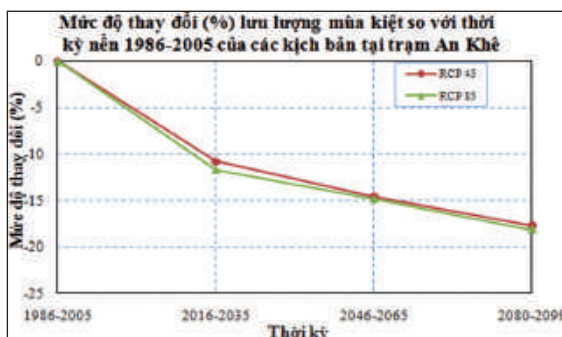
Thời kỳ 2016-2035: So với thời kỳ nền, dòng chảy trung bình mùa lũ tính toán tại các trạm An Khê tăng lên trong khoảng từ 0,5 đến xấp xỉ 1,4%. Lưu lượng trung bình mùa lũ tại trạm An Khê theo kịch bản RCP8.5 tăng 1,8%, tại trạm Củng Sơn tăng 1,3% so với thời kỳ nền.

Thời kỳ 2080-2099: Lưu lượng dòng chảy lũ tăng khá rõ so với thời kỳ nền cũng như sự khác biệt lớn trong kết quả tính toán theo các kịch bản. Theo đó, kịch bản RCP8.5 cho dòng chảy trung bình mùa lũ tăng nhanh nhất. Tại trạm An Khê tăng lớn nhất 7,3%; tại trạm Củng Sơn mức tăng lớn hơn trạm An Khê nhưng không nhiều ở mức 8,5%.

Xét phân phối dòng chảy trong năm, dòng chảy mùa lũ có xu hướng tăng nhẹ vào tháng đầu mùa (tháng IX), nhưng sau đó gia tăng mạnh vào các tháng giữa mùa lũ (tháng X, XI); vào tháng cuối mùa lũ lưu lượng có mức tăng nhưng nhỏ hơn.

c. Dòng chảy mùa cạn

Trong mùa cạn, lưu lượng trung bình của một số tháng của các thời kỳ có xu thế tăng lên so với kịch bản nền, ngược lại một số tháng có xu thế giảm. Tuy nhiên, các tháng có sự gia tăng không lớn, do đó, lưu lượng trung bình mùa cạn có xu thế giảm theo các thời kỳ với mức độ khác nhau giữa các nhánh sông (Hình 9):



Hình 9. Sự thay đổi dòng chảy trung bình mùa cạn so với kịch bản nền

Thời kỳ 2020-2035: Theo kịch bản RCP8.5, dòng chảy trung bình mùa cạn tính tại trạm An Khê giảm 13,5% so với thời kỳ nền; trạm Củng Sơn dòng chảy trung bình mùa cạn giảm 16% so với thời kỳ nền.

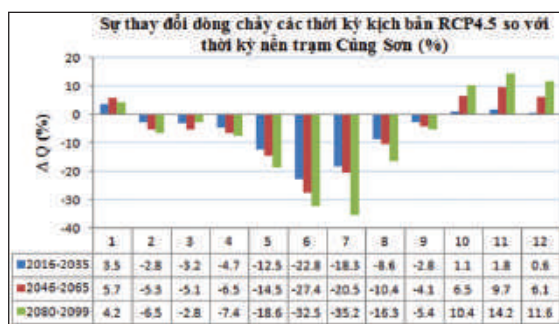
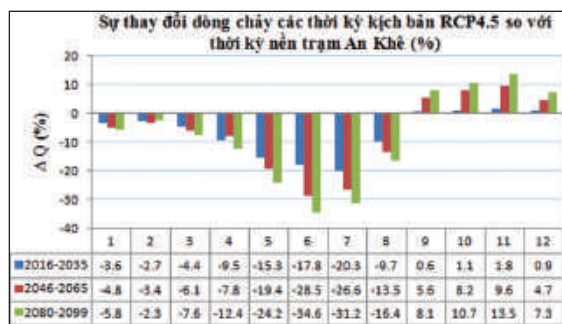
Thời kỳ 2080-2099: Theo kịch bản RCP8.5, dòng chảy trung bình mùa cạn tại An Khê giảm 18% so với thời kỳ nền. Dòng chảy tại trạm Củng Sơn có mức giảm trong mùa cạn lớn hơn khoảng 19,5%, cho thấy càng về giai đoạn cuối thế kỷ dòng chảy suy giảm đáng kể có khả năng làm

xuất hiện thiếu nước và hạn hán trên toàn bộ lưu vực sông Ba.

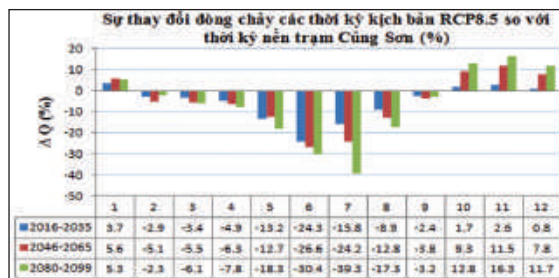
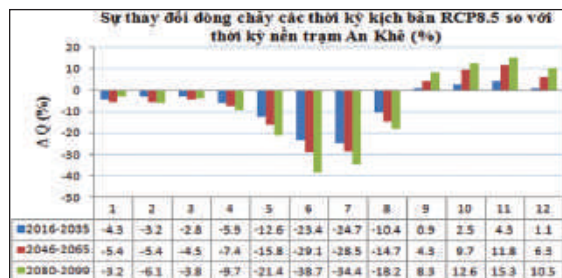
Dòng chảy mùa kiệt, có xu hướng chung là giảm dần từ giữa mùa kiệt đến cuối mùa kiệt, giảm mạnh nhất vào các tháng cuối (tháng VI, VII), các tháng chuyển tiếp từ mùa lũ sang mùa kiệt (tháng I, II) giảm nhẹ không đáng kể.

d. Dòng chảy theo tháng

Biến đổi dòng chảy theo tháng tại trạm An Khê và Củng Sơn kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 được thể hiện trong Hình 10 và 11 dưới đây:



Hình 10. Biến đổi dòng chảy theo tháng tại trạm An Khê và Củng Sơn kịch bản RCP4.5



Hình 11. Biến đổi dòng chảy theo tháng tại trạm An Khê và Củng Sơn kịch bản RCP8.5

Tại trạm An Khê, lưu lượng nước tháng chỉ tăng trong 4 tháng mùa lũ nhưng tăng mạnh nhất là tháng X và tháng XI, trong tháng cuối mùa lũ thì mức tăng nhỏ hơn; trong các tháng mùa cạn lưu lượng nước đều có xu hướng giảm. Tháng XI là tháng có lưu lượng nước tăng nhiều nhất (15,3%) và tháng VII là tháng có lưu lượng nước giảm nhiều nhất (38,7%), xuất hiện trong thời kỳ 2080-2099 ở kịch bản RCP8.5. Tại trạm hạ lưu, lưu lượng nước tháng cũng tăng nhiều nhất trong 2 tháng giữa mùa lũ là tháng X, XI và xuất hiện tăng ở tháng đầu mùa cạn tháng I, lưu lượng nước 2 tháng mùa cạn giảm nhiều nhất là tháng VI, VII với mức giảm lớn nhất là 39,3% ở cuối thế kỷ thời kỳ 2080-2099 ở kịch bản RCP8.5.

4. Kết luận

Trong các kịch bản BĐKH năm 2016 đối với sông Ba, lượng mưa trung bình năm có xu thế tăng, do lượng mưa tăng nhiều vào mùa hè và thu, giảm nhẹ vào mùa đông và mùa xuân. Lượng mưa tăng mạnh nhất vào các tháng

VI-VIII và giảm mạnh vào các tháng XII, I, II. Lượng mưa trung bình tháng có thể tăng từ 3,2% đến 8% đối với kịch bản RCP4.5 và tăng từ 4,3% đến 10% đối với kịch bản RCP8.5. Lượng bốc hơi tiềm năng tăng mạnh theo các kịch bản BĐKH. Lượng bốc hơi tăng mạnh nhất theo kịch bản RCP8.5, tại các trạm có xu thế tăng mạnh vào thời kỳ 2080-2099.

Sự biến đổi về lượng mưa và bốc hơi tác động đáng kể đến sự phân phối các đặc trưng dòng chảy trong năm theo hướng tiêu cực hơn, về mùa mưa, lũ lụt vốn đã khốc liệt lại có chiều hướng khốc liệt hơn, trong khi đó vào mùa khô, thiếu nước cho sản xuất và bảo đảm môi trường, dòng chảy lại có xu thế suy giảm.

Về mùa lũ, dòng chảy lũ tăng lên theo các kịch bản biến đổi khí hậu làm mực nước sông tăng lên ở tất cả các kịch bản BĐKH. Sự gia tăng lớn nhất là ở kịch bản RCP8.5. Tuy nhiên, lưu vực sông Ba, do có hệ thống đê bảo vệ và hệ thống hồ chứa cắt lũ nên hạ du không bị ngập lụt do nước sông tràn vào.

Lời cảm ơn: Bài báo được trích dẫn kết quả từ nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp tỉnh “Nghiên cứu giải pháp công nghệ thủy - lâm kết hợp chống xói mòn, sạt lở một số khu vực sông, hồ và lưu vực sông Ba, tỉnh Gia Lai nhằm thích nghi với biến đổi khí hậu - mã số” (Mã số: KHGL-03-18).

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*.
2. Huỳnh Thị Lan Hương (2013), “Kết quả nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy lưu vực sông Ba”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, Số 13/2013.
3. Trần Thanh Xuân (2007), *Đặc điểm Thủy văn và nguồn nước sông Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
4. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2010), *Tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng*.

Tài liệu tiếng Anh

5. DHI. User’s Manual, Mike 11, 2013.

ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE IMPACTS TO THE FLOW MODE OF BA RIVER BASIN

Le Van Quy⁽¹⁾, Phan Van Thanh⁽¹⁾, Mai Trong Hoang⁽¹⁾,
Le Van Tuat⁽²⁾, Phung Ngoc Truong⁽²⁾

⁽¹⁾*Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change*

⁽²⁾*Institute of Ecology and Works Protection*

Received: 21/4/2020; Accepted: 20/5/2020

Abstract: The climate change scenario for Viet Nam has officially been published by the Ministry of Natural Resources and Environment in 2016, in which, the meteorological, climatic factors as well as hydrological regime and flows in the Ba river basin has indicated significant influences future changes. The research results show that the annual average, the highest and lowest average temperature tend to increase over time in two scenarios RCP4.5 and RCP8.5 at stations in the river basin. The changing trend of temperature entails an increase in evaporation, as well as the average annual rainfall at most stations tends to increase compared to the average annual rainfall of the baseline scenario. Nevertheless, the variation in rainfall between months and seasons tends to vary differently during the year. Specifically, the precipitation at stations shows increases in summer, autumn and decreases in winter and spring. However, the changing level among stations is different in the Ba river basin. The calculation results of the future flow in the Ba River basin reveal that the flow changes according to the months of each season. As a consequence, climate change scenarios have significant impacts on flows at An Khe and Cung Son station with the RCP4.5 and RCP8.5 scenario. The flow tends to decrease in dry season with largest reduction in June and July, and increase in flood season with the biggest flow in October and November. Therefore, the climate change impact on flows in dry season is greater than flood season.

Keywords: Climate change (CC), Ba river, An Khe, Cung Son.

DỰ BÁO SỰ XUẤT HIỆN CỦA ÁP THẤP NHIỆT ĐỚI TRÊN BIỂN ĐÔNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN LỚP

Trần Tân Tiến, Công Thanh, Nguyễn Đức Dũng, Nguyễn Thị Nga
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài 27/4/2020; ngày chuyển phản biện 28/4/2020; ngày chấp nhận đăng 28/5/2020

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành xây dựng phương trình phân lớp dựa trên bộ số liệu dự báo toàn cầu (Global Forecast System - GFS) của Trung tâm dự báo môi trường Hoa Kỳ (National Centers for Environmental Prediction - NCEP) với 30 trường hợp áp thấp nhiệt đới hình thành trên Biển Đông giai đoạn 2011-2017. Kết quả đã xây dựng được các phương trình dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới sau 24 giờ và sau 48 giờ. Đối với các phương trình riêng lẻ, kết quả dự báo chính xác khoảng 60 đến 80%. Khi sử dụng số liệu 2 ngày liên tiếp thì dự báo đúng tất cả các trường hợp thử nghiệm. Vị trí hình thành dự báo lệch khoảng 70km. Kết quả nghiên cứu này có thể áp dụng phục vụ cho việc dự báo sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên khu vực Biển Đông.

Từ khóa: Áp thấp nhiệt đới, phương trình hàm phân lớp, Biển Đông.

1. Mở đầu

Áp thấp nhiệt đới và bão là một trong những thiên tai nguy hiểm và có mức độ tàn phá nghiêm trọng trên một khu vực lớn, ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến hầu hết các hoạt động kinh tế và đời sống của con người. Từ một *nhiễu động nhiệt đới* ban đầu (Tropical disturbance), trong điều kiện thuận lợi các xoáy thuận nhiệt đới mạnh dần lên lần lượt trải qua các quá trình trở thành *áp thấp nhiệt đới* (Tropical depression), *bão nhiệt đới* (Tropical storm), *bão mạnh* (Tropical Severe storm), *bão cực mạnh* (Hurricane/Typhoon).

Biển Đông là một trong những vùng chịu ảnh hưởng thường xuyên của áp thấp nhiệt đới. Hằng năm, trên khu vực Biển Đông xuất hiện khoảng 11 đến 12 xoáy thuận thấp nhiệt đới [1] chúng có thể suy yếu đi hay thậm chí mạnh lên thành bão gây hậu quả vô cùng nghiêm trọng. Vì vậy, việc dự báo chính xác sự hình thành của áp thấp nhiệt đới là một nhiệm vụ quan trọng giúp cảnh báo kịp thời, đúng đắn, góp phần phục vụ tốt cho công tác phòng chống và giảm nhẹ thiên tai.

Sử dụng vệ tinh SSM/I so sánh 30 nhiễu động

không phát triển cùng 13 nhiễu động phát triển trên Biển Đông trong năm 2000 và 2001, Wang [7] phát hiện lượng ẩn nhiệt giải phóng trong các nhiễu động nhiệt đới phát triển gấp 1,7 lần so với các nhiễu động không phát triển. Ba điều kiện đưa ra lý do lượng ẩn nhiệt giải phóng thấp đối với các nhiễu động không phát triển là: (1) Dòng hội tụ ở 850hPa và dòng phân kỳ ở 200hPa không đủ lớn, nên chuyển động thẳng không phát triển; (2) Bức xạ sóng dài đi ra (OLR) lớn, thể hiện nhiệt độ đỉnh mây cao; (3) Nhiệt độ bề mặt nước biển (SST) lạnh. Các điều kiện này là những lý do chính ngăn sự giải phóng ẩn nhiệt và sự phát triển của các nhiễu động nhiệt đới trên Biển Đông. Tác giả Hennon [6] đã thực hiện nghiên cứu dự báo chu kỳ phát triển nhiệt đới trên lưu vực Đại Tây Dương bằng cách sử dụng dữ liệu quy mô lớn sử dụng số liệu tái phân tích: Nhiệt độ không khí ở 12 mực áp suất (925, 850, 700, 600, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100 và 70hPa), áp suất mực biển (SLP), nước có thể cho giáng thủy, gió kinh vĩ bề mặt và ở 3 mực áp suất (850, 700 và 200hPa) và độ ẩm riêng ở các mực áp suất để tính toán các nhân tố dự báo hình thành xoáy thuận nhiệt đới. Các nhân tố dự báo được lấy trung bình trong đường tròn bán kính 2°. Các nhân tố quy mô lớn được lựa chọn

Liên hệ tác giả: Công Thanh
Email: congthanh1477@gmail.com

bao gồm 8 nhân tố: (1) Vĩ độ; (2) Tiềm năng hình thành xoáy hằng ngày (DGP); (3) Cường độ tiềm năng cực đại (MPI); (4) Phân kì ẩm lớp 925-850hPa; (5) Lượng nước có thể giáng thủy; (6) Xu hướng trường áp 24h; (7) Các xu hướng độ xoáy tương đối 6 giờ ở bề mặt và 700hPa; (8) Các xu hướng xoáy được tính bằng phương pháp Euler.

Ở Việt Nam, Lê Đình Quang [2] đã kết luận rằng “Xoáy thuận nhiệt đới khi di chuyển trên mặt biển có nhiệt độ bề mặt > 28°C thì phát triển, trên vùng nhiệt độ bề mặt dưới 26°C sẽ đầy lên nhanh chóng”. Khi thực hiện nghiên cứu xây dựng bộ nhân tố nhiệt động phù hợp cho biển Việt Nam, Hoàng Phúc Lâm (2011) [3] đã thu được bao gồm 8 nhân tố gồm: (1) Độ đứt gió theo chiều thẳng đứng của thành phần gió kinh hướng (u) (độ đứt gió u) và (2) Vĩ hướng (v) (độ đứt gió v) giữa hai mực 850-200mb; (3) Xoáy tương đối mực 850mb; (4) Phân kỳ mực 200mb; (5) Năng lượng đối lưu tiềm năng; (6) Nhiệt độ thể vị tương đương; (7) Độ ẩm tương đối tầng đối lưu giữa và (8) Nhiệt độ mặt nước biển. Bên cạnh phương pháp dự báo thống kê để dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới, mô hình số cũng được nghiên cứu, sử dụng để dự báo vị trí xuất hiện cũng như cường độ của áp thấp nhiệt đới khi dự báo thống kê có hình thành. Tác giả Trần Tân Tiến và các cộng sự [4] trong nghiên cứu dự báo hình thành áp thấp nhiệt đới bằng mô hình WRF-NMM, kết quả thử nghiệm dự báo cho 10 trường hợp áp thấp nhiệt đới giai đoạn 2010-2016, trong đó 9 cơn tiếp tục phát triển và 1 cơn sau khi hình thành thì tan rã ngay sau đó. Kết quả về thời gian hình thành dự báo được sớm hơn so với thực tế từ 6 đến 12 giờ, sai số vị trí từ 100 đến 300km. Trong một nghiên cứu khác của tác giả Trần Tân Tiến và cộng sự [5] khi thử nghiệm dự báo bằng mô hình WRF với phương pháp LETKF, kết quả dự báo của 21 thành phần, khoảng tổ hợp có thể biến đổi rất rộng, sớm hơn hoặc muộn hơn thời gian dự báo sự hình thành xoáy thuận nhiệt đới, có thể muộn hơn tới 18h dự báo.

Nhìn chung, đã có rất nhiều tác giả thực hiện nghiên cứu, thống kê đặc điểm hình thành cũng

như phát triển của áp thấp nhiệt đới và bão cho từng khu vực nghiên cứu nhất định. Tuy nhiên, rất ít nghiên cứu về dự báo sự hình thành hay không hình thành của áp thấp nhiệt đới - đó là một bài toán còn mới ở Việt Nam. Do đó, chúng tôi thực hiện nghiên cứu việc dự báo sự hình thành áp thấp nhiệt đới cho khu vực Biển Đông - Việt Nam từ bộ số liệu lịch sử về hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông.

Như ta thấy ở trên các công trình nghiên cứu của các tác giả trong và ngoài nước đều chỉ ra một số nhân tố đóng vai trò quan trọng trong sự hình thành áp thấp nhiệt đới. Chúng tôi sẽ xây dựng bộ nhân tố này cho những ngày hình thành áp thấp nhiệt đới và những ngày không hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông. Như vậy chúng ta có hai tập số liệu ứng với hai pha “CÓ” và “KHÔNG” cho hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông. Sử dụng phương pháp phân lớp ta có thể xây dựng được phương pháp dự báo sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông.

2. Phương pháp và số liệu

2.1. Phương pháp

2.1.1. Phương pháp phân lớp

Tính toán và xây dựng hàm phân lớp với:

- Số pha (hay số nhóm) là 2
- Số nhân tố dự báo là m
- Dung lượng mẫu tương ứng với 2 nhóm là

n_1 và n_2

Với m nhân tố dự báo, ta định nghĩa 4 phép lấy tổng sau:

(1) Tổng bình phương độ lệch trong từng nhóm:

$$SSW(x_p) = \sum_{g=1}^G \sum_{k=1}^{n_g} (x_{pgk} - \overline{x_{pg\Box}})^2, p=1,2,\dots,m \quad (1)$$

Với k là chỉ số chạy theo các quan trắc trong mỗi nhóm, g là chỉ số chạy theo các nhóm, p là chỉ số chạy theo các nhân tố dự báo. Dấu chấm (□) có nghĩa là trung bình được tính bằng cách lấy tổng đối với chỉ số vắng mặt, k chạy từ 1 đến n_g ; g chạy từ 1 đến G và p chạy từ 1 đến m.

(2) Tổng bình phương độ lệch giữa trung bình các nhóm so với trung bình chung:

$$SSB(x_p) = \sum_{g=1}^G n_g (\overline{x_{pg}} - \overline{x_p})^2, p=1,2,\dots,m \quad (2)$$

(3) Tổng các tích chéo giữa độ lệch trong từng nhóm:

$$SPW(x_p x_q) = \sum_{g=1}^G \sum_{k=1}^{n_g} (x_{pgk} - \overline{x_{pg\Box}})(x_{qgk} - \overline{x_{qg\Box}}), p, q = 1, 2, \dots, m; p \neq q \quad (3)$$

(4) Tổng các tích chéo giữa độ lệch trung bình các nhóm và trung bình chung:

$$SPB(x_p x_q) = \sum_{g=1}^G n_g (\overline{x_{pg\Box}} - \overline{x_{p\Box\Box}})(\overline{x_{qg\Box}} - \overline{x_{q\Box\Box}}), p, q = 1, 2, \dots, m; p \neq q \quad (4)$$

Hàm phân lớp được xây dựng thông qua những bước sau:

Bước 1: Lập các ma trận từng nhóm (W) và giữa các nhóm (B)

$$W = \begin{pmatrix} SSW(x_1)SPW(x_1 x_2) \dots SPW(x_1 x_m) \\ SPW(x_2 x_1)SPW(x_2) \dots SPW(x_2 x_m) \\ \dots \dots \dots \\ SPW(x_m x_1)SPW(x_m x_2) \dots SSW(x_m) \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$B = \begin{pmatrix} SSB(x_1)SPB(x_1 x_2) \dots SPB(x_1 x_m) \\ SPB(x_2 x_1)SPB(x_2) \dots SPB(x_2 x_m) \\ \dots \dots \dots \\ SPB(x_m x_1)SPB(x_m x_2) \dots SSB(x_m) \end{pmatrix} \quad (6)$$

Bước 2: Xác định không gian phân biệt:
Tìm vecto riêng của ma trận $W^{-1}B$

$$|W^{-1}B - \lambda k| = 0 \quad (7)$$

Với k là ma trận đơn vị

$$p_m \lambda^m + p_{m-1} \lambda^{m-1} + \dots + p_1 \lambda + p_0 = 0$$

Phương trình đặc trưng (λ là giá trị riêng)

$$(W^{-1}B - \lambda k)a_i = 0, i = 1, 2, \dots, r$$

$$r = \text{rank}(W^{-1}B) = \min(G-1, m)$$

Các tọa độ của không gian phân biệt:

$$z_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} x_j, i = 1, 2, \dots, r \quad (8)$$

Từ đó, hàm phân lớp được xác định là:

$$I = F(z_1, z_2, \dots, z_r / g) = C_{g0} + \sum_{j=1}^r C_{gj} z_j, g = 1, 2, \dots, G \quad (9)$$

Trong đó: $z_j, j=1 \dots r$ là các biến mới trong không gian phân biệt (các tọa độ phân biệt).

$C_{gj}, j=0 \dots r; g=1 \dots G$ lần lượt là các hệ số ứng với các nhân tố.

2.1.2. Phương pháp tính toán các nhân tố

Tính toán các nhân tố sau để dự báo sự hình thành áp thuận nhiệt đới trên Biển Đông:

1) Vĩ độ:

$$f = 2\omega \sin \phi \times 10^4 \quad (10)$$

Với ω là tốc độ quay của Trái đất ($=7.29 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$), và ϕ là vĩ độ.

2) Tiềm năng hình thành xoáy hàng ngày (DGP):

$$\zeta_{900mb} - \zeta_{200mb} = DGP \quad (11)$$

3) Phân kỳ ẩm lớp 925-850hPa (MDIV):

$$MDIV = r \nabla \cdot V + V \cdot \nabla r \quad (12)$$

Với r là tỷ xáo trộn, và V là thành phần tổng hợp gió ngang. Giá trị thấp (cao) thể hiện các điều kiện thuận lợi hơn (kém) cho sự hình thành.

4) Độ đứt gió giữa mực 850mb và 200mb (deltaV):

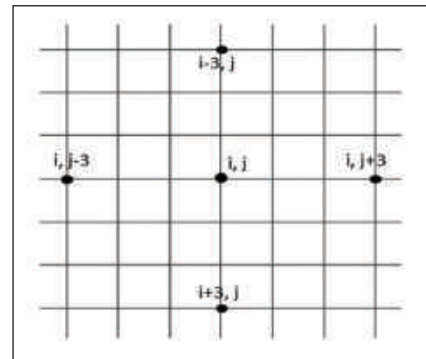
$$\text{delta}V = \sqrt{((u_{200} - u_{850})^2 + (v_{200} - v_{850})^2)} \quad (13)$$

Với $u_{200}, u_{850}, v_{200}, v_{850}$ là gió ngang tại các mực 200mb và 850mb.

5) Phân kỳ gió mực 200mb (divV):

$$\text{divergence}(\bar{v}) = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \quad (14)$$

Sau khi có kết quả tính toán, các chỉ số được tính trung bình 5 điểm lân cận bao gồm: Điểm lưới sát với kinh vĩ độ hình thành xoáy thuận nhiệt đới là (i, j) và 4 điểm lưới xung quanh điểm này là (i+1, j), (i-1, j), (i, j+1), (i, j-1). Tương tự ta cũng tính trung bình cho các điểm cách điểm (i, j) 3 điểm lưới (i-3, j), (i+3, j), (i, j+3), (i, j-3). Các



Hình 1. Vị trí các điểm lưới

chỉ số được lấy trung bình vào 3 thời điểm: Thời điểm ghi nhận sự hình thành xoáy thuận nhiệt đới, thời điểm trước đó 1 ngày và thời điểm trước đó 2 ngày. Theo kết quả tính toán ta tạo ra 3 bộ số liệu:

Bộ thứ nhất: Các chỉ số tại điểm (i, j) được xếp vào lớp “HÌNH THÀNH” còn các chỉ số ở 4 điểm lưới cách đó 3 điểm lưới ((i-3, j), (i+3, j), (i, j+3), (i, j-3)) xếp vào lớp “KHÔNG HÌNH THÀNH”. Bộ số liệu này giúp ta chẩn đoán vị trí hình thành áp thấp nhiệt đới.

Bộ số liệu thứ 2: Các chỉ số tại điểm (i, j) được xếp vào lớp “HÌNH THÀNH” còn các chỉ số tại điểm (i, j) ở thời điểm trước đó 1 ngày được xếp vào lớp “KHÔNG HÌNH THÀNH”. Bộ số liệu này giúp ta dự báo hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông trước 1 ngày.

Bộ số liệu thứ 3: Các chỉ số tại điểm (i, j) được xếp vào lớp “HÌNH THÀNH” còn các chỉ số tại điểm (i, j) ở thời điểm trước đó 2 ngày được xếp vào lớp “KHÔNG HÌNH THÀNH”. Bộ số liệu này giúp ta dự báo hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông trước 2 ngày.

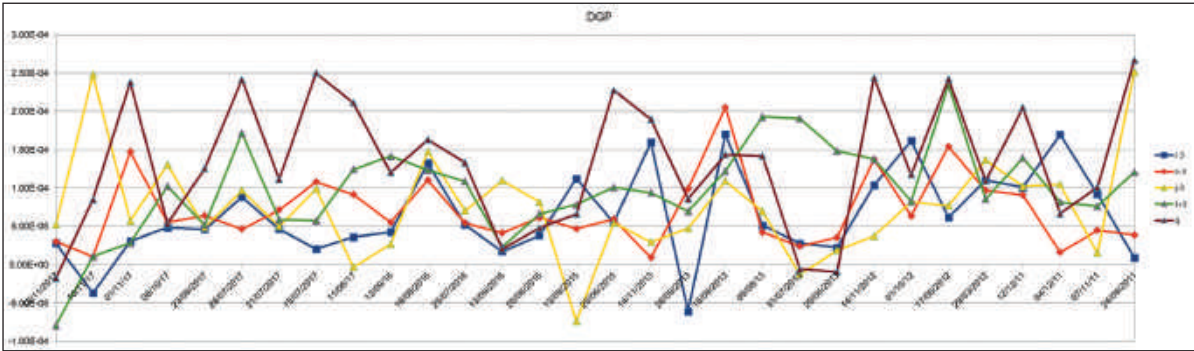
2.2. Nguồn số liệu

Trong nghiên cứu này, sử dụng bộ số liệu của hệ thống dự báo toàn cầu GFS của trung tâm NCEP với độ phân giải 0,5 x 0,5 kinh vĩ độ (<https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forecast-system-gfs>). Số liệu các cơn áp thấp nhiệt đới và bão hoạt động trên Biển Đông được xác định là số áp thấp nhiệt đới hoạt động trong khu vực 5°N-25°N, 105°E-120°E theo thống kê của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc Gia. Nghiên cứu này thực hiện tính toán dựa trên bộ số liệu áp thấp nhiệt đới hình thành trên Biển Đông, gồm 30 cơn trong giai đoạn 2011-2017.

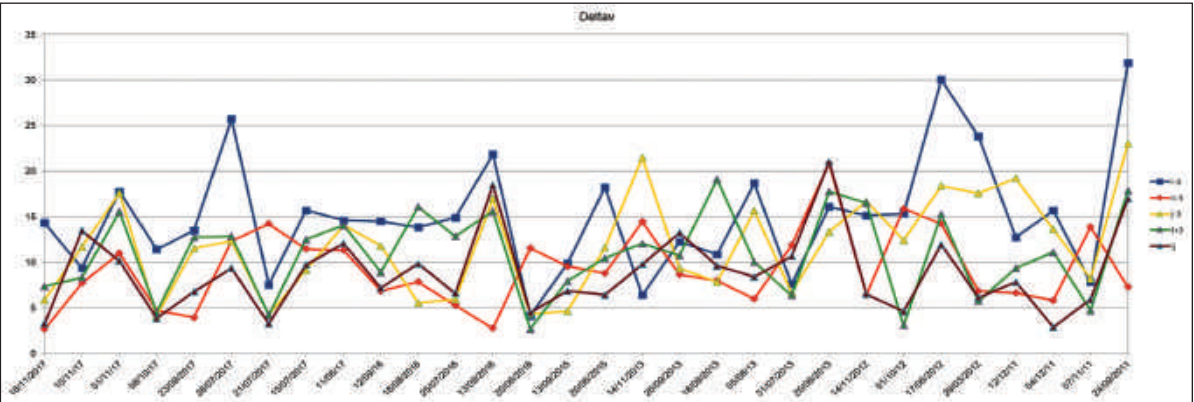
3. Kết quả

3.1. Khảo sát các nhân tố và xây dựng phương trình dự báo

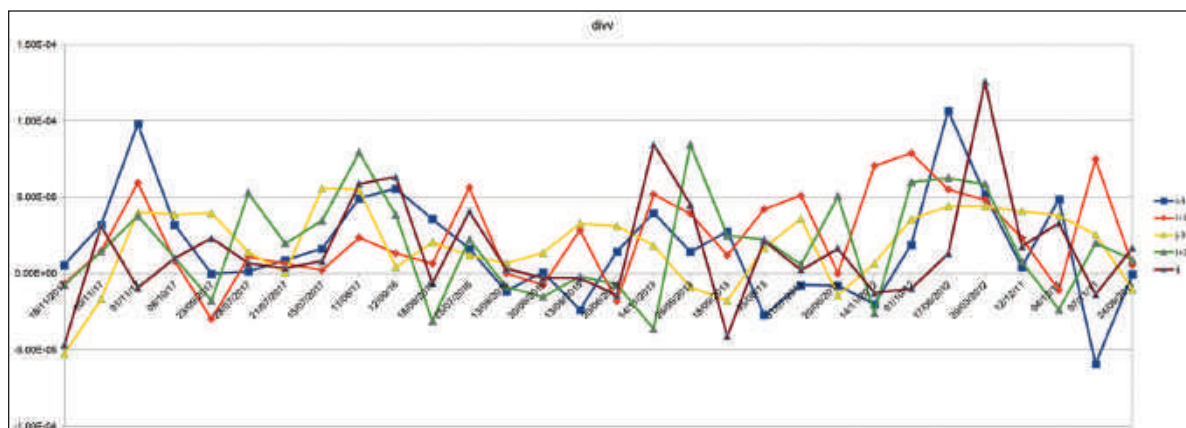
Từ số liệu của 30 trường hợp áp thấp nhiệt đới, thực hiện tính toán các nhân tố lựa chọn. Kết quả tính toán các nhân tố tương ứng trong 30 trường hợp áp thấp nhiệt đới thể hiện chi tiết qua các đồ thị dưới đây:



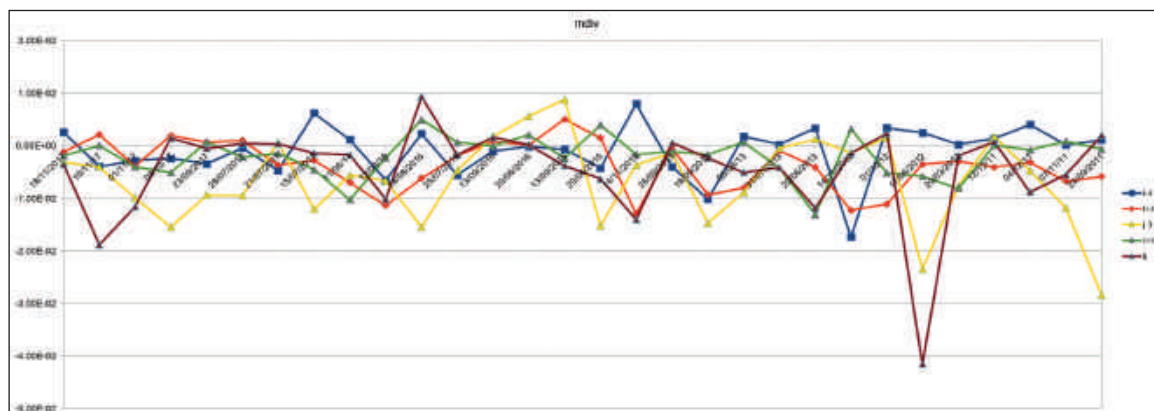
Hình 2. Biểu diễn giá trị DGP qua đồ thị



Hình 3. Biểu diễn giá trị DeltaV qua đồ thị



Hình 4. Biểu diễn giá trị divV qua thời



Hình 5. Biểu diễn giá trị mdiv qua thời

Nhìn chung, đối với bộ nhân tố lựa chọn, DGP là chỉ số dự báo quan trọng trong phương trình dự báo sự hình thành xoáy thuận nhiệt đới trên Biển Đông

Từ kết quả tính toán các chỉ số, tiến hành tính toán xây dựng hàm phân lớp thu được các phương trình dự báo tương ứng với xác suất dự báo cao nhất được lựa chọn:

(1) Đối với dự báo áp thấp nhiệt đới tại thời điểm xét:

$$I = -0,58756 - 0,04808mdiv + 0,01134deltav - 5,34786divv + 0,32581DGP \quad (15)$$

Phương trình này có thể sử dụng để chuẩn đoán sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông.

(2) Sử dụng số liệu của 1 ngày trước khi hình thành:

Hàm phân lớp giữa các yếu tố của ngày hình thành và của trước đó 1 ngày tại điểm dự báo. Nếu $I > 0$ dự báo áp thấp nhiệt đới hình thành, nếu $I < 0$ dự báo áp thấp nhiệt đới không hình

thành:

$$I1 = -1,7 - 0,35mdiv + 0,48DGP + 0,07deltav - 0,34divv \quad (16)$$

3) Sử dụng số liệu của 2 ngày trước khi hình thành:

Hàm phân lớp giữa các yếu tố của ngày hình thành và của trước đó 2 ngày tại điểm hình thành:

$$I2 = -3,08 - 0,67mdiv + 0,12deltav + 0,0055divv + 1,10DGP \quad (17)$$

Đây là các phương trình có chất lượng dự báo cao có thể sử dụng trong thử nghiệm dự báo.

4) Sử dụng số liệu của 1 ngày và 2 ngày trước khi hình thành:

Trong trường hợp này số liệu của ngày thứ nhất trước khi hình thành xếp vào lớp có hình thành còn số liệu của ngày thứ 2 trước khi hình thành xếp vào lớp không hình thành. Từ 2 bộ số liệu này ta có thể xây dựng được hàm phân lớp để dự báo sự hình thành xoáy thuận nhiệt đới

trên Biển Đông.

Ta có thể suy diễn phương trình này từ các hàm phân lớp trên. Gọi $f(X)$ là hàm phân bố chuẩn của các nhân tố dự báo $X \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ khi đó ta có các hàm phân lớp:

$I_1 = \ln [f_0(X)/f_1(X)]$: Hàm phân lớp giữa ngày hình thành và ngày trước ngày hình thành 1 ngày.

$I_2 = \ln [f_0(X)/f_2(X)]$: Hàm phân lớp giữa ngày hình thành và ngày trước ngày hình thành 2 ngày.

Khi đó:

$$I_3 = I_2 - I_1 = \ln \{f_1(X)/f_2(X)\} \quad (18)$$

Thay hàm I_1 và I_2 ở trên xuống ta tìm được:

$$I_3 = \{-3,08 - 0,67mdiv + 0,12deltav + 0,0055divv + 1,10DGP\} - \{-1,7 - 0,35mdiv + 0,48DGP + 0,07deltav - 0,34divv\} \quad (19)$$

Biểu thức $\{ \}$ thứ nhất tính với nhân tố của ngày 2 trước khi hình thành ATNĐ, biểu thức thứ 2 $\{ \}$ tính với nhân tố ngày 1 trước khi hình thành ATNĐ.

3.2. Kết quả thử nghiệm

Để thử nghiệm các phương trình hàm phân lớp thu được, chúng tôi cũng sử dụng số liệu tính toán là số liệu dự báo của GFS độ phân giải $0,5 \times 0,5$ độ. Tiến hành lựa chọn 5 trường hợp áp thấp nhiệt đới hình thành trên Biển Đông giai đoạn 2018-2019 để thử nghiệm. Thời điểm hình thành của 5 áp thấp nhiệt đới lựa chọn cụ thể là: 18UTC 31/12/2018; 12UTC 17/07/2019; 00UTC 30/07/2019; 12UTC 06/08/2019 và 06UTC 28/10/2019. Sau khi tiến hành tính toán được giá trị các hàm phân lớp cho vùng biển Việt Nam, thực hiện xác định điểm lưới có giá trị hàm lớn nhất xung quanh vị trí hình thành thực tế với bán kính 2 độ, vị trí này được lựa chọn là điểm dự báo hình thành áp thấp nhiệt đới.

Kết quả dự báo cho 5 cơn áp thấp nhiệt đới bằng hàm phân lớp I_1, I_2 được trình bày cụ thể tại Bảng 1 và Bảng 2 dưới đây:

Bảng 1. Kết quả dự báo 5 trường hợp thử nghiệm sử dụng hàm phân lớp I_1 và I_2

STT	Thời gian hình thành (UTC)	Vĩ độ (thực tế)	Kinh độ (thực tế)	Dự báo					
				Hàm I_1			Hàm I_2		
				Giá trị	Vĩ độ	Kinh độ	Giá trị	Vĩ độ	Kinh độ
1	18h 31/12/2018	7,2	110,6	1,41831	8	112	1,22145	6	110
2	12z 17/07/2019	17,5	118,5	0,18739	16,5	118,5	0,53452	17	117,5
3	00z 30/07/2019	17,2	116,3	0,05315	16	118	-1,5449	17	116
4	12z 06/08/2019	15	118	0,31398	16,5	118,5	0,049	15	119,5
5	06z 28/10/2019	10,5	118,5	-0,7588	10,5	118,5	-0,1553	10,5	118,5

Bảng 2. Sai số khoảng cách của hàm I_1 và I_2 trong 5 trường hợp thử nghiệm

STT	Sai số khoảng cách (km)	
	I_1	I_2
1	178,11	148,99
2	111,19	119,87
3	224,99	38,87
4	175,16	161,11
5	0,00	0,00

Sai số khoảng cách của 5 trường hợp áp thấp nhiệt đới dự báo được thể hiện trong Bảng 2.

Khi tiến hành thử nghiệm dự báo trước 1 ngày và trước 2 ngày bằng hàm phân lớp I_1 và

12 cho 5 trường hợp áp thấp nhiệt đới trong 2 năm 2018-2019, hàm phân lớp I1 dự báo đúng dự hình thành của áp thấp nhiệt đới cho 4/5 trường hợp; trong khi đó, hàm phân lớp I2 dự báo chính xác 3/5 trường hợp. Như vậy, nhận thấy rằng, dự báo trước 1 ngày cho kết quả dự báo chính xác lên đến 80%, dự báo trước 2 ngày chính xác 60%.

Đối với kết quả dự báo trước 1 ngày, sai số khoảng cách dao động trong khoảng 100-200km, trung bình khoảng 140km. Trường hợp dự báo trước 2 ngày, sai số khoảng cách dự báo

ở khoảng 100-150km, trung bình khoảng 90km. Nhận thấy, sai số dự báo khoảng cách khi dự báo trước 2 ngày có phần tốt hơn so với dự báo trước 1 ngày, tuy nhiên không đáng kể. Đặc biệt, với trường hợp áp thấp nhiệt đới số 5 hình thành lúc 06UTC ngày 28/10/2019, cả hai trường hợp dự báo của 2 phương trình hàm phân lớp đều cho kết quả dự báo vị trí khá tốt so với thực tế.

Tiến hành thử nghiệm với công thức hàm phân lớp I3, kết quả trình bày trong Bảng 3 về giá trị hàm và tọa độ điểm dự báo hình thành cũng như sai số dự báo:

Bảng 3. Kết quả dự báo 5 trường hợp thử nghiệm sử dụng hàm phân lớp I3

STT	Thời gian hình thành (UTC)	Vĩ độ (thực tế)	Kinh độ (thực tế)	Hàm I3			
				Giá trị	Vĩ độ	Kinh độ	Sai số khoảng cách (km)
1	18h 31/12/2018	7,2	110,6	1,4258	7	110,5	24,83
2	12z 17/07/2019	17,5	118,5	1,4299	17,5	119	53,02
3	00z 30/07/2019	17,2	116,3	1,161	17	117	77,65
4	12z 06/08/2019	15	118	1,33	15	119	107,41
5	06z 28/10/2019	10,5	118,5	0,581	10,5	119,5	109,33

Từ kết quả cho thấy với 5 trường hợp áp thấp nhiệt đới thử nghiệm, hàm phân lớp I3 đều cho dự báo có xuất hiện, dự báo đúng 5/5 trường hợp. Sai số vị trí hình thành khá nhỏ, dao động trong khoảng 30 đến 100km, trung bình khoảng 70km; cơn áp thấp nhiệt đới số 1 hình thành lúc 18UTC 31/12/2018 cho sai số khoảng cách khá nhỏ chỉ khoảng 20km.

Nhận thấy rằng, phương trình hàm phân lớp I3 cho kết quả dự báo hình thành áp thấp nhiệt đới trước 1 ngày tương đối tốt. Như vậy kết quả có thể sử dụng để nghiên cứu tiếp và thử nghiệm nghiệp vụ ở các đài Khí tượng Thủy Văn theo quy trình sau:

a) Lấy số liệu GFS của kỳ dự báo (ngày hiện tại và trước đó 1 ngày).

b) Tính giá trị hàm phân lớp I3 cho tất cả các điểm của miền dự báo để tìm điểm có thể hình thành áp thấp nhiệt đới (Điểm có I3 dương lớn nhất).

c) Kiểm định kết quả, dự báo có hay không có sự xuất hiện của áp thấp nhiệt đới trong vòng 24 giờ tới.

4. Kết luận

Trên đây là kết quả xây dựng hàm phân lớp dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông và một số kết quả thử nghiệm dự báo cho giai đoạn 2018-2019. Đối với việc xây dựng hàm phân lớp dự báo, bài báo đã xây dựng được hệ thống các phương trình dự báo sự hình thành ATNĐ trên Biển Đông bao gồm: Phương trình dự báo 24h và dự báo 48h.

Khi tiến hành thử nghiệm dự báo đối với 5 trường hợp áp thấp nhiệt đới trong 2 năm 2018 và 2019 nhận thấy rằng:

a) Khi sử dụng hàm phân lớp I1 và I2 cho thấy dự báo trước 1 ngày cho kết quả dự báo chính xác lên đến 80%, dự báo trước 2 ngày chính xác 60%.

b) Khi sử dụng hàm phân lớp I3 (kết hợp giữa

I1 và I2) kết quả thu được khá tốt, dự báo đúng 5/5 trường hợp. Sai số vị trí hình thành khá nhỏ, dao động trong khoảng 30 đến 100km, trung bình

khoảng 70km. Phương trình hàm phân lớp I3 có thể áp dụng để dự báo thử nghiệm trong nghiệp vụ sự hình thành của ATNĐ trên Biển Đông hạn 24h.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Đinh Bá Duy, Ngô Đức Thành, Nguyễn Thị Tuyết, Phạm Thanh Hà, Phan Văn Tân (2016), “Đặc điểm hoạt động của Xoáy thuận Nhiệt đới trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương, Biển Đông và vùng trực tiếp chịu ảnh hưởng trên lãnh thổ Việt Nam giai đoạn 1978-2015”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 32, số 2 1-11.
2. Hoàng Phúc Lâm (2011), *Nghiên cứu xây dựng bộ nhân tố nhiệt động lực cho dự báo sự hình thành của xoáy thuận nhiệt đới trên khu vực Biển Đông*, Đề tài cấp bộ Tài nguyên Môi trường.
3. Lê Đình Quang (2000), *Ảnh hưởng của nhiệt độ nước biển đến cường độ và hướng di chuyển của xoáy thuận nhiệt đới hoạt động trên Biển Đông*, Tuyển tập kết quả nghiên cứu khoa học 1996-2000, tập 1, Nhà xuất bản Nông nghiệp, tr. 101-115.
4. Trần Tân Tiến, Hồ Thị Hà, Nguyễn Thị Kim Anh (2018), “Dự báo sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông bằng mô hình WRF-NMM”. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 34, Số 1S (2018), 71-76.
5. Trần Tân Tiến, Đào Nguyễn Quỳnh Hoa (2018), “Thử nghiệm mô hình WRF kết hợp đồng hóa 3DVAR và LETKF trong dự báo sự hình thành của xoáy thuận nhiệt đới trên Biển Đông”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 34, Số 1S (2018), 77-89.

Tài liệu tiếng Anh

6. Hennon C. (2006), *Tropical Cyclone Hyperactivity in the Eastern and Central Caribbean Sea During the 2005 Atlantic Hurricane Season*. Proceedings of the National Conference On Undergraduate Research (NCUR) 2006 The University of North Carolina at Asheville Asheville.
7. Wang, L., K. H. Lau, C. H. Fung, and J. P. Gan (2007), *The relative vorticity of ocean surface winds from the QuikSCAT satellite and its effects on the geneses of tropical cyclones in the South China Sea*, Tellus, Ser. A, 59, 562–569.

FORECASTING THE OCCURRENCE OF TROPICAL DEPRESSIONS IN THE BIEN DONG SEA USING THE CLASSIFICATION METHOD

Tran Tan Tien, Cong Thanh, Nguyen Duc Dung, Nguyen Thi Nga
VNU University of Science

Received: 27/4/2020; Accepted: 25/5/2020

Abstract: In this study, we conducted to construct classification function equation based on the GFS data of the NCEP with 30 cases of tropical depressions formed in the Bien Dong Sea in the period of 2011-2017. The results have constructed the equations of classification function for forecasting the formation of tropical depressions after 24 hours and after 48 hours. For individual equations, accurate result is about 60 to 80%. When combining the 2 equations, all the test cases are forecasted. Position of misconfiguration is about 70km. The results of this study can be used to forecast the formation of tropical depressions in the Bien Dong Sea.

Keywords: Tropical depression, classification function equation, Bien Dong.

NGHIÊN CỨU, ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ XỬ LÝ T-N VÀ COD TRONG NƯỚC THẢI GIẾT MỔ GIA SÚC TẬP TRUNG CỦA CHẾ PHẨM VI SINH BIOL

Nguyễn Đức Toàn⁽¹⁾, Phạm Hải Bằng⁽¹⁾, Đỗ Tiến Anh⁽²⁾, Bạch Quang Dũng⁽²⁾

⁽¹⁾ Trường Đào tạo, Bồi dưỡng cán bộ Tài nguyên và Môi trường

⁽²⁾ Tổng Cục Khí tượng Thủy văn

Ngày nhận bài 1/4/2020; ngày chuyển phản biện 2/4/2020; ngày chấp nhận đăng 29/4/2020

Tóm tắt: Chế phẩm vi sinh sử dụng trong xử lý nước thải là tập hợp các vi sinh vật có khả năng thích nghi tốt cũng như khả năng tiêu thụ các chất ô nhiễm trong nước thải như một nguồn dinh dưỡng cho sự sinh trưởng và phát triển của chúng. Khi chế phẩm được bổ sung, số lượng các vi sinh vật có ích tham gia vào quá trình xử lý nước thải của các hệ thống xử lý nước thải sẽ được gia tăng từ đó nâng cao hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm có trong nước thải [7]. Chế phẩm vi sinh bản địa đã được phân lập tuyển chọn từ các chủng vi sinh vật có hoạt tính mong muốn giúp hệ giảm thời gian khởi động và tăng cường hiệu suất xử lý. Trong nghiên cứu này chúng tôi ứng dụng chế phẩm vi sinh BiOL vào hệ hiếu khí quy mô phòng thí nghiệm. Chế phẩm vi sinh này đã làm giảm thời gian khởi động hệ thống từ 6-8 tuần xuống còn 3-4 tuần. Ở giai đoạn vận hành ổn định, hiệu quả xử lý COD và tổng Nitơ (T-N) đều được duy trì ở mức cao và ổn định với các khoảng giá trị lần lượt 90-97% và 79-86%.

Từ khóa: Chế phẩm vi sinh, BiOL, sinh học hiếu khí, nước thải giết mổ gia súc, MBR.

1. Mở đầu

Hoạt động giết mổ gia súc có khả năng gây ô nhiễm không khí, ô nhiễm nguồn nước, tạo ra lượng lớn chất thải rắn. Đặc biệt ở những cơ sở giết mổ thủ công, các loại chất thải không có sự phân loại rõ ràng, các loại chất thải như phân, nước, phụ phẩm xả tràn lan khi giết mổ hoặc thải trực tiếp xuống sông, cống rãnh thoát nước khiến cho nước thải từ hoạt động giết mổ có nồng độ ô nhiễm rất cao. Trong đó, các chất ô nhiễm chính phải kể đến đó là các hợp chất hữu cơ được đại diện qua chỉ tiêu COD, các chất rắn lơ lửng, các chất dinh dưỡng (N, P) và nhiều loại vi sinh vật gây bệnh. Các thành phần ô nhiễm này nếu không được xử lý đúng cách sẽ gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng đồng thời ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe con người. Do đó việc xử lý nước thải từ hoạt động giết mổ gia súc để bảo vệ môi trường là nhu cầu cấp thiết đối với nước ta.

Hiện nay, trên thế giới, đã có nhiều công nghệ có thể được áp dụng để xử lý nước thải giết mổ gia súc, các phương pháp đó bao gồm: Các phương pháp hóa lý (keo tụ, tuyển nổi, oxy hóa nâng cao,...), các phương pháp sinh học (các công nghệ xử lý hiếu khí, thiếu khí, kỵ khí, thực vật thủy sinh,...). Tuy nhiên, mỗi phương pháp đều có những ưu nhược điểm riêng, và việc lựa chọn sẽ phụ thuộc và các tiêu chuẩn, điều kiện kinh tế của từng khu vực từng quốc gia khác nhau. Thông thường, để có thể xử lý triệt để các thành phần ô nhiễm khác nhau, thì hệ thống xử lý nước thải từ cơ sở giết mổ gia súc là sự kết hợp của hai hay nhiều phương pháp xử lý khác nhau. Một trong những phương pháp đang được quan tâm nghiên cứu và ứng dụng nhiều trong thực tiễn không chỉ trên thế giới mà còn cả ở Việt Nam đó chính là công nghệ màng lọc sinh học (MBR). Với ưu điểm có khả năng tách pha rắn-lỏng tốt, vừa giúp duy trì được lượng sinh khối tối ưu cho các công trình xử lý sinh học đặc biệt là với các vi khuẩn có tốc sinh trưởng thấp như các vi sinh vật oxy hóa Nitrit giúp cải

Liên hệ tác giả: Phạm Hải Bằng
Email: phamhaibang79@gmail.com

thiện được hiệu xuất xử lý Nitơ cho các công nghệ bùn hoạt tính truyền thống, đồng thời còn có khả năng loại bỏ các vi sinh vật gây bệnh [11]. Mặc dù vậy, do đặc thù của quá trình sản xuất, tải lượng các chất ô nhiễm đầu vào thường có sự biến động, điều này gây ra những khó khăn trong việc kiểm soát được sự ổn định của chất lượng nước sau xử lý, đặc biệt là với các công trình xử lý sinh học. Ngoài ra, hiện tượng tắc màng sau một thời gian vận hành thường xảy ra với công nghệ MBR, đòi hỏi quá trình làm sạch màng bằng hóa chất hoặc thay màng, dẫn tới làm gia tăng chi phí bảo dưỡng và vận hành.

Ở nước ta, số lượng các cơ sở giết mổ nhỏ lẻ hoặc tập trung theo quy mô bán công nghiệp còn chiếm tỉ lệ cao, vì vậy việc áp dụng các giải pháp xử lý tại nguồn là cần thiết để bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, các hệ thống xử lý cũng cần đảm bảo một số yêu cầu như: Diện tích yêu cầu không quá lớn, chi phí vận hành cũng như yêu cầu trình độ vận hành,... phải phù hợp với các cơ sở có quy mô nhỏ. Vì vậy việc nghiên cứu ứng dụng các giải pháp công nghệ có thể khắc phục các vấn đề về kinh tế và kỹ thuật như trên là rất cần thiết trong bối cảnh hiện nay.

Trong nghiên cứu này sẽ tập trung đánh giá khả năng thích nghi của hệ vi sinh trong bể sinh học hiếu khí có sử dụng chế phẩm BiOL để xử

lý nước thải giết mổ gia súc trung trên quy mô phòng thí nghiệm.

2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Nước thải giết mổ gia súc

Mẫu nước thải sử dụng cho nghiên cứu được lấy lại tại cơ sở giết mổ do Công ty cổ phần Thịnh An làm chủ đầu tư, thuộc vùng bãi sông Hồng với diện tích 1,4ha. Trong đó nhà xưởng là 8.000m², chia ra 26 ô, công suất giết mổ đạt 1.500-2.000 con/ngày-đêm. Theo kết quả phân tích mẫu (Bảng 1), đối với nước thải tại vị trí ngay sau khi mổ các chỉ tiêu: COD, BOD₅, TSS, Amoni, tổng nitơ, tổng photpho, Fe, Mn và độ màu có nồng độ vượt mức quy định so với cột B của QCVN 40:2011/BTNMT. Trong đó COD vượt 12,6 lần; BOD vượt 20,22 lần; TSS vượt 5,25 lần; Amoni vượt 8,75 lần; tổng N vượt 6,52 lần; tổng P vượt 10,8 lần; hàm lượng Fe vượt 3,34 lần; hàm lượng Mn vượt 1,4 lần; độ màu vượt 34,5 lần. Đối với nước thải tại vị trí sau khi đã hoàn thành các công đoạn mổ các chỉ tiêu: COD, BOD₅, TSS, Amoni, tổng Nitơ, tổng Photpho, Mn và độ màu có nồng độ vượt mức quy định so với cột B theo QCVN 40:2011/BTNMT. Trong đó COD vượt 13,89 lần; BOD vượt 20,38 lần; TSS vượt 9,77 lần; Amoni vượt 9,43 lần; tổng N vượt 8,3 lần; tổng P vượt 6 lần; hàm lượng Mn vượt 1,9 lần; độ màu vượt 38,1 lần.

Bảng 1. Kết quả phân tích mẫu nước thải tại cơ sở giết mổ lợn Thịnh An tại xã Vạn Phúc, Thanh Trì, Hà Nội

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Vị trí ngay sau khi mổ	Vị trí sau khi đã hoàn thành các công đoạn mổ	QCVN 40:2011/BTNMT (cột B)
COD	mg/l	1889	2045	150
BOD ₅	mg/l	1011	1019	50
TSS	mg/l	525	977	100
DO	mg/l	0,1	0,18	-
pH		6,3	6,05	5,5 - 9
EC	uS	657	1538	-
TDS	mg/l	337	673	-
Độ đục	NTU	558	563	-
Cl ⁻	mg/l	68,9	215	1000
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	87,5	94,3	10
NO ₃ ⁻	mg/l	2,69	1,61	-
TN	mg/l	261	332	40

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Vị trí ngay sau khi mổ	Vị trí sau khi đã hoàn thành các công đoạn mổ	QCVN 40:2011/BTNMT (cột B)
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	46,83	33,5	-
TP	mg/l	64,7	36,1	6
Fe	mg/l	16,7	3,28	5
Cr	mg/l	0,08	0,2	0,1
Mn	mg/l	1,4	1,9	1
Độ màu	Pt-Co	5176	5715	150

2.2. Nguồn vi sinh vật sử dụng trong nghiên cứu

Chế phẩm vi sinh BiOL, là sản phẩm từ luận án nghiên cứu của tiến sĩ Trần Thị Thu Lan. Chế phẩm là hỗn hợp của 3 chủng vi sinh vật đã được tuyển chọn từ các mẫu nước thải giết mổ gia súc bao gồm: B. velezensis M2, B. mojavensis C1 và B. Mojavensis C8.

2.3. Nghiên cứu phương pháp sinh học để xử lý nước thải giết mổ gia súc quy mô phòng thí nghiệm

Hệ thống bao gồm bể phản ứng chính cùng các máy móc thiết bị phụ trợ đi kèm (Bảng 2 và Hình 1). Bể phản ứng được chế tạo từ nhựa acrylic trong suốt tạo thuận lợi cho việc quan sát quá trình vận hành và đảo trộn của bùn hoạt tính cũng như tình trạng hoạt động của các thiết

bị bên trong, bể có dung tích làm việc là 30L. Đáy bể được bố trí hệ thống sục khí nhằm cung cấp nồng độ oxy hòa tan cần thiết cho sự phát triển và sinh trưởng của các vi sinh vật hiếu khí trong bùn hoạt tính. Nước được cấp vào từ đáy bể thông qua bơm định lượng có khả năng điều chỉnh lưu lượng, và nước sau xử lý chảy tràn ở phần trên của bể. Một máy thổi khí được sử dụng nhằm cung cấp cho quá trình sục khí và lưu lượng được theo dõi và kiểm soát thông qua lưu lượng kế. Toàn bộ các thiết bị bao gồm bơm cấp nước, máy thổi khí, các van xả bùn và van thu nước sau xử lý đều được kết nối tới bộ điều khiển trung tâm. Bộ điều khiển có chức năng điều khiển tự động hoạt động của hệ thống theo các chu kỳ thời gian được cài đặt theo từng thí nghiệm thông qua các timer.

Bảng 2. Danh mục thiết bị chính của hệ thống xử lý nước thải

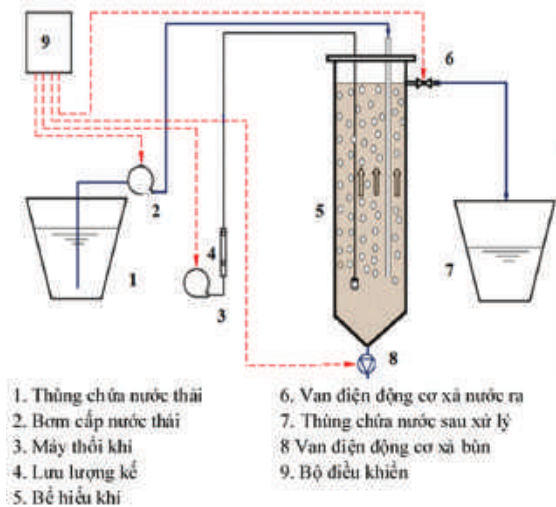
TT	Thiết bị	Thông số kỹ thuật
1	Bơm cấp nước thải	Công suất: 45W; lưu lượng: 10l/giờ.
2	Máy thổi khí	Công suất: 38W; lưu lượng: 90l/phút.
3	Lưu lượng kế	Giải đo 0-10l/phút, giải điều chỉnh 0,2l/phút
4	Van điện từ 1 chiều, van xả nước, van xả bùn	

Nhằm mục đích đánh giá hiệu quả xử lý nước thải giết mổ gia súc của chế phẩm vi sinh BiOL, gồm các chủng vi sinh vật bản địa có hoạt lực cao trong nước thải phục vụ cho các nội dung nghiên cứu, mô hình sẽ được vận hành như một bể SBR (gồm các giai đoạn: Làm đầy, sục khí khuấy trộn, lắng và rút nước). Chế phẩm vi sinh được sử dụng gồm các chủng vi sinh vật có khả năng sinh trưởng và tạo sinh khối mới nhanh tạo điều kiện để tách sinh khối sớm trong quá trình hoạt động, đồng thời bùn hoạt tính chứa các vi sinh vật này có tốc độ tạo bông và lắng nhanh.

Bên cạnh đó, đây đều là các loài vi sinh vật hiếu khí hoàn toàn và có thể bị ảnh hưởng nếu thời gian dừng sục khí quá dài. Vì vậy, mô hình sẽ được vận hành theo từng mẻ trong đó thời gian sục khí sẽ chiếm tỉ lệ lớn, thời gian cho quá trình lắng và thu nước sau xử lý sẽ ngắn hơn so với các hệ SBR thông thường do các đặc tính của bùn hoạt tính sử dụng chế phẩm vi sinh đã được giải thích ở trên. Thời gian cho mỗi mẻ sẽ phụ thuộc vào từng thí nghiệm và nội dung nghiên cứu cụ thể. Các thí nghiệm sẽ cung cấp những dữ liệu cần thiết nhằm triển khai ở quy mô thử

nghiệm lớn hơn, từ đó nâng cao được khả năng đưa công nghệ vào nghiên cứu ở quy mô pilot tại hiện trường.

Sau mỗi mẻ thí nghiệm lấy mẫu phân tích các chỉ tiêu COD, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$, TN, SV10, SV15, SV30, MLSS, TN.



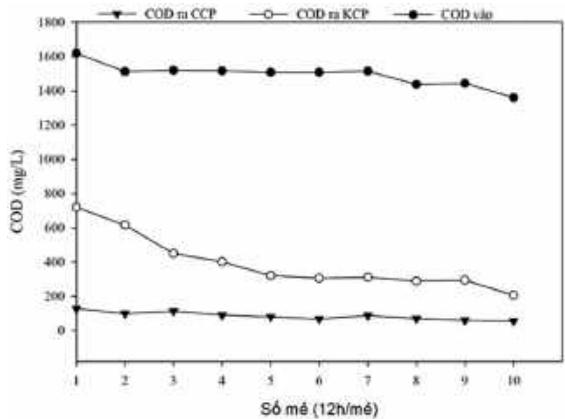
Hình 1. Mô hình bể xử lý sinh học

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

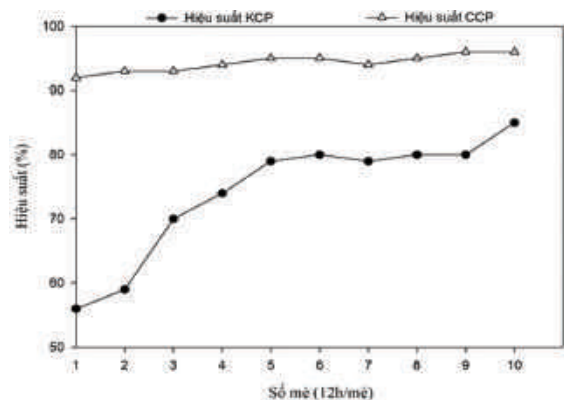
Thí nghiệm được thực hiện trên 2 bể phản ứng giống nhau với các thông số vận hành tương tự nhau. Tuy nhiên, một bể được vận hành với bùn hoạt tính từ Nhà máy bia Việt Hà (KCP), bể còn lại có bùn hoạt tính và được bổ sung mật độ 104CFU/ml chế phẩm (CCP). Kết quả thí nghiệm được trình bày ở các mục dưới đây:

3.1. Hiệu quả xử lý COD

Để đánh giá được hiệu quả xử lý nước thải của các hệ vi sinh vật trong hai bể phản ứng, các bể được vận hành trong điều kiện tương tự nhau với nước thải đầu vào được lấy trực tiếp từ cơ sở giết mổ với giá trị COD nằm trong khoảng 1.361-1.620mg/L. Kết quả COD của nước sau xử lý sẽ cho thấy khả năng xử lý của vi sinh vật trong mỗi bể.



Hình 2. Nồng độ COD trong các ngày thí nghiệm



Hình 3. Hiệu suất xử lý COD trong các mẻ xử lý

Theo Hình 2 và Hình 3, đối với bể không sử dụng chế phẩm BiOL (KCP), hiệu quả xử lý của 2 mẻ đầu tiên chỉ đạt 56-59% tương ứng với nồng độ COD trong nước sau xử lý là khoảng 600-

700mg/L. Trong 4 ngày đầu tiên của thí nghiệm, hiệu quả xử lý có sự gia tăng đều, và nồng độ COD sau xử lý chỉ còn 321mg/L ứng với hiệu suất xử lý là 79%. Như vậy, có thể thấy, sau 5 ngày

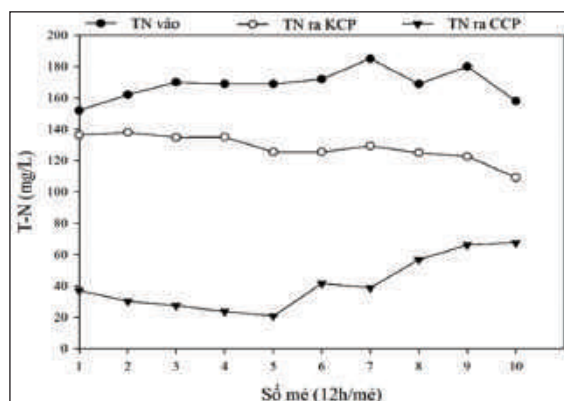
vận hành liên tục, vi sinh vật trong bể đã bắt đầu thích nghi với nước thải nhờ vậy mà hiệu quả xử lý có sự cải thiện đáng kể. Tuy nhiên, sau 10 ngày vận hành, hiệu quả xử lý COD không có sự cải thiện nhiều và cao nhất đạt 85% với nồng độ 206mg/L, giá trị này cao hơn nhiều so với tiêu chuẩn B (QCVN 40:2011).

Khác với bể phản ứng trên, bể phản ứng có sử dụng chế phẩm vi sinh (CCP) cho thấy sự khác biệt trong hiệu quả xử lý COD. Chế phẩm BiOL có chứa các chủng vi khuẩn *Bacillus* tồn tại trong nước thải giết mổ gia súc với khả năng đồng hóa cơ chất đa dạng và khả năng xử lý nhanh COD trong nước thải [1], [4]. Chính vì vậy, khi được bổ sung vào bùn hoạt tính, chúng cho thấy khả năng thích nghi rất nhanh với mẫu nước thải được sử dụng trong thí nghiệm này, ngay từ những mẻ xử lý đầu tiên, hiệu quả xử lý COD đã đạt được >90% (giá trị COD đầu ra thấp hơn 129mg/L). Hoạt động của các vi sinh vật trong bể phản ứng này tiếp tục duy trì ổn định trong các mẻ xử lý tiếp theo và đạt hiệu suất cao nhất là 96%. Đặc biệt, giá trị COD đầu ra chỉ còn 56-60mg/L, thấp hơn giá trị theo cột B (QCVN 40:2011/BTNMT) là 100mg/L. Hiệu quả xử lý COD >92% cũng đã được ghi nhận trong một số nghiên cứu sử dụng phương pháp sinh học để xử lý nước thải giết mổ gia súc, trong đó có nghiên cứu của nhóm tác giả Keskes [2] sử dụng phương pháp bể phản ứng theo mẻ (SBR) xử lý nước thải có nồng độ COD trong khoảng 1.600-2.000mg/L. Trong nghiên cứu này, hiệu

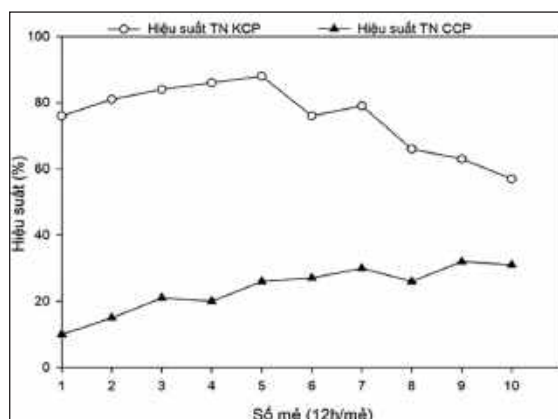
quả xử lý COD của mô hình trong những ngày đầu tiên cũng duy trì ở mức 70-80%, phải đến ngày thứ 20 hiệu quả xử lý mới có sự cải thiện đáng kể lên >90%. Hiện tượng này cũng tương tự như bể phản ứng không sử dụng chế phẩm được sử dụng trong thí nghiệm này. Điều này chứng tỏ, đối với bùn hoạt tính thông thường, để đạt được hiệu quả xử lý như mong muốn thì cần có thời gian để các vi sinh vật có thể thích nghi, và thời gian này sẽ khác nhau tùy thuộc vào đặc tính của nguồn bùn hoạt tính cũng như điều kiện vận hành. Trong khi đó, bằng việc bổ sung các vi sinh vật đã quen với môi trường sống là nước thải giết mổ gia súc, đồng thời có khả năng sinh trưởng và phát triển tốt, cùng với đó là các điều kiện như nồng độ Oxy, pH, được kiểm soát, thì thời gian để thích nghi cũng như khả năng xử lý COD của bùn hoạt tính đã được cải thiện đáng kể.

3.2. Hiệu quả xử lý Nito tổng

Hình 4 và Hình 5 thể hiện sự thay đổi cũng như hiệu quả xử lý đối với thông số ô nhiễm T-N ở hai bể phản ứng được sử dụng trong thí nghiệm. Nồng độ T-N trong nước thải đầu vào được duy trì trong khoảng 152-185mg/L nhằm đảm bảo độ ổn định cho quá trình phát triển vi sinh vật trong giai đoạn khởi động này. Không giống như hiệu quả xử lý COD, khả năng xử lý T-N của bể không có chế phẩm là thấp trong suốt quá trình tiến hành thí nghiệm mặc dù vẫn có sự cải thiện dần sau mỗi mẻ thí nghiệm.



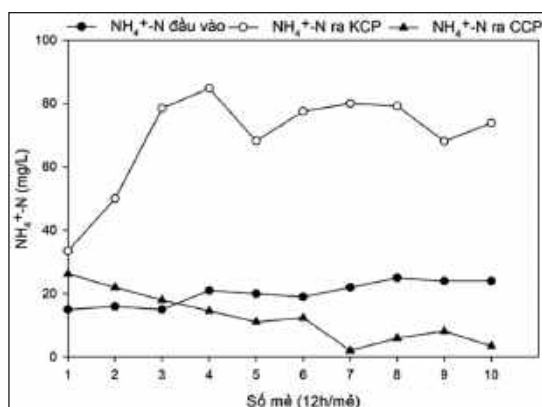
Hình 4. Nồng độ T-N của bình bổ sung chế phẩm và bình không bổ sung chế phẩm



Hình 5. Hiệu suất xử lý T-N

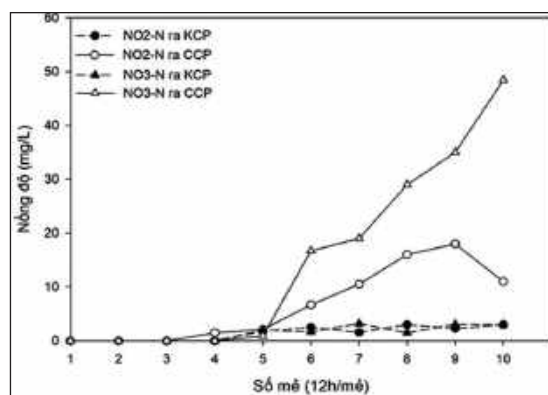
Cụ thể, trong 4 mẻ xử lý đầu tiên, hiệu quả xử lý T-N chỉ đạt mức <20%, nồng độ T-N sau xử lý vẫn ở mức cao trung bình là 135mg/L. Ở các mẻ xử lý còn lại, hiệu quả xử lý T-N có sự tăng dần tuy nhiên giá trị cao nhất đạt được chỉ là 31%. Ứng với giá trị T-N trong nước thải ra là 109mg/L. Đối với bể xử lý có bổ sung chế phẩm, hiệu quả xử lý T-N là được duy trì ở mức cao trong suốt quá trình thí nghiệm. Hiệu suất xử lý đạt giá trị cao nhất (88%) chỉ sau 5 ngày vận hành liên tục, nồng độ T-N ở đầu ra duy trì ở mức thấp từ 37-20mg/L. Tuy nhiên, từ mẻ thứ 6 tới mẻ thứ 10, hiệu quả xử lý lại có sự suy giảm, thấp nhất là 57% tương đương với 67,6mgN/L trong nước sau xử lý. Mặc dù có sự suy giảm nhưng hiệu suất xử lý trung bình của bể xử lý vẫn trong phần lớn thời gian thí nghiệm vẫn đảm bảo nước sau xử lý đạt chuẩn B (QCVN 40:2011/BTNMT). Mặc dù hiệu quả xử lý giảm từ mẻ thứ 6, tuy nhiên trong giai đoạn này, hiệu quả xử lý COD vẫn duy trì ở mức cao và ổn định, điều đó cho thấy vi sinh vật vẫn đang sinh trưởng và phát triển tốt. Sự suy giảm hiệu quả xảy ra là do trong suốt thời gian thí nghiệm, sinh khối vi sinh vật không được xả bỏ, trong khi nồng độ cơ chất trong nước thải đầu vào không có sự thay đổi dẫn tới sự tự phân hủy của một phần sinh khối vi sinh vật. Sự phân hủy của tế bào giải phóng các hợp chất hữu cơ cấu tạo nên tế bào trong đó bao gồm các hợp chất chứa nito đã được tích lũy trong quá trình xử lý nước thải của vi sinh vật từ các mẻ xử lý trước đó. Hiện tượng này làm tăng nồng độ T-N trong nước từ đó làm giảm hiệu quả xử lý T-N tổng thể của bể thí nghiệm.

Hiện tượng đưa ra ở trên có thể được nhận



Hình 6. Đồ thị diễn biến nồng độ $\text{NH}_4^+\text{-N}$

thấy rõ hơn khi quan sát diễn biến thay đổi nồng độ $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$, và $\text{NO}_3^-\text{-N}$ trong các Hình 6 và Hình 7. Trong nước thải từ hoạt động giết mổ gia súc, các protein thường chiếm tỉ trọng lớn; vì vậy, trong điều kiện sục khí kéo dài và sự có mặt của các vi sinh vật hiếu khí trong bùn hoạt tính, các protein này có thể dễ dàng bị phân giải và giải phóng amoniac vào nước thải [9], [13], [12] điều này có thể khiến nồng độ Amoniac trong bể phản ứng tăng và trực tiếp ảnh hưởng tới hiệu quả xử lý Amonia cũng như T-N. Điều này có thể giải thích cho hiện tượng nồng độ Amonia ở đầu ra cao hơn ở nước thải đầu vào xảy ra ở cả 2 bể phản ứng. Đối với bể phản ứng không sử dụng chế phẩm, trong điều kiện COD ở nước thải đầu vào cao, các vi sinh vật tự dưỡng có khả năng phân hủy các hợp chất hữu cơ sẽ chiếm ưu thế hơn so với các vi sinh vật có khả năng oxy hóa Amonia đặc biệt là trong giai đoạn đầu của thí nghiệm từ mẻ thứ 1 đến mẻ thứ tư, nồng độ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ cao nhất trong nước sau xử lý lên tới 85mg/L. Đồng thời so với các vi sinh vật xử lý COD, thì các vi sinh vật oxy hóa Amonia (AOB) và Nitrit (NOB) cũng có tốc độ sinh trưởng chậm hơn [5], chính vì vậy từ mẻ xử lý thứ 5, mới bắt đầu thấy có sự gia tăng nồng độ nitrit cũng như nitrat trong nước thải dù cho nồng độ không cao trung bình lần lượt là 2 và 2,5mg/L. Có thể thấy ở bể phản ứng không chế phẩm này, từ mẻ thứ 5 sau khi các vi sinh vật oxy hóa chất hữu cơ đã phát triển đến một giới hạn nhất định tương xứng với lượng COD đầu vào đồng thời thời gian lưu của bùn là thuận lợi hơn để các vi sinh vật oxy hóa Amonia và Nitrat bắt đầu phát triển.



Hình 7. Đồ thị diễn biến thiên nồng độ $\text{NO}_2\text{-N}$ và $\text{NO}_3\text{-N}$

Cũng giống như bể không bổ sung chế phẩm, nồng độ Amonia trong nước sau xử lý của bể có bổ sung chế phẩm cũng tăng so với nước thải đầu vào trong 3 mẻ xử lý đầu tiên. Tuy nhiên, sau khi các vi sinh vật đã thích nghi được với nước thải thì hiệu suất xử lý T-N đã nhanh chóng được cải thiện và đạt giá trị cao nhất tại mẻ thứ 7 và nồng độ Amonia sau xử lý cũng chỉ còn lại 2.1mg/L. Đồng thời, cũng có sự gia tăng nhanh nồng độ Nitrit và Nitrat trong khi hiệu quả xử lý T-N không tăng mạnh ở giai đoạn sau của thí nghiệm. Có thể thấy, bằng việc bổ sung chế phẩm chứa các vi sinh vật có khả năng sinh trưởng nhanh và đồng hóa tốt các chất dinh dưỡng trong môi trường, đã giúp tiêu thụ nhanh chóng lượng chất hữu cơ (COD) trong nước thải, điều này đã tạo ra môi trường thuận lợi cho các vi sinh vật oxy hóa Amonia cũng như Nitrit phát triển và kết quả là có gia tăng nồng độ Nitrit và Nitrat trong nước sau xử lý. Tuy nhiên hoạt động của các vi sinh vật này không đóng vai trò xử lý T-N chính trong thí nghiệm này do thí nghiệm thực hiện trong điều kiện sục khí kéo dài nên không thể diễn ra quá trình phản Nitrat hóa. Trong khí đó, các vi sinh vật được bổ sung có khả năng đồng hóa tốt các hợp chất hữu cơ đồng thời tích lũy Amonia trong nước thải để xây dựng các thành phần cần thiết cho tế bào

mới [3]. Tuy nhiên khi xảy ra sự phân hủy tế bào cũ và giải phóng Amonia [10], [6], [8] làm ảnh hưởng trực tiếp tới hiệu quả xử lý T-N của bể phản ứng ở giai đoạn sau của thí nghiệm.

4. Kết luận

Kết quả phân tích các chỉ tiêu của nước thải trước và sau khi xử lý, sẽ cung cấp dữ liệu để đánh giá so sánh được khả năng, tốc độ thích nghi của các vi sinh vật trong bùn hoạt tính thông thường và của bùn sử dụng chế phẩm. Trên thực tế, thời gian để khởi động một hệ thống xử lý nước thải bằng công nghệ sinh học đòi hỏi nhiều thời gian, có thể gây ảnh hưởng tới khả năng vận hành của hệ thống xử lý. Đây là cơ sở để chứng minh được hiệu quả của chế phẩm trong việc nâng cao hiệu suất xử lý của bể sinh học hiếu khí, thời gian khởi động hệ thống và cung cấp những điều kiện vận hành cơ bản ban đầu; như khảo sát tốc độ tăng sinh khối MLSS, pH. Trong nghiên cứu này, đã lựa chọn và xác định được thời gian tối ưu để quá trình xử lý COD, và oxy hóa Amonia đạt được hiệu quả tốt nhất, tạo tiền đề để nước thải giết mổ gia súc sau xử lý có thể đạt được yêu cầu đề ra. Các chỉ tiêu ô nhiễm COD, T-N, giai đoạn khởi động của bể phản ứng sử dụng chế phẩm BiOL đã hoàn thành chỉ sau 5 ngày xử lý.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Trần Thị Thu Lan (2018), *Nghiên cứu ứng dụng vi sinh vật bản địa để xử lý nước thải trong giết mổ gia súc tập trung*, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Tài liệu tiếng Anh

2. Peter W Harris và Bernadette K McCabe (2015), *Review of pre-treatments used in anaerobic digestion and their potential application in high-fat cattle slaughterhouse wastewater*, Applied Energy. 155, tr. 560-575.
3. Baikun Li và Shannon Irvin (2007), "The roles of nitrogen dissimilation and assimilation in biological nitrogen removal treating low, mid, and high strength wastewater", *Journal of Environmental Engineering and Science*, 6(5), tr. 483-490.
4. D Hamza, A Mohammed và S Ibrahim (2009), *Kinetics of biological reduction of chemical oxygen demand from petroleum refinery wastewater*, J. of Researcher. 57, tr. 1-12.
5. E. Debik và T. Coskun (2009), *Use of the Static Granular Bed Reactor (SGBR) with anaerobic sludge to treat poultry slaughterhouse wastewater and kinetic modeling*, Bioresour Technol. 100(11), tr. 2777-82.
6. Joseph W Lengeler, Gerhart Drews và Hans Günter Schlegel (1999), *Biology of the Prokaryotes*,

Georg Thieme Verlag.

7. Subashini L. (2016), "Waste water treatment using probiotics", *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*. 9, tr. E226-E228.
8. Michael H Gerardi (2002), *Settleability problems and loss of solids in the activated sludge process*, Wiley Online Library.
9. Michael H Gerardi (2003), *Nitrification and denitrification in the activated sludge process*, John Wiley & Sons.
10. OB Akpor et al (2008), "Nutrient removal from activated sludge mixed liquor by wastewater protozoa in a laboratory scale batch reactor", *International Journal of Environmental Science & Technology*. 5(4), tr. 463-470.
11. Pierre Le-Clech, Vicki Chen và Tony AG Fane (2006), "Fouling in membrane bioreactors used in wastewater treatment", *Journal of membrane science*. 284(1-2), tr. 17-53.
12. Wang S. et al (2020), "Promising carbon utilization for nitrogen recovery in low strength wastewater treatment: Amonia nitrogen assimilation, protein production and microbial community structure", *Sci Total Environ*. 710, tr. 136306.
13. Yating Li et al (2017), "Aerobic-heterotrophic nitrogen removal through nitrate reduction and ammonium assimilation by marine bacterium *Vibrio* sp. Y1-5", *Bioresource technology*. 230, tr. 103-111.

EVALUATION ON THE TREATMENT EFFICIENCY OF T-N AND COD IN THE CONCENTRATED CATTLE SLAUGHTER WASTEWATER

Nguyen Duc Toan⁽¹⁾, Pham Hai Bang⁽¹⁾, Do Tien Anh⁽²⁾, Bach Quang Dung⁽²⁾

⁽¹⁾*Institute of Natural Resources and Environment Training*

⁽²⁾*Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration*

Received: 1/4/2020; Accepted: 29/4/2020

Abstract: Microbiological products used in the wastewater treatment are a set of microorganisms that have good adaptability as well as high consumption ability of pollutants as a source of nutrition for their growth and development. When probiotics are added, the number of beneficial microorganisms involved in wastewater treatment process of treatment plant will be increased, thereby improving the efficiency of pollutant treatment [1]. The native probiotics have been isolated to select the microorganisms with desirable characteristics to assist the system in reducing boot time and enhance treatment performance. This study has applied the BioL probiotics to aerobic systems within the laboratory scope. This probiotic has reduced the boot time of the system from 6-8 weeks to 3-4 weeks. During the stable operation stage, the COD and T-N treatment efficiency are maintained at high and stable levels of 90-97% and 79-86% respectively.

Keywords: Probiotics, BiOL, aerobic biology, cattle slaughter wastewater, MBR.

ỨNG DỤNG COPULA TRONG XÁC ĐỊNH PHÂN BỐ ĐỒNG THỜI ĐA THIÊN TẠI DO BÃO KÈM MƯA LỚN VÀ MƯA SAU BÃO

Trần Thanh Thủy⁽¹⁾, Trần Thực⁽¹⁾, Huỳnh Thị Lan Hương⁽¹⁾, Nguyễn Xuân Hiến⁽¹⁾,
Lê Văn Tuấn⁽²⁾, Nguyễn Thành Công⁽³⁾

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

⁽²⁾Trường Đại học Thương mại

⁽³⁾Cục Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 5/5/2020; ngày chuyển phản biện 6/5/2020; ngày chấp nhận đăng 27/5/2020

Tóm tắt: Các thiên tai thường xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp. Xác suất xuất hiện đồng thời đa thiên tai đóng vai trò quan trọng trong công tác đánh giá rủi ro thiên tai. Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu ở Việt Nam không xem xét đến xác suất xảy ra đồng thời của các thiên tai. Nghiên cứu này phân tích, xác định xác suất xảy ra đồng thời của các thiên tai bão kèm mưa lớn và mưa sau bão bằng hàm Copula. Số liệu quan trắc tốc độ gió mạnh trong bão và lượng mưa ngày lớn nhất trong và sau bão giai đoạn 1961-2017 của 15 trạm khí tượng được sử dụng trong nghiên cứu. Nghiên cứu đã tìm ra hàm Gumbel-Hougaard Copula là hàm phù hợp cho đa thiên tai bão kèm mưa lớn và mưa sau bão khu vực ven biển Trung Trung Bộ. Kiểm định Kolmogorov-Smirnov và tiêu chuẩn thông tin Akaike được sử dụng để kiểm định sự phù hợp của các hàm Copula.

Từ khóa: Xác suất, Copula, đa thiên tai, bão, mưa lớn.

1. Giới thiệu

Khu vực Trung Trung Bộ trải dài từ 14°32' đến 18°05' vĩ độ Bắc và từ 105°37' đến 109°04' kinh độ Đông, bao gồm 06 tỉnh: Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam và Quảng Ngãi. Trung Trung Bộ là khu vực thường xuyên chịu những tác động bất lợi của thiên tai điển hình như bão, lũ, mưa lớn. Lịch sử đã ghi nhận được một số cơn bão kèm mưa lớn, kết hợp mưa sau bão điển hình gây thiệt hại nặng nề cho khu vực. Bão Xangsane năm 2006, đổ bộ vào các tỉnh miền Trung, đã làm 76 người chết và mất tích, 532 người bị thương, làm sập hơn 24.000 ngôi nhà, thiệt hại lên tới 10.000 tỷ đồng, các tỉnh chịu thiệt hại nặng nhất là Đà Nẵng, Thừa Thiên Huế và Quảng Nam [1], [2], [3], [4], [44]. Bão Ketsana năm 2009, gây mưa lớn trên diện rộng từ Nghệ An đến Bình Định, Tây Nguyên, bão và lũ sau bão làm 179 người chết, 8 người mất tích, 9.770 ngôi nhà bị đổ,

thiệt hại ước tính khoảng 14.000 tỷ đồng. Năm 1996 có tới 5 cơn bão và 4 ATNĐ đổ bộ và ảnh hưởng trực tiếp đến các tỉnh miền Trung, xảy ra 14 đợt mưa lớn, diện rộng, tập trung dồn dập, vượt trung bình nhiều năm cả về lượng và thời gian mưa. Tại thị xã Quảng Ngãi, tổng lượng mưa 4 tháng (IX-XII) xếp hàng thứ hai trong vòng 80 năm trở lại, chỉ sau năm 1917 [34]. Mưa lớn là hệ quả của một số loại hình thời tiết đặc biệt như: Bão, áp thấp nhiệt đới hay dải hội tụ nhiệt đới, không khí lạnh,... Đặc biệt hơn là khi có sự kết hợp của chúng sẽ càng nguy hiểm hơn gây nên mưa to đến rất to trong một thời gian dài trên phạm vi rộng,... [4], [44].

Copula là phân phối đồng thời hay hàm phân phối hiệp biến từ các hàm phân phối biên của các biến ngẫu nhiên 1-chiều và để mô tả sự phụ thuộc giữa các biến ngẫu nhiên. Lí thuyết Copula bắt nguồn từ định lí Sklar vào những năm 1950 [20]. Trong những năm gần đây, Copula được cộng đồng các nhà khoa học sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về thiên tai, cực đoan khí hậu, thủy văn,... Năm 2003, ứng dụng đầu tiên

Liên hệ tác giả: Trần Thanh Thủy
Email: thuybk77@gmail.com

của Copula trong thủy văn được De Michele và cộng sự thực hiện [14]. Hu và cộng sự (2010) đã ứng dụng Gumbel-Hougaard để phân tích xác suất hiệp biến bão và mưa lớn trong lưu vực hồ Taihu [16]. Kwon và cộng sự (2017) đã phân tích mối tương quan giữa tốc độ gió và lượng mưa lớn nhất năm trong khu vực chịu ảnh hưởng của bão bằng Copula [19]. Dong và cộng sự (2017) ứng dụng Copula xác định phân bố 2 chiều tốc độ gió và lượng mưa cực trị hàng năm ở dải ven biển của Thượng Hải [15]. Xu và cộng sự (2018) đã ứng dụng Copula để xác định phân bố hiệp biến của bão, mưa lớn trong bão và nước dâng do bão cho dải ven biển đảo Haidian [21],...

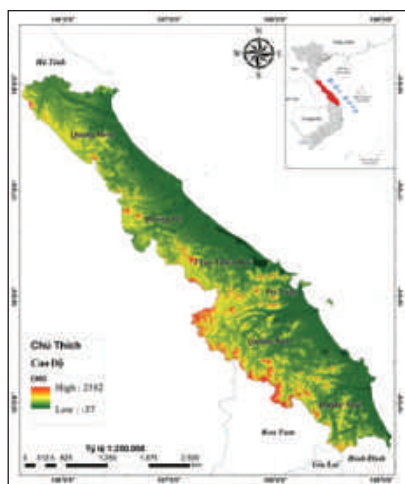
Ở Việt Nam, Copula chủ yếu được sử dụng trong ngành tài chính, ngân hàng như các nghiên cứu của Nguyễn Thị Liên Hoa và Lương Thị Thúy Hường (2014), Trần Ngọc Thơ và Hồ Thị Lam (2015), Nguyễn Thu Thủy (2018),...[8] Mặc dù Copula đã và đang được sử dụng rất phổ biến trong lĩnh vực thiên tai trên thế giới nhưng tác giả chưa tiếp cận được nghiên cứu nào ở Việt Nam ứng dụng Copula trong lĩnh vực này. Bài

báo này ứng dụng Copula trong tính toán phân bố hiệp biến gió mạnh trong bão, mưa lớn trong và sau bão. Mục đích của nghiên cứu là xác định được hàm Copula phù hợp để tính xác suất xảy ra đồng thời của các thiên tai. Số liệu quan trắc tốc độ gió mạnh trong bão và tổng lượng mưa ngày lớn nhất trong và sau bão giai đoạn 1961-2017 được sử dụng trong nghiên cứu. Kiểm định Kolmogorov-Smirnov và tiêu chuẩn thông tin Akaike được sử dụng để kiểm định sự phù hợp của các Copula.

2. Khu vực nghiên cứu và số liệu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực ven biển Trung Trung Bộ là dải đất ở miền Trung Việt Nam. Phía Bắc giáp với tỉnh Hà Tĩnh; phía Tây giáp với Lào; phía Tây Nam giáp với tỉnh Kon Tum; phía Nam giáp với tỉnh Bình Định; phía Đông giáp với Biển Đông. Khu vực ven biển Trung Trung Bộ (lấy theo phạm vi Đài Khí tượng thủy văn khu vực Trung Trung Bộ) bao gồm các tỉnh: Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam và Quảng Ngãi (Hình 1a).



(a)



(b)

Hình 1. Khu vực nghiên cứu và mạng lưới trạm khí tượng

Địa hình các tỉnh khu vực Trung Trung Bộ có đặc trưng chung là địa hình dốc, bị chia cắt mạnh bởi mạng lưới sông suối dày đặc. Địa hình thấp dần từ Tây sang Đông, hầu như toàn bộ vùng phía Tây là núi cao, kế tiếp là vùng đồi thấp, phía Đông có các dải đồng bằng nhỏ, hẹp xen kẽ và sau cùng là những trảng cát ven biển. Địa hình núi, đồi và đồng bằng chạy dài theo hướng Tây

Bắc - Đông Nam. Về khí hậu, các tỉnh Trung Trung Bộ nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, là vùng chuyển tiếp giữa hai miền khí hậu. Miền khí hậu phía Bắc có mùa đông lạnh và phía Nam nóng ẩm quanh năm. Mùa bão ở khu vực Trung Trung Bộ thường diễn ra từ tháng 9 đến tháng 11. Theo số liệu thống kê từ 1961-2019, có 80 cơn bão/ATNĐ ảnh hưởng đến khu vực. Tỷ lệ mưa do bão và

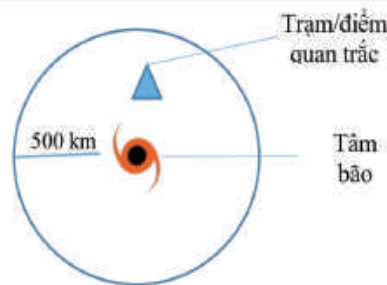
áp thấp nhiệt đới gây ra chiếm tới 40-50% tổng lượng mưa trong các tháng 7-10 [6].

2.2. Số liệu

Quỹ đạo bão, số liệu quan trắc tốc độ gió lớn nhất trong bão và tổng lượng mưa ngày lớn nhất trong đất liền giai đoạn 1961-2017 được kế thừa từ [9], [11], [13] và [17]. Khu vực nghiên cứu nằm trong bán kính 500km kể từ tâm bão được coi là ảnh hưởng của bão [21]. Trong giai đoạn 1961-2017, 80 cơn bão đã ảnh hưởng đến khu vực nghiên cứu (năm 2018 không có bão ảnh hưởng khu vực Trung Trung Bộ). Tổng lượng mưa ngày lớn nhất trong và sau bão được xác định như sau:

a) Phương pháp xác định mưa trong bão

Dựa vào chuỗi số liệu mưa ngày lớn nhất của tháng có bão đổ bộ, xác định lượng mưa ngày lớn nhất. Dựa vào quỹ đạo đường đi của bão,



Hình 2. Ngưỡng khoảng cách xác định mưa trong bão

b) Phương pháp xác định mưa sau bão

Khi vào đất liền, do ảnh hưởng của địa hình và đặc biệt là do không được cung cấp đầy đủ hơi ẩm nên bão nhanh chóng bị suy yếu và tan rã. Trong vòng 7 ngày tiếp theo kể từ khi bão tan, số liệu mưa ngày lớn nhất tại các trạm khí tượng trong đất liền được coi là số liệu mưa sau bão. Hai hình thế chủ đạo gây mưa lớn tại khu vực Trung Trung Bộ là do dải hội tụ nhiệt đới và không khí lạnh. Thời gian gây mưa trung bình từ 5-7 ngày [10]. Do đó, để nắm bắt được mưa ngày lớn nhất sau thời gian xảy ra bão, khoảng thời gian 7 ngày được lựa chọn.

2.2. Phương pháp xác định phân bố đồng thời đa thiên tai

Để xác định phân bố đồng thời đa thiên tai (PBĐTT), cần thực hiện hiện theo 05 bước sau:

- **Bước 1.** Xây dựng phân bố hiệp biến thực

xác định khoảng cách từ các tâm bão đến vị trí các trạm khí tượng, trạm thủy văn và điểm đo mưa của ngày hôm đó. Vùng chịu ảnh hưởng của mưa lớn trong bão thường nằm trong bán kính 500km kể từ tâm bão [21]. Nếu trạm khí tượng nằm trong vòng bán kính 500km tính từ tâm bão (Hình 2), số liệu quan trắc tại ngày hôm đó của trạm đó được coi là số liệu mưa ngày lớn nhất trong bão [5], [21]. Khoảng cách giữa tâm bão đến điểm/trạm quan trắc được xác định theo công thức Vincenty, như sau:

$$d = r\Delta\sigma \quad (1)$$

$$\Delta\sigma = \arctan \frac{\sqrt{(\cos\varphi_2 * \sin(\Delta\lambda))^2 * (\cos\varphi_1 * \sin\varphi_2 - \sin\varphi_1 * \cos\varphi_2 * \cos(\Delta\lambda))^2}}{\sin\varphi_1 * \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 * \cos\varphi_2 * \cos(\Delta\lambda)} \quad (2)$$

Trong đó: d=khoảng cách giữa 2 điểm; r = 6.378,14km, là bán kính trái đất; φ_1, φ_2 là vĩ độ/kinh độ giữa 2 điểm.

nghiệm dựa trên số liệu quan trắc tại các trạm khí tượng: Số liệu quan trắc tại từng trạm được sắp xếp theo thứ tự tăng dần, xác suất hiệp biến được tính theo công thức sau [22]:

$$F(x_1, x_2, x_3) = P\{X_1 \leq x_1, X_2 \leq x_2, X_3 \leq x_3\} = \frac{\sum_{m=1}^i \sum_{j=1}^i \sum_{k=1}^i N_{mjl}}{N+1} \quad (3)$$

Trong đó: F (x_1, x_2, x_3): Xác suất hiệp biến của x_1, x_2, x_3 ; N_{mjl} : Số thứ tự của x_1, x_2, x_3 trong chuỗi số liệu quan trắc đã được sắp xếp theo thứ tự từ bé đến lớn; N: Dung lượng mẫu.

- **Bước 2.** Lựa chọn các hàm Copula để nghiên cứu: Các hàm Copula được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về thiên tai gồm Gaussian, Frank, Clayton và Gumbel-Hougaard. Do đó, các hàm Copula 3 biến này được lựa chọn để nghiên cứu. Công thức các Copula được thể hiện trong bảng sau:

Trong đó, các giá trị u_1, u_2, u_3 là xác suất biên của các thiên tai gió trong bão, mưa trong bão

Bảng 1. Các hàm Copula 3 biến sử dụng trong nghiên cứu [21]

Copula	Công thức	STT
Gaussian	$C(u_1, u_2, u_3) = \int_{-\infty}^{\Phi^{-1}(u_1)} \int_{-\infty}^{\Phi^{-1}(u_2)} \int_{-\infty}^{\Phi^{-1}(u_3)} \frac{1}{(2\pi)^{3/2} \Sigma ^{1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \mathbf{w}^T \Sigma^{-1} \mathbf{w}\right) d\mathbf{w}$	(4)
Gumbel-Hougaard	$C(u_1, u_2, u_3) = \exp(-((-\ln u_1)^\theta + (-\ln u_2)^\theta + (-\ln u_3)^\theta)^{1/\theta})$	(5)
Clayton	$C(u_1, u_2, u_3) = (u_1^{-\theta} + u_2^{-\theta} + u_3^{-\theta})^{-1/\theta}$	(6)
Frank	$C(u_1, u_2, u_3) = \frac{1}{\theta} \ln\left(\frac{(e^{-\theta u_1} - 1)(e^{-\theta u_2} - 1)(e^{-\theta u_3} - 1)}{(e^{-\theta} - 1)^2}\right)$	(7)

và mưa sau bão. Xác suất biên của các thiên tai được xác định bằng hàm phân bố cực trị Gumbel kiểu I.

- **Bước 3.** Ước lượng tham số của các hàm Copula:

Tham số của các hàm Copula được ước lượng bằng phương pháp ước tính giá trị cực đại MLE (Maximum likelyhood estimation). Giả sử biến ngẫu nhiên X liên tục, tuân theo một phân bố nào đó được mô tả bởi bộ tham số θ ($\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$), θ chưa biết. Hàm hợp lý (Likelihood funtion) có dạng sau [21]:

$$L(\theta) = f(x_1, x_2, \dots, x_n | \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) \quad (8)$$

Hàm hợp lý có thể được hiểu là xác suất để với tập mẫu quan sát được $x_1, x_2, \dots, x_n$ cùng xảy ra (xác suất đồng thời), với điều kiện $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$. Vì $x_1, x_2, \dots, x_n$ là các sự kiện đã xảy ra, nên ước lượng bộ tham số θ cũng chính là tìm bộ tham số θ để xác suất đồng thời xảy ra là cao nhất theo công thức sau:

$$\hat{\theta} = \arg \max L(\theta, x) \quad (9)$$

Phần mềm R được sử dụng để ước lượng tham số θ . Code lệnh ước lượng tham số được chỉ ra trong phụ lục.

- **Bước 4.** Xác định XSXHVN đa thiên tai theo các Copula đã lựa chọn: Sau khi ước lượng được tham số θ , XSXHVN đa thiên tai được tính theo các hàm Copula bằng phần mềm excel.

- **Bước 5.** Kiểm định mức độ phù hợp của các Copula: Nghiên cứu sử dụng 2 phép kiểm định sau:

+ *Kiểm định Kolmogorov-Smirnov*

Kiểm định Kolmogorov-Smirnov được sử dụng để kiểm định sự phù hợp về phân bố xác

suất giữa Copula lựa chọn so với phân bố thực nghiệm. Giả thiết rằng là phân bố theo hàm lý thuyết đã chọn phù hợp nhất với phân bố thực nghiệm, kết quả thể hiện qua giá trị kiểm định “D” được tính theo công thức sau [21]:

$$D = \text{Maximum} \left\{ \left| P_i(C_k) - \frac{i}{n} \right|, \left| P_i(C_k) - \frac{i-1}{n} \right| \right\} \quad (10)$$

Trong đó, D: Giá trị kiểm định; $P_i(C_k)$: Xác suất theo hàm phân bố lý thuyết C_k ; n: Dung lượng mẫu; i: Số thứ tự trong chuỗi số liệu (sắp xếp theo thứ tự tăng dần). Nếu giá trị $D > \Delta_{th}$ thì giả thuyết rằng bị bác bỏ, phân bố lý thuyết không phù hợp với phân bố thực nghiệm. Δ_{th} là giá trị tới hạn, được xác định theo dung lượng mẫu và mức ý nghĩa mong muốn. Bảng tra Δ_{th} được chỉ ra trong [12] và [18].

+ *Kiểm định tiêu chuẩn thông tin Akaike:*

Kiểm định tiêu chuẩn thông tin Akaike (Akaike information criterion-AIC) cho phép xác định chất lượng tương đối của phân bố lý thuyết và được xác định bằng công thức sau:

$$AIC = N * \log(MSE) + 2k \quad (11)$$

Trong đó: AIC: Giá trị thông tin tiêu chuẩn Akaike; N: Dung lượng mẫu; MSE: Sai số toàn phương trung bình; k: Số tham số của hàm phân bố lý thuyết. Các Copula sử dụng trong nghiên cứu đều có 1 tham số.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x}_i)^2 \quad (12)$$

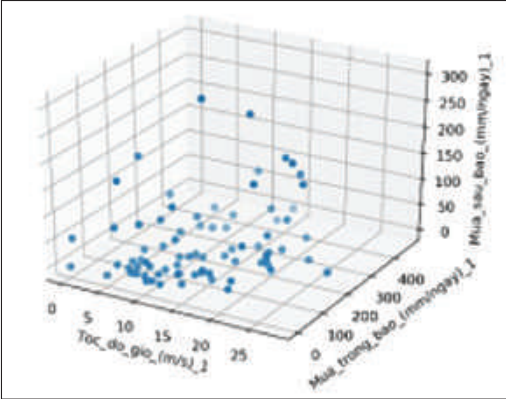
Trong đó: MSE: Sai số toàn phương trung bình; N: Dung lượng mẫu; x_i : Giá trị xác suất thứ i theo phân bố lý thuyết; $\hat{x}_i$: Giá trị xác suất thứ i tính theo Copula.

Kiểm định K-S đánh giá sự phù hợp giữa phân bố lý thuyết và phân bố thực nghiệm (với một tập dữ liệu nhất định). Kiểm định KS cho biết liệu hàm phân bố lý thuyết có phù hợp với phân bố thực nghiệm không. Trong khi đó AIC cho phép xác định phân bố lý thuyết nào có mức độ khớp tốt nhất so với phân bố thực nghiệm. Việc chỉ áp dụng một trong hai phương pháp kiểm định trên, không đủ cơ sở để lựa chọn ra phân bố phù hợp nhất. Sau khi xác định được các phân bố lý thuyết phù hợp với phân bố thực nghiệm thông qua kiểm định K-S, phân bố nào cho giá trị AIC nhỏ hơn, phân bố đó phù hợp với phân bố thực nghiệm hơn và ngược lại. Do đó, để lựa chọn được hàm phân bố lý thuyết phù hợp hơn, cần tiến hành cả hai bước kiểm định trên.

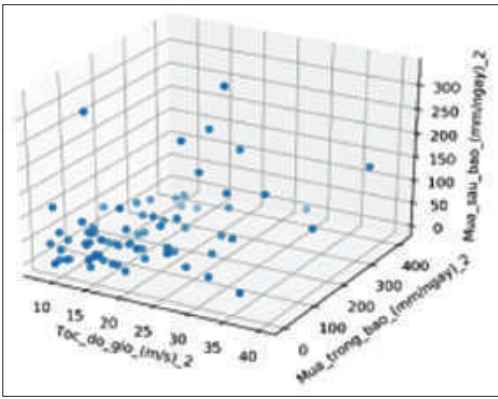
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân bố giá trị quan trắc đa thiên tại các trạm

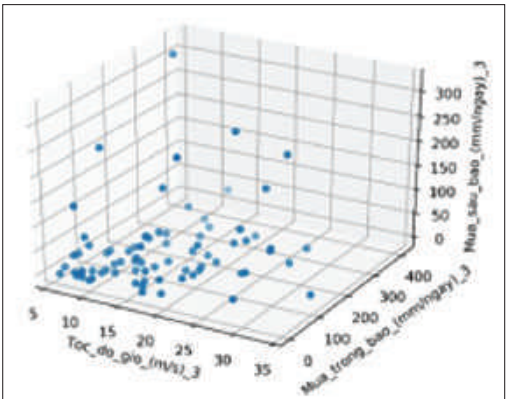
Phân bố giá trị quan trắc gió trong bão, mưa trong và sau bão tại các trạm trong từng cơn bão khá rời rạc (Hình 3). 20% các trạm chưa quan trắc được gió mạnh trên cấp 8 (trên 17,2m/s) xảy ra đồng thời cùng mưa lớn trong bão và sau bão, bao gồm: A Lưới, Đà Nẵng, Tam Kỳ, Quảng Ngãi. Các trạm ở phía Bắc Trung Trung Bộ như Tuyên Hóa, Đồng Hới, Ba Đồn có tỷ lệ xảy ra đồng thời cả 3 thiên tai cao hơn. Trong đó cao nhất là trạm Đồng Hới, trên 14% cơn bão có tốc độ gió lớn nhất trong đất liền trên 17,2m/s kèm theo mưa lớn trong bão kết hợp mưa lớn sau bão đã quan trắc được trong giai đoạn 1961-2017.



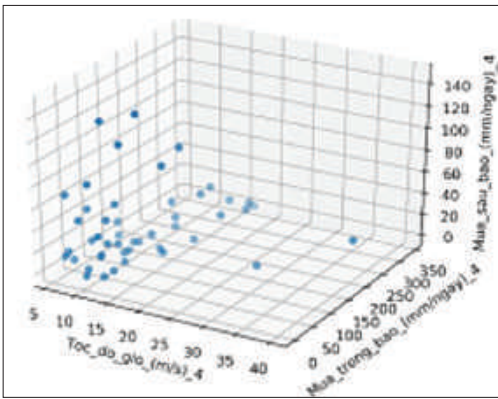
Tuyên Hóa



Đồng Hới

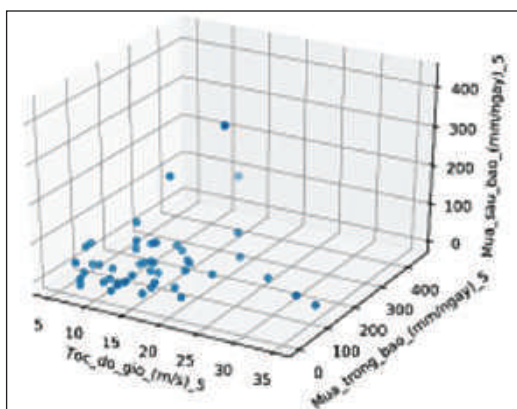


Ba Đồn

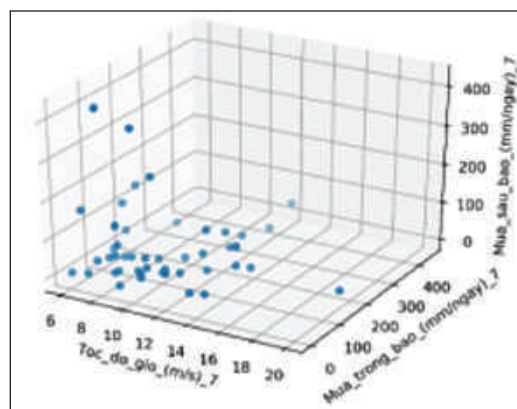


Khe Sanh

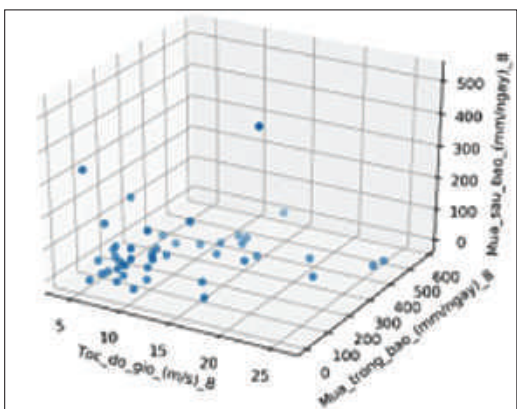
Hình 3. Phân bố giá trị quan trắc đa thiên tại



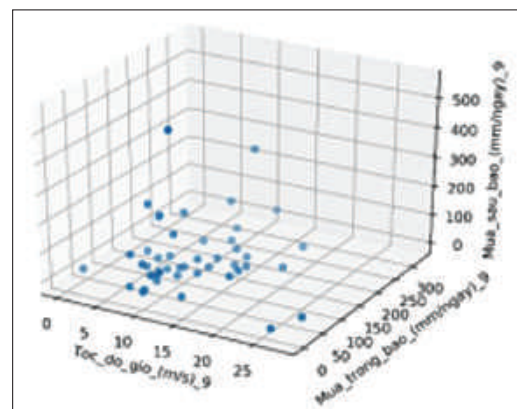
Đông Hà



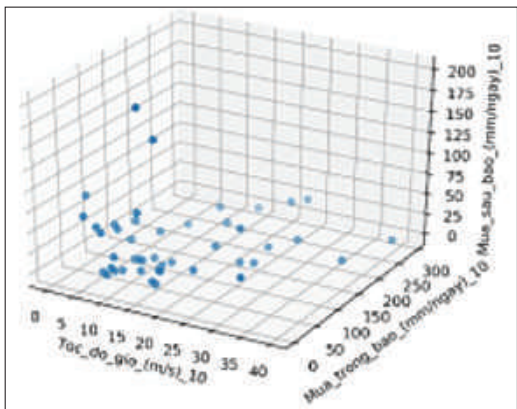
A Lưới



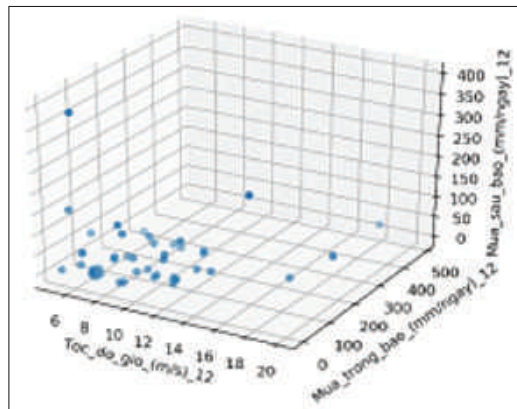
Nam Đông



Huế

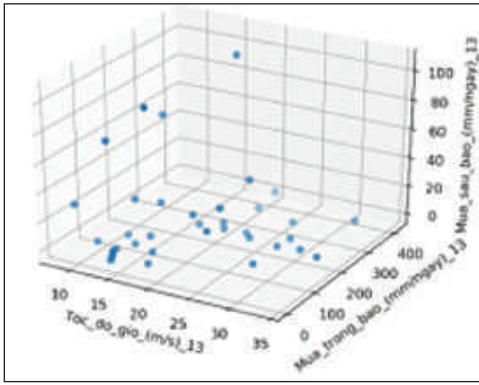


Đà Nẵng

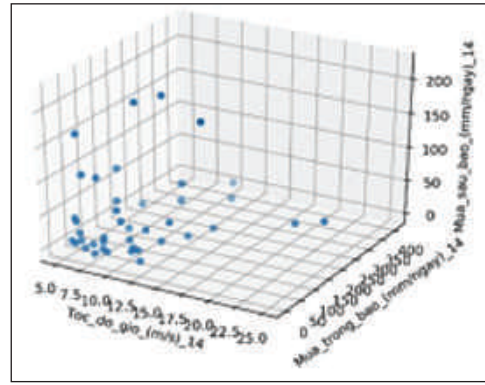


Tam Kỳ

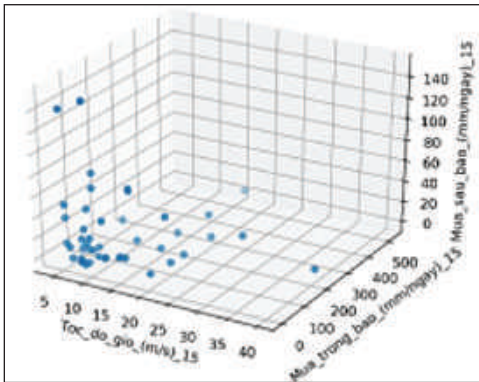
Hình 3. Phân bố giá trị quan trắc đa thiên tại (tiếp)



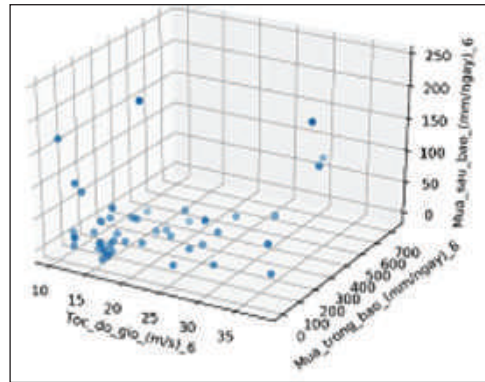
Lý Sơn



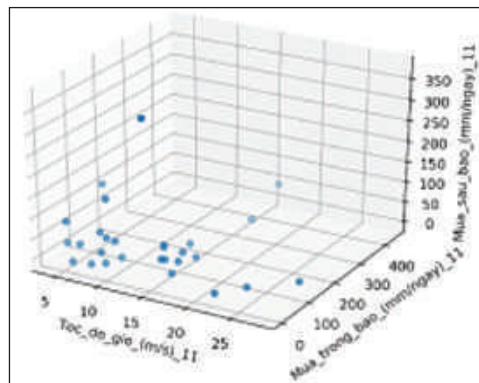
Ba Tư



Quảng Ngãi



Cồn Cỏ



Trà My

Hình 3. Phân bố giá trị quan trắc đa thiên tại (tiếp)

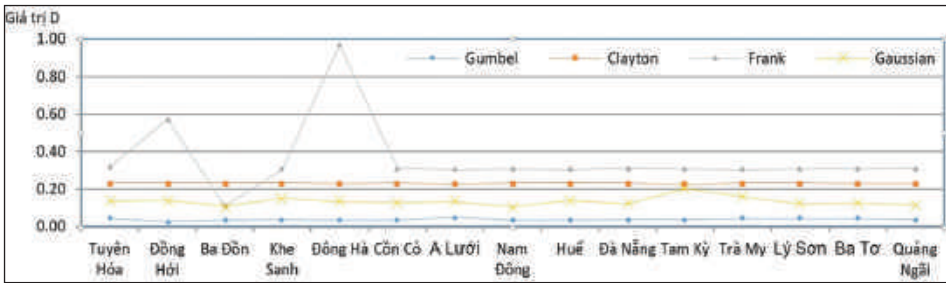
3.2. Kết quả kiểm định Copula

Gaussian Copula và các Copula họ Archimedean được nghiên cứu để xác định hàm Copula phù hợp nhất. Giá trị Δ_{th} phụ thuộc dung lượng mẫu và mức ý nghĩa. Với mức ý nghĩa 0,02, giá trị Δ_{th} của phần lớn các trạm nằm trong khoảng 0,17-0,23. Với mức ý nghĩa 0,05, Δ_{th} nằm

trong khoảng 0,15-0,22. Kết quả kiểm định KS cho thấy 100% các trạm có giá trị $D < \Delta_{th}$ với mức ý nghĩa 0,02 theo phân bố theo Gumbel-Hougaard và Gaussian Copula. 40% các trạm thỏa mãn theo phân bố Clayton Copula, 20% các trạm thỏa mãn theo phân bố Frank copula. Với mức ý nghĩa 0,05, Gumbel Copula và

Gaussian Copula thỏa mãn giá trị $D < \Delta_{th}$ tại tất cả các trạm. Clayton Copula và Frank Copula thỏa mãn lần lượt 33% và 20% số trạm. Giá trị D theo các Copula được thể hiện trong Hình 4. Như vậy phân bố đồng thời các thiên tai gió

mạnh trong bão, mưa lớn trong và sau bão đều thỏa mãn theo phân bố Gumbel-Hougaard và Gaussian Copula. Trong đó phân bố theo Gumbel-Hougaard Copula cho giá trị D nhỏ nhất tại tất cả các trạm.



Hình 4. Kết quả kiểm định KS

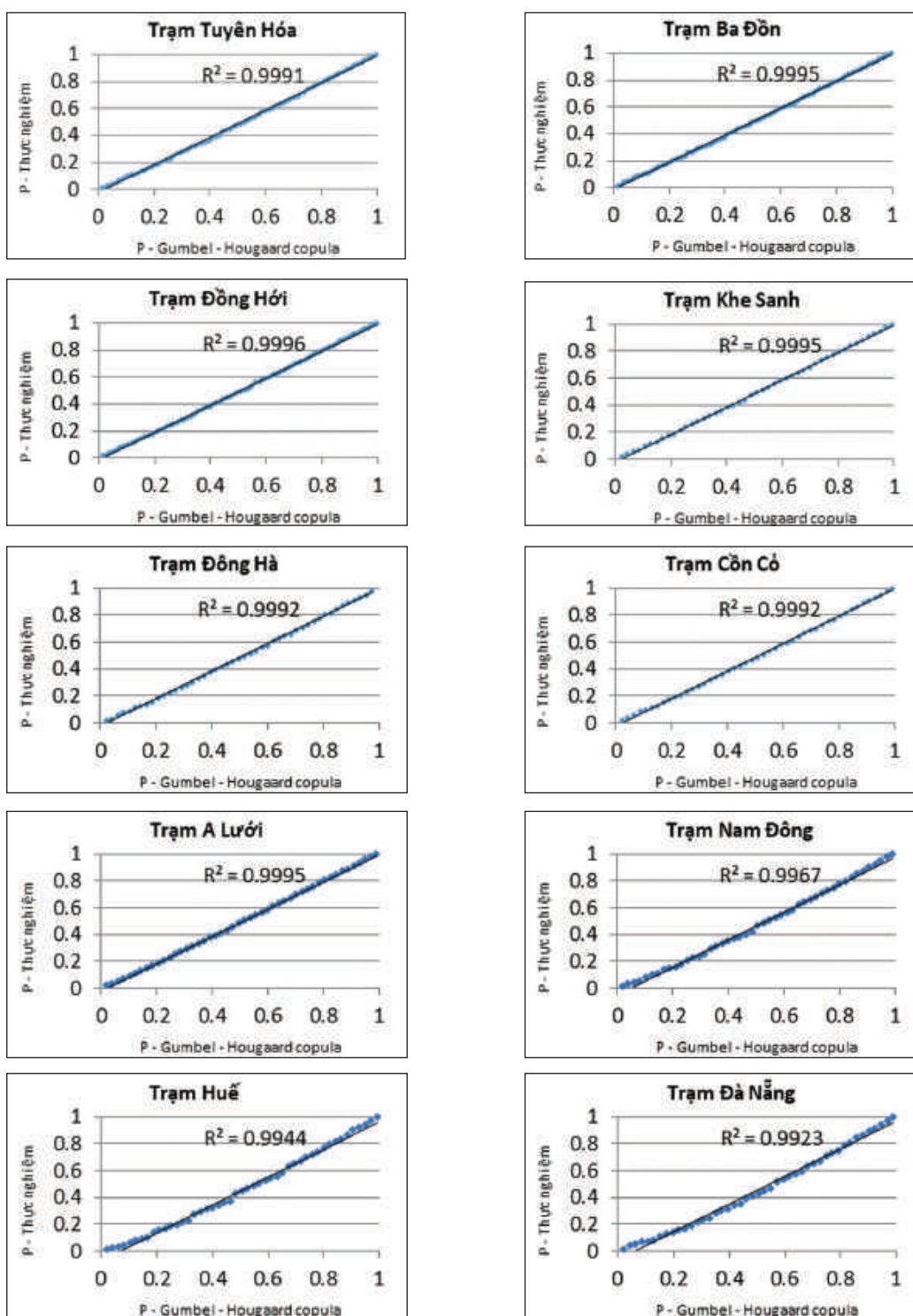
Kết quả kiểm định tiêu chuẩn thông tin Akaike (Bảng 3) cho thấy, chỉ số AIC theo Gumbel-Hougaard Copula thấp hơn các Copula khác tại tất cả các trạm. Chênh lệch mức độ khớp giữa các Copula có sự khác biệt đáng kể. Gumbel-Hougaard Copula cho chỉ số AIC thấp hơn 2-10 lần so với các Copula khác. Do đó, trong số các Copula được nghiên cứu, Gumbel-Hougaard có mức độ khớp tốt nhất với phân bố thực nghiệm. Từ kết quả kiểm định KS và AIC, Gumbel-Hougaard Copula là hàm phân bố

lý thuyết phù hợp nhất đối với gió mạnh trong bão, mưa lớn trong và sau bão.

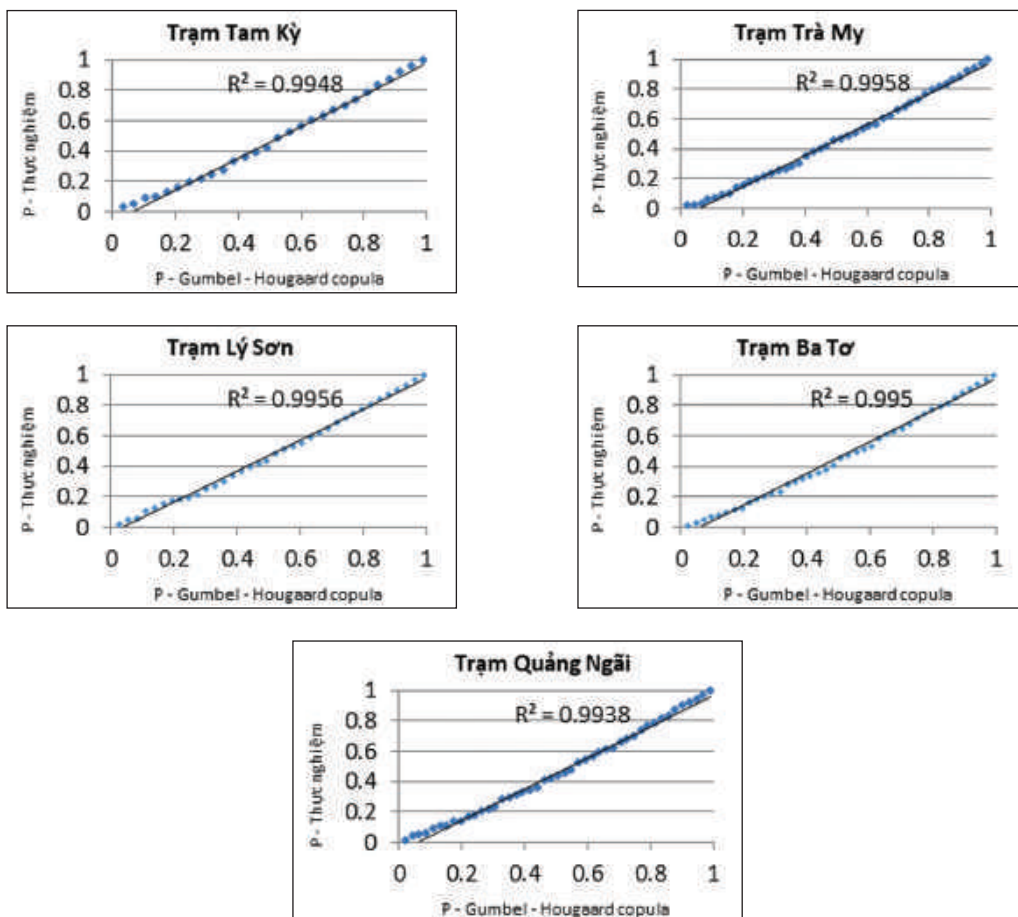
Tương quan giữa xác suất hiệp biến thực nghiệm và xác suất hiệp biến theo Gumbel-Hougaard Copula đạt trên 99% tại tất cả các trạm khí tượng trong khu vực nghiên cứu (Hình 5). Kết quả này cho thấy, phân phối đồng thời của đa thiên tai bão kèm mưa lớn và mưa sau bão theo hàm lý thuyết Gumbel-Hougaard Copula có tính tương quan cao so với phân bố lý thuyết.

Bảng 3. Kết quả kiểm định AIC

Trạm	Gaussian	Gumbel	Clayton	Frank
Tuyên Hóa	-427	-612	-293	-235
Đồng Hới	-445	-683	-285	-230
Ba Đồn	-465	-711	-285	-230
Khe Sanh	-251	-406	-175	-141
Đông Hà	-256	-389	-177	-143
Cồn Cỏ	-256	-389	-172	-139
A Lưới	-256	-401	-184	-148
Nam Đông	-267	-296	-172	-139
Huế	-145	-266	-174	-141
Đà Nẵng	-73	-83	8	40
Tam Kỳ	-135	-170	-104	-84
Trà My	-236	-267	-165	-133
Lý Sơn	-185	-239	-133	-106
Ba Tư	-213	-237	-148	-119
Quảng Ngãi	-250	-267	-166	-133



Hình 5. Tương quan giữa phân bố xác suất hiệp biến thực nghiệm và lý thuyết của gió mạnh trong bão, mưa lớn trong và sau bão



Hình 5. Tương quan giữa phân bố xác suất hiệp biến thực nghiệm và lý thuyết của gió mạnh trong bão, mưa lớn trong và sau bão (tiếp)

5. Kết luận

Bài báo đã xây dựng được quy trình xác định phân bố đồng thời đa thiên tai bão kèm mưa lớn và mưa sau bão. Quy trình gồm 05 bước, được phân tích chi tiết trong mục 2. Nghiên cứu đã xác định được hàm Copula phù hợp với phân bố đồng thời đa thiên tai bão kèm mưa lớn và mưa sau bão bằng các phép kiểm định Kolmogorov-Smirnov và tiêu chuẩn thông tin Akaike. Kết quả nghiên cứu cho thấy không phải tất cả các Copula đều phù hợp với phân bố đồng thời của đa thiên tai bão kèm mưa lớn và mưa sau bão. Với mức ý nghĩa 0,05, phân bố đồng thời của đa thiên tai tuân theo phân bố Gaussian và Gumbel-Hougaard. Trong đó, hàm Gumbel-Hougaard Copula cho

phân bố đồng thời đa thiên tai có mức độ khớp lớn nhất so với phân bố thực nghiệm. Tương quan giữa phân bố lý thuyết theo Gumbel-Hougaard và phân bố thực nghiệm đạt trên 99% tại tất cả các trạm. Ngoài ra, nghiên cứu cũng đã xây dựng được các câu lệnh ước tính tham số theta của các copula bằng ngôn ngữ R. Kết quả nghiên cứu có thể sử dụng làm tiền đề cho việc đánh giá, phân vùng nguy cơ xảy ra đồng thời các thiên tai phục vụ công tác quy hoạch phát triển, phòng chống và giảm nhẹ rủi ro thiên tai. Việc ứng dụng Copula có thể được tiếp tục nghiên cứu, mở rộng cho các đối tượng khác trong lĩnh vực khí tượng, thủy văn nhằm xác định được các nghiên cứu tiếp theo có thể ứng dụng.

Lời cảm ơn: Kết quả bài báo này được hỗ trợ bởi Đề tài “Nghiên cứu các giải pháp khoa học và công nghệ quản lý đa thiên tai, xây dựng công cụ hỗ trợ ra quyết định ứng phó với đa thiên tai, áp dụng thí điểm cho khu vực ven biển Trung Trung Bộ” (KC.08.24/16-20) thuộc Chương trình khoa học và công nghệ cấp quốc gia giai đoạn 2016-2020: “Nghiên cứu khoa học và công nghệ phục vụ bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai” (KC.08/16-20).

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Ban chỉ đạo Phòng chống lụt bão Trung ương (1998), *Tổng hợp tình hình thiên tai gây ra trong năm 1998*.
2. Ban chỉ đạo Phòng chống lụt bão Trung ương (1999), *Tổng hợp tình hình thiên tai gây ra trong năm 1999*.
3. Ban chỉ đạo Phòng chống lụt bão Trung ương (2006), *Tổng hợp tình hình thiên tai gây ra trong năm 2006*.
4. Ban chỉ đạo Phòng chống lụt bão Trung ương (2009), *Báo cáo về bão số 9 Ketsana*.
5. Nguyễn Trọng Đức (2016), *Luận văn Thạc sĩ Khảo sát mưa trong bão trên khu vực Việt Nam*, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
6. Huỳnh Thị Lan Hương (2020), Đề tài “Nghiên cứu các giải pháp khoa học và Công nghệ quản lý đa thiên tai, xây dựng công cụ hỗ trợ ra quyết định ứng phó với đa thiên tai, áp dụng thí điểm cho khu vực ven biển Trung Trung Bộ” (đang thực hiện).
7. Thủ tướng Chính phủ (2020), *Quyết định số 03/2020/QĐ-TTg Quy định về dự báo, cảnh báo và truyền tin thiên tai*.
8. Nguyễn Thu Thủy (2018), *Nghiên cứu cấu trúc phụ thuộc giữa các thị trường tài chính và ứng dụng trong đo lường rủi ro trên thị trường tài chính Việt Nam*, Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Kinh tế quốc dân.
9. Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia, *Đặc điểm khí tượng thủy văn năm 2016-2017*.
10. Phạm Ngọc Toàn và Phan Tất Đắc (1978), *Khí hậu Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
11. Tổng cục Khí tượng Thủy văn (2018), *Đặc điểm khí tượng thủy văn năm 2017*.
12. Ngô Đình Tuấn, *Phân tích thống kê trong thủy văn*, Nhà xuất bản Nông nghiệp (1998)
13. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2016), *Dự án Cập nhật, ban hành phân vùng bão, trong đó có phân vùng gió cho các vùng ở sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ*.

Tài liệu tiếng Anh

14. De Michele, C.; Salvadori, G. (2003), *A generalized Pareto intensity-duration model of storm rainfall exploiting*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres 108.D2.
15. Dong, S.; Jiao, C.S.; Tao, S.S. (2017), *Joint return probability analysis of wind speed and rainfall intensity in typhoon-affected sea area*, Nat. Hazards 86, 1193–1205. [CrossRef]
16. Hu, S.Y.; Wang, Z.Z.; Wang, Y.T.; Wu, H.Y.; Jin, J.L.; Feng, X.C.; Liang, C. (2010), *Encounter probability analysis of typhoon and plum rain in the Taihu Lake Basin*, Sci. China Technol. Sci. 53, 3331–3340.
17. <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon>;
18. <https://i1.wp.com/www.real-statistics.com/wp-content/uploads/2012/11/one-sample-ks-table.png>
19. Kwon, T.; Yoon, S. (2017), *Analysis of extreme wind speed and precipitation using copula*, In Proceedings of the EGU General Assembly Conference, Vienna, Austria, 23–28 April.
20. Nelsen, R. B. (2007), *An introduction to copulas*, Springer Science & Business Media. Book.
21. Xu, H., Xu, K., Bin, L., Lian, J., & Ma, C. (2018), “Joint Risk of Rainfall and Storm Surges during Typhoons in a Coastal City of Haidian Island, China”, *International journal of environmental*

research and public health, 15(7), 1377.

22. Zhang, L., & Singh, V. P. (2007), "Gumbel-Hougaard copula for trivariate rainfall frequency analysis", *Journal of Hydrologic Engineering*, 12(4), 409-419.

Phụ lục. Câu lệnh ước lượng tham số copula hiệp 3 biến trong R

```
### Cài đặt thêm thư viện này để fit các phân phối biên duyên gumbel  
install.packages('ismev')
```

```
#####  
### Gọi các thư viện  
library(copula)  
library(ismev)
```

```
#####  
### Xử lý dữ liệu  
tram<-read.csv("D:/data/copula/tram1.csv", header=TRUE)  
typhoon<-tram$Typhoon_Rainfall_1  
nontyphoon<-tram$Nontyphoon_rainfall_1  
wind<-tram$Wind_speed_1  
n<- length(wind)  
pseudoData<-apply(tram, 2, rank,ties.method = "random")/(n+1)
```

```
#####  
### fit các phân phối biên duyên bằng hàm gumbel  
gum.fit(typhoon)  
gum.fit(nontyphoon)  
gum.fit(wind)  
### fit copula gumbel (làm tương tự với các copula khác)  
fitCopula(gumbelCopula(dim = 3), pseudoData, method = "mpl")  
#####alpha 9.116  
### khởi dựng copula gumbel  
dataCop <- gumbelCopula(para=9.116, dim = 3)
```

APPLICATION OF COPULA FOR CO-OCCURRENCE PROBABILITY ANALYSIS OF MULTI-HAZARD OF TYPHOON-WIND, TYPHOON AND NON-TYPHOON PRECIPITATION

Tran Thanh Thuy⁽¹⁾, Tran Thuc⁽¹⁾, Huynh Thi Lan Huong⁽¹⁾, Nguyen Xuan Hien⁽¹⁾,
Le Van Tuan⁽²⁾, Nguyen Thanh Cong⁽³⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment

⁽²⁾Thuongmai University

⁽³⁾Department of Climate Change

Received: 5/5/2020; Accepted: 27/5/2020

Abstract: Natural disasters often occur simultaneously, cascadingly or cumulatively. Although co-occurrence probability of multi-hazard plays an important role in disaster risk assessment, most of

studies in Viet Nam have not considered the probability of simultaneous occurrence of natural hazards. This study aims at deriving trivariate probability distribution of typhoon-wind speed, typhoon and non-typhoon precipitation that occur simultaneously or cumulatively by Copula function. The observed data of typhoon-wind speed and maximum daily typhoon and non-typhoon precipitation from 1961-2017 of 15 meteorology stations were used in the study. Based on the Kolmogorov-Smirnov and Akaike information criterion tests, the Gumbel-Hougaard Copula is found to best fit the empirical multivariate probability distribution of multi-hazard of typhoon-wind speed, typhoon and non-typhoon precipitation in central coast of Viet Nam.

Keywords: Probability, Copula, multi-hazard, typhoon, extreme precipitation.

In this issue

- 1

Tran Xuan Truong, Tran Thanh Ha, Le Thanh Nghi, Nguyen Dang Quang Huy , Huynh Thi Lan Huong: Developing MRV indicators and process for GHG emissions for the metallurgical sector in Viet Nam
- 9

Nguyen Huu Quyen, Duong Van Kham, Nguyen The Hung, Nguyen Trong Hieu: Agro-climatic zoning for Son La province
- 18

Vu Van Thang, Tran Dinh Trong, Le Van Tuan, Truong Thi Thanh Thuy, Nguyen Duc Phuong, Vu Manh Cuong: Fluctuations of extreme climate elements and extreme climate events in Quang Tri province
- 26

Vu Van Thang, Truong Ba Kien, La Thi Tuyet, Le Van Tuan, Tran Trung Nghia: Activities of tropical cyclones in northwestern Pacific Ocean and Viet Nam's east sea in 2019
- 38

Hoang Anh Vu, Vo Van Thiep, Tran Thi Yen: Assessment water quality of lakes using for domestic water in Quang Binh province in 2019
- 45

Bui Van Chanh, Tran Ngoc Anh: Integrating experimenting of MARINE model and one dimension kinematic wave model on Cai Nha Trang river basin
- 56

Luong Huu Dung, Chu Nguyen Ngoc Son, Tran Duc Thien, Doan Huy Phuong: Applying MIKE-NAM model to forecast water resources patterns, case study Ba river basin
- 66

Le Van Quy, Phan Van Thanh, Mai Trong Hoang, Le Van Tuat, Phung Ngoc Truong: Assessment of climate change impacts to the flow mode of Ba river basin
- 76

Tran Tan Tien, Cong Thanh, Nguyen Duc Dung, Nguyen Thi Nga: Forecasting the occurrence of tropical depressions in the Bien Dong sea using the classification method
- 84

Nguyen Duc Toan, Pham Hai Bang, Do Tien Anh, Bach Quang Dung: Evaluation on the treatment efficiency of T-N and COD in the concentrated cattle slaughter wastewater
- 92

Tran Thanh Thuy, Tran Thuc, Huynh Thi Lan Huong, Nguyen Xuan Hien, Le Van Tuan, Nguyen Thanh Cong: Application of copula for co-occurrence probability analysis of multi-hazard of typhoon-wind, typhoon and non-typhoon precipitation



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: 024.37731410; Fax: 024.38355993

Email: imhen@imh.ac.vn

Website: www.imh.ac.vn