

TẠP CHÍ

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Vietnam Journal of Hydro - Meteorology

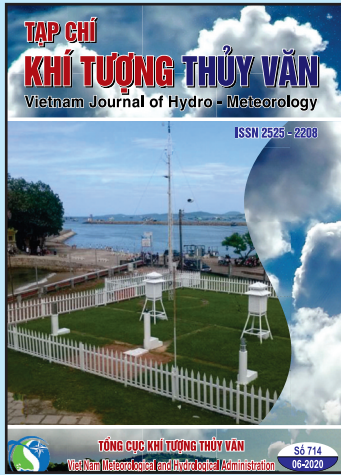
ISSN 2525 - 2208



TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN
Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

Số 714

06-2020



Q. TỔNG BIÊN TẬP
TS. Bạch Quang Dũng

Thư ký - Biên tập
TS. Đoàn Quang Trí

Trị sự và Phát hành
Đặng Quốc Khánh

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. GS. TS. Trần Hồng Thái | 14. TS. Đoàn Quang Trí |
| 2. GS. TS. Trần Thục | 15. PGS. TS. Mai Văn Khiêm |
| 3. GS. TS. Mai Trọng Nhuận | 16. PGS. TS. Nguyễn Bá Thủy |
| 4. GS. TS. Phan Văn Tân | 17. TS. Tống Ngọc Thanh |
| 5. GS. TS. Nguyễn Kỳ Phùng | 18. TS. Đinh Thái Hưng |
| 6. GS. TS. Phan Đình Tuấn | 19. TS. Võ Văn Hòa |
| 7. GS. TS. Nguyễn Kim Lợi | 20. GS. TS. Kazuo Saito |
| 8. PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn | 21. GS. TS. Jun Matsumoto |
| 9. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng | 22. GS. TS. Jaecheol Nam |
| 10. PGS. TS. Dương Văn Khảm | 23. TS. Keunyong Song |
| 11. PGS. TS. Dương Hồng Sơn | 24. TS. Lars Robert Hole |
| 12. TS. Hoàng Đức Cường | 25. TS. Sooyoul Kim |
| 13. TS. Bạch Quang Dũng | |

Giấy phép xuất bản

Số: 225/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền thông cấp ngày 08/6/2015

Tòa soạn

Số 8 Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội
Điện thoại: 04.39364963; Fax: 04.39362711
Email: tapchikttv@yahoo.com

Chế bản và In tại:

Công ty TNHH Mỹ thuật Thiên Hà
ĐT: 04.3990.3769 - 0912.565.222

Ảnh bìa: Trạm Quan trắc Khí tượng bề mặt Phú Quốc

Giá bán: 25.000 đồng

TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

SỐ 714 - 6/2020

MỤC LỤC

Bài báo khoa học

- 1** **Võ Văn Hòa, Du Đức Tiến, Mai Khánh Hưng, Lương Thị Thanh Huyền, Đặng Đình Quân:** Thử nghiệm dự báo tổ hợp hạn mùa trường nhiệt độ mùa đông trên khu vực bắc bộ dựa trên cách tiếp cận đa vật lý và trung bình trễ
 - 10** **Lê Đại Thắng, Nguyễn Việt Lành:** Ứng dụng phương pháp chuẩn đánh giá chất lượng dự báo sự kiện mưa
 - 18** **Đặng Văn Nam, Hoàng Quý Nhân, Ngô Văn Mạnh, Nguyễn Thị Hiền:** Các phương pháp chuẩn hóa dữ liệu thủy văn áp dụng cho trạm 74129 - Yên Bái
 - 30** **Võ Văn Hòa, Lê Thị Thu Hà:** Nghiên cứu mối quan hệ giữa số đợt lạnh bất thường với hiện tượng ENSO trên khu vực Bắc bộ Việt Nam
 - 40** **Nguyễn Tuấn Quang, Huỳnh Thị Lan Hương, Nguyễn Xuân Hiên, Trần Văn Trà, Dương Hồng Nhung:** Đánh giá những thành quả nghiên cứu về biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường tại Việt Nam và định hướng nghiên cứu trong giai đoạn tiếp theo
 - 50** **Trịnh Hoàng Dương, Hoàng Đức Cường, Dương Văn Khảm, Kiều Quốc Chánh:** Khả năng dự báo hạn mùa năng lượng bão tích lũy trên biển đông dựa trên phương pháp kết hợp thống kê - động lực và sản phẩm của CFSv2
 - 62** **Bùi Văn Chanh, Từ Thị Năm, Nguyễn Thị Phương Chi:** Nghiên cứu khôi phục số liệu dòng chảy lưu vực sông Cái Phan Rang
- ### **Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn**
- 72** Bản tin dự báo nông nghiệp tháng 5 năm 2020 và tóm tắt tình hình môi trường không khí và nước tháng 03 năm 2020 - **Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia; Trung tâm Quan trắc khí tượng thủy văn quốc gia.**

THỬ NGHIỆM DỰ BÁO TỔ HỢP HẠN MÙA TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ MÙA ĐÔNG TRÊN KHU VỰC BẮC BỘ DỰA TRÊN CÁCH TIẾP CẬN ĐA VẬT LÝ VÀ TRUNG BÌNH TRỄ

Võ Văn Hòa¹, Dư Đức Tiến², Mai Khánh Hưng²,
Lương Thị Thanh Huyền², Đặng Đình Quân²

Tóm tắt: Nghiên cứu khảo sát dự báo nhiệt độ hạn mùa vào mùa đông trên khu vực Bắc Bộ bằng mô hình khí hậu khu vực RegCM phiên bản 4.6.1. Các khảo sát đánh giá các kết quả dự báo do ảnh hưởng của việc sử dụng các sơ đồ tham số hóa vật lý khác nhau của mô hình RegCM, gồm sơ đồ bề mặt BATS và CLM4.5, sơ đồ bức xạ RRTM và CCRM và sơ đồ đối lưu Grell, Kain-Fritsch và Tied-*kle*. Điều kiện biên sử dụng là mô hình CFS phiên bản 2 của NCEP (Mỹ) thời đoạn 2011-2018. Các kết quả được đánh giá trực tiếp với các quan trắc của Việt Nam trong giai đoạn này cho thấy: i) kết quả dự báo có độ nhạy lớn nhất đối với sự thay đổi sơ đồ bề mặt; ii) trong khi BATS có xu thế dự báo sai số thiên âm, sử dụng CLM4.5 có xu thế dự báo thiên dương. Sai số dự báo nhiệt độ trung bình các tháng mùa đông còn lớn ở tất cả các cấu hình vật lý thử nghiệm, tuy nhiên với hệ số tương quan cao cho từng vùng khí hậu cho thấy khả năng áp dụng các phương pháp hiệu chỉnh thông kê ở các nghiên cứu tiếp theo. Ngoài ra, việc tổ hợp các 12 dự báo khác nhau cũng cho phép có kết quả với sai số giảm hơn so với việc sử dụng từng dự báo đơn lẻ.

Từ khóa: Mô hình RegCM, dự báo tổ hợp hạn mùa, nhiệt độ mùa đông Bắc Bộ.

Ban Biên tập nhận bài: 12/04/2020 Ngày phản biện xong: 20/06/2020 Ngày đăng bài: 25/06/2020

1. Mở đầu

So với dự báo cảnh báo cực ngắn, dự báo thời tiết hạn đến 10-15 ngày, bài toán dự báo tại các hạn dự báo xa hơn như tháng, mùa, năm, thập kỉ và nhiều thập kỉ có những đặc trưng khá khác nhau. Các hạn dự báo xa hơn liên quan đến những hiểu biết và khả năng mô phỏng các nhân tố tác động chính cả bên trong (*internal*) lẫn bên ngoài (*external*) ứng với từng quy mô thời gian nhất định [1, 2]. Hạn tháng, mùa có thể kể đến các dao động, tương tác khí quyển-đại dương có quy mô cỡ lục địa (ENSO, MJO...). Đối với các dự báo cỡ nhiều năm, thập kỉ, nhiều thập kỉ (dự tính khí hậu) sẽ liên quan cả đến khả năng mô phỏng dự báo các nhân tố bên ngoài như hoạt động của Mặt trời, tác động của con người đến

cấu trúc hóa học, vật lý của hệ sinh thái của Trái Đất (biến đổi khí hậu). Dự báo ở các hạn này đều dựa trên các mô hình gắn kết đầy đủ từ khí tượng, hải văn đến băng quyển và các quá trình tại bề mặt Trái Đất, có độ phân giải chi tiết theo không gian khoảng từ 50-100km². Độ chính xác đối với hạn dự báo dài còn hạn chế tuy nhiên những xu thế dự báo đã bước đầu cho phép ứng dụng được trong công tác đưa ra các giải pháp, chính sách trong hoạt động kinh tế-xã hội để thích ứng tùy thuộc từng hệ quả được cảnh báo đưa ra [3].

Các phương pháp dự báo hạn mùa trong nghiệp vụ hiện nay vẫn được tiếp cận bằng phương pháp thống kê và bằng phương pháp mô hình số/mô hình động lực. Cách tiếp cận bằng mô hình động lực có thể sử dụng trực tiếp sản phẩm của mô hình khí hậu toàn cầu (GCM) hoặc lồng (*nest*) các mô hình khí hậu khu vực (RCM) vào các GCM dựa trên nguyên tắc hạ qui mô

¹Đài Khí tượng Thủy văn khu vực đồng bằng Bắc Bộ

²Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia

Email: vovanhoa80@yahoo.com

động lực và phân nào đã thể hiện những ưu điểm vượt trội trong khả năng cung cấp sản phẩm dự báo [3]. Ưu điểm của việc lồng các RCM vào các GCM là đã mô tả chi tiết hơn các quá trình địa phương và khu vực. Mặc dù vậy, độ chính xác của kết quả dự báo ngoài việc phụ thuộc vào điều kiện biên của GCM còn phụ thuộc vào chính năng lực của các RCM thông qua bản chất động lực và các sơ đồ tham số hóa [4,5].

Ở Việt Nam, từ những năm 2000, trong khuôn khổ đề tài cấp Tổng cục Khí tượng Thủy văn trước đây do Nguyễn Duy Chinh (Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường) làm chủ nhiệm, sử dụng mô hình thống kê để xây dựng hệ thống dự báo này là dự thường tổng lượng mưa mùa và nhiệt độ trung bình mùa (tổng hoặc trung bình từng 3 tháng liên tiếp nhau) [1]. Các ứng dụng mô hình RCM đã được thử nghiệm tại Việt Nam từ những năm 2005 cho thấy tiềm năng ứng dụng cao [7]. Liên quan đến áp dụng trong nghiệp vụ dự báo khí hậu sử dụng phương pháp mô hình số gần đây có thể kể đến công trình nghiên cứu cấp Nhà nước KC08.29/06-10 “Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó”, Phan Văn Tân và cộng sự (2010) [8] đã bước đầu ứng dụng thành công hệ thống mô hình kết hợp đại dương - khí quyển CAM-SOM chạy dự báo hạn mùa cung cấp đầu vào cho các mô hình khí hậu khu vực trong điều kiện Việt Nam.

Với ưu điểm của các RCM trong vấn đề dự báo khí hậu và khả năng chi tiết hóa chế độ khí hậu bề mặt, nghiên cứu sẽ thử nghiệm dự báo hạn mùa (đến 6 tháng) bằng mô hình RegCM vào mùa đông cho khu vực Bắc Bộ, giai đoạn 2011-2018. Toàn bộ thông tin về mô hình nghiên cứu, dữ liệu quan trắc, điều kiện biên và thiết kế thử nghiệm được trình bày trong mục 2. Mục 3 là kết quả đạt được và một số kết luận chính được đưa ra trong mục 4.

2. Mô hình nghiên cứu, dữ liệu quan trắc, điều kiện biên và thiết kế thử nghiệm

2.1. Mô hình nghiên cứu và điều kiện biên

Nghiên cứu sử dụng phiên bản 4.6.2 của mô hình RegCM [9], kí hiệu là RegCM4. Phiên bản RegCM đầu tiên được xây dựng dựa trên MM4 (*Mesoscale Model Version 4*) của Trung tâm quốc gia nghiên cứu khí quyển (NCAR) và Trường đại học Tổng hợp Pennsylvania (PSU), Hoa Kỳ, vào cuối những năm 1980. Các thông tin về sơ đồ vật lý trong RegCM gồm: sơ đồ bề mặt gồm sơ đồ trao đổi sinh - khí quyển (*Biosphere Atmosphere Transfer Scheme - BATS*) và sơ đồ mô hình bề mặt cộng đồng CLM (*Community Land Model*), sơ đồ sơ đồ truyền bức xạ của NCAR-CCM (CCRM) và mô hình truyền bức xạ RRTM, sơ đồ đối lưu mây tích gồm của Grell, Kain-Frisch và Tiedke.

Trong nghiên cứu sẽ sử dụng mô hình CFS phiên bản số 2 (*Climate Forecast System*) [10] của Trung tâm Dự báo môi trường Hoa Kỳ (NCEP) làm điều kiện biên. Hiện tại CFS đã được phát triển đến phiên bản số 2, được chạy 4 lần/ngày (00, 06, 12, 18 giờ UTC) với hạn dự báo 9 tháng trên hệ thống tính toán của NCEP. Kết quả dự báo CFS được cung cấp miễn phí cho cộng đồng có hạn dự báo 6 tháng (cộng ngày đầu tiên của tháng thứ 7) và được lưu trữ trên máy chủ của NCEP trong vòng 7 ngày gần với phiên dự báo hiện tại (<http://nomads.ncep.noaa.gov/pub/data/nccf/com/cfs/prod/cfs/>).

2.2. Dữ liệu quan trắc

Số liệu nhiệt độ của các trạm quan trắc khí tượng bề mặt trên khu vực Bắc Bộ được thu thập trong giai đoạn 2011 đến 2018 để phục vụ đánh giá dự báo từ mô hình RegCM. Danh sách các trạm được đưa ra trong Bảng 1 và đã bao gồm cả phân loại theo các vùng khí hậu địa phương (R1 - Tây Bắc, R2 - Việt Bắc và Đông Bắc và R3 - Đồng Bằng Bắc Bộ). Nhiệt độ trung bình tháng là nhiệt độ trung bình của tất cả nhiệt độ trung bình ngày trong tháng được đánh giá. Các chỉ số đánh giá gồm sai số trung bình (ME), trung bình tuyệt đối (MAE) và trung bình tuyệt đối quân phương (RMSE).

Bảng 1. Thông tin các trạm quan trắc ứng với các vùng khí hậu thuộc Bắc Bộ Việt Nam

R1 - Tây bắc			R2 - Việt Bắc-Đông Bắc			R3 - Đồng Bằng Bắc Bộ					
Name	Lat.	Lon.	Name	Lat.	Lon.	Name	Lat.	Lon.	Name	Lat.	Lon.
Muong Te	22.37	102.83	Hiep Hoa	21.35	105.97	Dong Van	23.25	105.27	Ba Vi	21.15	105.42
Sin Ho	22.37	103.23	Bac Ninh	21.18	106.08	Sa Pa	22.35	103.82	Ha Dong	20.97	105.75
Tam Duong	22.42	103.48	Bac Me	22.73	105.37	Lao Cai	22.5	103.97	Chi Linh	21.08	106.38
Muong La	21.52	104.03	Bao Lac	22.95	105.67	Ha Giang	22.82	104.97	Son Tay	21.13	105.5
Than Uyen	21.95	103.88	Bac Quang	22.5	104.87	That Khe	22.25	106.47	Ha Noi	21.03	105.8
Muong Lay	22.07	103.15	Luc Yen	22.1	104.78	Cao Bang	22.67	106.25	Phu Ly	20.55	105.92
Phieng Lanh	21.85	103.57	Pho Rang	22.23	104.47	Vinh Yen	21.32	105.6	Hung Yen	20.65	106.05
Tuan Giao	21.58	103.42	Chiem Hoa	22.15	105.27	Yen Bai	21.7	104.87	Nam Dinh	20.39	106.15
Pha Din	21.57	103.5	Cho Ra	22.45	105.73	Phu Lien	20.8	106.63	Ninh Binh	20.23	105.97
Song Ma	21.5	103.75	Nguyen Binh	22.65	105.9	Lang Son	21.83	106.77	Hai Duong	20.93	106.3
Co Noi	21.13	104.15	Ngan Son	22.43	105.98	Thai Nguyen	21.6	105.83	Van Ly	20.12	106.3
Yen Chau	21.05	104.3	Van Chan	21.58	104.52	Bai Chay	20.97	107.07	Nho Quan	20.32	105.73
Bac Yen	21.23	104.42	Dinh Hoa	21.92	105.63	Cua Ong	21.02	107.35	Thai Binh	20.45	106.35
Phu Yen	21.27	104.63	Bac Son	21.9	106.32	Tien Yen	21.33	107.4	Cuc Phuong	20.25	105.72
Moc Chau	20.83	104.68	Huu Lung	21.5	106.35	Mong Cai	21.52	107.97	Hoai Duc	21.07	105.75
Mai Chau	20.65	105.05	Dinh Lap	21.53	107.1	Bac Ha	22.53	104.28			
Dien Bien Phu	21.37	103	Quang Ha	21.45	107.75	Hoang Su Phi	22.75	104.68			
Son La	21.33	103.9	Phu Ho	21.45	105.23	Mu Cang Chai	21.87	104.05			
Kim Boi	20.33	105.53	Tam Dao	21.47	105.65	Ham Yen	22.07	105.03			
Chi Ne	20.48	105.78	Bac Giang	21.3	106.22	Minh Dai	21.02	105.05			
Son La	21.33	103.9	Bac Can	22.15	105.83	Trung Khanh	22.83	106.51			
Hoa Binh	20.82	105.33	Viet Tri	21.3	105.42	Mau Son	21.85	106.95			
Lac Son	20.45	105.45	Tuyen Quang	21.82	105.22	Co To	20.98	107.77			
			Luc Ngan	21.38	106.55	Hon Dau	20.67	106.8			
			Son Dong	21.33	106.85	Bach Long Vi	20.13	107.72			
			Uong Bi	21.03	106.75						

2.3. Thiết kế thử nghiệm

Với mục tiêu khảo sát đánh giá các kết quả dự báo do ảnh hưởng của việc sử dụng các sơ đồ tham số hóa vật lý khác nhau của mô hình RegCM phù hợp với khu vực và yếu tố dự báo cần quan tâm của nghiên cứu, 3 tham số hóa vật lý được khảo sát gồm sơ đồ bề mặt, sơ đồ đối lưu và bức xạ. Bảng 2 đưa ra 12 cấu hình vật lý khác nhau của RegCM trong nghiên cứu này. Dự báo thử nghiệm cho các tháng 12, 1 và 2 các mùa đông từ năm 2011 đến 2018, dự báo từ các tháng 7, 8, 1 và 10 và mỗi một tháng thực hiện 6 phiên dự báo cách nhau 5 ngày. Các dự báo trung bình tổ hợp từ 12 dự báo với các cấu hình khác nhau của một phiên chạy được gọi là tổ hợp đơn giản, kí hiệu là ENS12. Trong khi lấy trung bình tổ hợp từ 3 phiên chạy liên tiếp được kí hiệu là ENS36.

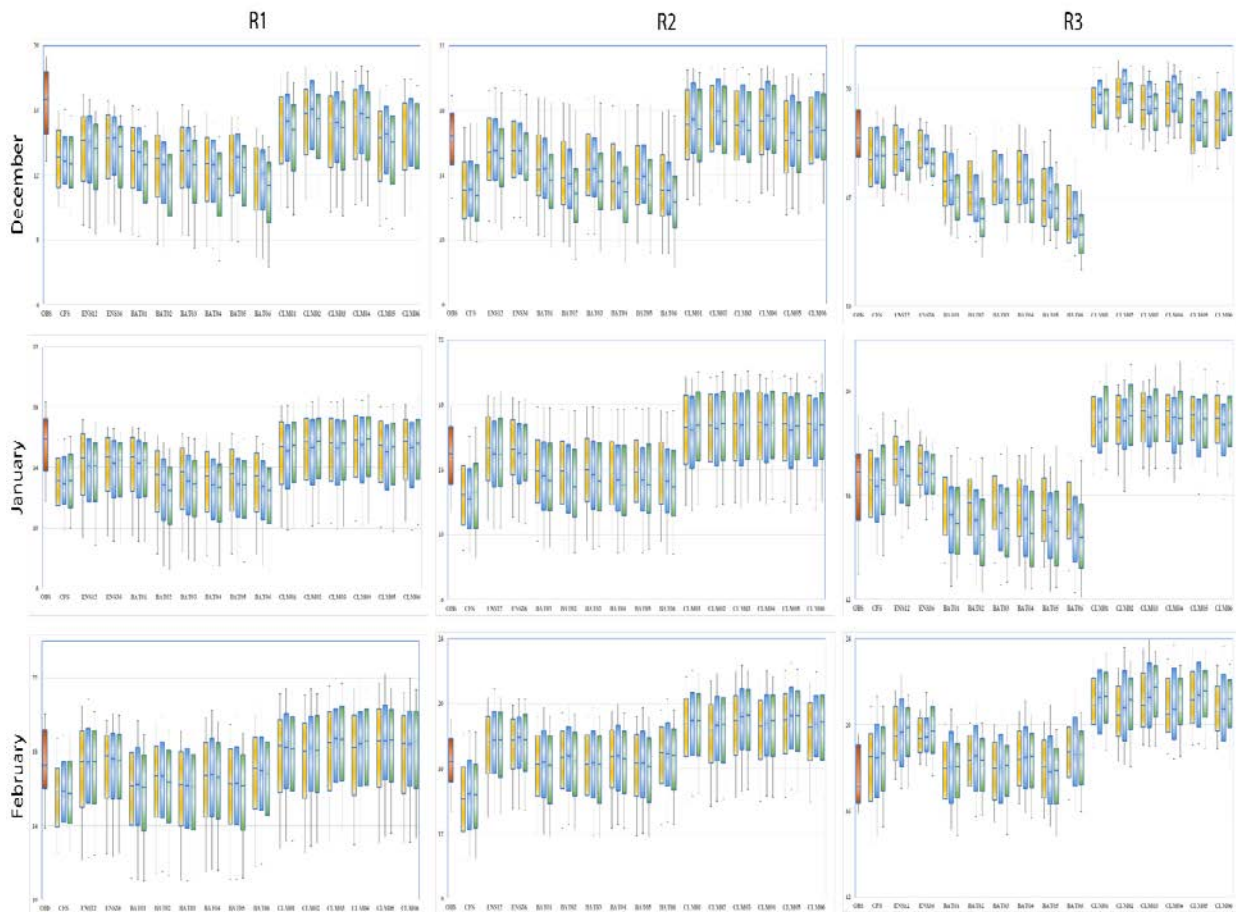
Bảng 2. Thông tin các thử nghiệm trong nghiên cứu

Viết tắt	Cấu hình vật lý trong mô hình		
	Sơ đồ bề mặt	Bức xạ	Đối lưu
BAT01	BATS	RRTM	Grell
BAT02	BATS	CCRM	Grell
BAT03	BATS	RRTM	Tiedtke
BAT04	BATS	CCRM	Tiedtke
BAT05	BATS	RRTM	Kain-Fritsch
BAT06	BATS	CCRM	Kain-Fritsch
CLM01	CLM45	RRTM	Grell
CLM02	CLM45	CCRM	Grell
CLM03	CLM45	RRTM	Tiedtke
CLM04	CLM45	CCRM	Tiedtke
CLM05	CLM45	RRTM	Kain-Fritsch
CLM06	CLM45	CCRM	Kain-Fritsch

3. Kết quả

Hình 1 thể hiện kết quả nhiệt độ trung bình tháng cho từng vùng khí hậu được dự báo từ mô hình RegCM4 với các cấu hình khác nhau, mô hình CFS và kết quả quan trắc thực tế dưới dạng biểu đồ hộp. Dựa vào hình 1 có thể thấy rõ nhiệt độ tháng dự báo bởi mô hình CFS ở vùng R1 và R2 đều thấp hơn quan trắc thực tế ở tất cả các hạn dự báo (4 tháng, 5 tháng và 6 tháng). Chỉ riêng với khu vực R3, giá trị nhiệt độ dự báo

trong tháng 1 và tháng 2 xấp xỉ so với quan trắc, đặc biệt tại các hạn dự báo 5 tháng và 6 tháng. Nhìn chung, nhiệt độ trung bình tháng cho vùng R1 dự báo từ 12 thành phần dự báo riêng lẻ đều có giá trị tiệm cận với quan trắc hơn so với dự báo từ mô hình CFS. Ngoài ra, sai số dự báo của mô hình CFS ở các vùng R1 và R2 cao hơn so với cấu hình BATS, trong khi đó CFS cung cấp dự báo tốt hơn RegCM4 ở khu vực R3.



Hình 1. Nhiệt độ trung bình tháng giai đoạn 2011-2018 cho từng vùng khí hậu R1, R2, và R3 tại các tháng 12, 1 và 2 từ mô hình (CFS), các dự báo sử dụng BATS, sử dụng CLM, trung bình tổ hợp từ 12 dự báo với các cấu hình khác nhau (ENS12), trung bình tổ hợp từ 3 lần chạy liên tiếp (ENS36) tại các hạn 4,5,6 (màu vàng, xanh da trời và xanh lá cây) và quan trắc (đỏ). Biểu đồ hộp thể hiện giá trị phân vị 25 và 75, biểu đồ râu thể hiện phân vị 10 và 90

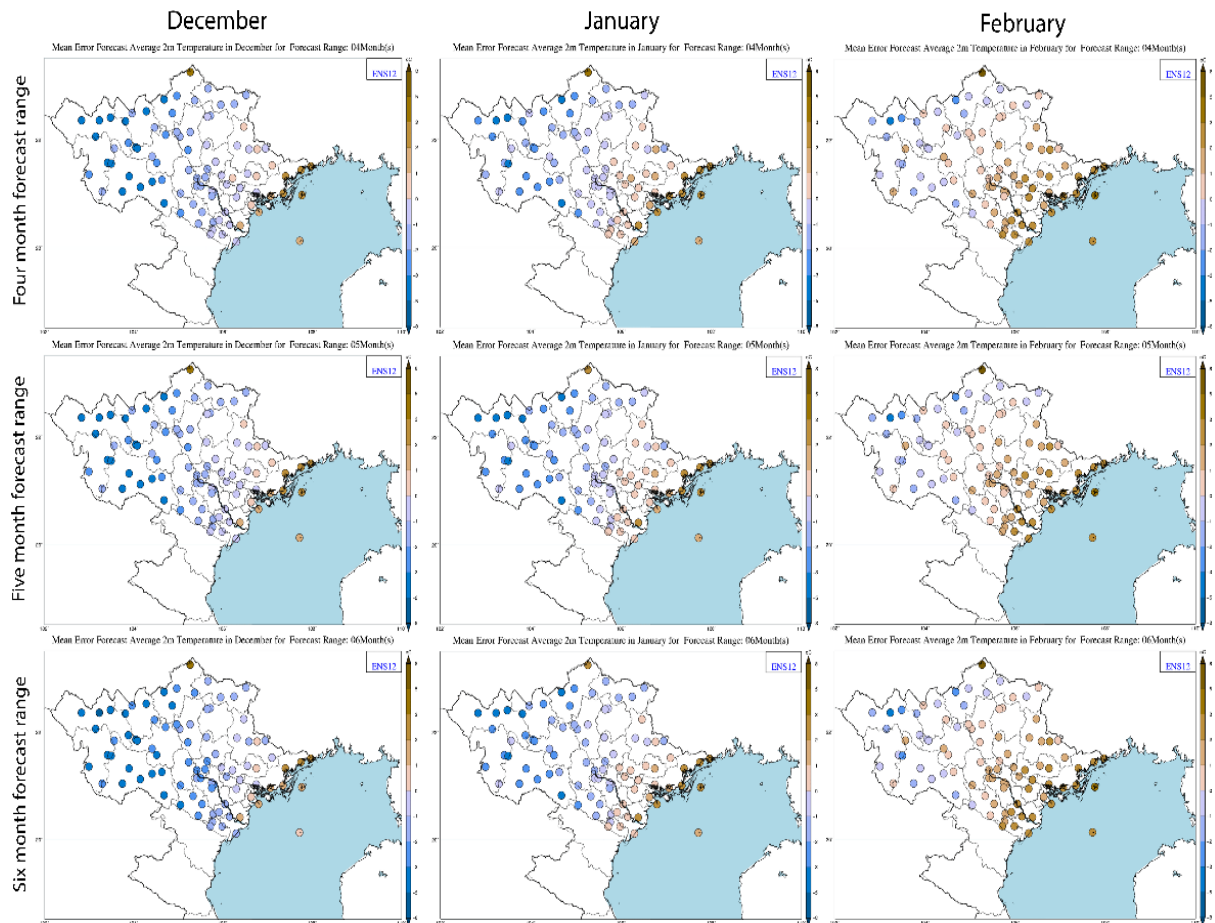
Từ 12 dự báo đơn lẻ cũng cho thấy khả năng dự báo của mô hình RegCM4 với các cấu hình vật lý khác nhau hầu hết nhạy hơn với sơ đồ tham số hóa mặt đất so với sơ đồ bức xạ hay sơ đồ đối lưu. Đối với khu vực R1, phân bố dự báo sử dụng sơ đồ CLM tiến gần quan trắc hơn so

với cấu hình BATS trong tất cả các tháng mùa đông, trong khi tương tự như CFS, BATS có xu hướng đưa ra các giá trị dự báo thấp hơn so với quan trắc. Ở hai khu vực còn lại là R2 và R3, dự báo CLM có thiên hướng dự báo nhiệt độ cao hơn so với dự báo BATS. So sánh dự báo trong

tháng 1 và tháng 2, cấu hình BATS có dự báo tốt hơn so với cấu hình CLM. Sự khác biệt giữa các hạn dự báo được thấy rõ rệt nhất trong tháng 12 ở cả hai cấu hình BATS và CLM, đặc biệt ở khu vực R2 và R3.

Đối với dự báo nhiệt độ tháng 12, nhiều trạm đưa ra dự báo thấp hơn so với quan trắc ở cấu hình BATS. Tại các trạm ở vùng núi, sai số có thể lên tới 3-5°C do sự chênh lệch lớn giữa độ

cao tại điểm lưới mô hình và độ cao trạm thực tế. Với các khu vực đồng bằng ven biển, sự khác biệt giữa cấu hình BATS và CLM cho khu vực R3 là rất lớn, gây ra độ phân tán lớn trong hệ thống ENS12 và ENS36. Xu hướng sai số của cấu hình BATS và CLM được thể hiện trong phân bố sai số trung bình tại từng điểm trạm trong Hình 2 với hạn dự báo 6 tháng cho dự báo tổ hợp từ 12 dự báo vật lý khác nhau.



Hình 2. Sai số trung bình (ME) của giai đoạn 2011-2018 tại từng trạm trên Bắc bộ cho dự báo tháng 12. 1 và 2 hạn dự báo 6 tháng cho dự báo tổ hợp từ 12 dự báo vật lý khác nhau ENS12

Về các sai số dự báo, chỉ số RMSE của dự báo BATS trong khoảng 3,5 - 4°C đối với R1 và từ 2,3 - 3,5°C đối với R2 và R3, trong khi đó con số này đối với dự báo CLM là từ 2,5 - 3°C cho R1 và R2, và từ 2,5 - 4°C cho R3 (Bảng 3). Đánh giá thêm về dự báo BATS khi chuyển đổi sơ đồ tham số hóa bức xạ hoặc tích lũy cho thấy, trong R1 và R2 cho các tháng mục tiêu của tháng 12 và tháng 1, sơ đồ RRTM cung cấp kết quả tốt

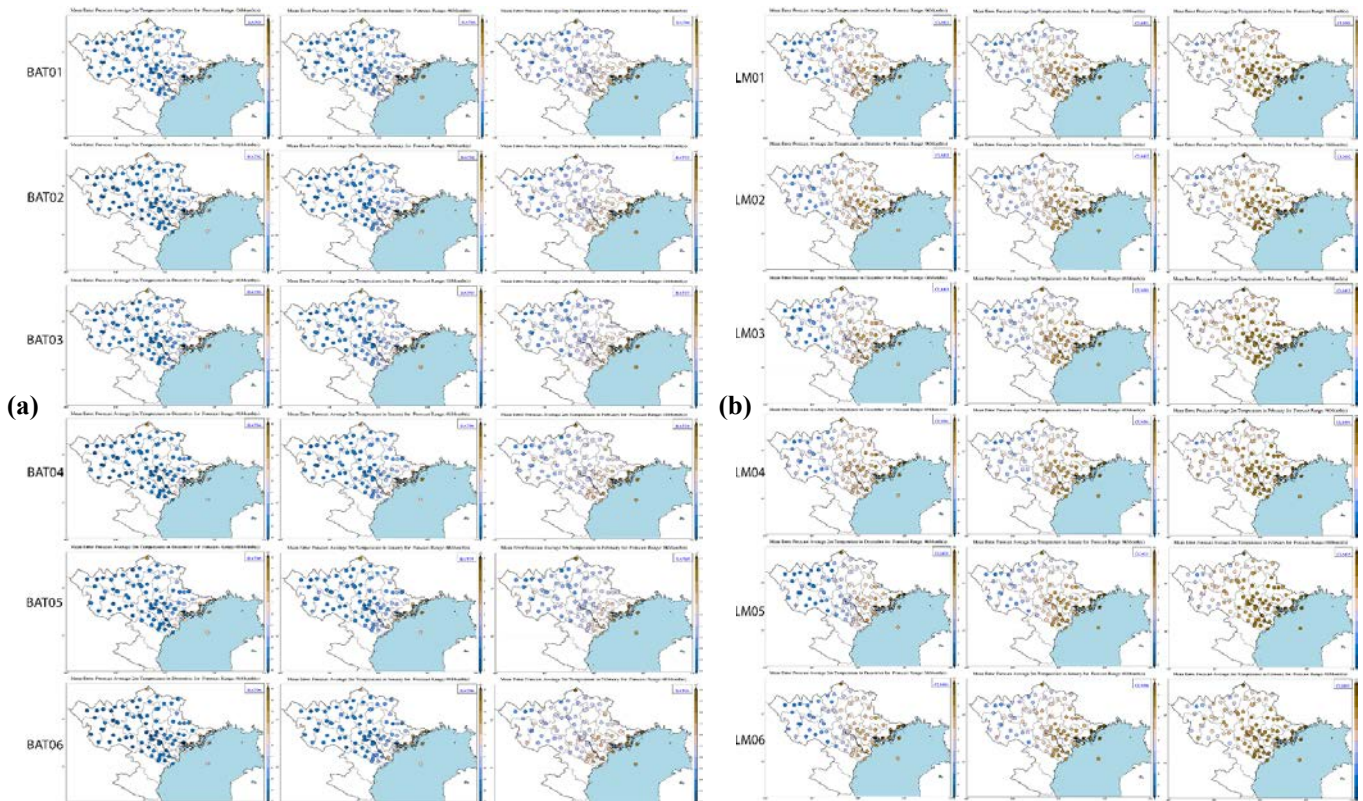
hơn so với CCRM với mức giảm 10% - 20% trong RSME. Độ nhạy trong tháng hai và cho R3 nhỏ hơn. BATS với sơ đồ KF cho thấy sai số cao hơn so với các sơ đồ GR và TD (RMSE tăng 5% - 10%). Đối với CLM, độ nhạy của các sơ đồ bức xạ khác nhau không lớn và rõ ràng như với BATS. Tuy nhiên, sự kết hợp với CCRM có xu hướng sai số thấp hơn so với RRTM.

Việc đánh giá các hệ vật lý khác nhau cho

thấy sự không chắc chắn trong các dự báo, đặc biệt là với hai quá trình trên mặt đất khác nhau, từ đó tạo điều kiện cho việc tạo ra các khoảng tin cậy của dự báo với RegCM4 cho nhiệt độ mùa đông miền Bắc Việt Nam trong phạm vi dự báo theo mùa.

Trong Hình 1, giá trị trung bình chung của ENS12 và ENS36 được vẽ cùng với các dự báo duy nhất. Đối với vùng cận khí hậu R1, vào tháng 12, cả ENS12 và ENS36 đều không thể cải thiện dự báo do dự báo sai lệch âm lớn từ các cấu hình BATS. Tuy nhiên, đối với các dự báo tháng 1 và tháng 2, các dự báo có nghĩa là đồng nhất rõ ràng

phù hợp với các biến thể quan sát. Trong các dự báo có nghĩa là đồng nhất, vẫn còn nhiều giá trị dự báo lạnh hơn so với các dự báo. RMSEs (Bảng 3) cho R1 trong tháng 1 và tháng 2 là khoảng 2 - 3°C và thấp hơn so với các dự báo đơn lẻ. Chỉ số RMSE của ENS36 thấp hơn 5% - 10% so với ENS12. Đối với R2 và R3, RMSE đã được cải thiện rõ ràng, khoảng 2 - 2,5°C đối với ENS12 và ENS36 thấp hơn khoảng 20% so với ENS12. Các bản phân phối ME cho ENS12 trong Hình 3 cho thấy sự cải thiện của ENS12 so với các dự báo đơn lẻ (Hình 3).



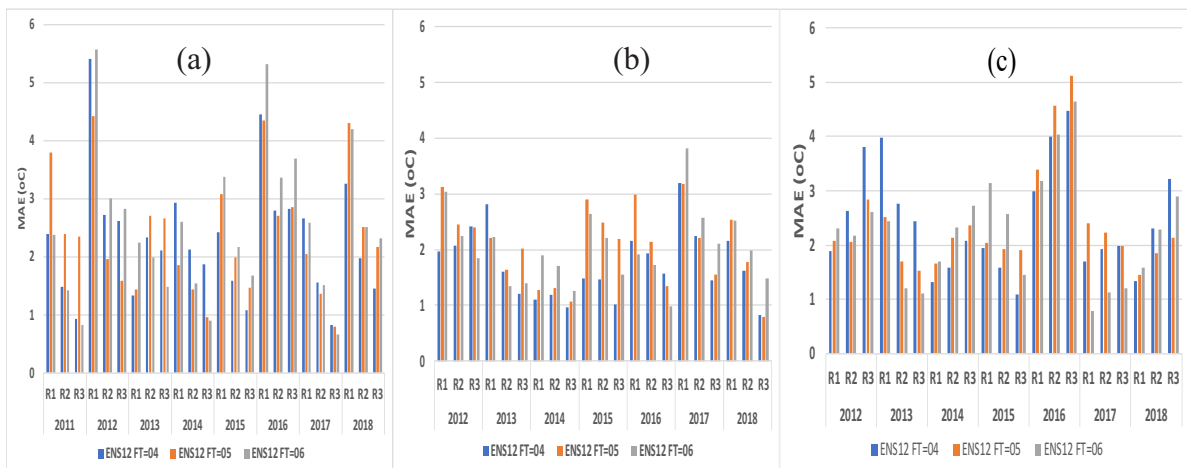
Hình 3. Sai số trung bình (ME) của giai đoạn 2011-2018 tại từng trạm trên Bắc bộ cho dự báo tháng 12. 1 và 2 hạn dự báo 6 tháng, đối với 6 dự báo sử dụng BATS (a) và sử dụng CLM (b)

Bảng 3. Sai số RMSE trong giai đoạn 2011-2018 cho dự báo nhiệt độ trung bình tháng 12, 1 và 2 của các cấu hình dự báo khác nhau với hạn dự báo 4,5,6 tháng tại từng vùng khí hậu

Vùng	Tháng	Hạn dự báo	ENS12	ENS36	BAT01	BAT02	BAT03	BAT04	BAT05	BAT06	CLM01	CLM02	CLM03	CLM04	CLM05	CLM06
R1	Tháng 12	4	3,61	3,43	4,06	4,54	4,05	4,72	4,51	5,24	2,93	2,52	3	2,64	3,6	3,05
	Tháng 12	5	3,66	3,48	4,17	4,97	4,14	4,87	4,48	5,36	2,78	2,4	2,89	2,56	3,31	2,88
	Tháng 12	6	4,07	3,86	4,86	5,65	4,9	5,54	5,04	6,03	3,16	2,75	3,08	2,71	3,65	3,05
R2	Tháng 12	4	2,52	2,33	3,02	3,33	3,02	3,5	3,38	3,85	2,61	2,64	2,64	2,62	2,62	2,48
	Tháng 12	5	2,62	2,43	3,16	3,74	3,15	3,65	3,41	4	2,62	2,83	2,73	2,79	2,62	2,57
	Tháng 12	6	2,75	2,53	3,64	4,2	3,67	4,16	3,83	4,54	2,57	2,71	2,51	2,65	2,52	2,48
R3	Tháng 12	4	2,13	1,86	2,92	3,27	2,92	3,54	3,53	4,14	2,4	2,57	2,41	2,45	2,24	2,21
	Tháng 12	5	2,29	2,04	3,16	3,83	3,15	3,72	3,56	4,32	2,5	2,85	2,57	2,7	2,29	2,36
	Tháng 12	6	2,42	2,12	3,69	4,4	3,8	4,41	4,05	5,01	2,34	2,55	2,13	2,43	1,94	2,17
R1	Tháng 1	4	2,68	2,51	3,41	3,56	3,39	3,6	3,49	3,6	2,3	2,15	2,2	2,08	2,22	2,06
	Tháng 1	5	3,09	2,8	3,87	4,13	3,86	4,07	3,96	4,16	2,59	2,46	2,51	2,32	2,64	2,42
	Tháng 1	6	3,08	2,77	3,99	4,4	4,03	4,29	4,09	4,47	2,33	2,22	2,3	2,14	2,41	2,25
R2	Tháng 1	4	2,17	2	2,72	2,78	2,71	2,77	2,74	2,77	2,52	2,53	2,56	2,56	2,49	2,48
	Tháng 1	5	2,43	2,08	3,05	3,19	3,04	3,14	3,13	3,22	2,64	2,66	2,68	2,6	2,68	2,58
	Tháng 1	6	2,48	2,12	3,2	3,42	3,25	3,4	3,36	3,52	2,6	2,64	2,59	2,62	2,57	2,64
R3	Tháng 1	4	1,69	1,44	2,21	2,22	2,19	2,19	2,19	2,32	2,67	2,7	2,74	2,76	2,66	2,64
	Tháng 1	5	2,02	1,51	2,71	2,76	2,69	2,72	2,83	3	2,74	2,81	2,81	2,74	2,82	2,71
	Tháng 1	6	2,02	1,54	2,82	3,06	2,92	3,09	3,1	3,27	2,77	2,81	2,76	2,82	2,67	2,76
R1	Tháng 2	4	2,84	2,39	3,14	2,91	3,14	3,08	3,22	2,84	2,81	2,86	3,04	3,02	3,05	2,85
	Tháng 2	5	2,75	2,27	3,2	2,95	3,21	2,99	3,2	2,82	2,71	2,79	2,86	2,81	2,85	2,83
	Tháng 2	6	2,66	2,5	3,19	3,03	3,18	2,94	3,19	2,81	2,69	2,71	2,81	2,75	2,73	2,81
R2	Tháng 2	4	2,96	2,58	2,91	2,75	2,89	2,87	2,93	2,76	3,51	3,36	3,73	3,54	3,77	3,32
	Tháng 2	5	2,9	2,5	2,89	2,71	2,9	2,77	2,9	2,72	3,47	3,42	3,67	3,46	3,69	3,45
	Tháng 2	6	2,73	2,64	2,72	2,57	2,71	2,6	2,77	2,59	3,46	3,31	3,67	3,41	3,64	3,42
R3	Tháng 2	4	3,17	2,76	2,7	2,62	2,69	2,79	2,73	2,79	4,11	3,84	4,3	4,01	4,43	3,92
	Tháng 2	5	3,06	2,66	2,58	2,49	2,58	2,59	2,62	2,6	4,12	3,95	4,32	4	4,36	3,95
	Tháng 2	6	2,89	2,82	2,28	2,2	2,26	2,32	2,33	2,38	4,16	3,9	4,36	3,99	4,33	4,01

Trong Hình 4, các chỉ số MAE hàng năm của ENS12 ở tất cả các vùng dự báo cho thấy rằng các sai số xảy ra rất lớn trong năm 2012 (đối với R1 với các giá trị ~4.5 - 5.5°C cho tháng 12), vào

năm 2016 (R1, R2 và R3 với các giá trị ~3 - 5°C) và năm 2018 (đối với R1 có giá trị ~3 - 4°C cho tháng 12).



Hình 4. Sai số trung bình tuyệt đối tại từng năm của trung bình 12 dự báo (ENS12) với các cấu hình vật lý khác nhau tại từng vùng ở từng hạn dự báo 4.5.6

4. Kết luận

Nghiên cứu đã sử dụng mô hình khí hậu khu vực RegCM phiên bản 4.6.1 trong vấn đề dự báo nhiệt độ hạn mùa vào mùa đông trên khu vực Bắc Bộ giai đoạn 2011-2018. Các kết quả được đánh giá trực tiếp với các quan trắc của Việt Nam trong giai đoạn này cho thấy dự báo có độ nhạy lớn nhất đối với sự thay đổi sơ đồ bề mặt. Việc sử dụng sơ đồ BATS có xu thế dự báo sai số thiên âm còn sử dụng CLM4.5 có xu thế dự báo

thiên dương. Việc tổ hợp các 12 dự báo khác nhau cũng cho phép có kết quả với sai số giảm hơn so với việc sử dụng từng dự báo đơn lẻ. Sai số dự báo nhiệt độ trung bình các tháng mùa đông còn lớn ở tất cả các cấu hình vật lý thử nghiệm. Tuy nhiên, với hệ số tương quan cao cho từng vùng khí hậu cho thấy khả năng áp dụng các phương pháp hiệu chỉnh thông kê ở các nghiên cứu tiếp theo.

Lời cảm ơn: các tác giả xin gửi lời cảm ơn tới đề tài NCKH cấp Nhà nước “Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu tới sự xâm nhập của các đợt lạnh và nóng ẩm bất thường trong mùa đông ở khu vực miền núi phía Bắc phục vụ phát triển kinh tế - xã hội”, mã số BDKH.25/16-20 đã hỗ trợ để nhóm thực hiện nghiên cứu này. Bài báo này cũng là kết quả thực hiện của một nội dung trong đề tài nói trên.

Tài liệu tham khảo

1. Kushnir, Y., Scaife, A.A., Arritt, R. et al. (2019), *Towards operational predictions of the near-term climate*. Nature Climate Change, 9, 94-101.
2. Smith, D.M., Scaife, A.A., Kirtman, B.P. (2012), What is the current state of scientific knowledge with regard to seasonal and decadal forecasting? Environmental Research Letters, 7(1), 015602. Doi:10.1088/1748-9326/7/1/015602.
3. Fink, A., Langhans, W., Fosser, G., Ferrone, A., Ban, N., Goergen, K., Keller, M., Tölle, M., Gutjahr, O., Feser, F., et al. (2015), *A review on regional convection-permitting climate modeling: Demonstrations, prospects, and challenges*. Reviews of Geophysics, 53, 323- 361, Doi:10.1002/2014RG000475.
4. Phan Văn Tân, Dư Đức Tiến (2005), *Ảnh hưởng của tính bất đồng nhất bề mặt đệm đến các trường nhiệt độ và lượng mưa mô phỏng bằng mô hình RegCM trên khu vực Đông Dương và Việt Nam*. Tạp chí khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội, T.XXI, 4, 57-68.
5. Phan Văn Tân, Nguyễn Hương Điền, Dư Đức Tiến (2005), *Sơ đồ BATS và ứng dụng trong việc tính các dòng trao đổi năng lượng và nước giữa bề mặt đất - khí quyển*. Tạp chí khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội, T.XX, 1, 40-56.
6. Hồ Thị Minh Hà (2008), *Nghiên cứu khả năng mô phỏng mùa các yếu tố khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam bằng phương pháp thủy động và thống kê*. Luận án Tiến sĩ Khí tượng học, Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội.
7. Phan Văn Tân và cộng sự (2008), *Nghiên cứu ứng dụng mô hình khí hậu khu vực mô phỏng/dự báo mùa các trường khí hậu bề mặt phục vụ qui hoạch phát triển và phòng tránh thiên tai*. Báo cáo Tổng kết đề tài QGTĐ.06.05, ĐHQG Hà Nội, 121 trang.
8. Phan Văn Tân và cộng sự (2010), *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó*. Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp quốc gia, mã số KC08.29/06-10.
9. Gao, X., Giorgi, F. (2017), *Use of the RegCM system over East Asia: Review and perspectives*. Engineering, 3, 766-772, doi:10.1016/J.ENG.2017.05.019.
10. Saha, S., Moorthi, S., Wu, X., Wang, J., Nadiga, S., Tripp, P., Behringer, D., Hou, Y.T., Chuang, H.Y., Iredell, M., Ek, M. (2014), *The NCEP climate forecast system version 2*. Journal of Climate, 27, 2185-2208. Doi:10.1175/jcli-d-12-00823.1.

APPLICATION OF SEASONAL ENSEMBLE PREDICTION BASED ON MULTIPLE PHYSICAL AND LAGGED-TIME APPROACH TO FORECAST NORTHERN WINTER TEMPERATURE

Vo Van Hoa¹, Du Duc Tien², Mai Khanh Hung²,

Luong Thi Thanh Huyen², Dang Dinh Quan²

¹Northern Delta Regional Hydro-Meteorological Center

²Vietnam National Center for Hydro-Meteorological Forecasting

Abstract: *This study verified the seasonal forecast for winter temperatures in six months for northern Vietnam in 2011-2018 using a regional-climate model (RegCM4) with boundary conditions of coupled-forecast-system model version 2 of the National Centers for Environmental Prediction. In the study, different physical schemes (land-surface processes, cumulus, and radiation parameterizations) in RegCM4 were switched to generate 12 single forecasts. Three sub-climate regions (R1, R2, R3) of northern Vietnam were separately verified with surface observations. Most sensitivity to temperature forecasts is shown by land-surface parameterizations (including biosphere-atmosphere-transfer (BATS) and community-land-model version 4.5 (CLM) schemes) in which BATS forecast groups tend to provide lower temperature forecasts than the actual observations. The CLM's forecast groups tend to forecast higher temperatures. The forecast errors from single forecasts can be clearly reduced with ensemble mean forecasts.*

Keywords: *RegCM model, Northern winter temperature, Seasonal ensemble forecast.*

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP CHUẨN ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỰ BÁO SỰ KIỆN MƯA

Lê Đại Thăng¹, Nguyễn Việt Lành²

Tóm tắt: Theo Hướng dẫn kỹ thuật của Tổ chức Khí tượng Thế giới, có hai phương pháp đánh giá chất lượng dự báo là Phương pháp chuẩn và Phương pháp khoa học. Việc đánh giá dự báo tùy thuộc vào biến dự báo được phân chia theo pha (phân nhóm) hay biến liên tục. Trong nội dung bài báo này chúng tôi trình bày phương pháp chuẩn đánh giá chất lượng dự báo điểm và kết quả đánh giá chất lượng dự báo đối với sự kiện mưa tại những điểm lân cận thuộc khu vực có trạm quan trắc. Kết quả này có thể giúp dự báo viên phân tích, lựa chọn mô hình, phương pháp dự báo tốt nhất nhằm nâng cao chất lượng bản tin dự báo thời tiết chung và dự báo mưa nói riêng.

Từ khóa: Dự báo điểm, Đánh giá chất lượng dự báo, Phương pháp chuẩn.

Ban Biên tập nhận bài: 12/04/2020 Ngày phản biện xong: 20/06/2020 Ngày đăng bài: 25/06/2020

1. Đặt vấn đề

Dự báo thời tiết là một trong những nhiệm vụ chủ yếu của hoạt động khí tượng thủy văn (KTTV) nên Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO) đã có nhiều nỗ lực phối hợp để phát triển công nghệ và tăng cường phục vụ dự báo. Để dự báo thời tiết, người ta phải ứng dụng các phương pháp khác nhau từ đơn giản đến phức tạp để tính toán, mô phỏng các quá trình vật lý của các yếu tố thời tiết diễn tiến trong tương lai. Tuy nhiên, kết quả dự báo thời tiết luôn ẩn chứa những sai số, đặc biệt là dự báo thời tiết điểm trong khi dự báo thời tiết điểm là trách nhiệm của cơ quan dự báo KTTV [1]. Việc đánh giá độ chính xác của chất lượng dự báo thời tiết điểm có vai trò quan trọng không kém vai trò của dự báo thời tiết.

Đánh giá chất lượng dự báo là thước đo để kiểm tra mức độ chính xác của giá trị dự báo so với giá trị quan trắc để xác định sai số của chúng giúp người dùng có thể lựa chọn và quyết định sử dụng hay không sử dụng sản phẩm dự báo đó. Cung cấp sản phẩm dự báo được coi như một ngành dịch vụ nên việc quan tâm đến chất lượng sản phẩm và cách thức cung cấp dịch vụ cần được chú trọng phát triển để đáp ứng được yêu cầu của người sử dụng. Đánh giá dự báo thời tiết

nhằm: (i) Đảm bảo rằng sản phẩm dự báo thời tiết đáp ứng được yêu cầu người sử dụng; (ii) Đảm bảo tính hiệu quả của hệ thống cung cấp sản phẩm dự báo thời tiết; và (iii) Đảm bảo độ tin cậy của cơ quan cung cấp sản phẩm dự báo thời tiết.

Khi thực hiện việc đánh giá chất lượng sản phẩm dự báo chúng ta phải có ít nhất hai bộ số liệu đó là bộ số liệu quan trắc và bộ số liệu dự báo có tính thống nhất về không gian và thời gian. Để đảm bảo tính thống nhất này thường có hai cách, đó là nội suy số liệu quan trắc về các điểm lưới không gian trong mô hình dự báo hoặc nội suy số liệu dự báo từ các điểm lưới về điểm quan trắc. Tuy nhiên, người ta thường sử dụng phương pháp nội suy từ điểm lưới về trạm quan trắc để đảm bảo tính khách quan và chính xác của số liệu quan trắc.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

2.1 Phương pháp chuẩn đánh giá chất lượng dự báo

Phương pháp chuẩn là phương pháp dùng để đánh giá dự báo yếu tố mang tính sự kiện (có/không), dự báo theo nhiều cấp, dự báo các yếu tố thay đổi và dự báo xác suất [2].

2.1.1 Yếu tố dự báo

Trong đánh giá chất lượng dự báo sự kiện mưa, người ta thường phân nhóm để đánh giá

¹Trung tâm Thông tin và Dữ liệu khí tượng thủy văn

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Email: ledaithang.73@gmail.com

theo pha (từ hai pha trở lên), sau đó lập bảng sự kiện rồi lựa chọn phương pháp chuẩn để đánh giá chất lượng dự báo của sự kiện này (Bảng 1).

Bảng 1. Các tình huống có thể xảy ra trong đánh giá dự báo sự kiện mưa có/không mưa xảy ra (hai pha)

Dự báo \ Quan trắc	Có	Không
	Có	A
Không	C	D

Trong pha có mưa lại có thể phân thành các pha nhỏ hơn: mưa/mưa vừa, mưa vừa/mưa to,... theo Quy định kỹ thuật đánh giá chất lượng dự báo của Bộ Tài nguyên và Môi trường [3].

2.1.2 Phương pháp đánh giá dự báo chuẩn

Để đánh giá dự báo pha, người ta thường dùng các chỉ số: Bias, PC, POD hay H (Hit Rate), FAR, TS (Threat Score) hay CSI, POFD, SR, HSS,... [3, 4, 5].

a) Điểm Bias (Bias score) là tỉ số giữa số lần dự báo với số lần quan trắc của một pha nào đó:

$$BIAS = (A+B)/(A+C) \quad (1)$$

Chỉ số này phản ánh mức độ sai lệch của dự báo so với quan trắc và biến thiên trong khoảng từ 0 đến ∞, điểm tốt nhất là 1.

b) Xác suất phát hiện POD (Probability of Detection) là tỉ số giữa số lần dự báo đúng sự xuất hiện của hiện tượng với tổng số lần xuất hiện của hiện tượng đó:

$$POD = A/(A+C) \quad (2)$$

Chỉ số này phản ánh dự báo có mưa đạt được độ chính xác bao nhiêu và biến thiên từ 0 đến 1, giá trị tốt nhất là 1.

c) Tỉ lệ dự báo không FAR (False Alarm Ratio) là tỉ số giữa số lần dự báo có nhưng hiện tượng không xảy ra với tổng số lần dự báo có cho hiện tượng đó:

$$FAR = B/(A+B) \quad (3)$$

Chỉ số này phản ánh sự kiện dự báo “có mưa” thực sự đã không xảy ra (tức là các cảnh báo sai) là bao nhiêu và biến thiên từ 0 đến 1, giá trị tốt nhất là 0.

d) Chỉ số thành công CSI (Critical Success

Index) là tỉ số giữa số lần dự báo đúng có xảy ra hiện tượng với tổng số lần dự báo đúng có xảy ra hiện tượng, số lần dự báo không và số lần dự báo sót hiện tượng:

$$CSI = A/(A+B+C) \quad (4)$$

Chỉ số này phản ánh độ chính xác của đo lường các sự kiện quan trắc và/hoặc dự báo và biến thiên từ 0 đến 1, giá trị tốt nhất là 1

đ) Chỉ số xác suất phát hiện sai POFD (Probability of False Detection): là tỉ số giữa số lần dự báo mưa không so với số lần dự báo đúng

$$POFD = B/(D+B) \quad (5)$$

Chỉ số này phản ánh các sự kiện quan trắc là “không” đã được dự báo không chính xác “có” là bao nhiêu và biến thiên từ 0 đến 1, giá trị tốt nhất là 0.

e) Chỉ số tỉ lệ thành công SR (Success Ratio) là tỉ số giữa số lần dự báo đúng có xảy ra hiện tượng với tổng số lần dự báo đúng có xảy ra hiện tượng và số lần dự báo không:

$$SR = A/(A+B) \quad (6)$$

Chỉ số này phản ánh các sự kiện dự báo “có mưa” đã được quan trắc chính xác là bao nhiêu và biến thiên từ 0 đến 1, giá trị tốt nhất là 1.

g) Chỉ số kỹ năng HSS (Heidke Skill Score (Cohen's k)): Đo lường phần dự báo chính xác sau khi loại bỏ những dự báo chính xác do loại ngẫu nhiên. Đây là một hình thức của điểm kỹ năng tổng quát, ở đó điểm số trong tử số là số dự báo chính xác, và dự báo tham chiếu trong trường hợp này là ngẫu nhiên.

$$HSS = ((A+D)-E_{\text{crandom}})/(N-E_{\text{crandom}}) \quad (7)$$

trong đó E_{crandom} (Expected correct)_{random}:

$$E_{\text{crandom}} = ((A+C)(A+B) + (D+C)(D+B))/N$$

Chỉ số này phản ánh mức độ của kỹ năng dự báo đối với các hạn dự báo là cao hay thấp và biến thiên từ -∞ đến 1,0, giá trị tốt nhất là 1.

h) Xác suất dự báo đúng PC (Proportion Correct) là tỉ số giữa số lần dự báo đúng cho tất cả các pha với tổng số lần dự báo:

$$PC = (A+D)/(A+B+C+D) \quad (8)$$

Chỉ số này phản ánh mức độ dự báo chính xác đối với các hạn dự báo là cao hay thấp và biến thiên từ 0 đến 1, giá trị tốt nhất là 1.

2.2 Nguồn số liệu đầu vào

Nguồn số liệu đầu vào là số liệu dự báo thời tiết điểm của Trung tâm KTTV quốc gia, các Đài KTTV khu vực và Đài KTTV tỉnh hiện tại đang cập nhật hàng ngày vào cơ sở dữ liệu của Hệ thống phần mềm dưới dạng bản tin dự báo thời tiết điểm và là sản phẩm cuối cùng của quy trình dự báo. Vì vậy, chúng tôi sử dụng số liệu dự báo mưa cho 63 điểm đặc trưng của 63 tỉnh/thành phố của Việt Nam, với hạn dự báo từ 1 đến 10 ngày của Trung tâm Dự báo KTTV để làm ví dụ

cho việc sử dụng phương pháp chuẩn đánh giá chất lượng dự báo điểm và số liệu quan trắc mưa tương ứng với các vị trí của điểm dự báo của 63 trạm khí tượng để so sánh và tính toán các chỉ số sai số của dự báo của yếu tố mưa.

Số liệu dự báo ban đầu được lưu trong tệp có định dạng MS. Excel [2] và được cập nhật hàng ngày trong Hệ thống phần mềm tự động khách quan đánh giá chất lượng dự báo thời tiết điểm (hình 1).

The image shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Mẫu file_DBD 10 ngày.xls'. The main content is a table with columns for 'Điểm dự báo' (Forecast Point) and dates from '06/09/2018' to '16/10/2018'. Each date column contains multiple sub-columns for meteorological data. The 'Điểm dự báo' column lists 63 stations, including Yên Sơn, Yên Lập, Thanh Thủy, Đoàn Hùng, Hà Hòa, Cẩm Khê, Thanh Ba, TX. Phú Thọ, Phú Ninh, Tân Nông, Lâm Thao, and TP. Việt Trì. The data points are numerical values representing forecast parameters.

Hình 1. Mẫu số liệu dự báo điểm 10 ngày được lưu trong tệp có định dạng MS. Excel

3. Kết quả đánh giá chất lượng dự báo thời tiết điểm

Dự báo viên truy cập vào Hệ thống phần mềm tự động khách quan đánh giá chất lượng dự báo thời tiết điểm bằng Username và Passwords đã được Quản trị hệ thống cung cấp, sau đó lựa

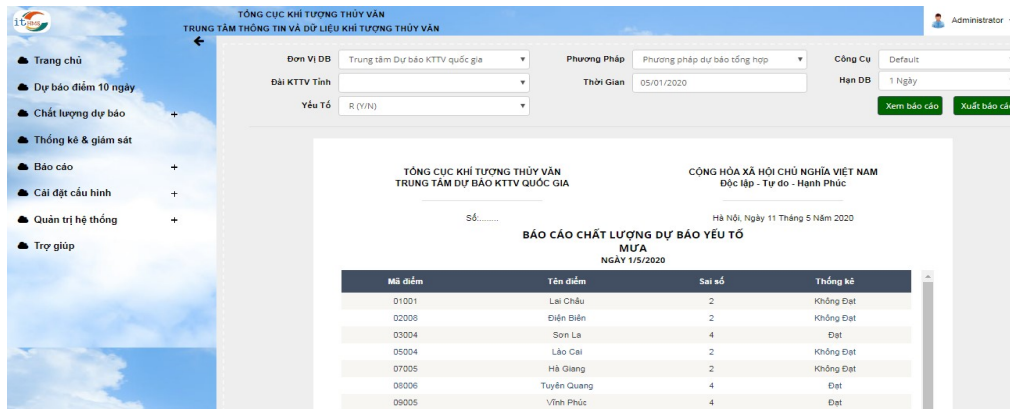
chọn các thông tin liên quan đến dữ liệu dự báo như: Đơn vị dự báo, Phương pháp dự báo, Công cụ dự báo và cập nhật dữ liệu vào phần mềm. Dữ liệu dự báo sau khi cập nhật vào Hệ thống đánh giá chất lượng dự báo sẽ được hiển thị trong giao diện của phần mềm (Hình 2).

The image shows a web browser window displaying a web application. The page title is 'DỮ LIỆU DỰ BÁO ĐIỂM 10 NGÀY'. There is a sidebar menu on the left with options like 'Trang chủ', 'Dự báo điểm 10 ngày', 'Chất lượng dự báo', etc. The main content area has a search bar and a table. The table has columns for 'Thời gian' (Time), 'Tên điểm' (Point Name), and various meteorological parameters. The data is for the date '17-05-2020'.

Hình 2. Dữ liệu dự báo thời tiết điểm 10 ngày sau khi cập nhật vào phần mềm

Sau khi Hệ thống thu nhận đầy đủ số liệu dự báo và số liệu từ các trạm quan trắc, hệ thống sẽ tự động so sánh đánh giá kết quả dự báo mưa của từng bản tin theo ngày với các hạn dự báo khác

nhau là Đạt và Không đạt (Hình 3). Thông tin này là dữ liệu đầu vào cho tính toán các chỉ số thống kê khác.

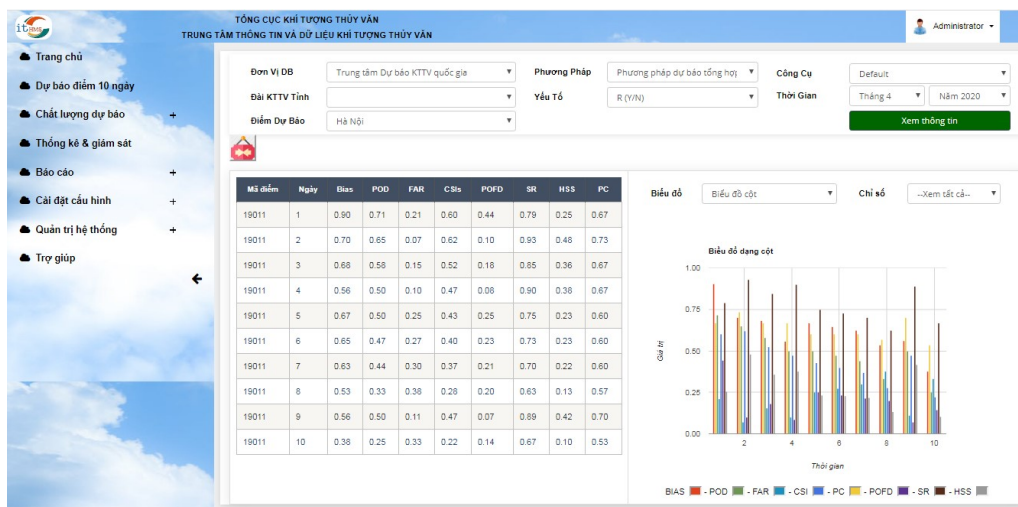


Hình 3. Kết quả chất lượng dự báo mưa của ngày 11/5/2020 với hạn dự báo 1 ngày của 63 điểm dự báo

Hệ thống phần mềm dựa trên cơ sở dữ liệu đã có sẽ tự động tính toán thống kê các chỉ số sai số dự báo mưa và đưa ra kết quả chất lượng dự báo của từng điểm riêng biệt với hạn dự báo từ 1 đến 10 ngày của 63 điểm dự báo. Trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi không so sánh đánh giá chất lượng dự báo của các điểm dự báo khác nhau mà tập trung đi sâu vào phân tích ý nghĩa các chỉ số sai số của dự báo mưa từ 1 đến 10 ngày trong tháng 4 năm 2020 cho điểm Hà Nội

là thời điểm và địa điểm khó dự báo nhất.

Kết quả hiển thị trên phần mềm (hình 4) cho thấy, bảng dữ liệu bên trái là dữ liệu các chỉ số (dòng thứ nhất) của các hạn dự báo từ 1 đến 10 ngày (cột thứ nhất). Biểu đồ bên phải là mô tả giá trị các chỉ số đối với các hạn dự báo khác nhau (có 3 loại biểu đồ dùng để mô tả các dữ liệu của từng chỉ số hoặc tất cả các chỉ số đó là Biểu đồ dạng đường, Biểu đồ dạng cột và Biểu đồ dạng điểm).



Hình 4. Kết quả đánh giá chất lượng dự báo mưa tháng 4/2015 của điểm Hà Nội

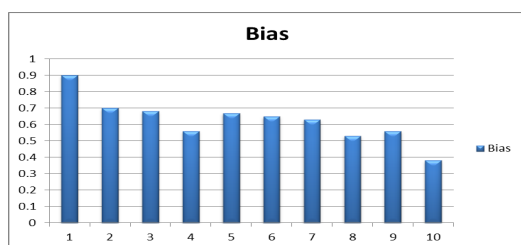
Bảng dữ liệu kết quả đánh giá chất lượng dự báo mưa cho điểm Hà Nội trong đó: cột 1 là mã điểm 19011 tương ứng với tên điểm dự báo là

Hà Nội, cột 2 là hạn dự báo, các cột tiếp theo là các chỉ số thống kê được tính toán dựa trên chuỗi sự kiện mưa (có/không) xảy ra trong tháng

4/2020.

Từ hình 4, tiến hành phân tích các chỉ số ta thấy:

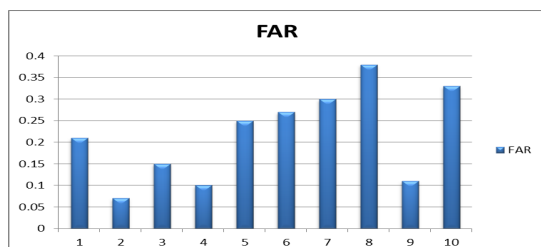
- Chỉ số Bias nhận giá trị từ 0,38-0,90 (hình 5), trong đó các hạn dự báo có xu hướng dưới sự kiện dự báo (Bias < 1), hạn dự báo 1 ngày đạt kết quả tốt nhất (Bias = 0,9) và có xu hướng



Hình 5. Chỉ số Bias của các hạn dự báo

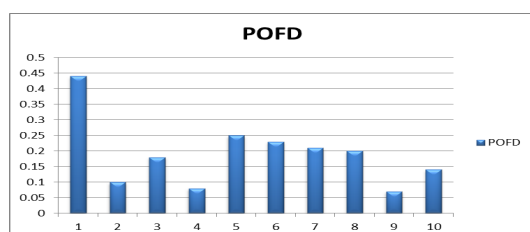
- Chỉ số FAR nhận giá trị từ 0,07 đến 0,38 (hình 7), trong đó giá trị cảnh báo sai tương ứng với các hạn dự báo tăng dần từ hạn dự báo 1 ngày đến 8 ngày, nhưng lại tốt lên trong hạn dự báo 9 ngày.

- Chỉ số CSI nhận giá trị từ 0,22 đến 0,62



Hình 7. Chỉ số FAR của các hạn dự báo

- Chỉ số POFD nhận giá trị từ 0,07 đến 0,44 (hình 9), trong đó hầu hết hạn dự báo có hơn 60% sự kiện quan trắc không có mưa đã dự báo chính xác, riêng hạn dự báo 1 ngày có chỉ số POFD kém nhất là 0,44 có nghĩa 44% sự kiện

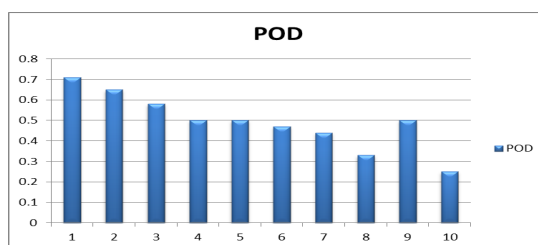


Hình 9. Chỉ số POFD của các hạn dự báo

- Chỉ số HSS nhận giá trị từ 0,10 đến 0,48, trong đó các hạn dự báo 2 và 9 ngày có kỹ năng tốt nhất, còn hạn dự báo 10 ngày có kỹ năng thấp

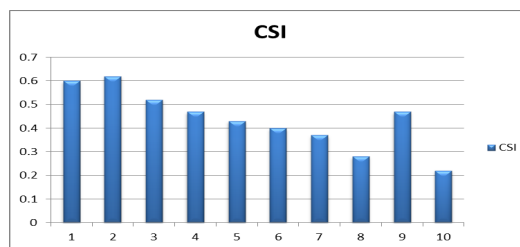
giảm dần theo hạn dự báo.

- Chỉ số POD nhận giá trị từ 0,25 đến 0,71 (hình 6), trong đó có 6/10 trường hợp dự báo đúng trên 50%, dự báo chính xác nhất là hạn 1 ngày (POD = 0,71), dự báo 10 ngày là rất thấp chỉ đạt có 25% là dự báo đúng.



Hình 6. Chỉ số POD của các hạn dự báo

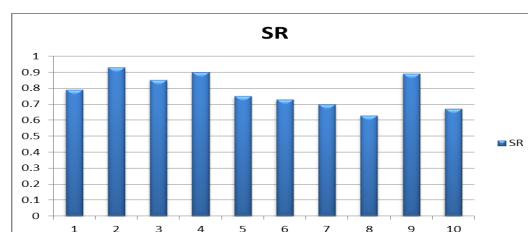
(hình 8), với các hạn dự báo có hơn 50% sự kiện mưa xảy ra đã được dự báo không chính xác, tốt nhất là hạn dự báo 2 ngày và kém nhất là hạn dự báo 10 ngày (dự báo có mưa chỉ đúng 1/5 số lần xảy ra sự kiện mưa).



Hình 8. Chỉ số CSI của các hạn dự báo

“không có mưa” dự báo không chính xác.

- Chỉ số SR nhận giá trị từ 0,63 đến 0,93 (hình 10), trong đó số lần dự báo mưa đã quan trắc được mưa đạt hơn 60%, riêng hạn dự báo 8 ngày rất thấp đạt 63%.



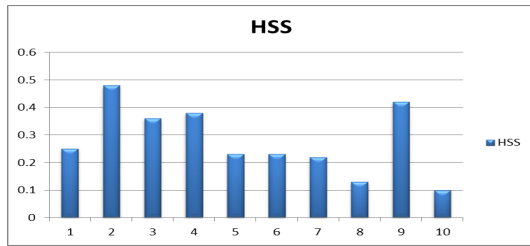
Hình 10. Chỉ số SR của các hạn dự báo

nhất (Hình 11).

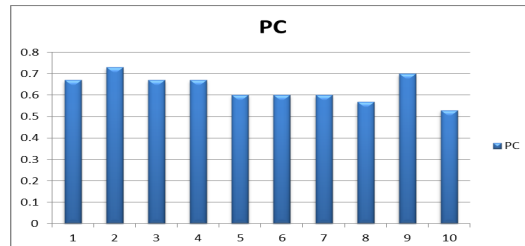
- Chỉ số PC nhận giá trị từ 0,53 đến 0,67, trong đó dự báo mưa hầu hết có độ chính xác đạt

hơn 60%, trừ hạn dự báo 8 và 10 ngày chỉ đạt hơn 50%, tốt nhất là hạn dự báo 2 ngày đạt 73% (Hình 12). Điều này phản ánh đúng khi kết hợp

với việc phân tích các chỉ số chất lượng dự báo khác.



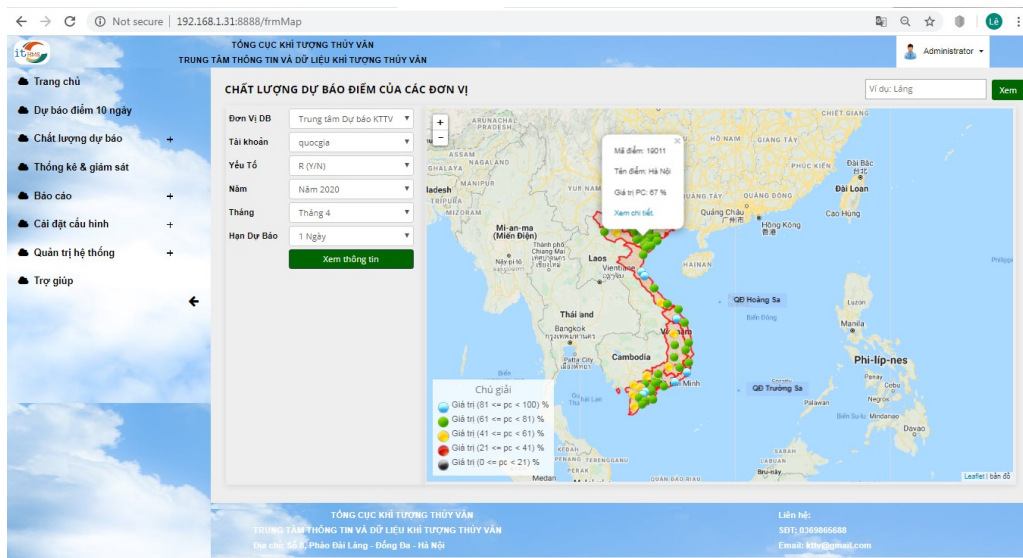
Hình 11. Chỉ số HSS của các hạn dự báo



Hình 12. Chỉ số PC của các hạn dự báo

Hệ thống phần mềm tự động khách quan đánh giá chất lượng dự báo thời tiết điểm sau khi tính toán các chỉ số sai số của yếu tố dự báo sẽ hiển thị thông tin tổng quát trên bản đồ phân bố chất

lượng dự báo của từng đơn vị dự báo, từng hạn dự báo (1 đến 10 ngày), yếu tố dự báo,... cho các điểm dự báo khác nhau (Hình 13).



Hình 13. Bản đồ phân bố chất lượng dự báo mưa, hạn dự báo 1 ngày, tháng 4/2020

Bản đồ phân bố chất lượng dự báo mưa (PC) cho chúng ta biết chi tiết chất lượng của từng điểm dự báo cũng như tổng quan chung của tất cả các điểm dự báo từ đó cung cấp rất nhiều thông tin bổ ích cho nhà quản lý cũng như dự báo viên ví dụ như: khu vực nào cho thấy chất lượng dự báo cao, khu vực nào thấp, khu vực có chất lượng thấp có phải là khu vực có thời tiết phức tạp hay do trình độ của dự báo viên hay chất lượng của công cụ, trang thiết bị phục vụ dự báo có hạn chế. Ngược lại khu vực có chất lượng dự báo mưa cao chưa chắc đã phải do trình độ của dự báo viên cao hay phương pháp, công cụ dự báo tốt, mà có thể khu vực này đang

trong thời gian có khí hậu ổn định.

4. Kết luận

Theo quy định, có hai phương pháp đánh giá chất lượng dự báo là Phương pháp chuẩn và Phương pháp khoa học, việc lựa chọn phương pháp đánh giá chất lượng dự báo tùy thuộc rất nhiều vào trình độ khoa học và công nghệ dự báo. Trong bài viết này chúng tôi đã trình bày một phần kết quả liên quan đến nội dung ứng dụng phương pháp chuẩn đánh giá chất lượng dự báo bằng phần mềm hệ thống tự động khách quan đánh giá chất lượng dự báo tại các điểm trạm đối với dự báo pha của yếu tố mưa, đây chỉ là kết quả ban đầu của phần mềm, trong thời gian

tới chúng tôi sẽ tiếp tục trình bày kết quả ứng dụng phương pháp này để đánh giá chất lượng của các biến liên tục khác như nhiệt độ tối cao, nhiệt độ tối thấp, độ ẩm tương đối không khí...

Trên đây chỉ là một phần kết quả hết sức khiêm tốn ban đầu nhưng là điểm khởi nguồn cho các nghiên cứu tiếp theo nhằm hoàn thiện hệ thống tự động đánh giá khách quan chất lượng dự báo của tất cả các yếu tố dự báo trong bản tin dự báo thời tiết điểm nói riêng và các loại bản tin khác nói chung.

Thông tin của hệ thống đánh giá chất lượng

dự báo không những cung cấp cho các dự báo viên mà còn rất quan trọng trong việc hỗ trợ ra quyết định của các nhà quản lý. Các nhà quản lý căn cứ thông tin của hệ thống để có những quyết định chỉ đạo, điều hành. Dự báo viên có thông tin để hiệu chỉnh hệ thống dự báo, nghiên cứu và phát triển sản phẩm dự báo mới, dự báo viên sẽ có ý thức trách nhiệm và tự hào với những sản phẩm cung cấp cho người sử dụng, người dùng được sử dụng sản phẩm dịch vụ đảm bảo độ tin cậy.

Lời cảm ơn: Để hoàn thành bài báo này trước tiên Chúng tôi xin gửi đến các Chuyên gia khí tượng thủy văn cùng tập thể các cộng tác viên thực hiện đề tài: “Nghiên cứu xây dựng hệ thống tự động đánh giá khách quan chất lượng dự báo tại các điểm trên khu vực Việt Nam” lời cảm ơn chân thành và sâu sắc nhất. Đặc biệt, Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Lãnh đạo Tổng cục Khí tượng Thủy văn và Lãnh đạo các đơn vị chức năng của Tổng cục đã tạo điều kiện thuận lợi cho Chúng tôi cùng với các Cộng tác viên thực hiện và triển khai ứng dụng đề tài nghiên cứu này

Tài liệu tham khảo

1. Tổng cục KTTV (2020), *Quy định về phân cấp trách nhiệm ban hành bản tin dự báo, cảnh báo KTTV trong điều kiện bình thường đối với các đơn vị trong hệ thống dự báo, cảnh báo KTTV quốc gia thuộc phạm vi quản lý của Tổng cục KTTV*, Quyết định số 249/QĐ-TCKTTV.
2. Stanski, H.R., Burrows Wilson, W.R. (1989), *Survey of Common Verification Methods in Meteorology*. World Weather Watch Technical Report, No. 8.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2017), *Quy định kỹ thuật đánh giá chất lượng dự báo, cảnh báo khí tượng*, Thông tư số 41/2017/TT-BTNMT.
4. Tổng cục KTTV (2018), *Quy trình kỹ thuật dự báo thời tiết điểm đến 10 ngày*, Quyết định số 504/QĐ-TCKTTV.
5. WMO No.1023 (2000), *Guidelines on performance assessment of public weather services*, Geneva, Switzerland.
6. Phan Văn Tân (2005), *Phương pháp thống kê trong khí tượng*. NXB Đại học quốc gia Hà Nội.
7. Bùi Minh Tăng và cs. (2009), *Nghiên cứu thử nghiệm dự báo định lượng mưa từ sản phẩm của mô hình HRM và GSM*. Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ.
8. Võ Văn Hòa và cs. (2013), *Nghiên cứu cải tiến và triển khai nghiệp vụ hệ thống dự báo các yếu tố khí tượng thời hạn 6-72 giờ bằng phương pháp thống kê trên sản phẩm mô hình GSM*. Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ.
9. Võ Văn Hòa (2015), *Nghiên cứu ứng dụng phương pháp thống kê sau mô hình tổ hợp (EMOS) vào dự báo nhiệt độ và điểm sương bề mặt ở Việt Nam*. Luận án tiến sĩ khí tượng và khí hậu học, Hà Nội.
10. Lương Tuấn Minh và cs. (2013), *Nghiên cứu xây dựng dự báo định lượng mưa, gió trong bão, áp thấp nhiệt đới trên cơ sở cấu trúc bão, áp thấp nhiệt đới khi đổ bộ vào Việt Nam*. Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ.

APPLICATION OF STANDARD QUALITY ASSESSMENT METHOD FOR FORECASTING RAINING EVENTS

Le Dai Thang¹, Nguyen Viet Lanh²

¹Hydro-Meteorology Information and Data Center

²Ha Noi University of Nature Resources and Environment

Abstract: *According to the Technical Guidelines of the World Meteorological Organization, there are two methods for forecasting quality assessment: the Standard Method and the Scientific Method. The forecast evaluation depends on whether the forecast variable is divided into phases (subgroups) or continuous variables. In the content of this paper, we present the standard method of evaluating the quality of forecasting points and the results of evaluating the quality of forecasting for rain events at nearby points in the area where the monitoring station is located. This result can help forecasters analyze, select the best model and forecasting method in order to improve the quality of weather forecasts.*

Keywords: *Forecasting points, Assessing quality forecast, Standard methods.*

CÁC PHƯƠNG PHÁP CHUẨN HÓA DỮ LIỆU THỦY VĂN ÁP DỤNG CHO TRẠM 74129 - YÊN BÁI

Đặng Văn Nam¹, Hoàng Quý Nhân², Ngô Văn Mạnh³, Nguyễn Thị Hiền⁴

Tóm tắt: Dữ liệu mực nước (water level) tại các trạm trên sông hiện nay chủ yếu được thu thập bằng phương pháp quan trắc thủ công với tần suất thu thập khác nhau tùy thuộc vào từng thời điểm trong năm. Các dữ liệu này cần phải được làm sạch để loại bỏ các điểm bất thường (Outliers), các giá trị thiếu (Missing values), chuẩn hóa về dạng chuỗi thời gian (Time series).... Trong nội dung của bài báo này, nhóm tác giả sẽ chỉ ra hiện trạng của dữ liệu mực nước thu thập được tại trạm 74129 - Yên Bái trong giai đoạn 9 năm từ 01/01/2011 đến 31/12/2019; Đây là các dữ liệu thực tế, được cung cấp bởi Trung tâm thông tin và Dữ liệu khí tượng thủy văn. Trên cơ sở hiện trạng của tập dữ liệu này, sẽ tiến hành thực nghiệm các phương pháp làm sạch dữ liệu để loại bỏ ngoại lai, thay thế giá trị thiếu bằng phương pháp nội suy và chuẩn hóa dữ liệu về dạng chuỗi thời gian với khoảng thời gian cách đều nhau 3h. Dữ liệu sau khi đã được chuẩn hóa, làm sạch, đảm bảo tính đầy đủ và độ tin cậy sẽ là yếu tố quyết định tới độ chính xác của các mô hình dự đoán, dự báo.

Từ khóa: Mực nước, ngoại lai, dữ liệu thiếu, chuỗi thời gian.

Ban Biên tập nhận bài: 12/04/2020 Ngày phản biện xong: 20/06/2020 Ngày đăng bài: 25/06/2020

1. Đặt vấn đề

Dữ liệu mực nước thu thập từ các trạm quan trắc trên sông có thể được thực hiện thông qua quan trắc thủ công (ghi nhận trực tiếp giá trị của yếu tố đo trên thiết bị quan trắc) hoặc quan trắc tự động (ghi nhận giá trị của yếu tố đo bằng thiết bị tự động và truyền về người sử dụng theo nhu cầu) [1]. Hiện nay, việc quan trắc mực nước trên các hệ thống sông chủ yếu vẫn sử dụng phương pháp quan trắc thủ công, người quan trắc sẽ ghi nhận giá trị trên thước đo mực nước sau đó gửi dữ liệu này về trung tâm để lưu trữ, xử lý. Do nhiều yếu tố chủ quan và khách quan, dẫn đến quá trình ghi nhận giá trị và gửi số liệu quan trắc về trung tâm bị sai sót, nhầm lẫn, mất mát so với giá trị thực tế. Hơn nữa, tùy vào từng thời điểm, mùa vụ trong năm mà chế độ quan trắc mực nước cũng khác nhau có thể chỉ 2 lần/ngày (7h, 19h), 4 lần/ngày (1h, 7h, 13h, 19h) hoặc 8 lần/ngày (1h, 4h, 7h, 10h, 13h, 16h, 19h, 21h)

¹Đại học Mỏ-Địa Chất,

²Đại học Nông lâm Thái Nguyên,

³Trung tâm Thông tin và Dữ liệu khí tượng thủy văn,

⁴Học viện Kỹ thuật quân sự

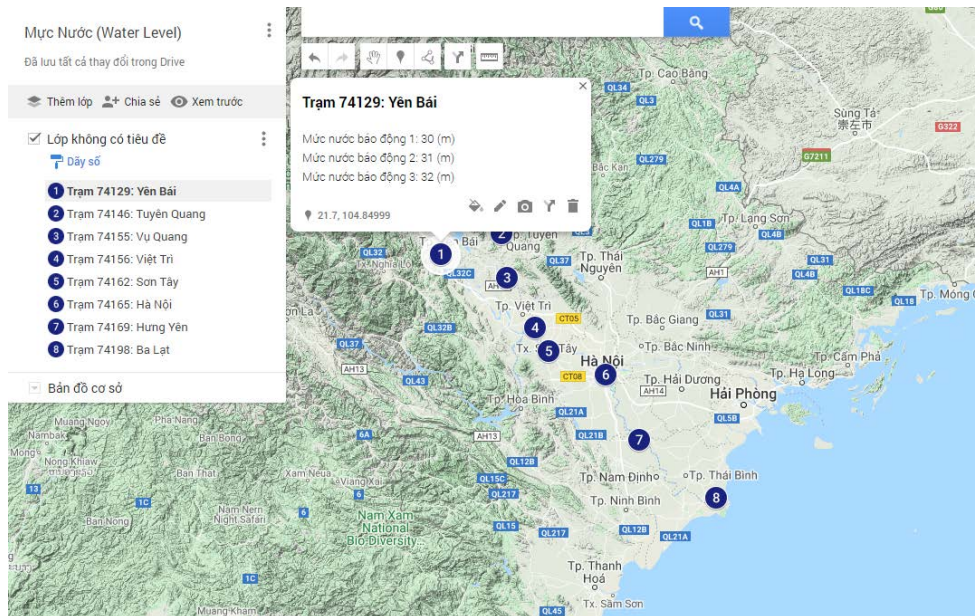
Email: dangvannam@humg.edu.vn

vào thời điểm mùa cạn, hoặc thời kỳ đầu mùa lũ khi biên độ mực nước trong ngày nhỏ; nhưng có thể tăng lên 12 lần/ngày (1h, 3h, 5h, 7h, 9h, 11h, 13h, 15h, 17h, 19h, 21h, 23h), hoặc 24 lần/ngày (0h, 1h, 2h, ..., 22h, 23h)... được áp dụng trong mùa lũ khi mực nước biến đổi trong ngày lớn [1]. Vì vậy, dữ liệu thu thập được bị ngắt quãng và không liên tục, thời điểm lấy dữ liệu khác nhau tùy thuộc vào từng mùa trong năm, đặc điểm lưu vực, đặc điểm trận mưa, thời gian lũ... Đây là các dữ liệu được ghi nhận và lưu trữ theo thời gian, nhưng lại không phải là dữ liệu chuỗi thời gian (Time series data). Do đó không thể áp dụng các mô hình dự báo chuỗi thời gian như: MA, ARMA, ARIMA, PARMA, GARMA... hay các mô hình học máy, học sâu khác trong việc xây dựng mô hình dự báo mực nước tại các trạm quan trắc, phục vụ việc cảnh báo lũ hoặc các bài toán liên quan khác [2-4].

Có thể thấy, các dữ liệu quan trắc mực nước thu thập và lưu trữ hiện tại là các dữ liệu thô (Raw data), các dữ liệu này cần phải được chuẩn hóa và làm sạch (Data preparation) trước khi sử dụng cho bất kỳ mục đích gì, đây là công đoạn bắt buộc và không thể thiếu [5,6]. Kết quả của nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, 80% thời gian,

công sức và nguồn lực của một dự án khoa học dữ liệu là nằm ở khâu chuẩn bị dữ liệu. Trong các phần tiếp theo của bài báo, nhóm tác giả sẽ tìm hiểu về phương pháp thu thập và hiện trạng dữ liệu thủy văn tại trạm 74129 - Yên Bái trong giai đoạn 9 năm từ ngày 01/01/2011 đến hết ngày 31/12/2019, từ đó xác định được những phương pháp chuẩn hóa dữ liệu cần thiết, phù

hợp với tập dữ liệu này. Nhóm tác giả sử dụng các thư viện, kỹ thuật lập trình để xây dựng các module thực hiện việc loại bỏ các điểm ngoại lai, các điểm thiếu dữ liệu và chuẩn hóa dữ liệu mực nước về dạng chuỗi thời gian. Các phương pháp tiền xử lý dữ liệu áp dụng cho trạm 74129 sẽ làm cơ sở áp dụng với các trạm quan trắc thủy văn khác trên hệ thống sông Hồng nói chung.



Hình 1. Vị trí của trạm 74129 trên bản đồ Google Maps

2. Phương pháp thu thập và hiện trạng dữ liệu thủy văn trạm 74129 - Yên Bái

2.1. Phương pháp thu thập dữ liệu mực nước

Dữ liệu mực nước tại các trạm quan trắc thủy văn trên sông Hồng nói chung và trạm 74129 nói riêng được thu thập bằng phương pháp quan trắc thủ công. Hàng ngày, vào các thời gian quy định người quan trắc sẽ ghi nhận trực tiếp giá trị mực nước trên thiết bị quan trắc sau đó gửi giá trị này về Trung tâm Thông tin và Khí tượng thủy văn để lưu trữ và xử lý, phục vụ cho các mục đích cụ thể. Hình 1 thể hiện vị trí của một số trạm trên hệ thống sông Hồng trong đó có trạm 74129 - Yên Bái.

Chế độ quan trắc mực nước phải đảm bảo phản ánh được quá trình diễn biến mực nước một cách đầy đủ, khách quan và phải có tính khả thi [1]. Theo TCVN 12636-2:2019 với quan trắc thủ công có 8 chế độ:

- Chế độ 1: Mỗi ngày quan trắc 2 lần vào các thời điểm: 7h, 19h; được áp dụng trong mùa cạn ở các sông vùng không ảnh hưởng thủy triều, thời kỳ biên độ mực nước trong ngày nhỏ hơn hoặc bằng 5cm ($\Delta H \leq 5\text{cm}$)

- Chế độ 2: Mỗi ngày quan trắc 4 lần vào các thời điểm: 1h, 7h, 13h, 19h; được áp dụng trong thời kỳ biên độ mực nước trong ngày lớn hơn 5 cm nhưng nhỏ hơn hoặc bằng 10cm ($5 < \Delta H \leq 10\text{cm}$), như đầu và cuối mùa cạn ở các sông thuộc vùng không ảnh hưởng thủy triều.

- Chế độ 3: Mỗi ngày quan trắc 8 lần vào các thời điểm: 1h, 4h, 7h, 10h, 13h, 16h, 19h, 22h; được áp dụng trong thời kỳ mực nước biến đổi rõ rệt trong ngày, như thời kỳ đầu mùa lũ ở các sông vừa và lớn thuộc vùng không ảnh hưởng thủy triều.

- Chế độ 4: Mỗi ngày quan trắc 12 lần vào các thời điểm: 1h, 3h, 5h, 7h, 9h, 11h, 13h, 15h, 17h,

19h, 21h, 23h; được áp dụng trong thời kỳ mực nước biến đổi lớn trong ngày, như mùa lũ ở các sông vừa và lớn, những nơi chịu ảnh hưởng nhật triều có biên độ nhỏ hơn 1m.

- Chế độ 5: Mỗi ngày quan trắc vào các thời điểm: 1h, 3h, 5h, 7h, 9h, 11h, 13h, 15h, 17h, 19h, 21h, 23h. Ngoài ra trước, sau chân, đỉnh (triều hoặc lũ) mỗi giờ quan trắc 1 lần, được áp dụng ở những trạm chịu ảnh hưởng nhật triều có biên độ triều khá lớn ($\Delta H \geq 1m$) và những ngày có lũ lớn ở sông vừa và lớn.

- Chế độ 6: Mỗi ngày quan trắc 24 lần vào các thời điểm: 0h, 1h, 2h ..., 22h, 23h; được áp dụng trong thời kỳ lũ của các con sông, ở các tuyến quan trắc chịu ảnh hưởng nhật triều và ảnh hưởng khá lớn của bán nhật triều.

- Chế độ 7: Mỗi ngày quan trắc 24 lần vào các thời điểm: 0h, 1h, 2h, ..., 22h, 23h. Ngoài ra chân, đỉnh (triều hoặc lũ) cách 5, 10, 15 hoặc 30 phút quan trắc thêm 1 lần. Khoảng thời gian quan trắc được xác định theo sự biến đổi mực nước, nhằm quan trắc chính xác trị số mực nước và thời gian xuất hiện của mực nước và thời gian xuất hiện của mực nước chân, đỉnh được áp dụng tại những nơi mực nước chịu ảnh hưởng triều mạnh và tại các sông, suối nhỏ trong thời kỳ lũ.

- Chế độ 8: Cách 5 phút, 10 phút, 15 phút hoặc 20 phút quan trắc một lần, từ khi lũ lên đến hết trận lũ. Tại chân, đỉnh lũ quan trắc dày hơn, sườn lũ lên quan trắc dày hơn sườn lũ xuống. Khoảng cách thời gian quan trắc được xác định theo sự biến đổi của cường suất mực nước và thời gian kéo dài của trận lũ. Cường suất mực nước biến đổi càng lớn, thời gian lũ càng ngắn, để đảm bảo quan trắc chính xác trị số mực nước chân, đỉnh lũ và các điểm chuyển tiếp của trận lũ. Cần nắm vững đặc điểm lưu vực, đặc điểm trận mưa (cường độ mưa, trung tâm mưa...) để bố trí thời gian quan trắc [1].

Với trạm 74129 thực hiện theo các chế độ quan trắc từ 1 đến 6 tùy thuộc vào từng điều kiện cụ thể theo mùa, theo trận lũ... Dữ liệu sau khi được ghi nhận sẽ được gửi về lưu trữ trong cơ sở dữ liệu của Trung tâm Thông tin và Dữ liệu khí tượng thủy văn. Để thuận lợi cho việc phân

tích chúng tôi đã truy xuất các dữ liệu thủy văn được lưu trữ trong MongoDB và tách để lấy số liệu trong giai đoạn 9 năm gần đây (2011 - 2019); Dữ liệu sau đó được lưu trữ trong file theo định dạng .CSV (*Comma Separated Values*) có tên Data_waterlevel_74129, bao gồm thuộc tính TimeVN: Cho biết thời điểm quan trắc mực nước định dạng YYYY-MM-DD hh:mm; và thuộc tính 74129: Giá trị quan trắc mực nước (*Water level*) của trạm 74129 tương ứng với thời điểm quan trắc, đơn vị cm. Hình 2 minh họa 12 dòng dữ liệu đầu tiên trong tập dữ liệu.

TimeVN	74129
2011-01-01 7:00	2573
2011-01-01 19:00	2557
2011-01-02 1:00	2542
2011-01-02 7:00	2537
2011-01-02 13:00	2535
2011-01-02 19:00	2533
2011-01-03 7:00	2535
2011-01-03 19:00	2549
2011-01-04 7:00	2543
2011-01-04 19:00	2543
2011-01-05 7:00	2544
2011-01-05 19:00	2546

Hình 2. Cấu trúc file Data_waterlevel_74129.csv

2.2. Khám phá dữ liệu mực nước tại trạm 74129

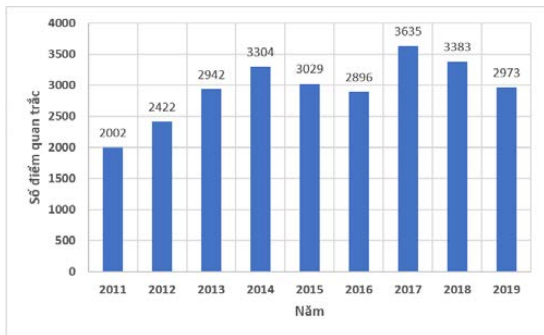
Trước khi đưa ra các phương pháp xử lý và chuẩn hóa dữ liệu thủy văn cho trạm 74129, ta cần phải khám phá và hiểu được chi tiết hiện trạng của các số liệu này. Bảng 1 cho biết những thông số tổng quan nhất của tập dữ liệu quan trắc.

Bảng 1. Thống kê thông số quan trắc tại trạm 74129

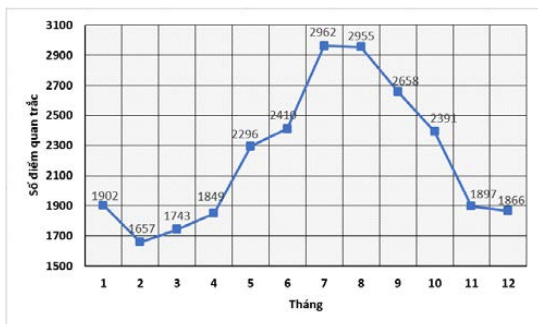
Thông số	Giá trị
Thời điểm bắt đầu (starttime)	2011-01-01 7:00
Thời điểm kết thúc (endtime)	2019-12-31 19:00
Tổng số điểm quan trắc (number)	26 586 điểm
Mực nước trung bình (mean)	2668.25 cm
Độ lệch chuẩn (std)	176.04 cm
Mực nước thấp nhất (min)	1.0 cm
Mực nước cao nhất (max)	3312.0 cm

Hình 3 thể hiện biểu đồ thống kê số điểm quan trắc theo từng năm, qua đó ta có thể thấy rằng số thời điểm quan trắc thay đổi theo từng năm cao nhất là năm 2017 với 3635 thời điểm quan trắc, thấp nhất là năm 2011 với 2002 thời điểm. Mức chênh lệch lên tới 1633 điểm dữ liệu quan trắc.

Hình 4 thể hiện số liệu thống kê số điểm quan trắc theo từng tháng, chúng ta có thể nhận thấy tần suất quan trắc dữ liệu mực nước thay đổi theo từng tháng trong năm, tần suất cao trong giai đoạn từ tháng 5 đến tháng 10 hàng năm, cao nhất tập trung vào tháng 7 và 8; Nó cũng phản ánh đúng thời tiết chung của khu vực khi giai đoạn này là vào mùa lũ và cao điểm mưa lũ chủ yếu rơi vào tháng 7, 8.



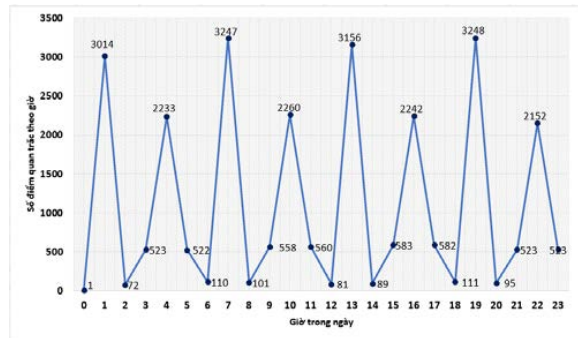
Hình 3. Biểu đồ thống kê số điểm quan trắc theo năm



Hình 4. Biểu đồ thống kê số điểm quan trắc theo tháng

Hình 5 thể hiện số liệu thống kê số điểm quan trắc mực nước theo từng giờ trong ngày. Dễ dàng nhận thấy tần suất lấy số liệu chủ yếu tập trung vào các thời điểm 1h, 4h, 7h, 10h, 13h, 16h, 19h, 22h; Các thời điểm 0h, 2h, 6h, 8h, 12h, 14h, 18h, 20h rất ít số liệu quan trắc. Số liệu này có ý nghĩa quan trọng trong phần tiếp theo khi thực hiện

chuẩn hóa nó về dạng chuỗi thời gian sẽ được trình bày trong phần 3 của bài báo này.



Hình 5. Biểu đồ thống kê số điểm quan trắc theo giờ

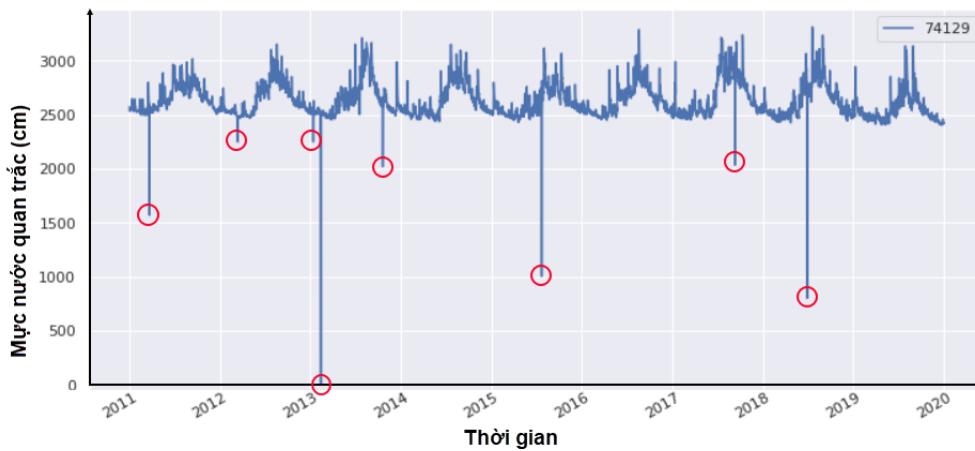
3. Chuẩn hóa dữ liệu thủy văn trạm 74129

3.1. Phát hiện và xử lý các điểm dữ liệu bất thường

Như đã trình bày trong nội dung 2.1, dữ liệu mực nước tại trạm 74129 được thu thập theo phương pháp quan trắc thủ công, vì vậy trong quá trình ghi nhận dữ liệu và truyền về trung tâm lưu trữ do các nguyên nhân chủ quan và khách quan có thể xảy ra các sai sót làm cho số liệu bị sai lệch, bất thường. Các điểm dữ liệu này được gọi là ngoại lai (*Outliers*).

Một điểm ngoại lai là một điểm dữ liệu khác biệt đáng kể so với phần còn lại của tập dữ liệu. Các dữ liệu ngoại lai thường được xem như là các mẫu dữ liệu đặc biệt, cách xa khỏi phần lớn dữ liệu khác trong tập dữ liệu [7]. Có nhiều phương pháp để phát hiện các điểm ngoại lai như: Phân tích giá trị cực trị (*Extreme Value Analysis*); Các mô hình xác suất và thống kê (*Probabilistic and Statistical Models*); Các mô hình tuyến tính (*Linear Models*); Các mô hình dựa trên lân cận (*Proximity - based Models*); Các mô hình dựa trên lý thuyết thông tin (*Information Theoretic Models*) [7,8,9].

Hình 6 là đồ thị biểu diễn giá trị mực nước quan trắc từ năm 2011 đến năm 2019, trực quan bằng mắt có thể dễ dàng nhận thấy có khá nhiều điểm dữ liệu ngoại lai trái (*Left outliers*) - các điểm được đánh dấu bằng các hình tròn màu đỏ. Đây là các giá trị xem xét và kiểm tra ngoại lai trong tập dữ liệu.

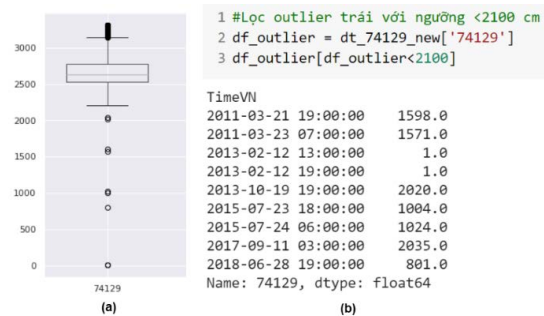


Hình 6. Đồ thị thể hiện số liệu mực nước quan trắc của trạm 74129 trong gian đoạn từ 2011-2019

Dữ liệu mực nước thu thập được là các dữ liệu một chiều, nên phương pháp đơn giản và hiệu quả để có thể phát hiện những điểm dữ liệu ngoại lai này là sử dụng phân tích giá trị cực trị. Hai phương pháp hiệu quả để phát hiện giá trị cực trị bao gồm Z-Scores và đồ thị Box-plot [10].

Trong nội dung thực nghiệm cho trạm 74129, nhóm tác giả sử dụng ngôn ngữ lập trình Python, kết hợp với một số thư viện mã nguồn mở hỗ trợ trong việc phân tích, xử lý và trực quan hóa bao gồm: Pandas, Numpy và Matplotlib, toàn bộ mã nguồn được viết trên hệ thống Google Colab.

Để phát hiện ngoại lai cho tập dữ liệu mực nước quan trắc, nhóm tác giả sử dụng biểu đồ Box-plot. Biểu đồ Box-plot được sử dụng để đo khuynh hướng phân tán và xác định ngoại lai của tập dữ liệu [10]. Hình 7(a) là biểu đồ Box-plot của tập dữ liệu. Các điểm dữ liệu nằm ngoài vạch ngang thấp nhất trong biểu đồ Box-plot được xem xét là các điểm ngoại lai trái. Hình 7(b) liệt kê danh sách 9 điểm quan trắc có giá trị nhỏ nhất trong tập dữ liệu cách xa khỏi phần lớn các điểm khác. Để có thể khẳng định đây có phải là các điểm dữ liệu ngoại lai không? Cũng như đưa ra được phương án xử lý phù hợp với các điểm này, chúng ta cần phải thực hiện kiểm chứng. Trong phần dưới đây nhóm tác giả thực hiện kiểm chứng cho 2 điểm dữ liệu xem xét ngoại lai ghi nhận vào 19h ngày 21/03/2011 và 7h ngày 23/03/2011, kiểm chứng ngoại lai cho các điểm khác sẽ được thực hiện tương tự.



Hình 7. Biểu đồ box-plot của tập dữ liệu (a); Danh sách các điểm quan trắc xem xét ngoại lai trái (b)

Theo như hình 8(a) có thể thấy ngay rằng mực nước tại trạm Yên Bái trong giai đoạn tháng 03/2011 có 2 điểm quan trắc có giá trị biến thiên đột ngột. Hình 8b thể hiện mức độ thay đổi mực nước của 2 điểm quan trắc này so với các điểm quan trắc lân cận chênh nhau rất lớn; Thời điểm 19h ngày 21/03/2011 dữ liệu mực nước ghi nhận 1598cm trong khi tại thời điểm quan trắc liền trước nó lúc 13h ngày 21/03/2011 là 2602cm (mức độ chênh lệch giảm giữa hai thời điểm quan trắc là -1004cm) và thời điểm liền sau lúc 1h ngày 22/03/2011 là 2595cm (mức độ chênh lệch tăng giữa hai thời điểm quan trắc là +997 cm). Mức độ thay đổi đột ngột cũng xảy ra tương tự với thời điểm lúc 7h ngày 23/03/2011. Tháng 3 là giai đoạn mùa khô, theo như dữ liệu cho thấy chế độ quan trắc đang thực hiện theo chế độ 2 (6 tiếng một lần vào các thời điểm 1h, 7h, 13h, 19h), Do đó có thể khẳng định đây là các điểm ngoại lai, dữ liệu ghi nhận và lưu trữ đã bị sai

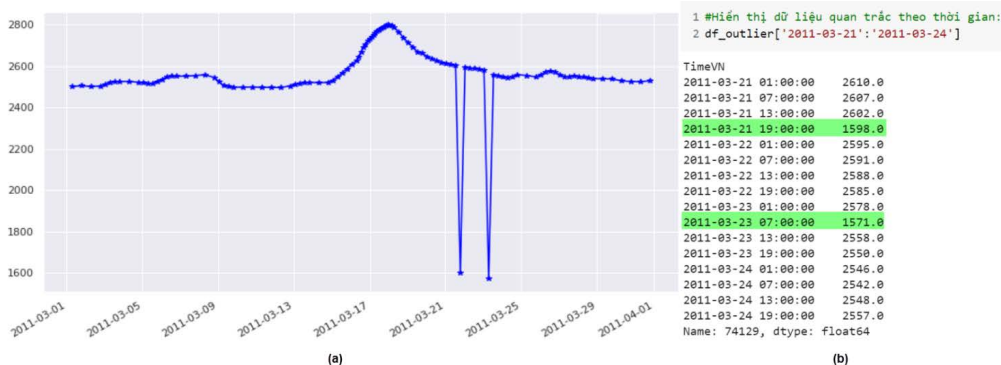
lệch hoàn toàn so với dữ liệu thực tế.

Các điểm dữ liệu ngoại lai có ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác của các mô hình dự đoán, dự báo. Do đó, yêu cầu bắt buộc là cần phải được phát hiện và xử lý chúng. Phần trên đã chỉ ra cách để phát hiện các điểm này, câu hỏi đặt ra là sẽ xử lý các điểm ngoại lai này như thế nào?

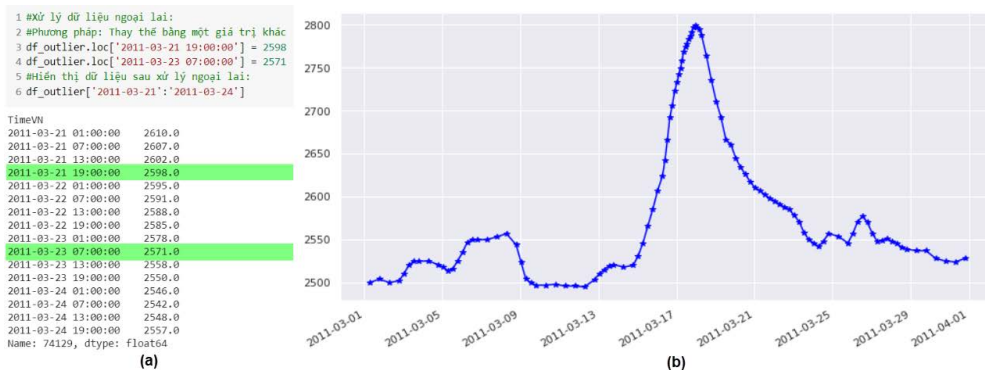
Có 3 phương pháp được sử dụng để xử lý dữ liệu ngoại lai bao gồm: Loại bỏ các dòng chứa điểm ngoại lai khỏi tập dữ liệu; Thay thế các giá trị ngoại lai bằng một giá trị khác phù hợp hơn; Thay thế giá trị ngoại lai bằng giá trị NULL (*empty*), xem xét đây như là một điểm dữ liệu thiếu (*missing value*) [11]. Không có một phương pháp xử lý dữ liệu ngoại lai chung nào được áp dụng cho tất cả các bài toán [12], vì vậy để lựa chọn được phương pháp phù hợp cần có những hiểu biết sâu sắc về tập dữ liệu, về bài toán giải quyết, có thể sử dụng chỉ một phương pháp và/hoặc kết hợp cả 3 nhóm phương pháp ở trên. Và thực tế với dữ liệu thủy văn của trạm 74129, để xử lý dữ liệu ngoại lai nhóm tác giả đã

sử dụng cả 3 phương pháp này trong từng trường hợp cụ thể. Trong trường hợp điểm ngoại lai ghi nhận lúc 19h ngày 21/03/2011 và lúc 7h ngày 23/03/2011 có thể thấy rằng điểm ngoại lai này gây ra bởi yếu tố chủ quan của con người trong khi ghi nhận và gửi dữ liệu về trung tâm lưu trữ. Đây là tháng mùa khô, mực nước đang có xu hướng giảm và cường độ thay đổi thấp. Giá trị thực tế trong trường hợp này là 2598cm và 2571cm nhưng đã bị sai lệch thành 1598cm và 1571cm. Do đó, với trường hợp này sẽ sử dụng phương pháp xử lý là thay thế giá trị ngoại lai bằng giá trị mới phù hợp hơn. Hình 9 minh họa phương pháp thay thế và kết quả sau khi xử lý 2 điểm ngoại lai này.

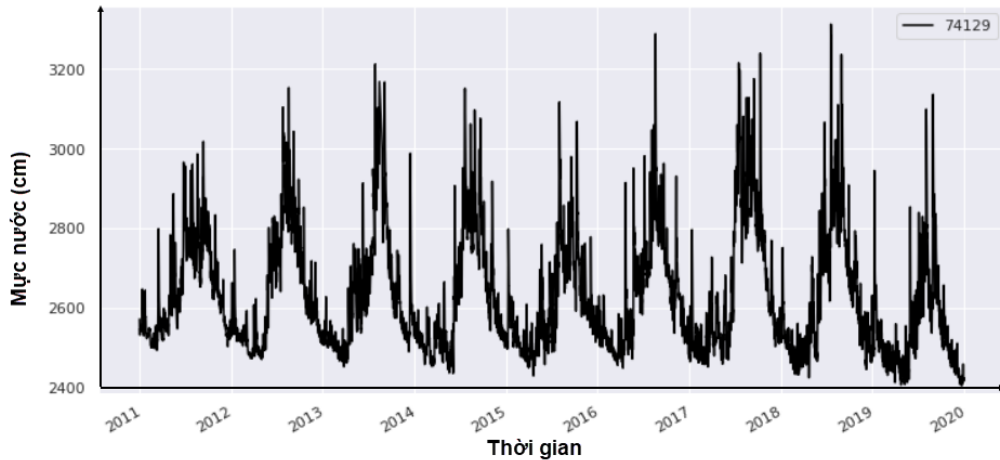
Trên cơ sở phương pháp và cách thức như trình bày ở trên, sẽ thực hiện việc kiểm chứng và xử lý ngoại lai cho toàn bộ tập dữ liệu. Sau bước này các điểm ngoại lai trong tập dữ liệu thủy văn của trạm 74129 đã được xử lý. Hình 10 là đồ thị thể hiện dữ liệu mực nước sau khi đã xử lý các giá trị ngoại lai.



Hình 8. Biểu đồ thể hiện giá trị mực nước quan trắc của trạm 74129 trong thời gian tháng 03/2011 (a); Danh sách thời điểm quan trắc và giá trị mực nước ghi nhận trong thời gian từ 21/03 đến 24/03/2011 (b).



Hình 9. Xử lý ngoại lai theo phương pháp thay thế bằng giá trị mới (a); Đồ thị biểu diễn dữ liệu mực nước tháng 03/2011 sau khi đã xử lý điểm ngoại lai (b).



Hình 10. Dữ liệu mực nước thủy văn trạm 74129 sau khi đã xử lý ngoại lai

TimeVN	TimeVN	TimeVN	TimeVN	TimeVN
2011-01-03 07:00:00 2535.0	2011-03-22 01:00:00 2595.0	2011-10-04 01:00:00 2752.0	2012-07-24 01:00:00 2817.0	2014-08-29 01:00:00 3094.0
2011-01-03 19:00:00 2549.0	2011-03-22 07:00:00 2591.0	2011-10-04 04:00:00 2751.0	2012-07-24 03:00:00 2821.0	2014-08-29 02:00:00 3095.0
2011-01-04 07:00:00 2543.0	2011-03-22 13:00:00 2588.0	2011-10-04 07:00:00 2753.0	2012-07-24 05:00:00 2823.0	2014-08-29 03:00:00 3096.0
2011-01-04 19:00:00 2543.0	2011-03-22 19:00:00 2585.0	2011-10-04 10:00:00 2753.0	2012-07-24 07:00:00 2823.0	2014-08-29 04:00:00 3097.0
2011-01-05 07:00:00 2544.0	2011-03-23 01:00:00 2578.0	2011-10-04 13:00:00 2754.0	2012-07-24 09:00:00 2822.0	2014-08-29 05:00:00 3097.0
2011-01-05 19:00:00 2546.0	2011-03-23 07:00:00 2571.0	2011-10-04 16:00:00 2750.0	2012-07-24 11:00:00 2821.0	2014-08-29 06:00:00 3096.0
2011-01-06 07:00:00 2543.0	2011-03-23 13:00:00 2558.0	2011-10-04 19:00:00 2746.0	2012-07-24 13:00:00 2817.0	2014-08-29 07:00:00 3095.0
2011-01-06 19:00:00 2546.0	2011-03-23 19:00:00 2550.0	2011-10-04 22:00:00 2744.0	2012-07-24 15:00:00 2811.0	2014-08-29 08:00:00 3094.0
2011-01-07 07:00:00 2546.0	2011-03-24 01:00:00 2546.0	2011-10-05 01:00:00 2747.0	2012-07-24 17:00:00 2802.0	2014-08-29 09:00:00 3089.0
2011-01-07 19:00:00 2547.0	2011-03-24 07:00:00 2542.0	2011-10-05 04:00:00 2757.0	2012-07-24 19:00:00 2799.0	2014-08-29 10:00:00 3086.0
Chế độ 1 (2 lần/ngày)	Chế độ 2 (4 lần/ngày)	Chế độ 3 (8 lần/ngày)	Chế độ 4,5 (12 lần/ngày)	Chế độ 6 (24 lần/ngày)

Hình 11. Các chế độ quan trắc mực nước tại trạm 74129

3.2. Chuẩn hóa dữ liệu về dạng chuỗi thời gian

Dữ liệu chuỗi thời gian (*time series data*) là chuỗi các điểm dữ liệu được đo theo từng khoảng thời gian liên nhau, khoảng cách giữa các lần đo bằng nhau [2]. Dữ liệu mực nước trạm 74129 thu thập trong khoảng thời gian từ 1h ngày 01/01/2011 đến 23h ngày 31/12/2019. Tuy nhiên, như đã trình bày trong phần đặt vấn đề tần suất thu thập dữ liệu mực nước rất khác nhau tùy thuộc vào từng khoảng thời gian trong năm, cũng như phụ thuộc vào cường độ và mức độ của từng cơn lũ, đợt lũ. Với trạm 74129, thực hiện thu thập dữ liệu theo 6 chế độ khác nhau từ chế độ 1 đến chế độ 6. Hình 11 thể hiện dữ liệu thu thập tại một số thời gian tương ứng với các chế độ quan trắc khác nhau. Qua biểu đồ hình 4 cho thấy tháng 7 và tháng 8 hàng năm là hai tháng có số lượng điểm quan trắc nhiều nhất. Đây là 2 tháng cao điểm trong mùa lũ, chế độ quan trắc chủ yếu theo chế độ 5, 6.

Như vậy, có thể thấy rằng dữ liệu quan trắc thủy văn được thu thập theo mốc thời gian cụ thể theo giờ, nhưng đây không phải là dữ liệu dạng chuỗi thời gian vì khoảng cách giữa các lần quan trắc không cách đều nhau, tùy vào từng điều kiện cụ thể (mùa khô khoảng cách thưa hơn mùa lũ rất nhiều). Do không phải là dữ liệu chuỗi thời gian nên không thể sử dụng các mô hình dự báo chuỗi thời gian như: MA, ARMA, ARIMA...[4]. Vì vậy, cần chuẩn hóa dữ liệu này về dạng chuỗi thời gian để có thể áp dụng được các mô hình dự đoán, dự báo như trên.

Nhóm tác giả đưa ra phương án chuẩn hóa tập dữ liệu này về dạng chuỗi thời gian như sau:

- Bước 1: Xác định khoảng thời gian t cách đều nhau giữa các lần quan trắc. Tham số t sử dụng làm cơ sở để chuẩn hóa dữ liệu về dạng chuỗi thời gian với các thời điểm quan trắc cách đều nhau một khoảng t . Với dữ liệu thủy văn trạm 74129, tham số t lựa chọn theo giờ, có thể là 1h, 2h, 3h... Theo số liệu thống kê được thể

hiện trong biểu đồ Hình 5, chúng ta thấy rằng trong giai đoạn thời gian từ năm 2011 đến 2019, thời điểm quan trắc tập trung chủ yếu vào các mốc thời gian 1h, 4h, 7h, 10h, 13h, 16h, 19h, 22h trong ngày (> 2000 quan trắc), các thời điểm quan trắc khác còn lại trong ngày 0h, 2h, 3h, 5h, 6h, 8h, 9h, 11h, 12h, 14h, 15h, 17h, 18h, 20h, 21h, 23h có số lượng điểm rất ít (<600 quan trắc); Do đó với tập dữ liệu này, chúng ta sẽ chọn tham số $t = 3$, nghĩa là chúng ta sẽ chuẩn hóa dữ liệu thủy văn thu thập được về dạng chuỗi thời gian với khoảng cách lấy mẫu cách đều nhau là 3h (chế độ 3: 8 lần/ngày).

- Bước 2: Thực hiện việc lọc các mốc thời gian lấy mẫu còn thiếu trong tập dữ liệu tương ứng với khoảng thời gian $t = 3h$ vào các thời điểm 1h, 4h, 7h, 10h, 13h, 16h, 19h, 22h trong ngày. Hình 11 minh họa đoạn mã nguồn thực hiện việc thống kê số điểm và danh sách điểm chưa có dữ liệu. Theo như thống kê cho thấy nếu chuẩn hóa về dạng chuỗi thời gian theo chế độ 3 thì tập dữ liệu thiếu 4725 điểm quan trắc. Thực hiện việc chèn các các thời điểm lấy mẫu thiếu này vào trong file dữ liệu của trạm 74129 với giá trị NULL (xem xét đây như là các điểm dữ liệu thiếu - missing values).

```

1 #Thiết lập khoảng thời gian kiểm tra dữ liệu quan trắc
2 #Từ 01:00:00 01-01-2011 đến 22:00:00 31-12-2019
3 starts = dt.datetime(2011,1,1,0,0)
4 ends = dt.datetime(2019,12,31,22,0,0)
5
6 #Tạo một index kiểu datetime từ thời điểm start tới ends cách nhau 3h
7 index_ref = pd.date_range(start=starts, end=ends, freq='3H')
8
9 #Lọc các vị trí thiếu dữ liệu trong chuỗi thời gian
10 ga = index_ref[~index_ref.isin(dt_74129_new.index)]
11 print('Số điểm quan trắc thiếu theo chế độ 3:', len(ga))
12 print('Các vị trí thiếu:\n', ga)

```

```

Số điểm quan trắc thiếu theo chế độ 3: 4745
Các vị trí thiếu:
DatetimeIndex(['2011-01-01 01:00:00', '2011-01-01 04:00:00',
               '2011-01-01 10:00:00', '2011-01-01 13:00:00',
               '2011-01-01 16:00:00', '2011-01-01 22:00:00',
               '2011-01-02 04:00:00', '2011-01-02 10:00:00',
               '2011-01-02 16:00:00', '2011-01-02 22:00:00',
               ...,
               '2019-12-25 16:00:00', '2019-12-25 22:00:00',
               '2019-12-26 04:00:00', '2019-12-26 10:00:00',
               '2019-12-26 16:00:00', '2019-12-26 22:00:00',
               '2019-12-31 04:00:00', '2019-12-31 10:00:00',
               '2019-12-31 16:00:00', '2019-12-31 22:00:00'],
              dtype='datetime64[ns]', length=4745, freq=None)

```

Hình 11. Thống kê số điểm quan trắc thiếu và danh sách các điểm này trong tập dữ liệu

- Bước 3: thời điểm không thực hiện quan trắc đã bổ sung thêm vào tập dữ liệu trong bước 2. Có rất nhiều phương pháp xử lý dữ liệu thiếu, nội dung bước 3 sẽ được trình bày chi tiết trong

phần 3.3 dưới đây.

- Bước 4: Chuẩn hóa tập dữ liệu về dạng chuỗi thời gian; Kết thúc bước 3 tập dữ liệu thủy văn trạm 74129 đã được xử lý các dữ liệu thiếu. Tuy nhiên, tập dữ liệu này còn chứa rất nhiều thời điểm quan trắc khác ngoài 8 thời điểm ở trên ứng với các khoảng thời kỳ quan trắc theo chế độ 4, 5 và 6. Do đó, nhóm tác giả thực hiện việc trích lọc dữ liệu từ tập gốc ra tại các vị trí 1h, 4h, 7h, 10h, 13h, 16h, 19h, 22h hàng ngày để thu được dữ liệu thủy văn dạng chuỗi thời gian với khoảng cách 3h.

3.3. Xử lý giá trị thiếu trong tập dữ liệu

Xử lý giá trị thiếu (*missing values*) luôn là một bước quan trọng và bắt buộc trong quá trình làm sạch dữ liệu [5]. Do nhiều nguyên nhân chủ quan và khách quan trong quá trình thu thập dữ liệu có thể dẫn tới giá trị thiếu. Như đã mô tả trong phần 3.2, để chuẩn hóa về dạng chuỗi thời gian với khoảng cách lấy mẫu 3h cần phải thực hiện chèn thêm vào tập dữ liệu những thời điểm chưa quan trắc này với dữ liệu Null (coi đây là các điểm dữ liệu thiếu - missing values). Do đó, yêu cầu đặt ra là phải xử lý các dữ liệu thiếu này.

Có rất nhiều phương pháp để xử lý dữ liệu thiếu [13-14], có thể gom các phương pháp này vào 2 nhóm chính đó là: Loại bỏ các dòng hoặc các cột dữ liệu chứa giá trị thiếu ra khỏi tập dữ liệu; Thay thế các điểm dữ liệu thiếu bằng một giá trị mới theo từng thuật toán cụ thể. Với dữ liệu chuỗi thời gian ta không thể xóa bỏ các dòng dữ liệu thiếu mà chỉ có thể sử dụng nhóm phương pháp thứ 2 là thay thế bằng một giá trị mới. Với các dữ liệu dạng chuỗi thời gian, các điểm dữ liệu sẽ có mối quan hệ với các điểm phía trước và phía sau nó, cũng như tuân theo xu hướng và mùa vụ. Có 4 giải pháp đơn giản nhưng hiệu quả để xử lý dữ liệu thiếu cho chuỗi thời gian bao gồm:

- Thay thế giá trị thiếu bằng giá trị liền trước (*Last observation carried forward - LOCF*);
- Thay thế giá trị thiếu bằng giá trị liền sau (*Next observation carried backward - NOCB*);
- Thay thế giá trị thiếu bằng phương nội suy tuyến tính (*Linear interpolation*);

- Thay thế giá trị thiếu bằng phương nội suy spline (*Spline interpolation*).

Với đặc điểm dữ liệu thủy văn trạm 74129, nhóm tác giả sử dụng phương pháp nội suy Spline bậc 3 để xử lý giá trị thiếu.

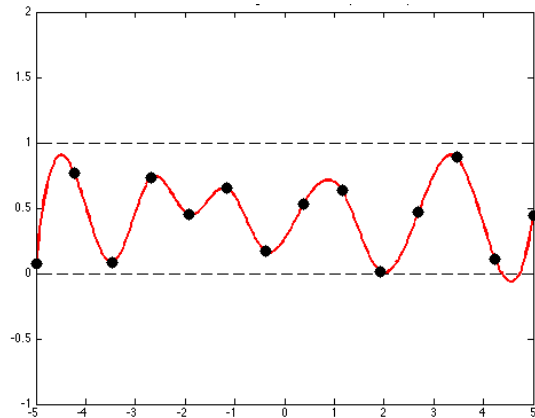
Nội suy Spline là phương pháp xây dựng các đường cong trơn đi qua $n + 1$ điểm dữ liệu đã biết $(x_0, y_0), \dots, (x_n, y_n)$. Thực tế là đi tìm một hàm $f(x)$ sao cho $f(x_i) = y_i$ với mọi i . Chúng ta sẽ xác định n đa thức bậc p_0, \dots, p_{n-1} sao cho $f(x) = p_i(x)$ với mọi x trong khoảng $[x_i, x_{i+1}]$ [15]. Trong thực tế nhóm tác giả sử dụng nội suy spline với đa thức bậc 3 khi đó $p_i(x)$ được định nghĩa như sau:

$$p_i(x) = a_i(x - x_i)^3 + b_i(x - x_i)^2 + c_i(x - x_i) + d_i \quad [16]$$

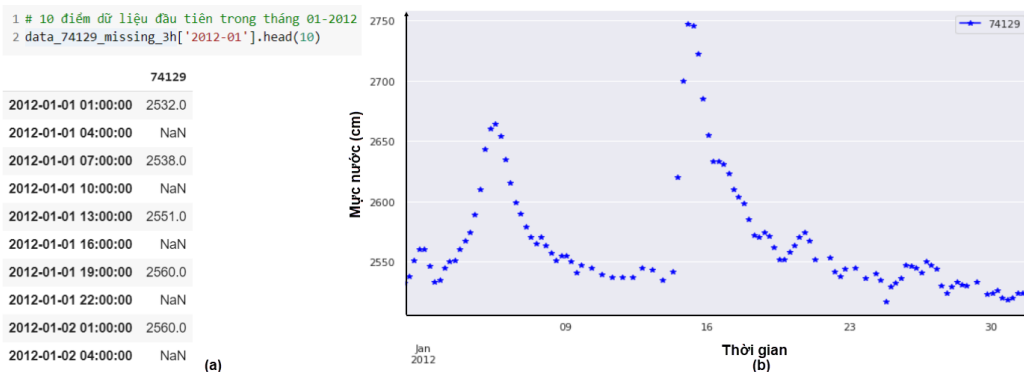
Hình 12 minh họa việc xây dựng các đường cong bậc 3 (đường màu đỏ) đi qua 14 điểm đã biết (điểm chấm đen).

Áp dụng cho dữ liệu thủy văn của trạm 74129, trong hình 13a thể hiện 10 điểm dữ liệu đầu tiên trong tháng 01/2012 chứa các điểm giá trị thiếu tại 4h, 10h, 16h, 22h (trong Pandas giá

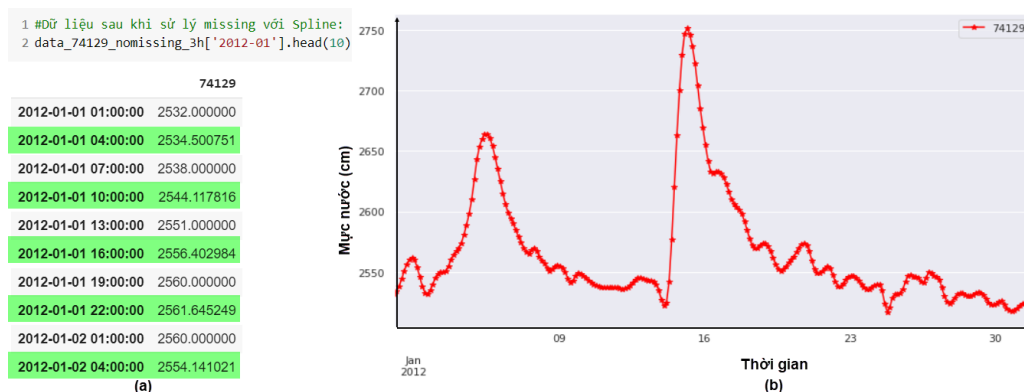
trị thiếu ký hiệu là NaN) và đồ thị biểu diễn các giá trị mực nước quan trắc trong tháng 01/2012 - Hình 13b. Hình 14a là kết quả sau khi xử lý giá trị thiếu với phương pháp nội suy Spline bậc 3 cho các điểm dữ liệu mô tả trong hình 13a cũng như là đồ thị thể hiện toàn bộ dữ liệu của trạm 74129 trong tháng 01/2012 bao gồm cả dữ liệu quan trắc và dữ liệu nội suy cho các điểm thiếu (Hình 14b).



Hình 12. Nội suy Spline bậc 3 qua 14 điểm đã biết



Hình 13. Dữ liệu trước khi xử lý giá trị thiếu (a) và Đồ thị biểu diễn dữ liệu trong tháng 01/2012 (b)



Hình 14. Dữ liệu sau khi xử lý giá trị thiếu bằng phương pháp nội suy spline(a) và Đồ thị biểu diễn dữ liệu sau xử lý trong tháng 01/2012(b)

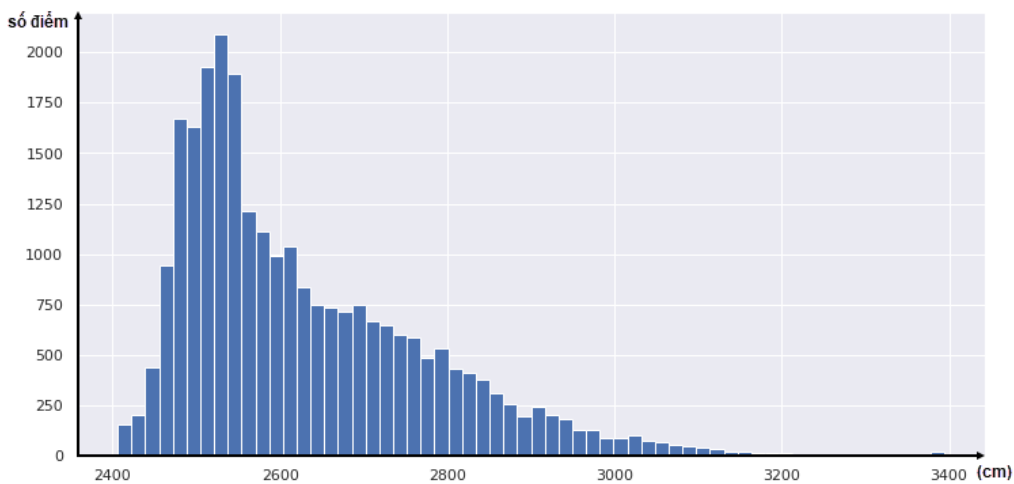
4. Kết quả chuẩn hóa dữ liệu trạm 74129

Sau khi thực hiện các bước tiền xử lý và chuẩn hóa dữ liệu đã trình bày trong phần 3, sẽ thu được tập dữ liệu thủy văn mới của trạm 74129 - Yên Bái được lưu với tên Data_processed_74129.csv tập dữ liệu này cũng có cấu trúc như tập dữ liệu thô ban đầu với 2 cột là TimeVN cho biết thời điểm quan trắc và cột 74129 cho biết giá trị mực nước tương ứng với từng thời điểm quan trắc. Tập dữ liệu sau chuẩn hóa đã xử lý được các điểm ngoại lai, xử lý các điểm dữ liệu thiếu và đưa về dạng chuỗi thời gian với khoảng thời gian cách nhau $t = 3h$. Bảng 2 mô tả các đặc trưng thống kê chính và Hình 15 thể hiện biểu đồ Histogram của tập dữ liệu mực nước trạm 74129 sau khi đã chuẩn hóa.

Bảng 2. Thống kê thông số tập dữ liệu Data_processed_74129

Thông số	Giá trị
Thời điểm bắt đầu (starttime)	2011-01-01 01:00
Thời điểm kết thúc (endtime)	2019-12-31 22:00
Tổng số điểm dữ liệu (number)	26 296 điểm
Mức nước trung bình (mean)	2631.13 cm
Độ lệch chuẩn (std)	151.19 cm
Mức nước thấp nhất (min)	2406.0 cm
Mức nước cao nhất (max)	3394.47 cm

Tập dữ liệu chuẩn hóa này có thể được sử dụng để làm đầu vào (*input*) cho các mô hình dự đoán, dự báo chuỗi thời gian như MR, ARMA, ARIMA... hoặc làm dữ liệu đầu vào cho các mô hình học máy, học sâu.



Hình 15. Biểu đồ Histogram tập dữ liệu đã xử lý Data_processed_74129

5. Kết luận

Dữ liệu mực nước thu thập được đều là các dữ liệu thô, cần phải được chuẩn hóa và làm sạch để loại bỏ được các điểm ngoại lai ra khỏi tập dữ liệu, các điểm ngoại lai có ảnh hưởng rất lớn tới độ chính xác của các mô hình dự đoán, dự báo. Xử lý các giá trị thiếu cũng là yêu cầu bắt buộc trong quá trình làm sạch dữ liệu, với mỗi một bài toán, một loại dữ liệu cụ thể lại áp dụng những phương pháp xử lý riêng. Đồng thời để có thể sử dụng được các mô hình dự báo chuỗi thời gian thì dữ liệu đầu vào phải được chuẩn hóa về dạng này. Bài báo đã phân tích chi tiết

phương pháp thu thập và hiện trạng dữ liệu thủy văn của trạm 74129 - Yên Bái, từ đó thực hiện việc chuẩn hóa dữ liệu này bằng việc giải quyết 3 vấn đề chính bao gồm: Phát hiện và xử lý ngoại lai; Chuẩn hóa về dạng chuỗi thời gian; Xử lý giá trị thiếu. Kết quả sau khi thực hiện toàn bộ quá trình này là một tập dữ liệu đã được chuẩn hóa và làm sạch, có thể sử dụng tập dữ liệu này làm đầu vào cho các mô hình dự báo chuỗi thời gian, học máy, học sâu. Các phương pháp và kỹ thuật xử lý áp dụng với dữ liệu trạm 74129 có thể được sử dụng đối với các trạm thủy văn khác trên hệ thống sông Hồng nói chung.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học và giải pháp ứng dụng trí tuệ nhân tạo để nhận dạng, hỗ trợ dự báo và cảnh báo một số hiện tượng khí tượng thủy văn nguy hiểm trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại Việt Nam”, mã số BĐKH.34/16-20.” thuộc chương trình Khoa học và công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016 - 2020.

Tài liệu tham khảo

1. Tiêu chuẩn quốc gia (2019), TCVN 12636-2:2019 “Quan trắc khí tượng thủy văn-Phần 2: Quan trắc mực nước và nhiệt độ nước sông”.
2. Shumway, R.H., Stoffer, D.S. (2017), *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*. Cham, Switzerland: Springer, 562 p.
3. Brockwell, P.J., Davis, R.A. (2016), *Introduction to Time Series and Forecasting*. Basel, Switzerland: Springer.
4. Box, G.E., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C., Ljung, G.M. (2015), *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Hoboken, NJ, USA: Wiley.
5. Wang, X., Wang, C. (2019), *Time Series Data Cleaning: A Survey*, *IEEE Access*, 1866-1881.
6. Song, S., Cao, Y., Wang, J. (2016), *Cleaning timestamps with temporal constraints*. Proc. PVLDB, 9 (10), 708-719.
7. Aggarwal, C.C. (2017), *Outlier Analysis*, Springer International Publishing AG, New York.
8. Akouemo, H.N., Povinelli, R.J. (2014), *Time series outlier detection and imputation*. 2014 IEEE PES General Meeting | Conference & Exposition. Doi:10.1109/pesgm.2014.6939802.
9. Ranga Suri, N.N.R., Murty, N.M, Athithan, G. (2018), *Outlier Detection: Techniques and Applications*, IJCSI International Journal of Computer Science Issues, 9 (1), 307-323.
10. Munzer, T. (2014), *Visualization Analysis and Design*, CRC Press, 428 p.
11. Đặng Văn Nam, Nông Thị Oanh, Ngô Văn Mạnh, Nguyễn Xuân Hoài, Nguyễn Thị Hiền (2020), *Phát hiện và xử lý ngoại lai cho dữ liệu nhiệt độ tại các trạm quan trắc 3h của Việt Nam*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, 61 (1), 132-146.
12. Zhang, A., Song, S., Wang, J., Yu, P.S. (2017), *Time series data cleaning: From anomaly detection to anomaly repairing*. Proc. VLDB Endowment, 10 (10), 1046-1057.
13. Choi, J., Dekkers, O.M., le Cessie, S. (2018), *A comparison of different methods to handle missing data in the context of propensity score analysis*. European Journal of Epidemiology, 34 (1), 23-36.
14. Bonander, C., Strömberg, U. (2018), *Methods to handle missing values and missing individuals*. European Journal of Epidemiology, 34, 5-7.
15. Erdogan KAYA. *Spline Interpolation Techniques*. Journal of Technical Science and Technologies, 2 (1), 47-52.
16. Ajao, I.O., Ibraheem, A.G., Ayoola, F.J. (2012), *Cubic spline interpolation: A robust method of disaggregating annual data to quarterly series*. Journal of Physical Sciences and Environmental Safety, 2 (1), 1-8.

RESULTS OF APPLYING STANDARDIZED METHODS OF HYDRO-GRAPHIC DATA FOR STATIONS 74129 - YEN BAI

Dang Van Nam¹, Hoang Quy Nhan², Ngo Van Manh³, Nguyen Thi Hien⁴

¹Hanoi University of Mining and Geology

²Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry

³Center for Hydro-Meteorological Data and Information

⁴Le Quy Don Technical University

Abstract: *Water level data at river stations in Viet Nam are collected by manual observation method with frequency of collection depending on the time of year. These data need to be cleaned to eliminate outliers, missing values ; standardized form of time series In the research of this paper, the authors will indicate the current status of water level data collected at the station 74129 - Yen Bai over a period of 9 years from January 1, 2011 to December 31, 2019; These are actual data, provided by the National Center for Hydrometeorological Forecasting. Based on the current status of this data set, experimental methods of Data processing to replace missing values with the method of interpolation and normalization of data in time series form shall be carried out with time spaced 3 hours apart. When there is complete data, ensuring the completeness and reliability will be the decisive factor to the accuracy of the prediction and forecast models.*

Keywords: *Water level, Outliers, Missing values, Time series.*

NGHIÊN CỨU MỐI QUAN HỆ GIỮA SỐ ĐỢT LẠNH BẤT THƯỜNG VỚI HIỆN TƯỢNG ENSO TRÊN KHU VỰC BẮC BỘ VIỆT NAM

Võ Văn Hòa¹, Lê Thị Thu Hà²

Tóm tắt: Nghiên cứu khảo sát tần suất xuất hiện của các đợt lạnh bất thường trong mùa đông trên khu vực Bắc Bộ dựa trên tiêu chí mức độ giảm nhiệt độ trung bình ngày so với ngưỡng đưa ra (là tổng của nhiệt độ trung bình nhiều năm với độ lệch chuẩn). Kết quả xác định cho thấy tần suất xuất hiện các đợt lạnh bất thường tương đối nhạy với tiêu chí xác định. Tần suất xuất hiện các đợt lạnh cũng nhạy với các hiện tượng El Nino và La Nina. Số lượng các đợt lạnh bất thường thay đổi tùy theo cường độ của các hiện tượng này. Nhìn chung trong năm La Nina có số đợt lạnh bất thường xuất hiện với tần suất nhiều hơn năm El Nino (tương ứng là 20 đợt và 7 đợt). Đặc biệt, trong năm La Nina mạnh như năm 2008, 2011 đã xuất hiện các đợt lạnh bất thường với nhiệt độ giảm hơn so với ngưỡng xác định từ 7.0 đến 8.0°C, xuất hiện các cực trị lịch sử về nhiệt độ tối thấp ngày.

Từ khóa: Đợt lạnh bất thường, Mùa đông, ENSO, Khu vực Bắc Bộ.

Ban Biên tập nhận bài: 8/04/2020 Ngày phản biện xong: 12/06/2020 Ngày đăng bài: 25/06/2020

1. Mở đầu

Tại Việt Nam, trong 10 năm trở lại đây do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu mà chế độ khí hậu trên hầu khắp các vùng miền của Việt Nam đã có sự thay đổi đáng kể. Việc xuất hiện ngày càng tăng các hiện tượng lạnh bất thường trong mùa đông ở khu vực Bắc Bộ là một trong những điển hình cho sự thay đổi về chế độ khí hậu nói trên. Cụ thể, các đợt rét đậm, rét hại kéo dài trong điều kiện khí hậu đang nóng lên toàn cầu, các hiện tượng như mưa tuyết, băng giá, sương muối,... đã xảy ra trên diện rộng. Câu hỏi đặt ra là dưới tác động của BĐKH, tần suất xuất hiện của hiện tượng lạnh bất thường trong mùa đông đã thay đổi như thế nào trong những năm gần đây và sự thay đổi trong tần suất xuất hiện có mối liên hệ nào với hiện tượng ENSO hay không.

Theo Li (1990) [1], dao động mùa trong gió mùa Đông Á cũng có mối quan hệ mật thiết với ENSO, các sóng lạnh có xu hướng mạnh hơn với

tần suất cao hơn ở khu vực Đông Á gắn liền với gió mùa mùa đông mạnh và có khả năng làm tăng đối lưu trên vùng phía tây Thái Bình Dương. Như vậy, có thể làm tăng dao động nội mùa ngay trên khu vực này và bắt đầu cho chu trình ENSO. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng những biến động gió mùa thường diễn ra trước những biến động của chỉ số dao động nam (SOI) và do đó, chính gió mùa thúc đẩy sự biến động của ENSO về độ lớn cũng như về pha.

Phạm Đức Thi (1993) phân tích chuẩn sai nhiệt độ mùa đông ở Việt Nam trong các đợt El Nino và La Nina đã nhận xét chuẩn sai nhiệt độ trung bình 6 tháng mùa đông (từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau), 3 tháng chính đông (từ tháng 12 năm trước đến tháng 2 năm sau) và 2 tháng cuối đông (tháng 3, tháng 4) trong những đợt El Nino đều có giá trị dương [2]. Ngược lại, trong những đợt La Nina đều có giá trị âm. Ngoài ra, số ngày rét đậm trong những mùa đông El Nino ít hơn hẳn trong những mùa đông La Nina. Phạm Vũ Anh (2001) [3] nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO đến Front cực đới ở Việt Nam đã đưa ra nhận định, tần số front không có sự khác nhau đáng kể, nhưng cường độ của Front trong điều kiện El Nino mạnh hơn trong điều

¹Đài Khí tượng Thủy văn khu vực đồng bằng Bắc Bộ, Tổng cục Khí tượng Thủy văn

²Vụ Quản lý dự báo, Tổng cục Khí tượng Thủy văn

Email: vovanhoa80@yahoo.com

kiện La Niña, mặc dù lưới áp cao lục địa Châu Á trong mùa đông La Nina lặn sâu hơn về phía vĩ độ thấp ở Đông Nam Á. Theo nghiên cứu của Nguyễn Đức Ngữ và cộng sự (2007) [4], trong những năm El Nino và La Nina, số front lạnh ảnh hưởng đến nước ta đều ít hơn bình thường. Tỷ lệ giữa tổng chuẩn sai dương và tổng chuẩn sai âm của tần số front lạnh qua Hà Nội của các tháng trong năm chỉ bằng 70%. Phan Văn Tân và cộng sự (2010) [5] thực hiện nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam và đã nhận thấy xu thế chung của nhiệt độ thấp nhất ở các vùng khí hậu Tây Bắc, Đông Bắc, đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ là tăng, tốc độ tăng nhanh hơn nhiều so với nhiệt độ cao nhất, điều này phù hợp với xu thế chung của biến đổi khí hậu toàn cầu. Tuy nhiên, khi xem xét các hiện tượng rét đậm, rét hại, mặc dù xu thế chung là không tăng về mặt số lượng nhưng lại có xu thế tăng cường độ của các đợt lạnh này thông qua các cực trị tối thấp ngày.

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về KKL và mối quan hệ giữa KKL với hiện tượng ENSO ở trong và ngoài nước, nhưng có rất ít nghiên cứu tập trung vào các đợt lạnh bất thường cũng như mối liên hệ của hiện tượng này với ENSO. Bài báo này sẽ trình bày kết quả khảo sát số đợt lạnh bất thường trong mùa đông trên khu vực Bắc Bộ trong giai đoạn 1979-2017 cũng như mối liên hệ của hiện tượng này với hiện tượng ENSO trong giai đoạn nói trên.

2. Phương pháp xác định đợt lạnh bất thường và tập số liệu nghiên cứu

2.1. Phương pháp xác định đợt lạnh bất thường trong mùa đông

Để xác định các đợt lạnh bất thường trong mùa đông trên khu vực Bắc Bộ, trong nghiên cứu này chúng tôi dựa trên chỉ tiêu mức độ giảm nhiệt độ trung bình ngày so với khí hậu để xác định. Một ngày được xác định là thỏa mãn điều kiện xảy ra lạnh bất thường nếu ngày đó có nhiệt độ trung bình ngày nhỏ hơn ngưỡng T (là tổng giữa nhiệt độ trung bình ngày trung bình nhiều năm của tháng đang xét với độ lệch chuẩn tương

ứng). Cụ thể, nếu gọi $T_{TBN}^{i,j,k,l}$ là nhiệt độ trung bình ngày tại trạm thứ i của ngày thứ j trong các tháng thứ k (k chạy từ tháng 11 đến hết tháng 3 năm sau) và năm thứ l. Khi đó ta sẽ tính được các đại lượng như sau:

- Nhiệt độ trung bình tháng $T_{TBT}^{i,k,l}$ cho từng tháng trong giai đoạn 1979-2017 như trong công thức (1) trong đó D là số ngày trong tháng thứ k.

$$T_{TBT}^{i,k,l} = \frac{1}{D} \sum_{j=1}^D T_{TBN}^{i,j,k,l} \quad (1)$$

- Nhiệt độ trung bình nhiều năm $T_{TBNN}^{i,k}$ cho từng tháng thứ k như trong công thức (2) trong đó Y là số năm trong giai đoạn 1979-2017.

$$T_{TBNN}^{i,k} = \frac{1}{Y} \sum_{l=1}^Y T_{TBT}^{i,k,l} \quad (2)$$

- Chuẩn sai khí hậu của nhiệt độ trung bình ngày $\sigma_{TBNN}^{i,k}$ cho từng tháng thứ k như trong công thức (3) trong đó Y là số năm trong giai đoạn 1979-2017.

$$\sigma_{TBNN}^{i,k} = \sqrt{\frac{1}{(Y-1)(D-1)} \sum_{l=1}^Y \sum_{j=1}^D (T_{TBN}^{i,j,k,l} - T_{TBNN}^{i,k})^2} \quad (3)$$

- Ngưỡng xác định các đợt lạnh bất thường theo công thức (4):

$$\delta T^{i,k} = T_{TBNN}^{i,k} + \sigma_{TBNN}^{i,k} \quad (4)$$

Quá trình xác định ngày xảy ra đợt lạnh được thực hiện riêng rẽ tại từng điểm trạm và qui trình xác định gồm 2 bước như sau:

1. Xác định tháng lạnh bất thường: thực hiện tính độ lệch $\Delta T_{TBT}^{i,k,l} = T_{TBT}^{i,k,l} - \delta T^{i,k}$ cho từng tháng trong giai đoạn 1979-2017, Nếu độ lệch dương, thì nền nhiệt độ trung bình của tháng đó được coi là ấm hơn so với khí hậu, bỏ qua tháng này. Ngược lại, nếu âm thì nhiệt độ trung bình của tháng đó được coi là lạnh hơn so với khí hậu. Quá trình tính toán này được thực hiện riêng rẽ cho từng tháng trong giai đoạn 1979-2017 và từng điểm trạm được nghiên cứu. Giả sử tìm được N trong M tháng của giai đoạn 1979-2017 ($N \leq M$) thỏa mãn tiêu chí có nền nhiệt độ trung bình tháng nhỏ ngưỡng chuẩn

2. Xác định ngày lạnh bất thường: tại từng

tháng trong N tháng được tìm thấy, tiếp tục tính độ lệch giữa nhiệt độ trung bình ngày ($T_{TBN}^{i,j,k,l}$) so với ngưỡng $\delta T_{TBN}^{i,k} \cdot \Delta T_{TBN}^{i,j,k,l} = T_{TBN}^{i,j,k,l} - \delta T_{TBN}^{i,k}$. Một ngày thỏa mãn điều kiện lạnh bất thường xảy ra khi $\Delta T_{TBN}^{i,j,k,l} < 0$.

Một đợt lạnh bất thường xảy ra trên khu vực Bắc Bộ là đợt lạnh có ít ngày 1 ngày có hơn 50% số trạm trong khu vực nghiên cứu thỏa mã tiêu chí nói trên. Như vậy, có thể số lượng các ngày thỏa mãn điều kiện xảy ra đợt lạnh bất thường sẽ rất nhạy với tiêu chí xác định đưa ra. Để khảo sát tần suất xuất hiện của hiện tượng ngày, đảm bảo được tiêu chí “bất thường” (theo nghĩa sự kiện hiếm), trong phần kết quả dưới đây chúng tôi sẽ khảo sát tần suất xuất hiện dựa trên điều kiện ABS ($\Delta T_{TBN}^{i,j,k,l} < 0$) theo các ngưỡng từ 1°C đến 10°C với khoảng cách 0.5°C.

2.2. Số liệu nghiên cứu

Số liệu quan trắc nhiệt độ trung bình ngày được thu thập tại 85 trạm quan trắc khí tượng bề mặt trong đó có 21 trạm thuộc khu vực Tây Bắc, 25 trạm thuộc khu vực Việt Bắc, 25 trạm thuộc khu vực Đông Bắc và 14 trạm thuộc khu vực đồng bằng Bắc Bộ. Số liệu tại tất cả các trạm này được đều được thu thập từ 1/1/1979 đến 31/12/2017. Chi tiết về thông tin các trạm có thể tham khảo trong Võ Văn Hòa và cộng sự (2020) [6]. Hình 1 đưa ra phân bố theo không gian của 85 trạm nói trên. Số liệu nhiệt độ trung bình ngày được kiểm tra chất lượng trước khi sử dụng trong đó bao gồm các bước kiểm tra mã điện, kiểm tra logic, kiểm tra vật lý và kiểm tra không gian [5].



Hình 1. Phân bố theo không gian của 85 trạm quan trắc khí tượng bề mặt được thu thập số liệu nhiệt độ trung bình ngày trong giai đoạn 1979-2017 [7]

Trong nghiên cứu này số liệu thống kê về El Nino và La Nina được thu thập từ NOAA [8], trong đó một chu trình El Nino/La Nina được định nghĩa là một thời kỳ liên tục, kéo dài từ 6 tháng trở lên, có trị số trung bình trượt 5 tháng của chuẩn sai tháng nhiệt độ trung bình mặt nước biển vùng Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°-170°W) lớn

hơn hoặc bằng 0,5 oC. Bảng 1 dưới đây đưa ra kết quả thống kê các đợt ENSO trong giai đoạn 1979-2017 trong đó có phân cấp cường độ theo 3 mức là yếu, trung bình và mạnh. Bảng 2 đưa ra kết quả phân loại ENSO theo cường độ trong giai đoạn 1979-2017.

Bảng 1. Thống kê chỉ số ENSO trong giai đoạn 1979-2017 [8] trong đó WE= EL Nino yếu, ME=El Nino trung bình, SE=El Nino mạnh, WL=La Nina yếu, ML=La Nina trung bình, SL=La Nina mạnh

Dạng	Năm	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
	1979-1980	0	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4
	1980-1981	0.3	0.1	-0.1	0	0	-0.1	-0.4	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3
	1981-1982	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	0	0.1	0.3	0.5	0.7
SE	1982-1983	0.7	1	1.5	1.9	2.1	2.2	2.2	1.9	1.5	1.2	0.9	0.6
WL	1983-1984	0.2	-0.2	-0.5	-0.8	-0.9	-0.8	-0.5	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5
WL	1984-1985	-0.3	-0.2	-0.3	-0.6	-0.9	-1.1	-1	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6
	1985-1986	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.1	0
ME	1986-1987	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.2	1.2	1.3	1.2	1.1	1	1.2
SE	1987-1988	1.4	1.6	1.6	1.5	1.3	1.1	0.8	0.5	0.1	-0.2	-0.8	-1.2
SL	1988-1989	-1.3	-1.2	-1.3	-1.6	-1.9	-1.9	-1.7	-1.5	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4
	1989-1990	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2
	1990-1991	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7
ME	1991-1992	0.8	0.7	0.7	0.8	1.2	1.4	1.6	1.5	1.4	1.2	1	0.7
	1992-1993	0.3	0	-0.2	-0.3	-0.2	0	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.5
	1993-1994	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4
ME	1994-1995	0.4	0.4	0.5	0.7	1	1.2	1	0.8	0.6	0.3	0.2	0
WL	1995-1996	-0.2	-0.4	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.2
	1996-1997	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.1	0.2	0.7	1.2
SE	1997-1998	1.5	1.8	2.1	2.3	2.4	2.3	2.2	1.8	1.4	0.9	0.4	-0.2
ML	1998-1999	-0.7	-1	-1.2	-1.3	-1.4	-1.5	-1.5	-1.3	-1	-0.9	-0.9	-1
SL	1999-2000	-1	-1.1	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7	-1.7	-1.5	-1.2	-0.9	-0.8	-0.7
WL	2000-2001	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1
	2001-2002	0	0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	0	0.1	0.3	0.5	0.7
ME	2002-2003	0.8	0.8	0.9	1.2	1.3	1.3	1.1	0.8	0.4	0	-0.2	-0.1
	2003-2004	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3
WE	2004-2005	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
WL	2005-2006	0.2	0.1	0	-0.2	-0.5	-0.8	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	0	0.1
WE	2006-2007	0.2	0.3	0.5	0.8	1	1	0.7	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
ML	2007-2008	-0.4	-0.6	-0.8	-1.1	-1.2	-1.4	-1.5	-1.5	-1.2	-0.9	-0.7	-0.5
WL	2008-2009	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.5	-0.7	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.2	0.4
ME	2009-2010	0.5	0.6	0.8	1.1	1.4	1.6	1.6	1.3	1	0.6	0.1	-0.4
SL	2010-2011	-0.9	-1.2	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5	-1.4	-1.2	-0.9	-0.6	-0.3	-0.2
WL	2011-2012	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	-1	-1	-0.9	-0.6	-0.5	-0.3	-0.2	0
	2012-2013	0.1	0.4	0.5	0.6	0.2	-0.3	-0.6	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3
	2013-2014	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.2	0.0	0.0
	2014-2015	0.0	0.0	0.2	0.4	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0
SE	2015-2016	1.2	1.5	1.8	2.1	2.2	2.3	2.2					
WL	2016-2017	-0.3	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.4
WL	2017-2018	0.2	-0.1	-0.4	-0.7	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.1

Bảng 2. Phân cấp các pha ENSO từ năm 1979-2017 [8]

El Nino			La Nina		
Yếu	Trung bình	Mạnh	Yếu	Trung bình	Mạnh
1979-80	1986-87	1982-83	1983-84	1995-96	1988-89
2004-05	1994-95	1987-88	1984-85	2011-12	1998-99
2006-07	2002-03	1991-92	2000-01		1999-00
2014-15	2009-10	1997-98	2005-06		2007-08
		2015-16	2008-09		2010-11
			2016-17		
			2017-18		

3. Kết quả

3.1. Khảo sát tần suất xuất hiện các đợt lạnh bất thường theo các ngưỡng xác định

Dựa trên tiêu chí xác định ở trên, các kết quả xác định các đợt lạnh bất thường xảy ra trong mùa đông trên khu vực Bắc Bộ dựa trên chuỗi số liệu từ 1979-2017 (39 năm) được cho trong Bảng 3. Từ Bảng 3 có thể nhận thấy:

+ Tại ngưỡng giảm so với độ lệch chuẩn cận dưới 1-1,5 độ: xảy ra 17-18 lần (khoảng 2 năm xuất hiện 1 lần). Tháng 1 và tháng 12 có 10-13 đợt, tương ứng khoảng 3-4 năm xuất hiện 1 lần. Riêng tháng 2 chỉ có 5 đợt.

+ Tại ngưỡng 1,5-2 độ: Tháng 3 và tháng 12 xảy ra nhiều nhất, có 12-15 đợt tương ứng (2,5 - 3,5 năm lặp lại 1 lần). Các tháng 11, tháng 1 và tháng 2 có 8-10 đợt (4-5 năm xảy ra 1 lần).

+ Tại ngưỡng 2-2,5 độ: Tháng 1 xảy ra nhiều đợt nhất (12 đợt). Các tháng còn lại dao động khoảng 7-8 đợt.

+ Tại ngưỡng 2,5-3 độ: Tháng 12 và tháng 3 xảy ra lần lượt 11 và 13 đợt. Các tháng khác xuất hiện 7-9 đợt.

+ Tại ngưỡng 3-3,5 độ: Phần lớn trong các tháng chỉ có 5-6 đợt; riêng tháng 3 có 10 đợt.

+ Tại ngưỡng 3,5-4 độ: Trong tháng 11, tháng 12 chỉ xảy ra 3-4 đợt; tháng 1 và tháng 3 xuất hiện 6-7 đợt; riêng tháng 2 có 11 đợt.

+ Tại ngưỡng 4-4,5 độ: Tháng 1, tháng 2 có 5 đợt. Các tháng còn lại chỉ xảy ra 2-3 đợt.

+ Tại ngưỡng 4,5-5 độ: Chỉ xảy ra 2-3 đợt trong các tháng, riêng tháng 11 có tới 5 đợt.

+ Tại ngưỡng 5-5,5 độ: Tháng 1, tháng 2 và tháng 3 có 1-2 đợt. Riêng tháng 11, tháng 12 xảy ra 3-4 đợt.

+ Tại ngưỡng 5,5-6 độ: Xuất hiện 2 đợt trong các tháng 11 và tháng 1. Các tháng khác chỉ xảy ra 1 đợt.

+ Tại ngưỡng 6-6,5 độ: Tháng 11 xảy ra 2 lần. Các tháng 12, tháng 2 và tháng 3 xảy ra 1 lần. Chưa xuất hiện lần nào trong tháng 1.

+ Tại ngưỡng 6,5-7 độ: Xảy ra 2 lần trong tháng 12, 1 lần trong tháng 1 và tháng 3. Các tháng 11 và tháng 2 chưa xuất hiện.

+ Tại ngưỡng 7-8 độ: Tháng 2 có 2 đợt. Tháng 1 và tháng 3 có 1 đợt. Các tháng khác chưa xảy ra đợt nào.

+ Tại ngưỡng 8-10 độ: Mới xuất hiện duy nhất 1 lần trong vòng 39 năm vào tháng 3 năm 1986).

Như vậy, từ ngưỡng giảm 5,5-10 độ, ngay trong các tháng chính đông cũng mới chỉ xuất hiện 1-2 lần (tần suất khoảng 20-40 năm xảy ra 1 lần). Hầu hết các ngưỡng giảm nhiệt độ (ngưỡng giảm từ 1-10° so với độ lệch chuẩn cận dưới) đều chủ yếu xảy ra nhiều hơn trong những năm thập niên 1980 và thập niên 2000. Đặc biệt là các ngưỡng giảm nhiệt độ lớn như ngưỡng giảm từ 5,5-10°. Cụ thể, trong số 22 đợt có ngưỡng giảm từ 5,5-10°, chỉ có 3 đợt xảy ra trong thập kỉ những năm 1990, đó là: 1991, 1996 và 1999, 9 đợt xảy ra trong những năm 1980 và 10 đợt xuất hiện trong những năm 2000, 1 đợt xảy ra vào năm 1979. Trong đó có đợt giảm

ngưỡng 6-6,5° mới xuất hiện vào năm 2017 và đợt giảm ngưỡng 7-8° xảy ra vào năm 2016.

3.2. Khảo sát quan hệ giữa tần suất hiện của các đợt lạnh với hiện tượng ENSO

3.2.1. Đối với các năm xảy ra El Nino

Theo số liệu phân bố các đợt không khí lạnh (KKL) trong những năm El Nino mạnh, nhận thấy có 3 năm có số đợt KKL thấp hơn TBNN, năm 1998 có số đợt xấp xỉ TBNN, riêng năm 1988 có số đợt không khí lạnh lại nhiều hơn TBNN khoảng 5 đợt. Về mặt hình thái chi phối, nhận thấy trung bình độ cao địa thế vị trong những tháng chính đông trong các năm 1983, 1992 và 2016 có hoàn lưu gần tương tự với dòng xiết gió tây nhánh phía nam (đường 5840 hạ xuống qua miền Bắc của Việt Nam). Trong khi đó, xét đến chuẩn sai độ cao địa thế vị, năm 1983 và 1992 đều có chuẩn sai âm trong những tháng chính đông; các năm còn lại hầu hết có chuẩn sai dương tại khu vực phía bắc của Việt Nam. Xem xét số liệu chuẩn sai nền nhiệt độ trung bình trong những tháng chính đông trong những năm El Nino nhận thấy các năm 1983, 1988, 1992 và 2016 có nền nhiệt độ trong những tháng chính đông thấp hơn TBNN, trong đó năm 1983 thấp hơn đến -2.1°C (mùa đông lạnh). Riêng năm 1998, nền nhiệt độ trung bình ở mức cao hơn TBNN.

Theo Bảng 4, trong các năm El Nino mạnh như 1983, 1988 và 2016 đã xuất hiện các đợt lạnh bất thường có ngưỡng nhiệt độ giảm sâu từ 5.5 đến 8° so với độ lệch chuẩn. Cụ thể, trong đợt không khí lạnh vào tháng 12/1983, nhiệt độ thấp nhất tại vùng núi phía đông của Bắc Bộ dao động 2-4°C, vùng trung du và đồng bằng phổ biến 5-7°C; đợt không khí lạnh vào tháng 2/1988, nhiệt độ thấp nhất tại vùng núi phía đông ở khoảng 4-6°C, vùng trung du và đồng bằng phổ biến 6-8°C; đợt không khí lạnh vào tháng 1/2016, nhiệt độ thấp nhất tại vùng núi phía đông đã xuống đến 1-3°C, vùng trung du và đồng bằng phổ biến 4-6°C. Với đợt không khí lạnh mạnh xuất hiện từ ngày 21/1/2016, các tỉnh miền Bắc đã trải qua đợt rét hại kéo dài từ ngày 23 đến ngày 28/1/2016 với nhiều nơi có độ cao khoảng

800m trở lên so với mực nước biển đã xuất hiện băng giá và mưa tuyết trong đêm 23, ngày 24 và ngày 25/01, đặc biệt như Mẫu Sơn (Lạng Sơn), Sa Pa (Lào Cai),... Một số nơi rất hiếm khi có mưa tuyết như Ba Vì (Hà Nội), Tam Đảo (Vĩnh Phúc), Mộc Châu (Hòa Bình), Kỳ Sơn (Nghệ An) trong ngày 24/01 cũng đã nghi nhận được mưa tuyết. Đây là đợt rét hại được đánh giá có cường độ rất mạnh, tuy không kéo dài như những đợt rét kỷ lục năm 2008 hay năm 2011, nhưng đã xuất hiện các giá trị nhiệt độ thấp nhất trong hơn 40 năm trở lại đây.

Xét trong các năm El Nino trung bình bao gồm 1986-1987, 1994-1995, 2002-2003 và 2009-2010 nhận thấy phân bố các đợt KKL trong những năm El Nino trung bình hầu hết ở ngưỡng xấp xỉ so với TBNN (dao động từ khoảng 26 đến 28 đợt); riêng năm 1995 có số đợt nhiều hơn hẳn, cao hơn TBNN khoảng 8 đợt. Về mặt hình thái, chuẩn sai độ cao địa thế vị trong tháng chính đông trong những năm El Nino trung bình hầu hết có chuẩn sai dương tại khu vực phía bắc của Việt Nam, trong đó năm 1987 có chuẩn sai dương mạnh nhất. Riêng năm 1995, chuẩn sai độ cao địa thế vị âm được thể hiện ở trung tâm phía tây bắc của Việt Nam. Chuẩn sai nền nhiệt độ trung bình trong tháng chính đông trong những năm El nino trung bình hầu như có chuẩn sai dương so với TBNN ngoại trừ năm 1995 có chuẩn sai ở ngưỡng thấp hơn một ít so với TBNN, đặc biệt năm 1987 và năm 2010 có nền nhiệt độ trung bình âm hơn hẳn với giá trị cao hơn TBNN từ 1.8 đến 1.9°C. Theo kết quả xác định trong Bảng 4, trong các năm El Nino trung bình, xét từ tháng 11 năm trước đến tháng 3 năm sau ngoại trừ năm 1987 xuất hiện đợt không khí lạnh trong tháng 11 có ngưỡng nhiệt độ giảm xuống từ 5,5 đến 6°C so với độ lệch chuẩn; còn lại các năm 1995, 2003 và 2010 chỉ xuất hiện các đợt không khí lạnh có ngưỡng nhiệt độ giảm hơn so với độ lệch chuẩn nhiều nhất từ 3,5 đến 4,0°C.

Chuyển sang các năm El Nino yếu (1979-1980, 2004-2005, 2006-2007, 2014-2015), phân bố các đợt KKL trong những năm này cho thấy ngoại trừ năm 2015 có số đợt KKL nhỏ hơn

TBNN, còn lại các năm khác có số đợt KKL dao động từ 28 đến 30 đợt. Trong tháng chính đông trong những năm El Nino yếu, không nhận thấy dấu hiệu trong những năm này bởi có 2 năm (1980 và 2005) có giá trị chuẩn sai âm ở phía bắc của Việt Nam. Tuy nhiên, trong các năm 2007 và 2015, giá trị chuẩn sai ở phía bắc của Việt Nam lại mang giá trị dương (các giá trị trung tâm của chuẩn sai không lớn). Trong những năm El nino yếu, chuẩn sai nhiệt độ trung bình trong những tháng chính đông hầu hết ở trong những

xấp xỉ trung bình nhiều năm cùng thời kỳ. Theo kết quả trong Bảng 4, ngoại trừ năm 1980 xuất hiện đợt lạnh bất thường trong tháng 2 có ngưỡng nhiệt độ giảm xuống từ 6 đến 6,5°C so với độ lệch chuẩn; còn lại các năm 2005 và 2007 xuất hiện các đợt không khí lạnh có ngưỡng nhiệt độ giảm hơn so với độ lệch chuẩn nhiều nhất từ 4,0 đến 4,5°C; Riêng năm 2015 chỉ xuất hiện đợt không khí lạnh giảm hơn so với độ lệch chuẩn nhiều nhất từ 2,0 đến 2,5°C.

Bảng 3. Kết quả xác định số đợt lạnh bất thường trong mùa đông trên khu vực Bắc Bộ theo các ngưỡng xác định khác nhau trong giai đoạn 1979-2017

Ngưỡng	1-1,5°C	1,5-2°C	2-2,5°C	2,5-3°C	3-3,5°C	3,5-4°C	4-4,5°C	4,5-5°C	5-5,5°C	5,5-6°C	6-6,5°C	6,5-7°C	7-8°C	10°C
Tháng 11	17	9	7	9	5	3	2	5	3	2	2			
Tháng 12	13	15	8	11	5	4	3	2	4	1	1	2		
Tháng 1	10	8	12	7	6	7	5	3	1	2		1	1	
Tháng 2	5	10	8	8	5	11	5	3	1	1	1		2	1
Tháng 3	18	12	7	13	10	6	3	3	2	1	1	1	1	1

Bảng 4. Kết quả xác định các năm xảy ra các đợt lạnh bất thường trong mùa đông trên khu vực Bắc Bộ theo các ngưỡng xác định khác nhau (chỉ đưa ra từ ngưỡng 3°C trở lên) trong giai đoạn 1979-2017

Ngưỡng	3-3,5°C	3,5-4°C	4-4,5°C	4,5-5°C	5-5,5°C	5,5-6°C	6-6,5°C	6,5-7°C	7-8°C	10°C
Tháng 11	1981,1988 1989,1995 2004	1993,2000 2008	1992 2016	1979, 1983, 1985,1986 2007	2002 2009	1987 2001	1981 2017			
Tháng 12	1981,1993 1995,2008 2011	1982,1987 1993,2012	1982,1987 1992	1984,2005	1982,2001, 2004,2013	2002	1983	1991 1999		
Tháng 1	1994,1995 1996,1999 2004,2012	1979,1998 2000,2004 2005,2009 2013	1983,1989 2003,2005 2012	1984,1989 1993,2001	1983	2008 2011		1979	2016	
Tháng 2	1983,1984 1994,2012 2016	1990,1995 1998,2000 2001,2011 2012,2014	1979,1982 1984,1989 2000	1999,2004 2014	1979	1988	1980		1996 2008	
Tháng 3	1982,1992 1995,2003 2010,2011 2014,2016	1989,1994 1998,2005	1990,1996 2012	1993,2006 2007	1983,1994 2001	1985	1988	1984 2000	2011	1986

3.2.2. Đối với các năm xảy ra La Nina

Trong các năm La Nina mạnh (1988-1989, 1998-1999, 1999-2000, 2007-2008, 2010-2011), số đợt KKL ở ngưỡng xấp xỉ hoặc thấp hơn

TBNN, riêng năm 2011, số đợt KKL cao hơn TBNN đến 9 đợt. Trung bình độ cao địa thế vị trong những tháng chính đông của các năm 1989, 1999, 2000 và 2008 có hoàn lưu gần tương

tự với dòng xiết gió tây nhánh phía nam (đường 5840 hạ xuống qua miền Bắc của Việt Nam). Đặc biệt, riêng năm 2011 trong tháng chính đông dòng xiết gió tây hoạt động không mạnh bởi có sự hoạt động của áp cao cận nhiệt tây Thái Bình Dương. Trong khi đó, xét đến chuẩn sai độ cao địa thế vị, năm 1989 và năm 2000 có chuẩn sai độ cao địa thế vị xấp xỉ so với TBNN qua miền Bắc của Việt Nam và xuất hiện trung tâm chuẩn sai âm ở phía tây bắc của Việt Nam. Năm 1999 và năm 2008 xuất hiện chuẩn sai dương tại miền Bắc của Việt Nam, trong đó trị số chuẩn sai của năm 1999 lớn hơn. Riêng năm 2011 có chuẩn sai độ cao địa thế vị âm đến -15 tại miền Bắc của Việt Nam. Điều này cũng giải thích lý do các đợt KKL năm 2011 cao hơn hẳn TBNN và năm 1999 có số đợt KKL ít hơn TBNN là 5 đợt. Chuẩn sai nền nhiệt độ trung bình trong những tháng chính đông trong những năm La Nina mạnh cho thấy có nền nhiệt độ thấp hơn TBNN từ $-0,4$ đến $-1,3^{\circ}\text{C}$. Riêng năm 1999, nền nhiệt độ trung bình ở mức cao hơn TBNN.

Trong các năm La Nina mạnh 2008, 2011 đã xuất hiện các đợt lạnh bất thường với nhiệt độ giảm xuống ngưỡng $7,0$ đến $8,0^{\circ}\text{C}$, riêng các năm 1999 và 2000 mặc dù các đợt lạnh không giảm mạnh như năm 2008 và 2011 nhưng cũng đã xuất hiện các đợt lạnh với ngưỡng nhiệt giảm xuống $6,5$ đến $7,0^{\circ}\text{C}$. Đặc biệt trong năm 2008, tháng 1 đã có nền nhiệt độ trung bình tại khu vực đồng bằng Bắc Bộ giảm xuống $-4,3^{\circ}\text{C}$ so với TBNN, đây cũng là năm ghi nhận đợt rét đậm, rét hại kéo dài nhất trong chuỗi số liệu lịch sử (38 ngày), diễn ra từ ngày 14/1 đến 20/2 năm 2008 với nhiệt độ trung bình ngày xuống thấp nhất trong chuỗi số liệu lịch sử (nhiệt độ trung bình ngày tại Hà Nội là $7,3^{\circ}\text{C}$ (ngày 1/2), tại Sa Pa: $-0,1^{\circ}\text{C}$ (ngày 14/2)). Trong đợt rét đậm này, nhiệt độ thấp nhất tại một số nơi thuộc vùng núi Bắc bộ xuống dưới 0°C như: Sa Pa (Lào Cai): $-1,0^{\circ}\text{C}$, Mẫu Sơn (Lạng Sơn): $-2,0^{\circ}\text{C}$. Băng tuyết đã xuất hiện ở các vùng núi cao thuộc các tỉnh Lạng Sơn, Lào Cai, Hà Giang, Sơn La, Lai Châu và kéo dài trong nhiều ngày. Đây là năm có băng tuyết xuất hiện trên diện rộng và kéo dài nhất từ trước đến nay, gây thiệt hại khá lớn cho sản xuất

nông nghiệp và chăn nuôi gia súc.

Đối với các năm xảy ra La Nina trung bình (1995-1996, 2011-2012), các đợt KKL trong những năm này đều ở ngưỡng xấp xỉ so với TBNN, ở khoảng 28-29 đợt/năm. Trong hai năm xảy ra La Nina trung bình, hình thế gần như tương tự nhau với dòng xiết gió tây nhánh phía nam hoạt động qua miền bắc Việt Nam và ở khoảng xấp xỉ so với TBNN cùng thời kỳ. Trong khi đó, đối với chuẩn sai độ cao địa thế vị mực 500mb, năm 1996 có chuẩn sai âm (từ -10 đến -5 dam), ngược với năm 2012 có chuẩn sai dương (từ 0 đến 5 dam). Cả hai năm đều có nền nhiệt độ trung bình trong tháng chính đông tại khu vực đồng bằng Bắc Bộ thấp hơn TBNN cùng thời kỳ, ở khoảng $-1,0$ đến $-1,7^{\circ}\text{C}$. Trong các năm La Nina trung bình, xét từ tháng 11 năm trước đến tháng 3 năm sau, năm 1996 xuất hiện đợt lạnh bất thường trong tháng 2 có ngưỡng nhiệt độ giảm xuống từ $7,0$ đến $8,0^{\circ}\text{C}$ so với độ lệch chuẩn. Riêng năm 2012 chỉ xuất hiện các đợt lạnh bất thường có ngưỡng nhiệt độ giảm hơn so với độ lệch chuẩn nhiều nhất từ $3,0$ đến $4,5^{\circ}\text{C}$.

Chuyển sang các năm La Nina yếu (1983-1984, 1984-1985, 2000-2001, 2005-2006, 2008-2009, 2016-2017), ngoại trừ năm 1984 và năm 2001 có số đợt KKL cao hơn TBNN khoảng 4 đợt, còn lại các năm khác có số đợt KKL ở mức xấp xỉ hoặc thấp hơn TBNN từ 2 đến 3 đợt. Về chuẩn sai độ cao địa thế vị trong tháng chính đông, ngoại trừ năm 1985 có chuẩn sai độ cao địa thế vị âm qua miền bắc của Việt Nam, còn lại các năm khác có chuẩn sai độ cao địa thế vị đều dương. Chuẩn sai độ cao địa thế vị dương có thể lý giải cho sự hoạt động không mạnh của dòng xiết gió tây nhánh phía nam dẫn đến sự hoạt động của các đợt KKL cũng không mạnh. Chuẩn sai nhiệt độ trung bình trong những tháng chính đông ngoại trừ năm 1984 và năm 1985 có chuẩn sai nhiệt độ trung bình thấp hơn TBNN từ $-1,3$ đến $-2,6^{\circ}\text{C}$; còn lại các năm khác đều có chuẩn sai nhiệt độ trung bình trong tháng chính đông ở ngưỡng xấp xỉ và cao hơn TBNN, đặc biệt năm 2017 có nền nhiệt độ trung bình cao hơn đến $2,7^{\circ}\text{C}$. Các năm 1984, 1985 và 2017 đã xuất hiện các đợt lạnh bất thường gây giảm nhiệt độ từ $5,5$

đến 7,0°C nhưng chủ yếu trong các tháng chuyển tiếp là tháng 11 và tháng 3. Phổ biến trong các năm La Nina yếu xuất hiện các đợt lạnh gây giảm nhiệt độ từ 4,5 đến 5,5°C.

4. Kết luận

Bài báo này đã nghiên cứu khảo sát số đợt lạnh bất thường trong mùa đông trên khu vực Bắc Bộ trong mối quan hệ với hiện tượng ENSO dựa trên chuỗi số liệu nhiệt độ trung bình ngày trong giai đoạn 1979-2017 của 85 trạm quan trắc khí tượng bề mặt. Chỉ tiêu xác định đợt lạnh bất thường được xây dựng dựa trên tiêu chí mức độ giảm nhiệt độ trung bình ngày so với ngưỡng đưa ra. Ngưỡng xác định là tổng của nhiệt độ trung bình nhiều năm với độ lệch chuẩn tương ứng. Kết quả xác định cho thấy tần suất xuất hiện các đợt lạnh bất thường tương đối nhạy với tiêu chí xác định. Tại các ngưỡng giảm dưới 3°C, tần

suất xuất hiện các đợt lạnh bất thường trong giai đoạn 1979-2017 trung bình 2-3 năm/lần. Tại các ngưỡng từ 3-5°C, tần suất xuất hiện trung bình là 4-5 năm/lần. Trong khi đó, tại ngưỡng giảm hơn 8°C trở lên, trong 39 năm nghiên cứu mới chỉ duy nhất xảy ra một lần. Tần suất xuất hiện các đợt lạnh bất thường cũng thay đổi cả về số lượng và cường độ (theo mức độ giảm nhiệt) theo các hiện tượng El Nino và La Nina. Nhìn chung trong năm La Nina có số đợt lạnh bất xuất hiện với tần suất nhiều hơn năm El Nino (tương ứng là 20 đợt và 7 đợt). Đặc biệt, trong năm La Nina mạnh như năm 2008, 2011 đã xuất hiện các đợt không khí lạnh với nhiệt độ giảm hơn so với chuẩn từ 7,0 đến 8,0°C. Trong nghiên cứu tiếp theo, các đặc trưng cực trị về nhiệt độ và độ ẩm trong thời gian xảy ra các đợt lạnh và nóng ẩm bất thường sẽ được khảo sát và đánh giá.

Lời cảm ơn: các tác giả xin gửi lời cảm ơn tới đề tài NCKH cấp Nhà nước “Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu tới sự xâm nhập của các đợt lạnh và nóng ẩm bất thường trong mùa đông ở khu vực miền núi phía Bắc phục vụ phát triển kinh tế - xã hội”, mã số BĐKH.25/16-20 đã hỗ trợ để nhóm thực hiện nghiên cứu này. Bài báo này cũng là kết quả thực hiện của một nội dung trong đề tài nói trên.

Tài liệu tham khảo

1. Li, C.Y. (1990), *Interaction between anomalous winter monsoon in East Asia and El Nino events*. *Advances in Atmospheric Sciences*, 7, 36-46.
2. Phạm Đức Thi (1993), *Về mối quan hệ ENSO và nhiệt độ*. Tập san Khí tượng Thủy văn.
3. Phạm Vũ Anh (2001), *Quan hệ của ENSO với sự biến động của front cực đới tại khu vực Đông Nam Á và Việt Nam*. Báo cáo chuyên đề thuộc đề tài nghiên cứu khoa học độc lập cấp nhà nước về ENSO.
4. Nguyễn Đức Ngữ và cs (2007), *Ảnh hưởng của ENSO đến các cực trị nhiệt độ và lượng mưa ở Việt Nam và khả năng dự báo*. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu cơ bản, Mã số 731505.
5. Phan Văn Tân và cs (2010), *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó*. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Nhà nước thuộc chương trình KC08.13/06-10.
6. Võ Văn Hòa, Dư Đức Tiến, Mai Khánh Hưng, Lương Thị Thanh Huyền, Đặng Đình Quân (2020), *Thử nghiệm dự báo tổ hợp hạn mùa trường nhiệt độ mùa đông trên khu vực Bắc Bộ dựa trên cách tiếp cận đa vật lý và trung bình trễ*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 714, 1-9. Doi: 10.36335/VNJHM.2020(714).1-9.
7. Vo Van, H., Du Duc, T., Mai Khanh, H., Robert Hole, L., Tran Anh, D., Luong Thi Thanh, H., Dang Dinh, Q. (2020), *Assessment of Seasonal Winter Temperature Forecast Errors in the RegCM Model over Northern Vietnam*. *Climate*, 8(6), 77. Doi:10.3390/cli8060077.
8. Null, J. (2020), *El Nino and La Nina Years and Intensities based on Oceanic Nino index (ONI)*. <https://ggweather.com/enso/oni.htm>

RESEARCH ON THE RELATIONSHIP BETWEEN ABNORMAL COLD SURGES OCCURRENCE AND ENSO IN WINTER OF THE NORTHERN VIET NAM

Vo Van Hoa¹, Le Thi Thu Ha²

¹Northern Delta Regional Hydro-Meteorological Center

²Department of Hydro-Meteorological Forecast Managing

Abstract: *This study investigates the relationship between occurrence of abnormal cold surges and ENSO in winter of the northern Viet Nam based on the criteria of the decrease in daily average temperature compared to the given threshold which is the sum of the climatological average temperature with standard deviation. The number of occurred abnormal cold surges during period of 1979-2017 is more sensitive to given temperature threshold. In addition, the occurring frequency of abnormal cold surges is also sensitive to El Nino and La Nina phenomena. The number of occurred abnormal cold surges during period of 1979-2017 is varied annual according to the intensity of these events. In general, during the year of La Nina, the abnormal cold surges is more occurred than in El Nino years (respectively, 20 events and 7 events). Especially, in strong La Nina year in 2008 and 2011, there were abnormal cold surges with daily mean temperature lower than the given determining threshold from 7.0 to 8.0°C, there were historical extremes of daily minimum temperature.*

Keywords: *Abnormal cold surges, Winter, ENSO, Northern Viet Nam.*

ĐÁNH GIÁ NHỮNG THÀNH QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG TẠI VIỆT NAM VÀ ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU TRONG GIAI ĐOẠN TIẾP THEO

Nguyễn Tuấn Quang¹, Huỳnh Thị Lan Hương², Nguyễn Xuân Hiền²,
Trần Văn Trà², Dương Hồng Nhung²

Tóm tắt: *Biến đổi khí hậu là một trong những thách thức lớn, quản lý hiệu quả tài nguyên và bảo vệ môi trường là yêu cầu cấp thiết đối với phát triển bền vững của nước ta. Nhận thức được vấn đề này, Việt Nam đã có nhiều nỗ lực trong ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường. Hoạt động cụ thể nhất là hai chương trình nghiên cứu khoa học công nghệ cấp quốc gia phục vụ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên môi trường. Hai chương trình đã đạt được nhiều thành tựu trong giai đoạn 2011-2020, cung cấp các cơ sở khoa học và thông tin phục vụ việc hoạch định chính sách cũng như thực hiện các hành động cụ thể ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, vẫn còn khá nhiều khoảng trống về tri thức khoa học công nghệ phục vụ cho việc hoạch định chính sách, các hành động ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý bền vững tài nguyên và bảo vệ môi trường. Bài báo phân tích, đánh giá những thành tựu đã đạt được, xác định những thiếu hụt về khoa học công nghệ và từ đó, đề xuất định hướng nghiên cứu khoa học công nghệ phục vụ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường cho giai đoạn tiếp theo.*

Từ khóa: *Khoa học công nghệ, biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường.*

Ban Biên tập nhận bài: 12/04/2020 Ngày phản biện xong: 20/06/2020 Ngày đăng bài: 25/06/2020

1. Giới thiệu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) và suy giảm tài nguyên thiên nhiên, ô nhiễm môi trường là hai chủ đề đang được đặc biệt quan tâm tại Việt Nam trong thời gian vừa qua [1]. BĐKH làm gia tăng những hiểm họa từ khí hậu như thiên tai, làm suy giảm năng suất, và ảnh hưởng tiêu cực đến các thành tựu phát triển kinh tế - xã hội [2]. Tương tự, phát triển kinh tế một cách nhanh chóng, thiếu bền vững trong quá khứ tại Việt Nam đã dẫn đến suy giảm tài nguyên thiên nhiên và ô nhiễm môi trường [3].

Khí hậu đã có những thay đổi rõ nét trong những thập kỷ gần đây tại Việt Nam [4]. Nhiệt độ trung bình năm thời kỳ 1958-2018 đã gia tăng

khoảng 0,89°C. Cùng với sự gia tăng của nhiệt độ, các hiện tượng thời tiết cực đoan khác cũng đã gia tăng về tần suất và cường độ. Cụ thể, hạn hán đã xuất hiện thường xuyên hơn trong mùa khô; số lượng bão mạnh đã gia tăng; số ngày rét đậm, rét hại mặc dù có xu thế giảm nhưng xuất hiện những đợt rét dị thường. Những thay đổi này được dự kiến sẽ ngày càng trở nên khốc liệt hơn theo các kịch bản đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố [4].

Bên cạnh những thách thức do BĐKH, Việt Nam còn phải đối mặt với những thách thức về tài nguyên và môi trường. Hiện trạng khai thác tài nguyên một cách triệt để trong quá khứ đã làm hủy hoại nhiều hệ sinh thái và làm cạn kiệt các nguồn tài nguyên của Việt Nam. Song song với khai thác và sử dụng không hiệu quả tài nguyên thiên nhiên, việc ưu tiên các hoạt động phát triển kinh tế và xem nhẹ bảo vệ môi trường

¹Cục Biến đổi khí hậu

²Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và biến đổi khí hậu

Email: tranvantra@gmail.com

trong quá khứ cũng đã để lại nhiều hậu quả nặng nề [3].

Đứng trước những thách thức về BĐKH và quản lý tài nguyên và môi trường, Việt Nam đã sớm có những hoạt động cụ thể nhằm ứng phó với BĐKH, quản lý hiệu quả tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi trường. Hoạt động cụ thể nhất là hai chương trình khoa học công nghệ cấp quốc gia phục vụ ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường [5,6]. Hai chương trình đã đạt được nhiều thành tựu trong giai đoạn 2011-2020, cung cấp cơ sở khoa học và thông tin phục vụ việc hoạch định chính sách cũng như thực hiện các hành động cụ thể ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường [7].

Các chương trình, nhiệm vụ khoa học công nghệ trên đã bước đầu đem lại những kết quả khả quan trong công tác ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường. Tuy nhiên, cũng trong quá trình triển khai hai chương trình nghiên cứu khoa học, nhiều khoảng trống về tri thức khoa học công nghệ cũng dần được bộc lộ. Để phục vụ công tác ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường tại Việt Nam, cần thiết phải giải quyết những thiếu hụt về khoa học công nghệ này trong thời gian tới. Chỉ khi những khoảng trống tri thức trong ứng phó với BĐKH và quản lý tài nguyên môi trường được lấp đầy thì Việt Nam mới có thể thật sự phát triển một cách bền vững. Bài báo đã tiến hành phân tích, đánh giá thành tựu của hai chương trình nghiên cứu khoa học cấp quốc gia trong giai đoạn 2011-2020, để từ đó xác định những thách thức và nhiệm vụ cần được thực hiện trong thời gian tới. Trên cơ sở những thách thức và yêu cầu về nghiên cứu khoa học công nghệ đã được xác định, bài báo đã đề xuất định hướng nghiên cứu trong giai đoạn tiếp theo.

2. Những thành tựu khoa học công nghệ về ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường tại Việt Nam

Trong giai đoạn 2011-2020, đã có hai chương trình nghiên cứu khoa học công nghệ cấp quốc gia về ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên

và môi trường được triển khai tại Việt Nam. Cụ thể, trong giai đoạn 1 từ 2011 đến 2015, “Chương trình Khoa học và công nghệ phục vụ Chương trình Mục tiêu Quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu” (Chương trình giai đoạn 1) đã được triển khai. Trong giai đoạn 2 từ 2016 đến 2020, “Chương trình Khoa học và công nghệ phục vụ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường” (Chương trình giai đoạn 2) đã được triển khai [5,7].

Đối với Chương trình giai đoạn 1, đã có 48 đề tài được triển khai, tập trung vào 5 nhóm nội dung nghiên cứu: (i) Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng cơ sở dữ liệu về BĐKH và tác động của BĐKH đối với một số ngành, lĩnh vực dễ bị tổn thương; (ii) Nghiên cứu bản chất khoa học của BĐKH, đánh giá thực trạng và mức độ của BĐKH ở Việt Nam; (iii) Nghiên cứu cơ sở khoa học cho việc đánh giá tác động của BĐKH, tính dễ bị tổn thương do BĐKH và các giải pháp thích ứng với BĐKH; (iv) Nghiên cứu phục vụ xây dựng cơ chế chính sách, định hướng công nghệ để giảm nhẹ BĐKH, tận dụng các cơ hội để phát triển hướng tới nền kinh tế các-bon phù hợp với điều kiện thực tế ở Việt Nam; (v) Cơ sở khoa học để tích hợp vấn đề BĐKH vào chiến lược, kế hoạch, quy hoạch, chương trình phát triển kinh tế- xã hội, phát triển ngành và địa phương [7].

Trong 5 năm triển khai, Chương trình giai đoạn 1 đã bước đầu tạo ra được những thành tựu khoa học phục vụ ứng phó với BĐKH tại Việt Nam. Cụ thể, chương trình giai đoạn 1 đã thu thập được hệ thống các số liệu, cơ sở khoa học, hệ phương pháp nghiên cứu, góp phần đánh giá, dự báo các tác động của BĐKH, nước biển dâng; đưa ra những giải pháp thích ứng với BĐKH và giảm nhẹ phát thải khí nhà kính mang tính liên ngành, liên vùng, đa lĩnh vực (Tài nguyên nước, đất đai, khí tượng thủy văn, môi trường, địa chất, y tế, thủy lợi, dân sinh, cơ chế chính sách, các lĩnh vực kinh tế, quy hoạch đô thị, hợp tác quốc tế về ứng phó với BĐKH...) [7].

Các sản phẩm của Chương trình giai đoạn 1 đã góp phần cung cấp thông tin về khoa học cũng

như phục vụ công tác hoạch định chính sách về BĐKH tại Việt Nam. Các dạng sản phẩm chính của chương trình bao gồm các công nghệ, phương pháp, mô hình tính toán và phần mềm ứng dụng trong nghiên cứu dao động khí hậu và BĐKH, đánh giá tác động của BĐKH, thích ứng với BĐKH và giảm nhẹ phát thải khí nhà kính; các cơ chế chính sách, giải pháp thích ứng và giảm nhẹ BĐKH và tích hợp chúng vào các kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội; các mô hình trình diễn về thích ứng và giảm nhẹ BĐKH; cơ sở dữ liệu về BĐKH, đào tạo, nâng cao năng lực khoa học công nghệ trong ứng phó với BĐKH. Nhiều mô hình, giải pháp thích ứng với BĐKH, nước biển dâng được áp dụng thực tế, chuyển giao cho các địa phương và được nghiên cứu nhân rộng [7].

Nối tiếp chương trình giai đoạn 1, Chương trình giai đoạn 2 được triển khai vào năm 2016 với 43 đề tài chia theo 4 nhóm nội dung nghiên cứu chính [7]. Nếu như trong chương trình giai đoạn 1, các nội dung nghiên cứu mới chỉ tập trung cho vấn đề BĐKH thì trong giai đoạn 2, các nhóm nội dung khác đã được mở rộng thêm. Cụ thể, ngoài nội dung thứ nhất tập trung nghiên cứu về BĐKH, chương trình giai đoạn 2 còn bao gồm nội dung quản lý tài nguyên và môi trường, nghiên cứu những vấn đề có tính tổng hợp liên ngành và liên vùng để chủ động ứng phó với BĐKH, tăng cường quản lý tài nguyên và môi trường [8]. Thêm vào đó, nội dung nghiên cứu thứ tư của Chương trình giai đoạn 2 tập trung vào việc lựa chọn và hỗ trợ chuyển giao các kết quả nghiên cứu đã được nghiệm thu trong Chương trình giai đoạn 1 và một phần trong Chương trình giai đoạn 2.

Các đề tài thuộc Chương trình giai đoạn 2 nhìn chung đã đáp ứng được mục tiêu đề ra. Cụ thể: Ứng dụng có hiệu quả công cụ, mô hình tiên tiến trong giám sát BĐKH và giảm nhẹ phát thải khí nhà kính, đề xuất giải pháp nhằm giảm thiểu ảnh hưởng của hạn hán, xâm nhập mặn do tác động của BĐKH và nước biển dâng; cung cấp luận chứng khoa học cho việc đánh giá tiềm năng, giá trị của một số tài nguyên quan trọng

trên đất liền và biển như tài nguyên đất, tài nguyên khoáng sản, nguồn thủy hải sản, đồng thời đề xuất các định hướng quy hoạch, quản lý và khai thác sử dụng hợp lý, tiết kiệm, hiệu quả và bền vững các nguồn tài nguyên; lượng giá BĐKH - tài nguyên - hệ sinh thái, theo đó đề xuất các giải pháp phát triển bền vững [8].

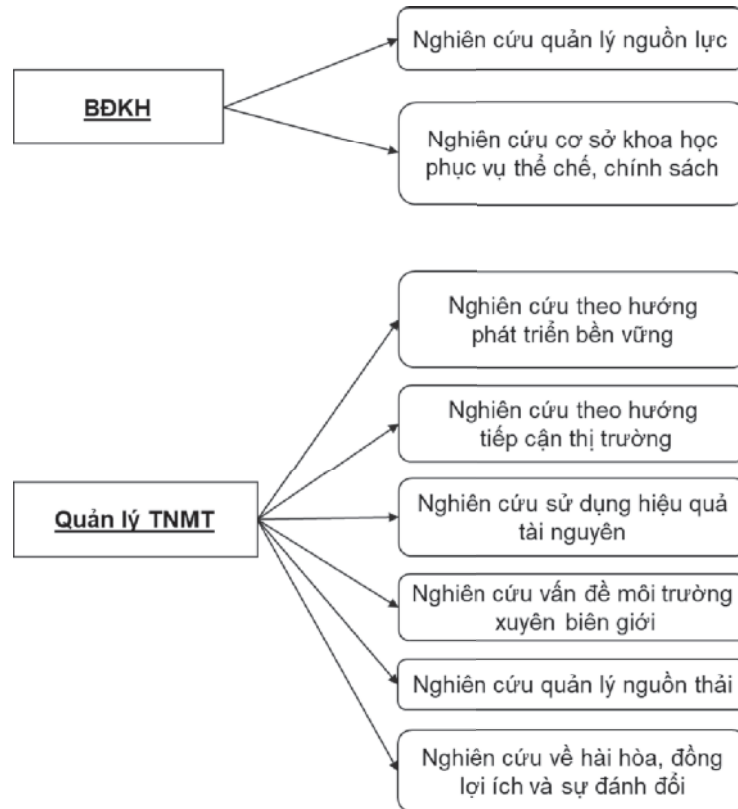
Sản phẩm của các đề tài bước đầu đã đề xuất được chính sách, công nghệ, giải pháp trong ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường đặc biệt là công nghệ trong sản xuất nông nghiệp; thử nghiệm mô hình trình diễn lồng ghép ứng phó với BĐKH như mô hình cộng đồng làng xã các-bon thấp, chống chịu cao, mô hình phát triển kinh tế ứng phó với xâm nhập mặn ở đồng bằng sông Cửu Long, Tất cả các đề tài đều đã hoàn thành báo cáo theo tiến độ, hoàn thiện theo góp ý của đơn vị quản lý và chuyên gia độc lập [9].

3. Những yêu cầu đặt ra đối với nghiên cứu khoa học công nghệ về ứng phó với biến đổi khí hậu tại Việt Nam

Hai chương trình nghiên cứu khoa học cấp quốc gia giai đoạn 1 và giai đoạn 2 về ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường đã đạt được nhiều thành tựu. Tuy nhiên, bên cạnh đó, vẫn còn nhiều thiếu hụt về khoa học và công nghệ cũng dần được bộc lộ. Các thiếu hụt này nếu không được xem xét một cách đầy đủ thì sẽ làm suy giảm khả năng chủ động ứng phó với BĐKH và quản lý tài nguyên và môi trường ở Việt Nam (Hình 1).

Các thiếu hụt trong kiến thức trong lĩnh vực ứng phó với BĐKH đã được chỉ ra trong Nghị quyết số 24 của Ban chấp hành Trung ương Đảng về chủ động ứng phó với BĐKH, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường, Nghị quyết số 120 của Chính phủ về phát triển bền vững đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với BĐKH, và Đóng góp do quốc gia tự quyết định của Việt Nam [1,10,11]. Các thiếu hụt này bao gồm các nghiên cứu bao trùm, mang tính đa ngành, đa lĩnh vực, các nghiên cứu hướng đến đối tượng sử dụng, kết nối các hiểu biết khoa học về BĐKH và các phương án ứng phó, các nghiên

cứ hỗ trợ một cách hiệu quả các hoạt động thích ứng và giảm nhẹ và cung cấp các dự đoán chính xác hơn trong tương lai.



Hình 1. Những đòi hỏi trong nghiên cứu khoa học công nghệ về ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường tại Việt Nam

Về thể chế, chính sách, việc xây dựng và ban hành chính sách, pháp luật tại Việt Nam để đáp ứng cho các hoạt động ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường có lúc chưa kịp thời và đồng bộ cũng như các tiếp cận chính sách của Việt Nam chủ yếu theo hướng từ trên xuống, thiếu cách tiếp cận về chính sách theo hướng từ dưới lên. Sự thiếu hụt trong thể chế, chính sách tại Việt Nam được thể hiện qua những quan điểm và nội dung ưu tiên trong các chương trình ứng phó với BĐKH của Việt Nam. Những vấn đề này còn tương đối khác biệt với quốc tế, nên phần nào ảnh hưởng đến tiến trình xây dựng và chất lượng của các giải pháp chính sách của chương trình. Bên cạnh đó, nhiều bộ, ngành, đặc biệt là tại các địa phương, chưa có có đơn vị chuyên trách, đầu mối xử lý về BĐKH dẫn đến tình trạng lúng túng, thiếu thông tin trong giải quyết các vấn đề liên quan đến ứng phó với BĐKH [3].

Sự thiếu hụt nguồn lực trong thích ứng với BĐKH đang là một điểm nghẽn trong hiệu quả ứng phó với BĐKH tại Việt Nam. Hiện nay, tại Việt Nam, nguồn nhân lực có chuyên môn về BĐKH, đặc biệt ở địa phương chủ yếu là kiêm nhiệm, chuyển từ lĩnh vực khác sang và có trình độ chuyên môn nghiệp vụ chưa thực sự phù hợp với nhu cầu. Có thể thấy rằng, không có nhiều sở, ban, ngành tại địa phương có cán bộ được đào tạo về BĐKH, do đó nhận thức về BĐKH của cán bộ và người dân chưa tương xứng với những diễn biến và mức độ tác động ngày càng nhanh và gia tăng của BĐKH. Ngoài ra, nhận thức về BĐKH cả chính quyền cũng như người dân mới quan tâm chủ yếu đến các tác động tiêu cực của BĐKH mà chưa quan tâm đúng mức tới việc chuyển đổi lối sống, tập quán sản xuất và tiêu thụ theo định hướng các-bon thấp cũng như những lợi ích mà BĐKH có thể mang lại.

Ngoài những vấn đề đã nêu, sự thiếu hụt còn

được thể hiện trong một số hoạt động khác. Thực tế, việc lồng ghép ứng phó với BĐKH vào các kế hoạch, chương trình phát triển kinh tế - xã hội của Trung ương và địa phương triển khai còn chậm. Nhiều địa phương còn lúng túng trong công tác thực hiện. Công việc phối hợp giữa các ngành, các cấp còn thiếu chặt chẽ, liên kết ngành trong việc triển khai các chính sách về ứng phó với BĐKH còn yếu, chưa có cơ chế liên kết giữa các ngành. Bên cạnh đó, khả năng liên kết vùng trong việc triển khai các chính sách về ứng phó với BĐKH còn yếu, chưa có cơ chế liên kết giữa các tỉnh cũng như trong toàn vùng một cách hiệu quả. Hợp tác quốc tế chưa được tận dụng và thu hút được nhiều nguồn lực cho nhiệm vụ, dự án ứng phó với BĐKH ở các vùng trọng yếu.

Bên cạnh những thiếu hụt trong khoa học và công nghệ phục vụ ứng phó với BĐKH, các thiếu hụt trong quản lý tài nguyên và môi trường cũng tạo những thách thức lớn cho phát triển kinh tế - xã hội tại Việt Nam. Những thách thức cần phải được giải quyết bao gồm: (i) các mục tiêu tăng trưởng kinh tế còn được đặt lên hàng đầu và còn chưa thực sự coi trọng các mục tiêu sử dụng bền vững tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi trường; (ii) tư duy về khai thác tài nguyên và bảo vệ môi trường theo hướng thị trường còn chậm đổi mới, thể chế quản lý còn nhiều bất cập, nguồn lực còn hạn chế về chuyên môn và nghiệp vụ, tổ chức thực hiện yếu kém; (iii) ngày càng có nhiều nguồn tài nguyên bị khai thác cạn kiệt, trong khi nhu cầu sử dụng tài nguyên cho phát triển kinh tế - xã hội ngày càng gia tăng; (iv) cùng với sự phát triển kinh tế của các quốc gia láng giềng ngày các phát sinh các vấn đề môi trường xuyên biên giới; (v) nhiều vấn đề môi trường bức xúc chưa được giải quyết dứt điểm, trong khi các nguồn thải gia tăng mạnh về số lượng, quy mô và mức độ độc hại song hành với tiến trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước; và (vi) mối quan hệ giữa sự hài hòa, đồng lợi ích và sự đánh đổi giữa các hoạt động ứng phó với BĐKH và công tác quản lý việc khai thác, sử dụng hiệu quả và tiết kiệm tài nguyên và bảo vệ môi trường chưa thật sự được nghiên

cứu kỹ.

Thứ nhất, các mục tiêu tăng trưởng kinh tế còn được đặt lên hàng đầu và còn chưa thực sự coi trọng các mục tiêu sử dụng bền vững tài nguyên thiên nhiên và môi trường. Trong lĩnh vực khai thác khoáng sản, việc xuất khẩu khoáng sản thô vẫn còn diễn ra, chưa có sự chuyển biến mạnh mẽ trong việc tận thu và chế biến sâu. Hiện tượng khai thác khoáng sản trái phép vẫn còn tồn tại ở nhiều địa phương dẫn đến thất thoát nguồn lực phát triển. Tương tự, trong lĩnh vực nông nghiệp, việc khai thác và bảo vệ rừng, đánh bắt hải sản còn thiếu sự bền vững. Cụ thể, chất lượng rừng tiếp tục bị suy giảm và nguồn hải sản đã không còn dồi dào như trước. Thêm vào đó, hoạt động sử dụng đất nông nghiệp còn manh mún và chưa hiệu quả. Có thể nói, chưa có đầy đủ các chính sách, công cụ thị trường và việc vận dụng còn hạn chế dẫn tới việc phân bổ nguồn lực, chia sẻ lợi ích còn thiếu hiệu quả.

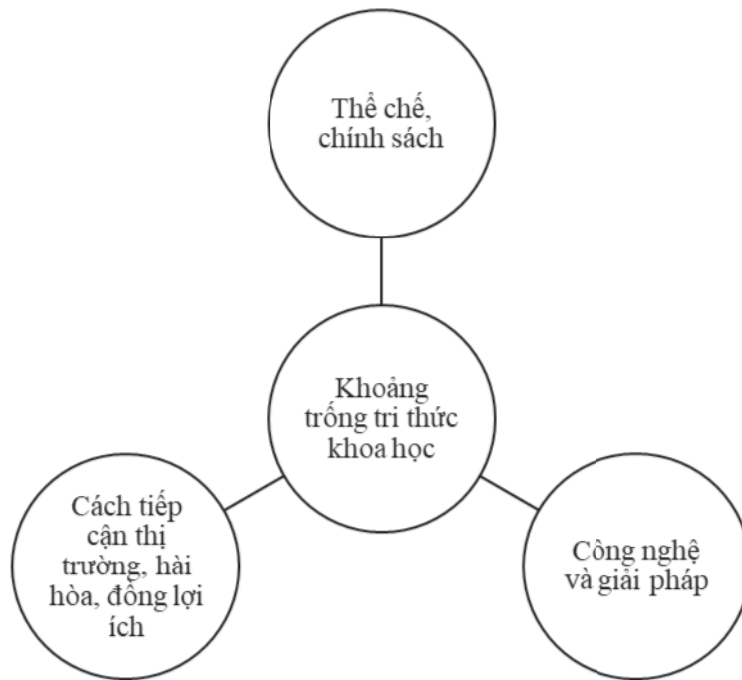
Thứ hai, tư duy về khai thác tài nguyên và bảo vệ môi trường theo hướng thị trường còn chậm đổi mới, thể chế quản lý còn nhiều bất cập, nguồn lực còn hạn chế về chuyên môn và nghiệp vụ, tổ chức thực hiện yếu kém. Các cơ chế, chính sách tại Việt Nam về bảo vệ môi trường đến thời điểm hiện nay còn chưa đầy đủ. Đối với các loại hình chất thải và mức độ ô nhiễm môi trường khác nhau còn thiếu vắng những cơ chế quản lý riêng biệt, mang tính đặc thù. Mỗi loại hình chất thải và mức độ ô nhiễm môi trường cần phải có những cơ chế quản lý khác nhau. Việc áp dụng chung một loại hình quản lý cho nhiều mức độ ô nhiễm môi trường gây trở ngại lớn cho việc bảo vệ môi trường. Sâu xa của việc thiếu vắng các cơ chế quản lý riêng này là sự thiếu vắng và chưa đầy đủ, đồng bộ của các tiêu chuẩn, quy chuẩn về môi trường tại Việt Nam.

Thứ ba, ngày càng có nhiều nguồn tài nguyên bị khai thác cạn kiệt, trong khi nhu cầu sử dụng tài nguyên cho phát triển kinh tế - xã hội ngày càng gia tăng. Nguyên nhân cơ bản của vấn đề nằm trong việc xây dựng và thiếp lập các quy hoạch tài nguyên và môi trường. Việc thiết lập và tuân thủ các quy hoạch trong quản lý tài

nguyên tại Việt Nam còn nhiều hạn chế. Trong lĩnh vực tài nguyên đất, còn tình trạng xây dựng các quy hoạch treo, không triển khai phát triển kinh tế - xã hội dẫn đến lãng phí sử dụng đất. Trong lĩnh vực tài nguyên nước, công tác lập quy hoạch quản lý tài nguyên nước còn chậm, dẫn đến việc chưa phổ biến các biện pháp sử dụng tiết kiệm và hiệu quả tài nguyên nước, lãng phí nước, và chưa bảo vệ nguồn nước (cả về số lượng và chất lượng).

Thứ tư, cùng với sự phát triển kinh tế của các quốc gia láng giềng làm phát sinh các vấn đề môi

trường xuyên biên giới. Công tác kiểm soát ô nhiễm môi trường các cụm công nghiệp, lưu vực sông, làng nghề, nông thôn chưa đạt yêu cầu. Quản lý chất thải rắn chưa có chuyển biến mạnh mẽ; ngành kinh tế môi trường chưa phát triển; việc đánh giá thiệt hại đối với môi trường tự nhiên do ô nhiễm môi trường gây ra chưa được thực hiện trên thực tế. Việc xử lý các cơ sở gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng còn chậm; công tác cải tạo hồ, ao, kênh, mương, đoạn sông, suối bị ô nhiễm trong các đô thị, khu dân cư chưa triệt để.



Hình 2. Khoảng trống tri thức khoa học trong ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường tại Việt Nam

Thứ năm, nhiều vấn đề môi trường bức xúc chưa được giải quyết dứt điểm, trong khi các nguồn thải gia tăng mạnh về số lượng, quy mô và mức độ độc hại song hành với tiến trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước. Cụ thể, trong thời gian gần đây chất lượng môi trường không khí tại các đô thị lớn tại Việt Nam đang có xu thế xấu dần và gây nhiều bức xúc. Chất lượng không khí suy giảm là kết quả của các hoạt động xả thải trong các lĩnh vực giao thông vận tải, sản xuất công nghiệp và các nguồn từ nông nghiệp. Việc gia tăng nguồn thải nhanh trong thời gian ngắn dẫn đến các hoạt động quản lý không theo

kịp và phát sinh ra nhiều vấn đề môi trường bức xúc.

Thứ sáu, mối quan hệ giữa sự hài hòa, đồng lợi ích và sự đánh đổi giữa các hoạt động ứng phó với BĐKH và công tác quản lý việc khai thác, sử dụng hiệu quả và tiết kiệm tài nguyên và bảo vệ môi trường chưa thật sự được nghiên cứu kỹ. Việc sử dụng các công nghệ sạch và ít phải thải khí nhà kính trong chuỗi các hoạt động giảm nhẹ BĐKH có sự đồng lợi ích với bảo vệ môi trường. Tương tự, việc sử dụng hiệu quả các tài nguyên thiên nhiên trong ứng phó với BĐKH cũng đóng góp cho hoạt động quản lý tài nguyên

nói chung. Tuy nhiên, sự gắn kết và mối quan hệ giữa các hoạt động này chưa thật sự được nghiên cứu kỹ trong quá khứ.

Như vậy, có thể nhận thấy các thách thức và yêu cầu đối với ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường tại Việt Nam có thể được gộp vào 3 nội dung chính. Nội dung thứ nhất là sự thiếu hụt các cơ chế chính sách. Nội dung thứ hai là sự thiếu hụt các công nghệ và giải pháp. Cuối cùng, nội dung thứ ba là thiếu vắng các cách tiếp cận theo thị trường và sự đánh đổi, hài hòa, đồng lợi ích (Hình 2).

4. Định hướng nghiên cứu khoa học công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu tại Việt Nam

Trên cơ sở phân tích những thách thức và yêu cầu về ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường nêu trên, những khoảng trống tri thức đã được nhận định. Các chương trình nghiên cứu khoa học và công nghệ trong quá khứ chưa đáp ứng được những yêu cầu về cơ chế chính sách phục vụ công tác quản lý; về ứng dụng, phát triển và chuyển giao công nghệ và về sự đồng lợi ích và hài hòa trong các hoạt động. Như vậy, có thể khái quát định hướng trong thời gian tới cần tập trung vào 3 nhóm hoạt động ưu tiên nêu trên.

Về các luận cứ phục vụ hoàn thiện cơ chế chính sách:

- Nghiên cứu cơ sở khoa học nhằm hoàn thiện cơ chế, chính sách, văn bản quy phạm pháp luật và các hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật trong ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường.

- Nghiên cứu cơ sở khoa học và các mô hình thí điểm lồng ghép ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường vào các chính sách, chiến lược, kế hoạch, chương trình, dự án.

- Nghiên cứu phát triển các công cụ kinh tế, cơ chế tài chính, các phương pháp tiếp cận phi thị trường trong lĩnh vực quản lý tài nguyên và môi trường nhằm nâng cao hiệu quả khai thác, sử dụng tài nguyên thiên nhiên, giữ gìn và bảo vệ môi trường đảm bảo phát triển bền vững theo định hướng không đánh đổi phát triển với môi

trường, nâng cao khả năng chống chịu và năng lực ứng phó với BĐKH.

- Nghiên cứu cơ chế liên kết vùng trong ứng phó với BĐKH, quản lý và sử dụng tài nguyên, bảo vệ môi trường, phòng chống và giảm nhẹ thiên tai.

- Nghiên cứu cơ sở khoa học để phát huy tri thức cộng đồng trong ứng phó với BĐKH, quản lý và sử dụng tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ môi trường, phòng chống và giảm nhẹ thiên tai.

Về tăng ứng dụng, phát triển và chuyển giao công nghệ:

- Nghiên cứu triển khai các giải pháp, mô hình nhằm nâng cao khả năng chống chịu và phục hồi của hệ thống tự nhiên và xã hội, giảm thiểu thiệt hại và tận dụng cơ hội đến từ những thay đổi của khí hậu trong tương lai.

- Nghiên cứu phát triển, chuyển giao công nghệ và ứng dụng có hiệu quả các công nghệ, giải pháp hiện đại phục vụ công tác giám sát BĐKH, điều tra, dự báo tài nguyên và môi trường, dự báo chất lượng không khí đô thị, vấn đề môi trường xuyên biên giới, chất lượng nước các lưu vực sông có rủi ro ô nhiễm cao, dự báo và cảnh báo thiên tai.

- Nghiên cứu triển khai các giải pháp nhằm giải quyết vấn đề tổn thất và thiệt hại do BĐKH phục vụ đánh giá tác động của BĐKH đến các ngành và lĩnh vực sau khi đã có giải pháp ứng phó.

- Nghiên cứu phát triển và chuyển giao công nghệ về giảm nhẹ phát thải khí nhà kính. Thiết lập cơ sở khoa học để xây dựng hệ số phát thải quốc gia cho từng ngành, từng lĩnh vực; và từng hoạt động phát thải.

- Nghiên cứu xây dựng hệ thống truyền tải thông tin và cơ chế chia sẻ, cung cấp thông tin về tài nguyên và môi trường kịp thời, chính xác cho các lĩnh vực có liên quan.

- Nghiên cứu cơ sở khoa học cho việc xây dựng và nhân rộng các mô hình khu kinh tế, khu công nghiệp sinh thái gắn với hình thành và phát triển các trung tâm kinh tế ít phát thải.

- Nghiên cứu đề xuất các giải pháp tổng thể trong phòng chống xâm thực biển, xói lở bờ sông

ở một số khu vực, ưu tiên tại đồng bằng sông Cửu Long.

- Nghiên cứu các giải pháp trữ nước dựa vào hệ thống tự nhiên (phi công trình) phục vụ cất lũ và sử dụng nước vào mùa khô.

Về kinh tế biến đổi khí hậu, kinh tế tuần hoàn, hài hòa và đồng lợi ích:

- Tăng cường hiểu biết về tác động của BĐKH, suy giảm tài nguyên thiên nhiên, và ô nhiễm môi trường lên nền kinh tế để hỗ trợ xây dựng các chính sách, giải pháp phục vụ phát triển bền vững.

- Nghiên cứu xác định các cơ hội do BĐKH mang lại; hài hòa và đồng lợi ích của thích ứng với BĐKH - giảm nhẹ phát thải khí nhà kính - phát triển kinh tế - xã hội; vấn đề kinh tế trong ứng phó với BĐKH và quản lý tài nguyên và môi trường.

- Cơ sở khoa học và thực tiễn cho ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường theo hướng chuyển đổi quy mô lớn.

- Nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật và quản lý nhằm thúc đẩy phát triển nền kinh tế tuần hoàn trên nền tảng văn hóa tái sử dụng, tái chế chất thải, lối sống xanh, sản xuất và tiêu dùng bền vững và thân thiện với khí hậu.

- Nghiên cứu các chính sách quản lý môi trường, bảo tồn, phát triển bền vững đa dạng sinh học biển; chủ động ứng phó với BĐKH, nước biển dâng và phòng, chống thiên tai. Nâng cao đời sống, bảo đảm an ninh, an toàn cho dân cư vùng ven biển, trên đảo và những người lao động trên biển.

5. Kết luận

Đối mặt với những thách thức trong ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường trong thời gian qua, Việt Nam đã có nhiều hành động thiết thực. Các hành động này được thể hiện thông qua nỗ lực của Việt Nam trong nghiên cứu ứng dụng khoa học công nghệ trong ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường cụ thể là hai chương trình nghiên cứu khoa học công nghệ cấp Nhà nước. Các chương trình đã đạt được nhiều thành tựu và góp phần

hỗ trợ các hoạt động quản lý nhà nước. Tuy nhiên, cũng trong quá trình thực hiện triển khai các chương trình khoa học công nghệ này, nhiều thách thức và đòi hỏi mới trong giai đoạn tiếp theo được bộ lộ ra.

Các thách thức và đòi hỏi trong ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường tại Việt Nam được thể hiện trong 3 nhóm vấn đề chính. Nhóm vấn đề thứ nhất liên quan đến sự thiếu hụt các cơ chế, chính sách trong ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường. Nhóm vấn đề thứ hai liên quan đến sự hạn chế của các công nghệ, giải pháp cũng như khả năng ứng dụng các công nghệ, giải pháp sẵn có. Nhóm vấn đề thứ ba liên quan đến vấn đề hài hòa và đồng lợi ích giữa các hoạt động ứng phó với BĐKH và các các hoạt động quản lý tài nguyên và môi trường.

Trên cơ sở phân tích và đánh giá các thách thức và đòi hỏi trong ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường, những khoảng trống tri thức đã được xác định. Để tăng cường khả năng ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường, bài báo đã đề xuất các định hướng tập trung vào việc lấp đầy các khoảng trống tri thức này. Các nội dung nghiên cứu trong tương lai được đề xuất tương ứng với 3 nhóm vấn đề cần thiết phải nghiên cứu trong tương lai.

Bài báo đã sử dụng các tài liệu tổng hợp và đánh giá kết quả thực hiện hai chương trình nghiên cứu khoa học công nghệ cấp nhà nước về ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường. Việc sử dụng các kết quả đánh giá này cho phép nhận định và nhìn nhận các thành quả nghiên cứu của các chương trình khoa học công nghệ nêu trên. Tuy nhiên, hạn chế của phương pháp này là thiếu vắng những đánh giá đầy đủ và chuyên sâu hơn về những tác động lan tỏa của từng đề tài nghiên cứu riêng lẻ đối với hoạt động ứng phó với BĐKH, quản lý tài nguyên và môi trường. Do đó, đây cũng là một mặt hạn chế của nghiên cứu và cần thiết phải được xem xét đến trong tương lai.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện với sự hỗ trợ của đề tài Nghiên cứu Khoa học công nghệ cấp Nhà nước: “Nghiên cứu cơ sở khoa học, thực tiễn phục vụ đánh giá, chuyển giao kết quả của các Chương trình khoa học công nghệ cấp quốc gia về ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên, môi trường và đề xuất định hướng nghiên cứu cho giai đoạn 2021-2025” do TS. Nguyễn Tuấn Quang làm chủ nhiệm, mã số đề tài BĐKH.43/16-20. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn đề tài. Ngoài ra, tập thể tác giả cũng dành lòng biết ơn sâu sắc đến các phản biện đã góp ý và đóng góp để bài báo được hoàn thiện.

Tài liệu tham khảo

1. Ban chấp hành Trung ương (2013), *Nghị quyết 24-NQ/TW về chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường*. Việt Nam.
2. Intergovernmental Panel on Climate Change (2013), “*Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*,” Cambridge.
3. Bộ chính trị (2019), *Kết luận số 56-KL/TW của Bộ Chính trị*. Việt Nam.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*, Hà Nội.
5. Bộ Khoa học và Công nghệ (2011), *Quyết định 2630/QĐ-BKHCN về việc phê duyệt mục tiêu, nội dung và dự kiến sản phẩm của Chương trình Khoa học công nghệ trọng điểm cấp nhà nước giai đoạn 2011-2015: Khoa học công nghệ phục vụ Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu*.
6. Bộ Khoa học và Công nghệ (2016), *Quyết định 172/QĐ-BKHCN về việc phê duyệt Chương trình Khoa học và công nghệ cấp Quốc gia: Khoa học và công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016-2020*.
7. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Báo cáo tổng kết Chương trình Khoa học và công nghệ phục vụ Chương trình mục tiêu quốc gia nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu giai đoạn 2011-2015*.
8. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2018), *Báo cáo sơ kết đánh giá tình hình triển khai thực hiện Chương trình Khoa học và công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016-2020*.
9. Văn phòng Chương trình Khoa học và công nghệ cấp Quốc gia về TNMT & BĐKH (2019), *Kết quả hoạt động năm 2018 và Kế hoạch năm 2019 của Chương trình KH-CN-BĐKH/16-20*.
10. Chính phủ Việt Nam (2017), *Nghị quyết 120/NQ-CP về phát triển bền vững Đồng bằng Sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu*.
11. Chính phủ Việt Nam (2015), *Đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định của Việt Nam*.

ASSESSING THE ACHIEVEMENT OF NATIONAL CLIMATE CHANGE RESPONSE, NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT RESEARCH PROGRAMS AND PROPOSING RESEARCH DIRECTION FOR THE NEXT PERIOD

Nguyen Tuan Quang¹, Huynh Thi Lan Huong², Nguyen Xuan Hien²,
Tran Van Tra², Duong Hong Nhung²

¹Department of Climate Change, Viet Nam Ministry of Natural Resources and Environment

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

Abstract: *Climate change and the management of natural resources and environment poses a grand challenge for socio-economic development in Viet Nam. Given the understanding of the problem, Viet Nam has conducted numerous activities to support the response to climate change and management of natural resources and environment. One major activity includes two national level research programs. These two programs have achieved much success within the 2011-2020 period and provided both scientific evidence as well as supporting decision making. However, there still exists certain knowledge gaps in climate change response and the management of natural resources and environment in Viet Nam. This paper analyzes the achievements, determined the knowledge gaps in scientific and research. From this, a proposal on the research direction for the next period in responding to climate change and managing of natural resources and environment is made.*

Keywords: *Science and technology, climate change, natural resources and environmental management.*

KHẢ NĂNG DỰ BÁO HẠN MÙA NĂNG LƯỢNG BÃO TÍCH LŨY TRÊN BIỂN ĐÔNG DỰA TRÊN PHƯƠNG PHÁP KẾT HỢP THỐNG KÊ-ĐỘNG LỰC VÀ SẢN PHẨM CỦA CFSv2

Trịnh Hoàng Dương¹, Hoàng Đức Cường², Dương Văn Khảm¹, Kiều Quốc Chánh³

Tóm tắt: Bài báo xây dựng mô hình kết hợp thống kê-động lực (TK-ĐL) để dự báo năng lượng bão tích lũy (ACE) trong mùa bão (tháng 5 đến tháng 12) trên Biển Đông (BD). Mô hình thống kê dự báo ACE được sử dụng cả hai nguồn số liệu; số liệu tái phân tích (quan trắc) và từ dự báo mùa của Hệ thống Dự báo Khí hậu của Trung tâm Dự báo Môi trường (NCEP), phiên bản 2 (CFSv2). Nhân tố dự báo (NTDB) được lựa chọn để dự báo ACE dựa trên mối quan hệ giữa ACE với yếu tố môi trường quy mô lớn từ số liệu tái phân tích thời kỳ 1982-2018. Ba NTDB tiềm năng được lựa chọn; SST ở phía đông nam Nhật Bản (JSST), chênh lệch giữa JSST với SST vùng biển ấm Tây Thái Bình Dương (JSSTG) và gió vĩ hướng mực 200mb (U200) khu vực Đông Á. Tầm quan trọng tương đối của NTDB được đánh giá dựa trên phương pháp kiểm chứng chéo thời kỳ 1982-2010 để xác định định các mô hình dự báo ACE tốt nhất. Để dự báo ACE các NTDB sẽ được sử dụng từ dự báo thời gian thực của CFSv2, cụ thể: (1) Tại thời điểm dự báo ACE tháng 6, NTDB là JSSTG trung bình tháng 6-8 từ dự báo thời gian thực của CFSv2 với điều kiện dự báo ban đầu (ĐKDB) trong tháng 6, kết hợp với U200 quan trắc tháng 5; (2) Tại thời điểm dự báo ACE tháng 5, NTDB là JSST trung bình tháng 5-7 từ dự báo thời gian thực của CFSv2 với ĐKDB trong tháng 5, kết hợp với U200 quan trắc tháng 4; (3) Tại thời điểm dự báo ACE tháng 4-2, NTDB là JSST trung bình tháng 5-7 từ dự báo thời gian thực của CFSv2 với ĐKDB tháng 4-2. Thử nghiệm dự báo ACE dựa trên thời kỳ 2011-2018 cho thấy, có thể sử dụng mô hình kết hợp TK-ĐL để dự báo ACE trước mùa bão trên BD khoảng 2-3 tháng.

Từ khóa: Năng lượng bão tích lũy (ACE), Hệ thống Dự báo Khí hậu, Phiên bản 2 (CFSv2).

Ban Biên tập nhận bài: 8/04/2020 Ngày phản biện xong: 20/06/2020 Ngày đăng bài: 25/06/2020

1. Mở đầu

Dự báo xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) trên BD dựa trên phương pháp thống kê truyền thống đã được tiến hành từ những năm 1995, như nghiên cứu của Chan và cs (1995, 1998, 2001) [1-3], Nguyễn Văn Thắng và cs (2005) [4], Nguyễn Văn Tuyên (2008) [5], các nhân tố dự báo thường được sử dụng như các thành phần chính (PC) thu được từ phân tích hàm trực giao

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

²Tổng Cục Khí tượng Thủy văn,

³Bộ phận Khoa học Khí quyển-Trái đất, Đại học Indiana, Bloomington, Indiana

Email: hoangduongktnn@gmail.com

thực nghiệm (EOF) của SST và các yếu tố khí quyển, hay các chỉ số ENSO, chỉ số gió mùa và chỉ số hoàn lưu. Trong năm gần đây ứng dụng mô hình số trong dự báo hạn mùa về XTNĐ cũng đã bước đầu được nghiên cứu, điển hình như tác giả Phan-Van Tan và cs (2015) [6].

Mặc dù tần số XTNĐ là đặc trưng phổ biến, nhưng có nhiều đặc trưng khác cũng có thể cung cấp các khía cạnh khác nhau về hoạt động của XTNĐ như ngày XTNĐ, các chỉ số năng lượng bão,... ACE không giống như tần số XTNĐ tập trung vào số lượng XTNĐ, nó được mã hóa thông tin bổ sung về cường độ và/hoặc thời gian tồn tại của XTNĐ. Trong mùa có một số cơn XTNĐ rất mạnh, số ngày XTNĐ hoạt động dài,

dẫn đến ACE cao hơn, hàm ý nguy cơ tác động lớn hơn so với trong năm có nhiều cơn XTNĐ yếu. Phương pháp tính không phụ thuộc vào bước thời gian. Nó là một đặc trưng tốt để so sánh các cơn bão với nhau và qua các mùa khác nhau. Ưu điểm của ACE là phù hợp cho tính toán tương quan và hồi quy với các biến khí hậu khác vì nó là biến liên tục, cũng như đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hoạt động XTNĐ và phân tích chuyên sâu về XTNĐ [7-8].

Nhằm mục đích có được nhiều thông tin cho nhận định hoạt động của XTNĐ theo mùa, kể từ năm 2000, nhiều công trình nghiên cứu dự báo hạn mùa ACE và đã được sử dụng trong các bản tin cảnh báo hạn mùa XTNĐ của các cơ quan Khoa học Khí quyển và Đại dương Quốc gia Hoa Kỳ (NOAA); 2) Rủi ro Bão nhiệt đới, Trường đại học College, nước Anh (Storm Risk); 3) Trường đại học bang Colorado, Hoa Kỳ; 4) Trung tâm dự báo hạn vừa Châu Âu (ECMWF); 5) Cục Thời tiết Đài Loan, thử nghiệm dự báo ACE cho khu vực Đài Loan.

Với đường bờ biển dài hơn 3000km, Việt Nam dễ bị tổn thương về kinh tế và xã hội do hoạt động của XTNĐ cả trên biển và đất liền. Hiểu được hoạt động của XTNĐ trong khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương (TBTBD), đặc biệt là trên BĐ và vùng nước mở xung quanh, rất quan trọng đối với Việt Nam cả về mặt khoa học và xã hội. Tuy nhiên, những dự báo hạn mùa về XTNĐ cho BĐ hiện vẫn còn nhiều thách thức [6]. Do đó bài báo thử nghiệm dự báo hạn mùa ACE trên BĐ nhằm bổ sung thêm thông tin cho nhận định hoạt động của XTNĐ trên BĐ, đây cũng là xu hướng chung trong dự báo hạn mùa về hoạt động của XTNĐ của các cơ quan khí tượng ở trên thế giới đang tiến hành.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Thu thập số liệu

- Bài báo sử dụng số liệu XTNĐ được thu thập từ Cục Khí tượng Nhật Bản (JMA) và từ Trung tâm Kết nối Liên Hợp, Hoa Kỳ (JTWC), thời kỳ 1982-2018 để xác định số lượng bão và ACE trên BĐ.

- Số liệu được sử dụng để xác định mối quan hệ giữa ACE với yếu tố môi trường, bao gồm: (a) Số liệu nhiệt độ mặt nước biển (SST) mở rộng phiên bản 4 (ERSST.v4) thời kỳ 1982-2018, độ phân giải ngang $2^\circ \times 2^\circ$ của Cục Quản lý Khí quyển và Đại dương Quốc gia Hoa Kỳ (NOAA); (b). Số liệu về tốc độ gió vĩ hướng mực 200mb thời kỳ 1982-2018 từ số liệu tái phân tích (quan trắc) của Trung tâm Quốc gia Dự báo Môi trường Hoa Kỳ (NCEP).

- Kết quả đầu ra từ dự báo lại 9 tháng của CFSv2 được chạy cách nhau 5 ngày một với bốn điều kiện ban đầu (00^h00 , 06^h00 , 12^h00 và 18^h00 UTC), bắt đầu chạy từ ngày 01/01 mỗi năm cho đầy đủ 29 năm từ 1982-2010. Nhìn chung, mỗi tháng CFSv2 sẽ chạy 6 lần x với 4 điều kiện ban đầu sẽ là 24 dự báo thành phần/mỗi tháng x 11 tháng, trong đó sẽ có 1 tháng là 28 dự báo thành phần, như vậy sẽ có 292 dự báo thành phần cho mỗi năm (Saha và cs 2014 [9]). Ngoài ra, CFSv2 chạy dự báo thời gian thực 9 tháng hàng ngày tại thời gian 00^h00 ; 06^h00 ; 12^h00 và 18^h00 UTC từ năm 2011 đến hiện tại.

Bài báo sử dụng số liệu dự báo lại 9 tháng của CFSv2 để xây dựng và đánh giá mô hình thống kê-động lực dự báo ACE, bao gồm: (a) SST và gió vĩ hướng mực 200mb thời kỳ 1982-2010 của cả quan trắc và 24 dự báo thành phần từ sản phẩm dự báo lại của CFSv2 tại điều kiện dự báo ban đầu (ĐKDB) trong tháng 2 đến tháng 6; (b) Số liệu dự báo thời gian thực của CFSv2 trong thời kỳ 2011-2018 cũng được bài báo sử dụng cho đánh giá mô hình dự báo ACE mới được xây dựng và nguồn số liệu này cũng sẽ được áp dụng cho dự báo thời gian thực ACE.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

a) Xác định chỉ số năng lượng bão tích lũy

Hiện nay, ACE đang được sử dụng phổ biến trong nghiệm vụ dự báo hạn mùa XTNĐ, chỉ số ACE được định nghĩa như sau [10-13]:

$$ACE = \sum_{i=1}^N \sum_{t_{oi}}^{t_{fi}} (v_{\max}^2) \quad (1)$$

Trong đó (v_{max}) là tốc độ gió cực đại tại bước thời gian 6 giờ (m/s) trong cả hai bộ số liệu của JMA và JTWC, N là số lượng cơn bão trong mỗi tháng, hoặc mùa hoặc năm, t_{oi} và t_{fi} là thời gian bắt đầu và kết thúc sự tồn tại của cơn bão thứ (i) trong BĐ. Đơn vị của ACE là (m^2/s^2) hay Joune/kg. Lưu ý rằng đối với số liệu số lượng bão không có sự phân biệt giữa các cơn bão được hình thành bên trong BĐ và bên ngoài nhưng di chuyển vào BĐ. ACE trong nghiên cứu này được xác định đối với cơn XTNĐ đạt cấp bão nhiệt đới và gọi là bão nhiệt đới (vượt 17.5 m/s theo cấp Beaufort).

Động năng tỷ lệ với bình phương vận tốc và bằng cách cộng động năng với nhau trong một số khoảng thời gian sẽ nhận được năng lượng tích lũy. Khi thời gian của một cơn bão tăng lên, nhiều giá trị được cộng lại và ACE cũng tăng, các cơn bão có thời gian tồn tại dài hơn có thể tích lũy một năng lượng lớn hơn so với các cơn bão mạnh nhưng thời gian tồn tại ít hơn. Chỉ số ACE của một mùa là tổng của ACE cho mỗi cơn bão và do đó tính đến số lượng, cường độ và thời gian tồn tại của tất cả các cơn bão nhiệt đới trong mùa bão [7-8, 10-13].

Nhìn chung, dự báo hạn dài ngày nay chỉ đưa ra dự báo xu thế biến đổi so với điều kiện thời tiết trung bình, theo tháng hoặc mùa tới [12]. Dự báo hạn mùa ACE cũng vậy, ACE thể hiện “hoạt động tổng thể” của mùa bão. Thuật ngữ “tổng thể” là chỉ cường độ và thời gian tồn tại chung của các cơn bão nhiệt đới xảy ra trong một mùa nhất định. ACE cao (thấp) của mùa bão hàng năm phản ánh xu thế chung về hoạt động tiềm năng của mùa bão, thường được so sánh với trung bình nhiều năm hoặc chuẩn khí hậu theo cấp phân vị; thấp, cận hoặc vượt chuẩn [7]. Điều này cho thấy, thông tin có được về số lượng bão hoặc thời gian tồn tại của bão sẽ rất quan trọng cho nhận định mùa bão dựa trên ACE như: So với trung bình nhiều năm, thời gian tồn tại của bão dài và số lượng bão cao, nếu ACE cao cho thấy hoạt động của bão trong mùa bão tới có thể sẽ mạnh mẽ hơn, hoặc số lượng bão thấp và thời gian tồn tại của bão ngắn, nếu ACE cao cho thấy có thể bão

có cường độ mạnh hơn trong mùa bão tới,...

b) Phương pháp thành lập và kiểm chứng mô hình dự báo ACE

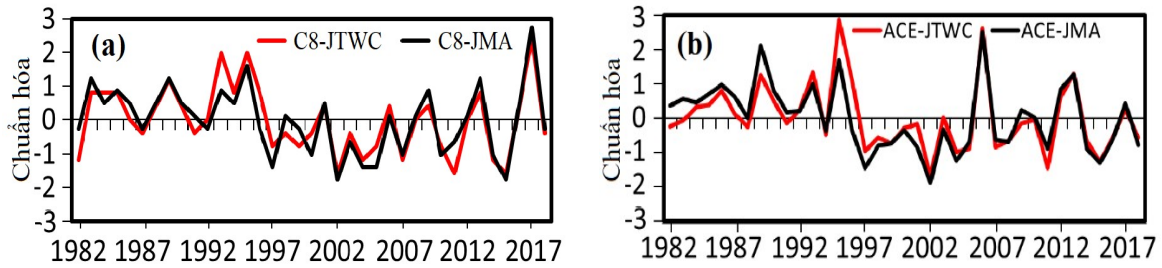
Mô hình thống kê dự báo ACE được xây dựng dựa trên phương pháp hồi quy tuyến tính đơn biến và hai biến. Tầm quan trọng tương đối của nhân tố dự báo (NTDB) cho xây dựng mô hình dự báo ACE được đánh giá dựa trên các chỉ tiêu đánh giá ACE giữa quan trắc và dự báo thu được từ phương pháp “kiểm chứng chéo” (Leave one out-cross validation). Kết quả kiểm chứng không phải cho một mô hình cụ thể mà cho một tập các mô hình, chuỗi dùng để kiểm chứng cũng bao gồm sử dụng để thành lập mô hình. Quá trình dự báo được lặp lại n lần, mỗi lần thực hiện với tập mẫu có kích thước là $n-1$; Giả sử tập mẫu có n năm, bỏ ra năm đầu tiên, dùng số liệu của $n-1$ năm còn lại để xây dựng mô hình, sau đó tính các chỉ tiêu đánh giá cho năm bỏ ra đó [14]. Thủ tục được lặp lại cho 29 năm, thời kỳ 1982-2010. Các chỉ tiêu đánh giá mô hình được sử dụng gồm: sai số tuyệt đối trung bình (MAE), sai số quân phương (RMSE), điểm kỹ năng bình phương trung bình (MSSS) và hệ số tương quan (r), cụ thể về chỉ tiêu được trình bày trong tài liệu của Phan Văn Tân và cs (2010) [15].

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Nhân tố dự báo tiềm năng cho dự báo ACE trên Biển Đông

a) Nhân tố dự báo tiềm năng

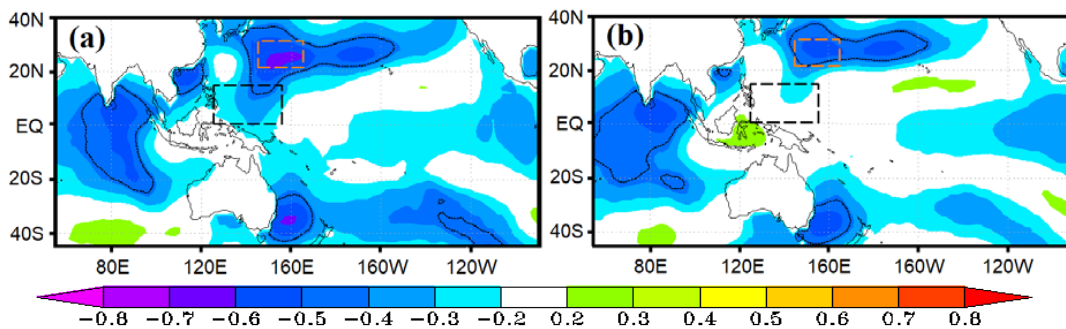
Một số công trình nghiên cứu có thể tiến hành các phân tích cho tổng số cơn bão hàng năm, tuy nhiên mùa bão chính trên BĐ sẽ được xác định từ tháng 5 đến tháng 12 [16], do đó tổng số lượng bão và ACE trong nghiên cứu này sẽ được tính từ tháng 5 đến 12. Nhìn chung, diễn biến nhiều năm của số lượng bão tương đồng với ACE trên BĐ. Mặc dù vậy, vẫn có sự khác biệt đáng kể trong từng năm giữa số lượng bão và ACE trong mùa bão, như năm 2017 số lượng bão cao hơn trung bình nhiều năm, nhưng chỉ số ACE tương ứng gần bằng trung bình nhiều năm hay số lượng bão trên BĐ tương đối thấp trong năm 2006, nhưng chỉ số ACE cao hơn đáng kể gần 3 độ lệch chuẩn (hình 1).



Hình 1. Biến trình hàng năm của (a) số lượng cơn bão (C8) và (b) ACE tháng 5-12 trên BĐ từ số liệu của JMA và JTWC, thời kỳ 1982-2018

Để xây dựng phương trình dự báo ACE trên BĐ, NTDB sẽ được lựa chọn dựa trên mối quan hệ giữa ACE với các yếu tố môi trường quy mô lớn từ số liệu tái phân tích. Bài báo khảo sát độ nhạy về mối quan hệ giữa ACE và SST trong mùa bão cao điểm trên BĐ cho thấy: Có sự tương đồng cao về phân bố tương quan không gian giữa ACE và SST từ hai bộ số liệu của JMA và JTWC. Mối quan hệ nghịch đạt mức độ ý nghĩa thống kê 95% giữa ACE với SST ở ba vùng, bao gồm vùng xích đạo Ấn Độ Dương, tây nam Thái Bình Dương và phía đông nam Nhật Bản trong mùa hoạt động chính của bão trên BĐ. Trong số ba vùng, SST ở phía đông nam Nhật Bản có hệ số tương quan cao nhất. Mối quan hệ này phù hợp với kết quả nghiên cứu như được chỉ ra bởi Zhan và cs (2011a,b) [17-18], Zhou và

cs (2011) [19], Wang và cs (2013) [20], và Zhan và cs (2013) [21], và Li và cs (2014) [22], cụ thể: Mối quan hệ nghịch giữa SST của hai vùng xích đạo Ấn Độ Dương và tây nam Thái Bình Dương với hoạt động của XTNĐ trên khu vực TBTBD và BĐ đã được nhóm các tác giả này chứng minh, trong năm SST của hai vùng này cao (thấp), điều kiện môi trường trên khu vực TBTBD thuận lợi (bất lợi) đối với hoạt động của XTNĐ trên khu vực TBTBD và BĐ. Từ mối tương quan nghịch đồng thời giữa ACE với SST của cả ba vùng cho thấy, SST ở vùng phía đông Nhật Bản có thể có mối quan hệ từ xa đối với điều kiện môi trường trên khu vực TBTBD và BĐ như SST của hai vùng còn lại đã được các nghiên cứu trước chứng minh là có liên quan đến hoạt động của XTNĐ ở khu vực TBTBD và BĐ.



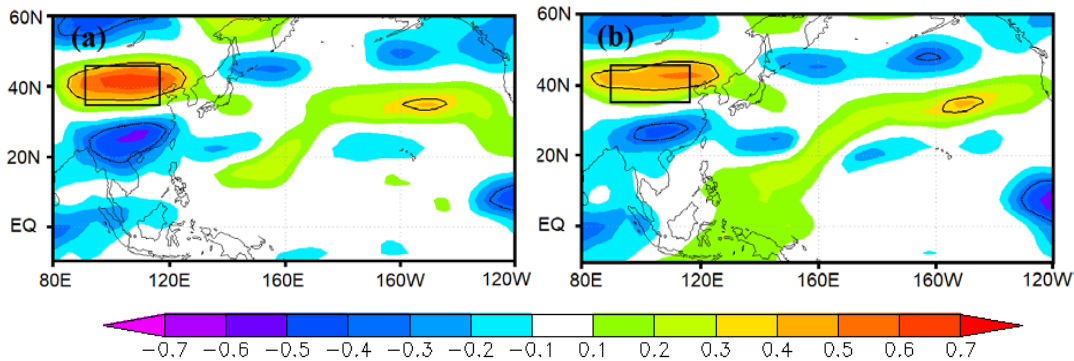
Hình 2. Phân bố không gian của hệ số tương quan giữa SST trung bình tháng 6-11 với ACE từ số liệu của JMA (a) và từ JTWC (b), thời kỳ 1982-2018. Vùng bên trong đường đồng mức của (r) màu đen thể hiện hệ số tương quan đạt mức ý nghĩa thống kê 95% ($|r| \geq 0,33$) và hình chữ nhật màu cam (đen) là vùng giới hạn để xác định NTDB

Khảo sát mối quan hệ giữa ACE với gió vĩ hướng mực 200mb trong mùa bão cho thấy tín hiệu có ý nghĩa thống kê đối với gió mùa hè (tháng 6-8) trên khu vực Đông Á được thể hiện trong hình 3. Mối tương quan thuận ở khoảng

40°N và từ 90 - 120°E, với hệ số tương quan khoảng 0,33 đến 0,7. Ngoài ra, tồn tại mối tương quan nghịch ở phía nam cao nguyên Tây Tạng, khoảng 20°N với hệ số tương quan khoảng 0,33 đến 0,5. Phân bố tương quan không gian khá

tương đồng trong cả hai tập số liệu của JMA và JTWC. Mỗi tương quan thuận giữa ACE với gió vĩ hướng trên khu vực Đông Á cho thấy, dòng xiết gió tây mực đối lưu trên khu vực cận nhiệt đới-Đông Á-tây Thái Bình Dương trong mùa hè, hay là dòng xiết cận nhiệt-Đông Á đã được nghiên cứu trước chỉ ra liên quan chặt chẽ đến

thời tiết và khí hậu ở Đông Á [22]. Nó được xem như là nhân tố quy mô lớn kết nối từ xa tới hoạt động của bão khu vực TBTBD và BĐ thông qua hoạt động sóng Rossby tầng đối lưu trên và liên quan đến kiểu kết nối Thái Bình Dương - Nhật Bản, điển hình là hoạt động đối lưu ở phía đông Philippines [23-24].



Hình 3. Phân bố không gian của hệ số tương quan giữa gió vĩ hướng mực 200mb trung bình tháng 6-8 với ACE từ số liệu của JMA (a) và từ JTWC (b), thời kỳ 1982-2018. Vùng bên trong đường đồng mức của (r) màu đen thể hiện hệ số tương quan đạt mức ý nghĩa thống kê 95% ($|r| \geq 0,33$) và hình chữ nhật màu đen là vùng giới hạn để xác định NTDB

Từ tháng 5 đến tháng 12 có thể xem là mùa bão trên BĐ, mặc dù vậy bão trên BĐ xuất hiện phổ biến từ tháng 6 đến tháng 11. Do đó, dự báo ACE trước mùa bão sẽ được định nghĩa lần lượt là 4, 3, 2, 1 và 0 tháng (hoặc thời điểm dự báo ACE tháng 2, 3, 4, 5, và 6) tương ứng ĐKDB ban đầu của CFSv2 là tháng 2, 3, 4, 5, 6. Một lưu ý rằng, chúng tôi chỉ sử dụng ACE được xác định từ số liệu của JMA cho những đánh giá tiếp theo sau đây. Trên cơ sở mối quan hệ giữa ACE với SST và gió vĩ hướng mực 200 mb quan trắc, chúng tôi giới hạn vùng xác định NTDB được thể hiện trong bảng 1, cụ thể:

- NTDB là SST vùng phía đông nam Nhật Bản (JSST), phạm vi kinh vĩ độ được giới hạn ($21^{\circ} - 31^{\circ}\text{N}$, $145^{\circ} - 165^{\circ}\text{E}$; hình chữ nhật màu cam trong hình 2); Hệ số tương quan đạt độ tin cậy trên 95% đối với JSST trung bình liên tiếp từ các tháng 2-4 đến tháng 7-9.

- Nhân tố dự báo JSSTG (chênh lệch giữa JSST và SST vùng bề ấm Tây Thái Bình Dương [$0-15^{\circ}\text{N}$, $125^{\circ}\text{E}-155^{\circ}\text{E}$]; hình chữ nhật màu cam và đen trong hình 2). Mặc dù về bản chất nhân tố dự báo JSSTG cũng tương tự như JSST, nhưng

chúng tôi sẽ khảo sát tiếp theo nhằm so sánh với JSST và lựa chọn NTDB có kỹ năng dự báo ACE hiệu quả hơn.

- Nhân tố dự báo là gió vĩ hướng mực 200mb trên khu vực cận nhiệt đới vùng Đông Á (U200), phạm vi kinh vĩ độ được giới hạn ($35^{\circ} - 45^{\circ}\text{N}$, $90^{\circ} - 115^{\circ}\text{E}$, hình chữ nhật màu đen trong hình 3). Mối tương quan cao giữa ACE với U200 từ số liệu tái phân tích, khoảng 0,37 đến 0,66 đối với U200 trung bình ba tháng liên tiếp từ các tháng 3-5 đến tháng 7-9 và đạt độ tin cậy trên 95% (Bảng 1).

b) Kỹ năng dự báo SST và U200 của CFSv2

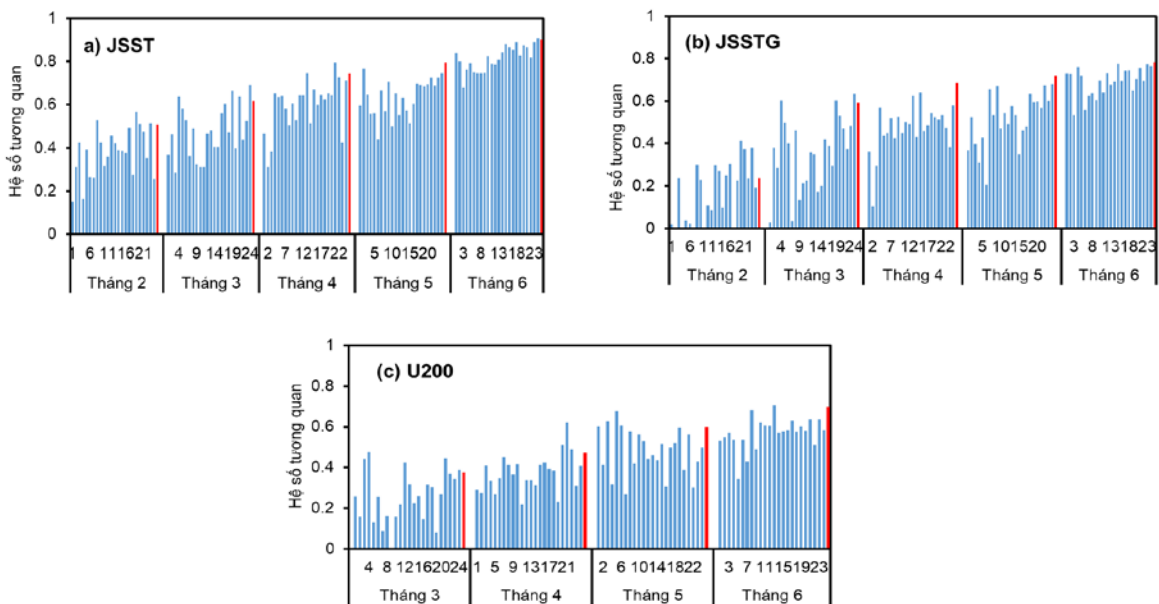
Hệ số tương quan đồng thời trung bình mùa hè (tháng 6-8) của ba NTDB giữa quan trắc với 24 dự báo thành phần của CFSv2 tại ĐKDB trong tháng 2-6 cho thấy, kỹ năng dự báo SST và U200 của CFSv2 khá phù hợp với quan trắc, cao hơn đáng kể khi ĐKDB của CFSv2 gần với mùa bão. Mối quan hệ của NTDB giữa quan trắc với 24 dự báo thành phần riêng biệt thấp hơn so với trung bình của 24 dự báo thành phần, do đó để dự báo ACE, trung bình 24 dự báo thành phần có thể hiệu quả hơn so với 24 dự báo thành phần

đơn lẻ. Vấn đề này cũng đã được thảo luận ở một số nghiên cứu dự báo hạn mùa như sử dụng trung bình có trọng số của các dự báo thành phần

[13], hoặc là trung bình số học của các dự báo thành phần [25].

Bảng 1. Giới hạn vùng lựa chọn NTDB tiềm năng và hệ số tương quan giữa ACE với các NTDB trung bình 3 tháng liên tiếp từ số liệu tái phân tích, thời kỳ 1982-2010. Hệ số tương quan đạt mức độ tin cậy 95% và 99%, tương đương với $|r| \geq 0,36$ và $0,46$

NTDB	Giới hạn vùng lựa chọn NTDB	Trung bình 3 tháng liên tiếp					
		2-4	3-5	4-6	5-7	6-8	7-9
JSST	21° - 31°N, 145° - 165°E	-0,47	-0,57	-0,64	-0,65	-0,61	-0,49
JSSTG	JSST - WTBTD	-0,33	-0,46	-0,57	-0,60	-0,59	-0,47
U200	35° - 45°N, 90 - 115°E	0,11	0,37	0,65	0,66	0,64	0,45



Hình 4. Hệ số tương quan của NTDB bao gồm JSST, JSSTG và U200 trung bình tháng 6-8 giữa quan trắc với 24 dự báo thành phần của CFSv2 tại các ĐKDB từ tháng 2-6, thời kỳ 1982-2010. Mức độ tin cậy đạt 95% (99%), tương đương với $|r| \geq 0,36$ ($0,46$). Cột màu đỏ là hệ số tương quan của trung bình của 24 dự báo thành phần và quan trắc

Mối quan hệ giữa ACE với các NTDB trung bình của 24 dự báo thành phần tại các ĐKDB trong tháng 2-6 của CFSv2 được thể hiện ở bảng 2 cho thấy, hệ số tương quan giữa ACE với JSST khá cao dao động từ 0,24 đến 0,62, phổ biến đạt độ tin cậy 95% đối với JSST trung bình 3 tháng liên tiếp từ các tháng 3-5 đến tháng 7-9. Tương tự như JSST, hệ số tương quan giữa ACE với

nhân tố dự báo JSSTG trong các tháng 7-9 và tháng 8-10 cao hơn chút ít so với các tháng còn lại. Kỹ năng dự báo của CFSv2 đối với nhân tố dự báo U200 thấp hơn so với JSST và JSSTG; chỉ có U200 trung bình tháng 6-8 tại ĐKDB của CFSv2 trong tháng 5 và tháng 6 là có quan hệ với ACE đạt tin cậy 95%.

Bảng 2. Hệ số tương quan giữa ACE với các NTDB trung bình của 24 dự báo thành phần tại ĐKDB ban đầu của CFSv2 tháng 2-6, thời kỳ 1982-2010. Hệ số tương quan đạt mức độ tin cậy 95% và 99%, tương đương với $|r| \geq 0,36$ và $0,46$

NTDB	ĐKDB của CFSv2 (tháng)	Trung bình ba tháng liên tiếp					
		3-5	4-6	5-7	6-8	7-9	8-10
JSST	2	-0,43	-0,45	-0,42	-0,41	-0,33	-0,30
	3	-0,45	-0,48	-0,52	-0,48	-0,38	-0,33
	4		-0,50	-0,58	-0,49	-0,40	-0,31
	5			-0,62	-0,57	-0,44	-0,32
	6				-0,57	-0,42	-0,24
	2	-0,23	-0,26	-0,33	-0,38	-0,36	-0,32
JSSTG	3	-0,36	-0,43	-0,51	-0,52	-0,45	-0,41
	4		-0,32	-0,46	-0,54	-0,54	-0,53
	5			-0,49	-0,54	-0,52	-0,52
	6				-0,60	-0,56	-0,51
U200	3	-0,22	-0,23	-0,11	-0,07	0,04	0,20
	4		0,15	0,12	0,30	0,27	0,29
	5			0,38	0,36	-0,22	-0,20
	6				0,45	0,27	0,21

3.2. Mô hình kết hợp thống kê-động lực (TK-ĐL) dự báo hạn mùa ACE

a) Thành lập mô hình TK-ĐL và đánh giá NTDB

Trong mục này, bài báo trình bày mô hình dự báo ACE trên BĐ dựa trên cả hai phương pháp hồi quy tuyến tính đơn và hai biến. Để chọn các nhân tố dự báo hiệu quả từ sản phẩm dự báo lại của CFSv2, các thử nghiệm độ nhạy đã được thực hiện từ ba NTDB riêng biệt từ CFSv2 hoặc kết hợp chúng hoặc kết hợp với NTDB nhưng từ số liệu tái phân tích trong thời kỳ 1982-2010. Mức độ hiệu quả của mô hình thống kê dự báo ACE được đánh giá dựa trên các chỉ tiêu về hệ số tương quan (r), RMSE, MAE và điểm MSSS thu được dựa trên phương pháp xác nhận chéo. Các chỉ số đánh giá là không có thứ nguyên, vì cả ACE và NTDB đều được chuẩn hóa để thuận lợi so sánh đánh giá.

Dựa trên hệ số tương quan cao giữa ACE với NTDB từ CFSv2 tại các ĐKDB khác nhau, chúng tôi chỉ đánh giá kỹ năng dự báo hạn mùa ACE dựa trên NTDB trung bình trong các tháng 5-7 và tháng 6-8 như được được tô đậm trong

bảng 2. Chỉ tiêu đánh giá mô hình dựa trên NTDB đơn từ CFSv2 tại ĐKDB trong tháng 2-6 được thể hiện trong bảng 3 cho thấy, thời điểm dự báo ACE tháng 2 (ĐKDB của CFSv2 tháng 2) đến tháng 5 (ĐKDB của CFSv2 tháng 5), NTDB JSST₅₋₇ (chỉ số dưới biểu thị trung bình từ tháng đến tháng) là có kỹ năng tốt nhất với hệ số tương quan dao động từ 0,29 đến 0,56, RMSE từ 0,82 đến 0,95, MAE từ 0,6 đến 0,72 và MSSS dao động từ 0,07 đến 0,30. Đối với thời điểm dự báo ACE tháng 6, NTDB JSSTG₆₋₈ là tốt nhất; với hệ số tương quan là 0,52, RMSE là 0,84, MAE là 0,67 và MSSS là 0,27; so sánh NTBB giữa JSSTG₆₋₈ và JSST₆₋₈ cho thấy JSST₆₋₈ kém hơn chút ít vì hệ số tương quan và MSSS thấp hơn và RMSE cao hơn, ngoại trừ MAE cao hơn. Trong tất cả thời điểm dự báo ACE, kỹ năng dự báo ACE dựa trên U200 thấp hơn nhiều so với JSST và JSSTG. CFSv2 không có kỹ năng dự báo U200 tại một số ĐKDB, ví dụ ĐKDB của CFSv2 trong tháng 4 và tháng 3 cho dự báo U200 lệch nhiều so với quan trắc, dẫn đến dự báo ACE có MSSS âm.

Bảng 3. Chỉ tiêu đánh giá mô hình tại các thời điểm (TĐDB) dự báo ACE trên BĐ sử dụng một NTDB được CFSv2 dự báo tại các ĐKDB khác nhau, thời kỳ 1982-2010

NTDB _i (i thể hiện trung bình từ tháng đến tháng)	ĐKDB của CFSv2 (tháng)	TĐDB ACE (tháng)	RMSE	r	MAE	MSSS
JSST ₆₋₈	6	6	0,85	0,50	0,59	0,25
	5	5	0,86	0,49	0,61	0,23
	4	4	0,96	0,26	0,70	0,05
	3	3	0,93	0,35	0,71	0,10
	2	2	0,98	0,22	0,72	0,01
JSST ₅₋₇	5*	5	0,82	0,56	0,60	0,30
	4*	4	0,85	0,51	0,63	0,25
	3*	3	0,90	0,42	0,70	0,16
	2*	2	0,95	0,29	0,72	0,07
JSSTG ₆₋₈	6*	6	0,84	0,52	0,67	0,27
	5	5	0,88	0,46	0,72	0,20
	4	4	0,85	0,50	0,64	0,25
	3	3	0,91	0,40	0,73	0,14
	2	2	0,97	0,21	0,74	0,03
U200 ₆₋₈	6	6	0,94	0,33	0,71	0,08
	5	5	0,97	0,21	0,77	0,03
	4	4	1,01	0,07	0,73	-0,06
	3	3	1,05	0,13	0,83	-0,14

Như trên đã thể hiện ba NTDB, nhưng thực chất chỉ có hai nhân tố dự báo có thông tin khác nhau và hi vọng chúng có thể góp phần cải thiện mức độ hiệu quả của mô hình, do đó chúng tôi đã kết hợp hai nhân tố dự báo trong cùng thời điểm và cả NTDB được quan trắc nhưng trước với thời điểm dự báo ACE. Sự kết hợp hai NTDB được thực hiện dựa trên NTDB đóng góp cho mô hình dự báo ACE đơn biết tốt nhất như được đánh dấu (*) và tô đậm trong bảng 3 với hệ số tương quan có ý nghĩa thống kê 95% giữa ACE với U200. Kết quả được đưa ra ở bảng 4 cho thấy:

1) Chỉ sử dụng NTDB từ CFSv2: Tại thời điểm dự báo ACE tháng 6-5, sự kết hợp của JSSTG₆₋₈ hoặc JSST₅₋₇ với U200₆₋₈ cho kết quả

tốt hơn chút ít so với chỉ sử dụng JSSTG₆₋₈ hoặc JSST₅₋₇ đơn lẻ.

2) Kết hợp sử dụng NTDB cả từ dự báo của CFSv2 và từ quan trắc: Mối quan hệ đạt mức độ tin cậy 95% giữa ACE với U200 quan trắc (QT) từ mùa xuân, nhưng nếu tính hệ số tương quan theo tháng, mối quan hệ đạt độ tin cậy 95% từ tháng 4-9, do đó chúng tôi chỉ thử nghiệm kết hợp hai nhân tố dự báo để dự báo ACE tại thời điểm dự báo trong tháng 6 và 5. Kết quả đánh giá cho thấy, mô hình kết hợp hai nhân tố giữa JSSTG₆₋₈ từ CFSv2 với U200_{QT5} quan trắc tháng 5 và JSST₅₋₇ từ CFSv2 với U200_{QT4} quan trắc tháng 4 cho các chỉ tiêu đánh giá mô hình tốt hơn cả (tô đậm trong bảng 4).

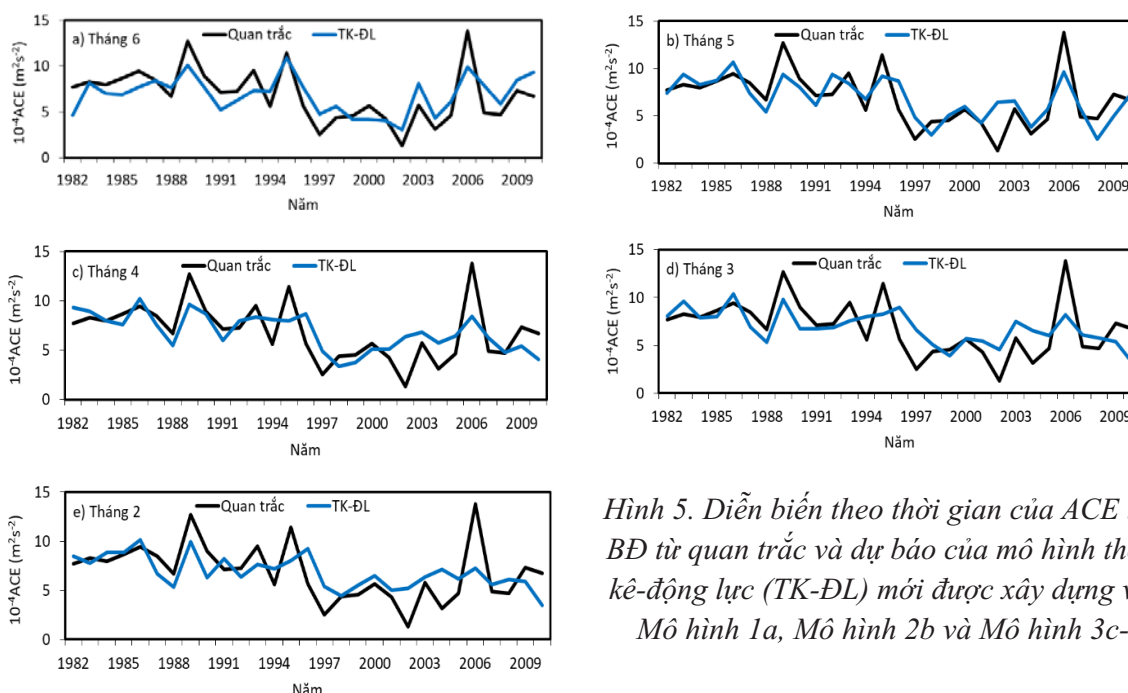
Bảng 4. Chỉ tiêu đánh giá mô hình tại các thời điểm (TĐDB) dự báo hạn mùa ACE trên sử dụng hai NTDB theo các ĐKDB khác nhau của CFSv2, thời kỳ 1982-2010

NTDB; (i thể hiện trung bình từ tháng đến tháng)	ĐKDB của CFSv2 (tháng)	TĐDB ACE (tháng)	RMSE	R	MAE	MSSS
JSSTG ₆₋₈ + U200 ₆₋₈	6	6	0,81	0,57	0,65	0,32
	5	5	0,83	0,58	0,59	0,34
JSST ₅₋₇ + U200 ₆₋₈	4	4	0,88	0,46	0,66	0,20
	3	3	0,93	0,37	0,72	0,10
JSSTG₆₋₈ + U200_{QT5}	6	6	0,77	0,65	0,64	0,39
JSST₅₋₇ + U200_{QT4}	5	5	0,80	0,61	0,63	0,35

Các chỉ tiêu đánh giá mô hình ở trên đã cho thấy, các mô hình tốt nhất cho dự báo ACE khi sử dụng NTDB là JSST, JSSTG và U200 và. Cụ thể: (1) Mô hình 1, thời điểm dự báo ACE tháng 6, NTDB dựa trên JSSTG₆₋₈ tháng 6-8 tại ĐKDB của CFSv2 tháng 6 kết hợp với U200_{QT5} tháng 5 từ quan trắc; (2) Mô hình 2, thời điểm dự báo ACE tháng 5, nhân tố dự báo dựa trên JSST₅₋₇ tháng 5-7 tại ĐKDB của CFSv2 trong tháng 5 kết hợp với U200_{QT4} tháng 4 quan trắc; (3) Mô hình 3, thời điểm dự báo ACE tháng 2-4 dựa trên JSST₅₋₇ trung bình tháng 5-7 của CFSv2 tại ĐKDB trong tháng 2-4.

Nhìn chung, mô hình dự báo hạn mùa ACE kết hợp thống kê - động lực nắm bắt được dao

động hàng năm với khi dự báo ACE trước mùa bão khoảng 0-3 tháng (thời điểm dự báo ACE từ tháng 3-6. Tại thời điểm dự báo ACE tháng 3, mô hình nắm bắt được dao động hàng năm với khoảng một nửa số năm ACE cao như năm 1983, 1989, 2006 hay giai đoạn ACE thấp từ năm 1997 đến 2004 (Hình 5d). Chất lượng mô hình cao hơn ở thời điểm dự báo ACE gần mùa bão; tại thời điểm thời điểm dự báo ACE tháng 6, mô hình gần như nắm bắt tất cả các dao động hàng năm của ACE. Nhìn chung, tất cả mô hình đều nắm bắt được giai đoạn ACE thấp từ 1997-2004. Mặc dù vậy, xu thế nắm bắt đỉnh dao động thấp hơn và sai số với quan trắc vẫn còn cao, điều này cần theo dõi để hiệu chỉnh mô hình.

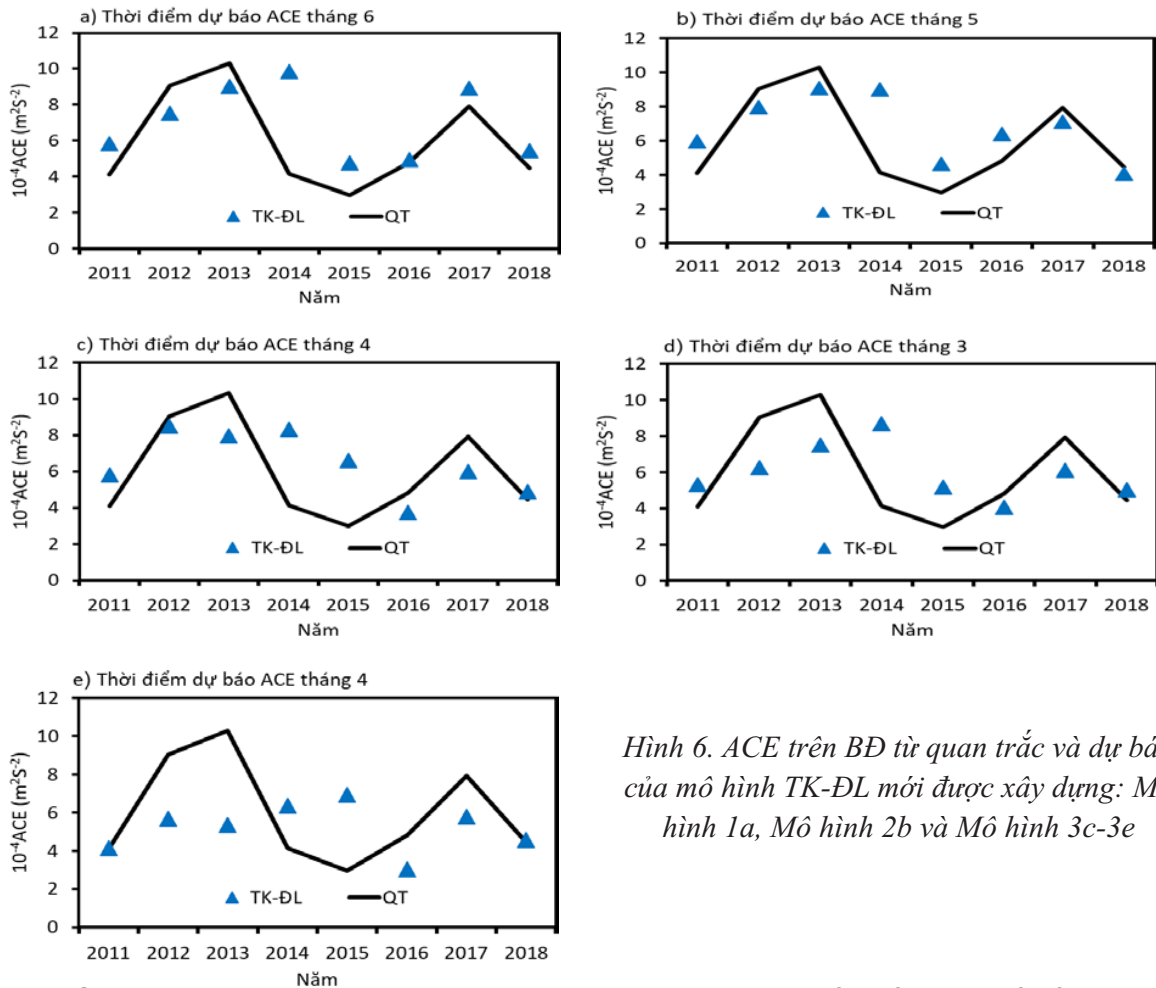


Hình 5. Diễn biến theo thời gian của ACE trên BĐ từ quan trắc và dự báo của mô hình thống kê-động lực (TK-ĐL) mới được xây dựng với: Mô hình 1a, Mô hình 2b và Mô hình 3c-e

b) Đánh giá mô hình TK-ĐL dựa trên số liệu dự báo thời gian thực của CFSv2

Mức độ hiệu quả của mô hình dự báo ACE được tiếp tục đánh giá dựa trên cơ sở số liệu thời gian thực của CFSv2 từ năm 2011-2018. Kết quả được thể hiện trong hình 6 cho thấy, độ chính xác của mô hình phụ thuộc vào khả năng dự báo JSST, JSSTG của CFSv2. Diễn biến ACE được dự báo dựa trên mô hình kết hợp thống kê-động lực phù hợp với quan trắc; dao động ACE tại thời điểm dự báo tháng 6-5 năm bắt khá tốt dao động

ACE cao (thấp) được quan trắc, sự dao động này thậm chí vẫn tồn tại đối với thời điểm dự báo ACE tháng 3 đến 4 năm bắt trên một nửa số năm, đặc biệt một số năm gần đây. Mặc dù vậy, nhưng vẫn có năm ACE được dự báo khác xa so với quan trắc, ví dụ như năm 2014, do JSST và JSSTG thấp hơn đáng kể cả quan trắc và dự báo của CFSv2 từ thời điểm dự báo ACE trước 3 tháng, điều này đã dẫn đến giá trị ACE khá cao, và sai số dự báo ACE cao.



Hình 6. ACE trên BĐ từ quan trắc và dự báo của mô hình TK-ĐL mới được xây dựng: Mô hình 1a, Mô hình 2b và Mô hình 3c-3e

4. Kết luận

Mối quan hệ giữa ACE và các yếu tố môi trường quy mô lớn đã được khảo sát làm cơ sở khoa học cho đánh giá khả năng dự báo hạn mùa ACE trong mùa bão trên BĐ bằng mô hình thống kê dựa cả hai nguồn số liệu; quan trắc và sản phẩm của CFSv2. Kết quả có thể rút ra nhận xét sau:

Mô hình thống kê dự báo ACE tại thời điểm

dự báo tháng 6-5 năm bắt tương đối tốt diễn biến của ACE quan trắc. Tại thời điểm dự báo ACE 3-4, mô hình thống kê-động lực dự báo ACE cũng nắm bắt được diễn biến của ACE quan trắc nhưng sai số dự báo cao hơn so với dự báo tháng 6 - 5. Nhìn chung, có thể sử dụng mô hình thống kê - động lực để dự báo ACE trước mùa bão trên BĐ khoảng 2-3 tháng cho nhận định xu thế bão trong mùa bão tới.

Tài liệu tham khảo

1. Chan, J.C.L. (1995), *Prediction of annual tropical cyclone activity over the western North Pacific and the South China Sea*. International Journal of Climatology, 15, 1011-1019.
2. Chan, J.C.L, Shi, J.E., Lam, C.M. (1998), *Seasonal Forecasting of Tropical Cyclone Activity over the Western North Pacific and the South China Sea*. Journal of Climate, 13, 997-1004.
3. Chan, J.C.L. (2000), *Tropical cyclone activity over the western North Pacific associated with El Nino and La Ni na events*. Journal of Climate, 13, 2960-2972.
4. Nguyễn Văn Thắng và cộng tác viên (2005), *Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo khí hậu cho Việt Nam dựa trên kết quả của mô hình động lực toàn cầu*. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường.
5. Nguyễn Văn Tuyên (2008), *Khả năng dự báo hoạt động mùa bão biển Đông Việt Nam: Phân tích các yếu tố dự báo và nhân tố dự báo có thể (Phần II)*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 576, 9-21.
6. Phan-Van, T., Trinh-Tuan, L., Bui-Hoang, H., Kieu, C. (2015), *Seasonal forecasting of tropical cyclone activity in the coastal region of Vietnam using RegCM4.2*. Climate Research, 62, 115-129.
7. NOAA: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/outlooks/Background.html>
8. Camargo, S.J., Sobel, A.H. (2005), *Western North Pacific tropical cyclone intensity and ENSO*. Journal of Climate, 18, 2996-3006.
9. Saha, S., Moorthi, S., Wu, X., Wang, J., Nadiga, S., Tripp, P., ... Becker, E. (2014). *The NCEP Climate Forecast System Version 2*. Journal of Climate, 27(6), 2185-2208. Doi:10.1175/jcli-d-12-00823.1
10. Bell, G.D., Halpert, M.S., Schnell, R.C., Higgins, R.W., Lawrimore, J., Kousky, V.E., Tinker, R., Thiaw, W., Chelliah, M., Artusa, A. (2000), *Climate assessment for 1999*. Bulletin of the American Meteorological Society, 81, 1328-1328.
11. Camargo, S.J, Sobel, A.H. (2005), *Western North Pacific tropical cyclone intensity and ENSO*. Journal of Climate, 18, 2996-3006.
12. Kim, H.M, Lee, M.I., Webster, P.J., Kim, D., Yoo, J.H. (2013), *A Physical Basis for the Probabilistic Prediction of the Accumulated Tropical Cyclone Kinetic Energy in the Western North Pacific*. Journal of Climate, 26, 7981-7991.
13. Zhan, R., Wang, Y. (2015), *CFSv2-Based Statistical Prediction for Seasonal Accumulated Cyclone Energy (ACE) over the Western North Pacific*. Journal of Climate, 29, 525-541.
14. Hoàng Đức Cường, Trần Việt Liễn (2012), *Giáo trình Dự báo khí hậu*. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
15. Phan Văn Tân và cộng tác viên (2010), *Nghiên cứu tác động của BĐKH toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó*. Báo cáo tổng kết đề tài Cấp Nhà Nước, Trường Đại học KHTN, Đại học Quốc Gia Hà Nội.
16. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004), *Khí hậu và Tài nguyên Khí hậu Việt Nam*. Nhà xuất bản nông nghiệp, Hà Nội, 294 tr.
17. Zhan, R., Wang, Y., Lei, X.T. (2011a), *Contributions of ENSO and east Indian Ocean SSTA to the interannual variability of Northwest Pacific tropical cyclone frequency*. Journal of Climate, 24, 509-521.
18. Zhan, R., Wang, Y., Wu, C.C. (2011b), *Impact of SSTA in East Indian Ocean on the frequency of Northwest Pacific tropical cyclones: A regional atmospheric model study*. Journal of Climate, 24, 6227-6242.
19. Zhou, B.T., Cui, X. (2011), *Sea surface temperature east of Australia: A predictor of tropi-*

cal cyclone frequency over the western North Pacific?. Chinese Science Bulletin, 56, 196-201.

20. Wang, L., Huang, R., Wu, R. (2013), *Interdecadal variability of tropical cyclone frequency over the South China Sea and its association with the Indian Ocean sea surface temperature*. Geophysical Research Letters, 40, 768-771.

21. Li., R.C.Y., Zhou, W. (2014), *Interdecadal Change in South China Sea Tropical Cyclone Frequency in Association with Zonal Sea Surface Temperature Gradient*. Journal of Climate, 27 (14), 5468-5480.

22. Lin, Z., Riyu, L. (2004), *Interannual meridional displacement of the East Asian upper-tropospheric jet stream in summer*. Advances in Atmospheric Sciences, 22(2), 199-211.

23. Chen, X., Zhong, Z., Lu, W. (2017), *Association of the Poleward Shift of East Asian Subtropical Upper-Level Jet with Frequent Tropical Cyclone Activities over the Western North Pacific in Summer*. Journal of Climate, 30, 5597-5603.

24. Chen, X., Zhong, Z., Lu, W. (2018), *Mechanism Study of Tropical Cyclone Impact on East Asian Subtropical Upper-Level Jet: A Numerical Case Investigation*. Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences, 54, 575-585.

25. Li, X., Yang, S., Wang, H., Jia, X., Kumar, A. (2013), *A dynamical-statistical forecast model for the annual frequency of western Pacific tropical cyclones based on the NCEP Climate Forecast System version 2*. Journal of Geophysical Atmospheres, 118, 12061-12074.

THE POSSIBILITY OF DYNAMICAL-STATISTICAL PREDICTION FOR SEASONAL ACCUMULATED CYCLONE ENERGY IN THE EAST SEA BASED ON CFSV2

Duong Trinh Hoang¹, Cuong Hoang Duc², Kham Duong Van¹, Chanh K. Q³

¹Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change,

²Vietnam Meteorological and Hydrological Administration

³Department of Earth and Atmospheric Sciences, Indiana University, Bloomington, Indiana

Abstract: *This paper presents a hybrid dynamical-statistical model that it is built for predicting accumulated cyclone energy (ACE) in the storm season (May to December) based on both data sources is used: observations and seasonal forecasts of Climate Forecast System, version 2 (CFSv2). Predictors are selected based on the relationship between ACE and large scale environmental factors from the reanalysis data (observations) for the period 1982-2018. Three predictors are selected; SST in eastern Japan (JSST), the difference between JSST and SST in the the western Pacific warm pool (JSSTG) and zonal wind at 200 mb level (U200) over East Asia. The relative importance of predictors will be assessed based on leave one out-cross validation for the period 1982-2010. The results have identified the best of the hybrid dynamical-statistical model for ACE prediction. For predicting ACE, predictors will be used from real-time prediction of CFSv2, detail: (1) At the time of ACE prediction in June, predictors are JSSTG₆₋₈ from real time prediction of CFSv2 with initial prediction condition (ICs) in June, combined with U200 observation in May; (2) At the time of ACE prediction in May, predictors are JSST₅₋₇ from real time prediction of CFSv2 with ICs in May, combined with U200 observation in April; (3) At the time of the ACE prediction from April to February, predictor is JSST₅₋₇ from real time prediction of the CFSv2 with ICs from April to February. The prediction experiments for the period 2011-2018 shows that the possible to use hybrid dynamical-statistical model to predict ACE with lead time about 0-3 months.*

Keywords: *Accumulated cyclone energy, Climate Forecast System, Version 2 (CFSv2).*

NGHIÊN CỨU KHÔI PHỤC SỐ LIỆU DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG CÁI PHAN RANG

Bùi Văn Chanh¹, Từ Thị Năm², Nguyễn Thị Phương Chi²

Tóm tắt: Ninh Thuận là tỉnh hạn hán nhất cả nước, nguồn nước sử dụng của tỉnh hoàn toàn dựa vào dòng chảy trên sông Cái Phan Rang. Đây là lưu vực sông lớn nhất tỉnh Ninh Thuận, tuy nhiên trên lưu vực sông này không có trạm đo lưu lượng liên tục trong nhiều năm, do đó nghiên cứu ứng dụng mô hình toán để khôi phục số liệu dòng chảy là rất cần thiết. Nghiên cứu này kết hợp sử dụng mô hình mưa dòng chảy thông số phân bố MARINE và mô hình sóng động học một chiều phi tuyến mô phỏng kết quả khôi phục số liệu dòng chảy lưu vực sông Cái Phan Rang. Kết quả nghiên cứu đã tìm được bộ thông số tối ưu và khôi phục dòng chảy ở 15 vị trí khác nhau trên lưu vực sông Cái Phan Rang từ năm 1978 đến 2015 phục vụ tính toán tài nguyên nước và phân vùng thủy văn.

Từ khóa: Mô hình MARINE, Mô hình Sóng động học, Sông Cái Phan Rang.

Ban Biên tập nhận bài: 8/04/2020 Ngày phản biện xong: 20/06/2020 Ngày đăng bài: 25/06/2020

1. Đặt vấn đề

Dòng chảy giữa năm này và năm khác không lặp lại giá trị, chuỗi số liệu dòng chảy giữa các năm là khác nhau. Mặc dù dòng chảy không lặp lại giá trị giữa năm này và năm khác nhưng chúng đều có chu kỳ và phân thành các mùa trong năm. Trong mỗi năm đều có mùa lũ và mùa kiệt, một số năm còn có mùa chuyển tiếp. Để tìm ra quy luật dòng chảy chung nhất trong các năm người ta tiến hành phân phối dòng chảy năm. Kết quả phân phối dòng chảy cho biết tỷ số phân phối dòng chảy các tháng trong năm, tức là tỷ lệ phần trăm dòng chảy các tháng so với cả năm, từ đó biết được trong năm dòng chảy tháng nhiều, tháng ít. Cơ sở dữ liệu để phân phối dòng chảy là lưu lượng trung bình tháng tại các trạm, đặc trưng này được tính toán từ lưu lượng giờ từ dữ liệu lưu lượng khôi phục từ mô hình MARINE và sóng động học một chiều phi tuyến. Nghiên cứu đã khôi phục được chuỗi số liệu với độ dài 38 năm (1978 - 2015) tại 15 vị trí trên lưu vực sông Cái Phan Rang, đây là con sông chiếm gần như toàn bộ diện tích tỉnh Ninh Thuận và

huyện Khánh Sơn tỉnh Khánh Hòa. Các trạm được phân bố tương đối đều trên lưu vực sông Cái, phản ánh được đặc trưng dòng chảy ở các vùng khác nhau.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập số liệu

2.1. Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Sông Cái Phan Rang bắt nguồn từ đỉnh núi vùng núi cao thuộc tỉnh Khánh Hòa. Khởi đầu, sông chảy theo hướng bắc nam, khi cách cửa biển 35 km, sông đổi sang hướng tây bắc - đông nam và cuối cùng đổ ra Biển Đông. Sông Cái có 13 phụ lưu bên hữu ngạn và 4 phụ lưu bên tả ngạn, có tổng diện tích lưu vực 3.000 km², trong đó 2.550 km² thuộc địa giới tỉnh Ninh Thuận, chiếm 85% diện tích lưu vực sông. Chiều dài sông 119 km, chiều dài lưu vực 95 km, độ rộng bình quân lưu vực 31,6 km, độ dốc bình quân lưu vực 17,70/00. Đáng chú ý là sông Cái có một hệ thống sông nhánh phân bố theo dạng chùm rễ cây, đây là một trong những nguyên nhân làm cho lũ tập trung nhanh, cường suất lũ lớn.

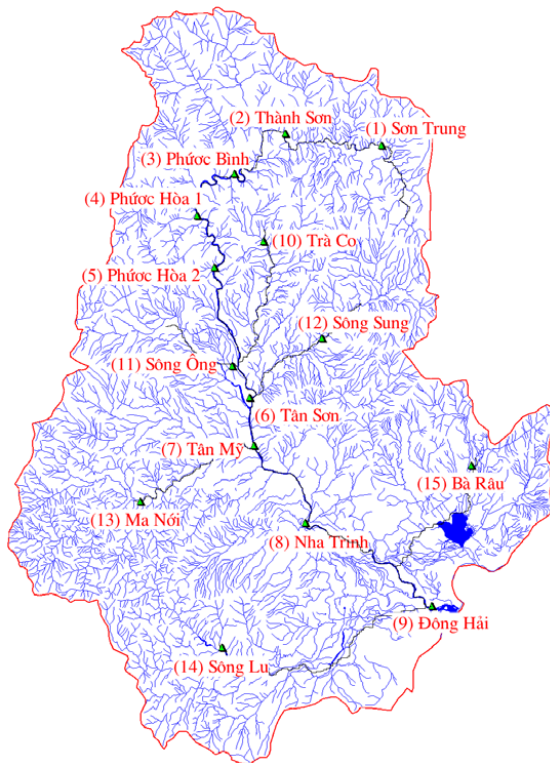
Sông Cái Phan Rang đóng vai trò là con sông

¹Đài Khí tượng Thủy văn Khu vực Nam Trung Bộ, 22 Pasteur, TP Nha Trang, Khánh Hòa

²Khoa Khí tượng, Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Trường ĐH Tài Nguyên và Môi Trường TP HCM, 236B Lê Văn Sĩ, phường 1, Tân Bình, TPHCM

Email: ttnam@hcmunre.edu.vn

huyết mạch của toàn tỉnh, cung cấp nước tưới cho sản xuất nông nghiệp, phục vụ các hoạt động dân sinh kinh tế, du lịch, điều tiết dòng chảy, tiêu thoát lũ. Phần diện tích lưu vực thuộc tỉnh Khánh Hòa khoảng 273 km², thuộc tỉnh Lâm Đồng khoảng 139 km² và thuộc tỉnh Bình Thuận khoảng 38 km². Các phụ lưu hữu ngạn là Ty Cây, Ta Gu, CoRot, Hàm Leo, Đa May, Gia Nhong, Đa Cát Rum, Địa Gốc, sông Ông, sông Cha, sông Dâu, sông Lanh Ra và sông Lu. Các phụ lưu bên tả ngạn gồm: sông Địa Gan, sông Sắt, Cho Mo, suối Sa Ra.



Hình 1. Bản đồ vị trí các trạm khôi phục dòng chảy

2.2. Giới thiệu tổng quan về mô hình Marine và mô hình sóng động học một chiều phi tuyến

2.2.1 Giới thiệu mô hình MARINE

Mô hình MARINE cho phép phản ứng nhạy với hiện tượng mưa sinh lũ để tổng hợp dòng chảy từ mưa trên các lưu vực bộ phận và phù hợp với đặc tính lưu vực các sông vùng núi là lũ lên nhanh với cường suất lớn, hệ số dòng chảy gia nhập khu giữa biến đổi rất phức tạp và thay đổi trong phạm vi rộng; Các tâm mưa biến đổi trong

không gian và theo độ cao địa hình.

Mô hình MARINE (*Modelisation de l'Anticipation du Ruissellement at des INondations pour des événements Extremes*) hay (*Model of Anticipation Runoff and INundations for Extreme events*) là mô hình thủy văn thông số phân bố do Viện Cơ học chất lỏng Toulouse (Pháp) phát triển (*Institute de Mecanique de Fluides de Toulouse -IMFT*). Mô hình MARINE được ứng dụng tính toán lũ quét 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. Trên thế giới, MARINE được đánh giá cao và được khai thác sử dụng tính toán lũ quét ở nhiều nước như Pháp [1,2], Ô Man [3], Tây Ban Nha [4], khu vực Địa Trung Hải [4].

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 [5]:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \text{grad}(\mathbf{V}) = P_0 \quad (1)$$

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.

$$\mathbf{u} \cdot \text{grad}(V) = \bar{\nabla}(\mathbf{u}V) - V \text{div}(\mathbf{u}) \quad (2)$$

Với chất lỏng không nén được ta có , sử dụng công thức Green-Ostrogradski

$$\iint_S \text{div}(m\mathbf{u})dS = \oint_{\Gamma} m\mathbf{u}n d\Gamma \quad (3)$$

Thu được:

$$\iint_S \frac{\partial V}{\partial t} dS + \oint_{\Gamma} V\mathbf{u}n d\Gamma = \iint_S P_0 \quad (4)$$

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

$$\|\mathbf{u}\| = \sqrt{\text{pente} \cdot \frac{H^{2/3}}{K_m}} \quad (5)$$

Vi lưới sử dụng để tính toán là lưới vuông (DEM) nên thay biểu thức vận tốc vào phương

trình tích phân ta thu được:

$$\Delta H + \sum_{j=1}^4 \frac{H_j^{5/3}}{K_m} \cdot \sqrt{\text{Pente}} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x} = P_0 \cdot \Delta t \quad (6)$$

Trong đó Pente là độ dốc; K_m là hệ số nhám Manning; H là độ sâu mực nước của ô lưới tính; ΔH là sự thay đổi mực nước của ô lưới tính từ thời điểm t_1 đến t_2 ; j là hướng chảy của ô lưới ($j=1-4$); Δx là chiều rộng ô lưới; Δt là 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. Quá trình diễn toán cuối cùng cho ta lưu lượng ra tại một điểm gọi là điểm thoát nước của lưu vực (*output*).

Mô hình MARINE tính toán thấm dựa trên lý thuyết thấm Green Ampt từ phương trình liên tục và định luật Darcy.

a. Phương trình liên tục:

$$F(t) = L(\eta - \theta_i) = L\Delta\theta \quad (7)$$

Trong đó: $F(t)$ là độ sâu lũy tích của nước thấm vào trong đất

Với $\Delta\theta = \eta - \theta_i$

b. Định luật Darcy:

$$q = -K \frac{\partial h}{\partial z} = -f \quad (8)$$

Trong đó f là tốc độ thấm; K là độ dẫn thủy lực; Q là thông lượng Darcy.

2.2.2 Giới thiệu về mô hình sóng động học một chiều phi tuyến

Mô hình sóng động học do Lighthill và Whitham (1955) [6] đề xuất 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) [6]. Mô hình đã được xây dựng và ứng dụng ở nhiều nơi trên thế giới. Trong nghiên cứu này sử dụng mô hình Sóng động học một chiều Phi tuyến do Bùi Văn

Chanh xây dựng năm 2016 cho mạng lưới sông và đã ứng dụng thử nghiệm trên lưu vực sông Dinh Ninh Hòa [7], sông Cái Nha Trang, sông La Ngà [8]. Mô hình sử dụng hệ phương trình Saint Venant như sau:

- Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (9)$$

- Phương trình động lượng:

$$S_o = S_f \quad (10)$$

$$A = \alpha Q^\beta \quad (11)$$

Trong đó Q là lưu lượng; A là diện tích mặt cắt ngang; x là chiều dài đoạn sông; t là thời gian; q là lưu lượng gia nhập; S_o là độ dốc sông; S_f là độ dốc ma sát; α và β là các thống số thực nghiệm.

Trong phương trình Manning với $S_o = S_f$ và $R=A/P$ ta có [9]:

$$Q = \frac{1.49 S_o^{1/2}}{n P^{2/3}} A^{5/3} \quad (12)$$

Viết lại phương trình (4) cho A từ đó tìm được α và $\beta = 0.6$ như sau:

$$A = \left(\frac{n P^{2/3}}{1.49 \sqrt{S_o}} \right)^{3/5} Q^{3/5} \quad (13)$$

$$A = \left(\frac{n P^{2/3}}{1.49 \sqrt{S_o}} \right)^{0.6} Q^{0.6} \quad (14)$$

Thế phương trình (11) vào (9) và đạo hàm riêng phương trình (9) của biến A và Q theo t được phương trình (16). Phương trình (16) được sai phân theo theo phương trình sai phân (17) và (18) được phương trình (21).

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \alpha \beta Q^{\beta-1} \left(\frac{\partial Q}{\partial t} \right) \quad (15)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \alpha \beta Q^{\beta-1} \left(\frac{\partial Q}{\partial t} \right) = q \quad (16)$$

$$\frac{\partial Q_{i+1}^{j+1}}{\partial x} \approx \frac{Q_{i+1}^{j+1} - Q_i^{j+1}}{\Delta x} \quad (17)$$

$$\frac{\partial Q_{i+1}^{j+1}}{\partial t} \approx \frac{Q_{i+1}^{j+1} - Q_{i+1}^j}{\Delta t} \quad (18)$$

$$Q \approx \frac{Q_i^{j+1} + Q_{i+1}^j}{2} \quad (19)$$

$$q \approx \frac{q_{i+1}^{j+1} + q_{i+1}^j}{2} \quad (20) \quad A_{i+1}^{j+1} = \alpha(Q_{i+1}^{j+1})^\beta \quad (22)$$

$$\frac{Q_{i+1}^{j+1} - Q_i^{j+1}}{\Delta x} + \frac{A_{i+1}^{j+1} - A_{i+1}^j}{\Delta t} = \frac{q_{i+1}^{j+1} + q_{i+1}^j}{2} \quad (21) \quad A_{i+1}^j = \alpha(Q_{i+1}^j)^\beta \quad (23)$$

Thế phương trình (23) và (22) vào (21) ta được:

$$\frac{\Delta t}{\Delta x} Q_{i+1}^{j+1} + \alpha(Q_{i+1}^{j+1})^\beta = \frac{\Delta t}{\Delta x} Q_i^{j+1} + \alpha(Q_{i+1}^j)^\beta + \Delta t \left(\frac{q_{i+1}^{j+1} + q_{i+1}^j}{2} \right) \quad (24)$$

Phương trình này đã được sắp xếp cho lưu lượng chưa biết Q_{i+1}^{j+1} nằm ở vế trái và các đại lượng đã biết nằm ở vế phải. 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 và sơ đồ khối áp dụng phương pháp lặp Newton.

$$C = \frac{\Delta t}{\Delta x} Q_i^{j+1} + \alpha(Q_{i+1}^j)^\beta + \Delta t \left(\frac{q_{i+1}^{j+1} + q_{i+1}^j}{2} \right) \quad (25)$$

Từ đó một sai số dư $f(Q_{i+1}^{j+1})$ được xác định bằng phương trình (2.16).

$$f(Q_{i+1}^{j+1}) = \frac{\Delta t}{\Delta x} Q_{i+1}^{j+1} + \alpha(Q_{i+1}^{j+1})^\beta - C \quad (26)$$

Đạo hàm bậc nhất của $f(Q_{i+1}^{j+1})$ như sau:

$$f'(Q_{i+1}^{j+1}) = \frac{\Delta t}{\Delta x} + \alpha\beta(Q_{i+1}^{j+1})^{\beta-1} \quad (27)$$

Mục tiêu là tìm Q_{i+1}^{j+1} để $f(Q_{i+1}^{j+1})$ bằng không. Sử dụng phương pháp lặp Newton và các bước lặp $k = 1, 2, 3, \dots$ [9]

$$(Q_{i+1}^{j+1})_{k+1} = (Q_{i+1}^{j+1})_k - \frac{f(Q_{i+1}^{j+1})_k}{f'(Q_{i+1}^{j+1})_k} \quad (28)$$

Tiêu chuẩn hội tụ cho quá trình lặp là:

$$\left| f(Q_{i+1}^{j+1})_{k+1} \right| \leq \varepsilon \quad (29)$$

2.2.3 Thu thập số liệu nghiên cứu

Từ số liệu dòng chảy thực đo tại các trạm quan trắc bổ sung là Tân Mỹ và Phước Hòa, kết hợp với số liệu đo đạc tại trạm Phước Hòa, đề tài tiến hành hiệu chỉnh và kiểm định để tìm bộ thông số tối ưu cho mô hình MARINE. Sau đó, sử dụng số liệu mưa, bốc hơi của các trạm Khí tượng Thủy văn, điểm đo mưa trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận và các vùng lân cận từ khi thành lập đến năm 2015 và bộ thông số đã tối ưu để khôi phục, kéo dài số liệu dòng chảy của các khu vực không có số liệu dòng chảy bằng mô hình MARINE. Đề tài đã thu thập số liệu mưa của 17 trạm đo mưa trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận và 01 trạm đo mưa thuộc huyện Khánh Sơn tỉnh Khánh Hòa. Sử dụng số liệu bốc hơi, độ ẩm đất của trạm khí

tượng Phan Rang là trạm cấp I trong hệ thống mạng lưới trạm điều tra cơ bản Quốc gia do Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ quản lý. Bộ thông số mô hình MARINE sau khi tối ưu đủ tin cậy để khôi phục dữ liệu dòng chảy cho các khu vực không có dữ liệu dòng chảy từ số liệu mưa và bốc hơi đã thu thập được. Đề tài đã khôi phục và kéo dài dữ liệu dòng chảy cho 15 trạm thủy văn giá định trong đó có 14 trạm thuộc địa bàn tỉnh Ninh Thuận và 01 trạm thuộc huyện Khánh Sơn tỉnh Khánh Hòa. Số liệu dòng chảy sau khi khôi phục được tại 15 trạm thủy văn được hệ thống mạng lưới trạm có số liệu dòng chảy tương đối dày và phân bố đều trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận giúp việc đánh giá phân bố dòng chảy và tài nguyên nước được chính xác hơn.

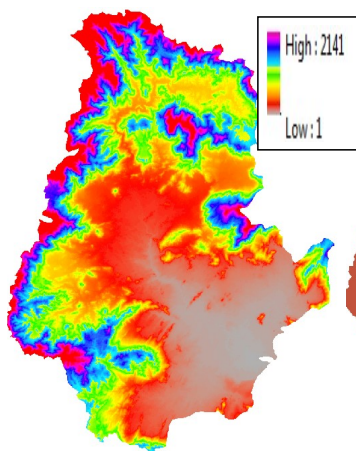
Bảng 1. Danh sách các trạm khôi phục dòng chảy và đo mưa

STT	Trạm lưu lượng	Yếu tố	Thời gian	Trạm đo mưa	Yếu tố	Thời gian
1	Sơn Trung	Lưu lượng	1978-2015	Phước Bình	Lượng mưa	1978-2015
2	Thành Sơn	Lưu lượng	1978-2015	Khánh Sơn	Lượng mưa	1978-2015
3	Phước Bình	Lưu lượng	1978-2015	Phước Đài	Lượng mưa	1978-2015
4	Phước Hòa 1	Lưu lượng	1978-2015	Sông Pha	Lượng mưa	1978-2015
5	Phước Hòa 2	Lưu lượng	1978-2015	Quảng Ninh	Lượng mưa	1978-2015
6	Tân Sơn	Lưu lượng	1978-2015	Nha Hồ	Lượng mưa	1978-2015
7	Tân Mỹ	Lưu lượng	1978-2015	Phước Chiến	Lượng mưa	1978-2015
8	Nha Trinh	Lưu lượng	1978-2015	Tân Mỹ	Lượng mưa	1978-2015
9	Đông Hải	Lưu lượng	1978-2015	Phước Hà	Lượng mưa	1978-2015
10	Trà Co	Lưu lượng	1978-2015	Nhị Hà	Lượng mưa	1978-2015
11	Sông Ông	Lưu lượng	1978-2015	Quán Thê	Lượng mưa	1978-2015
12	Sông Sung	Lưu lượng	1978-2015	Phước Hữu	Lượng mưa	1978-2015
13	Ma Nối	Lưu lượng	1978-2015	Phan Rang	Lượng mưa	1978-2015
14	Sông Lu	Lưu lượng	1978-2015	Phương Cựu	Lượng mưa	1978-2015
15	Bà Râu	Lưu lượng	1978-2015	Ba Tháp	Lượng mưa	1978-2015
16				Bà Râu	Lượng mưa	1978-2012
17				Đá Hang	Lượng mưa	1978-2010

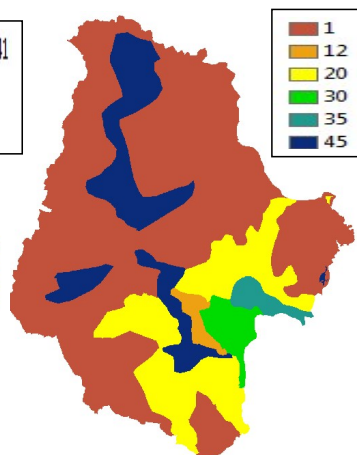
2.2.4 Thiết lập mô hình MARINE và mô hình sóng động học một chiều phi tuyến

Dữ liệu đầu vào cho mô hình MARINE gồm bản đồ mô hình số độ cao (DEM), bản đồ đất, bản đồ lớp phủ thực vật, mạng lưới sông suối, lượng mưa giờ phân bố theo không gian. Bản đồ DEM độ phân giải 90x90 m lưu vực sông Cái Phan Rang được sử dụng để dẫn suất tạo 6 bản đồ làm đầu vào cho mô hình Marine gồm: (1) bản đồ độ dốc, (2) hướng chảy, (3) hội tụ nước, (4) mạng lưới sông, (5) đường phân nước, và (6) độ dài dòng chảy. Để thuận tiện cho việc xác định hệ số cản dòng chảy (hệ số nhám), toàn bộ

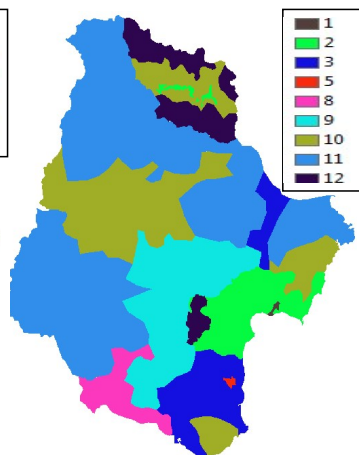
bản đồ thảm phủ các tỉnh được phân thành 13 nhóm thảm phủ chính theo cách phân loại của tổ chức khoa học Mỹ (U.S. Geological Survey). Bản đồ thảm phủ có tỷ lệ 1:50.000. Ban đầu bản đồ ở dạng Vector cấu tạo bởi các vùng khép kín - polygon, sau đó được đưa về dạng Raster. Để thuận tiện trong sử dụng, tên đất được phân loại theo FAO-UNESCO và được sử dụng để tính toán tổn thất do thấm theo phương pháp Green & Ampt. Dữ liệu mưa thời đoạn 1 ngày tại các trạm trên lưu vực sông Cái Phan Rang được xử lý phân bố theo không gian theo phương pháp đa giác Thái Sơn.



Hình 2. Bản đồ DEM lưu vực sông Cái Phan Rang



Hình 3. Bản đồ đất lưu vực sông Cái Phan Rang



Hình 4. Bản đồ lớp phủ lưu vực sông Cái Phan Rang

Bảng 2. Phân loại thảm phủ thực vật và phân loại đất

Phân loại thảm phủ		Phân loại đất	
Tên loại thảm phủ	ID	Tên loại đất	ID
Rừng ổn định	1	Cát	20
Rừng non	2	Mùn cát	25
Rừng cây bụi	3	Cát mùn	3
Rừng thưa	4	Mùn	4
Cây bụi trồng thành rừng	5	Phù sa mùn	5
Cây thân gỗ trồng không thành rừng	6	Sét pha cát mùn	30
Cây bụi trồng không thành rừng	7	Sét mùn	35
Cỏ	8	Sét phù sa mùn	40
Lúa	9	Sét pha cát	45
Màu	10	Sét phù sa	50
Cây bụi rải rác	11	Sét	12
Rừng thưa xen lẫn rừng cây bụi, cỏ	12	Núi đá	13
Rừng cây bụi xen lẫn cỏ	13	Đất tro sỏi đá	1

*****			Basin1TSTPhu - Note
Do rong	10*Cot nước mao dẫn-cm	10*Do dẫn thủy lực-cm/h	File Edit Format Vie
1 Sand- Cat	0.437 (0.374-0.500)	49.5 (9.7-253.6)	13
2 Loamy Sand-Mun Cat	0.437 (0.363-0.506)	61.3 (13.5-279.4)	TT Nham
3 Sandy Loam- Cat Mun	0.453 (0.351-0.555)	110.1 (26.7-454.7)	01 0.010
4 Loam- Mun	0.463 (0.375-0.551)	88.9 (13.3-593.8)	02 0.010
5 Silt Loam- Phu xa mun	0.501 (0.420-0.582)	166.8 (29.2-953.9)	03 0.040
6 Sandy Clay Loam- Set pha cat mun	0.398 (0.332-0.464)	218.5 (44.2-1080.0)	04 0.045
7 Clay Loam- Set Mun	0.464 (0.409-0.519)	208.8 (47.9-910.0)	05 0.045
8 Silty Clay Loam-Set phu xa mun	0.471 (0.418-0.524)	273.0 (56.7-1315.0)	06 0.050
9 Sandy Clay-Set pha cat	0.43 (0.370-0.490)	239.0 (40.8-1402.0)	07 0.010
10 Silty Clay- Set phu xa	0.479 (0.425-0.533)	292.2 (61.3-1394.0)	08 0.055
11 Clay-Set	0.475 (0.427-0.523)	316.3 (63.9-1565.0)	09 0.060
12 Rock Moutain-Nui Da	1.0	200.0	10 0.070
13 No data	9	999	11 0.080
			12 0.090
			13 0.050
			CoeffP
			1
(a)			(b)

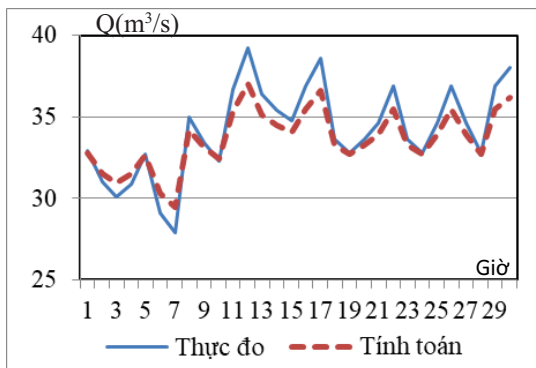
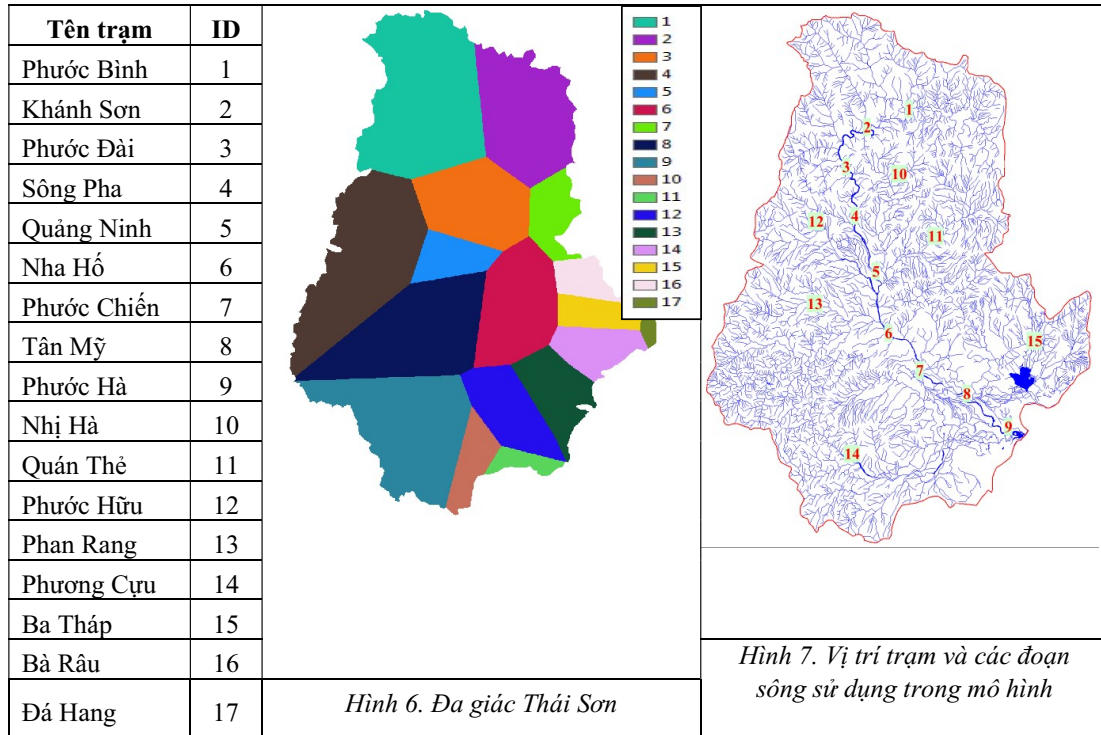
Hình 5. Bộ thông số mô hình MARINE: (a) Dẫn suất thủy lực và mao dẫn, (b) Hệ số nhám

3. Kết quả và thảo luận

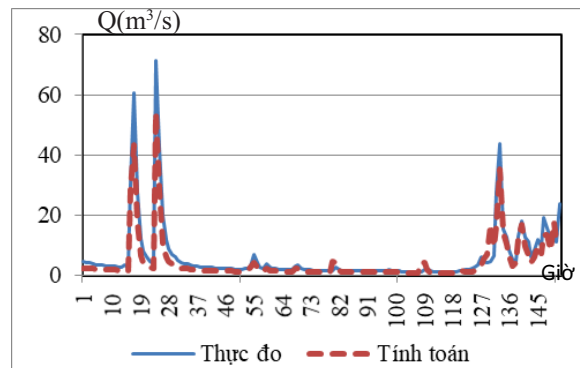
3.1 Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MARINE

Bộ thông số mô hình được hiệu chỉnh bằng chuỗi số liệu thực đo và tính toán tại trạm thủy văn Tân Mỹ và Phước Hà. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh từ 1h ngày 18 đến 19 ngày 24 tháng 01 năm 2016 bằng chỉ tiêu Nash tại trạm Tân Mỹ

đạt 85,3%, trạm Phước Hà đạt 90,3%; đạt loại tốt theo tiêu chuẩn của Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO). Đánh giá kết quả kiểm định tại trạm Phước Hà ngày 01/01 đến 31/5 năm 2008 bằng chỉ tiêu Nash đạt 87,3%; đạt loại tốt theo tiêu chuẩn của WMO. Bộ thông số của bộ mô hình tích hợp đủ độ tin cậy để khôi phục dữ liệu dòng chảy trên lưu vực sông Cái Phan Rang.



Hình 8. Đường tính toán và thực đo trạm Tân Mỹ



Hình 9. Đường tính toán và thực đo trạm Phước Hòa

3.2 Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình sóng động học một chiều phi tuyến

Mô hình Marine tính toán dòng chảy sừn đốc, kết quả đầu ra của mô hình được kết nối với mô hình sóng động học một chiều phi tuyến để tiếp tục diễn toán dòng chảy trong sông. Hệ số nhám lòng sông tự nhiên ban đầu được xác định từ bảng tra thủy lực của M.F. Xripnut. Sau khi hiệu chỉnh và kiểm định bằng phương pháp thử sai, hệ số nhám trong sông tự nhiên của các đoạn sông được xác định từ 0.0035 đến 0.0039. Chiều rộng sông được đo trực tiếp từ bản đồ 1/10.000 cho các đoạn sông. Bộ mô hình tích hợp Marine và sóng động học một chiều phi tuyến được sử

dụng tính toán dòng chảy tại 15 vị trí trên lưu vực sông Cái Phan Rang.

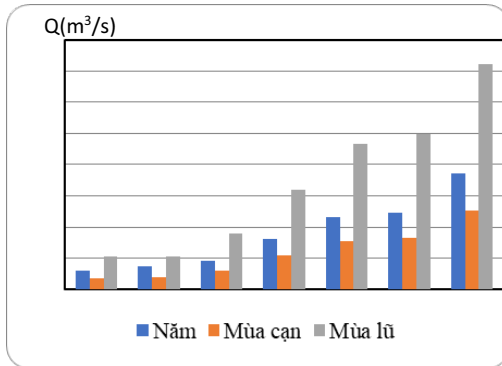
3.3 Kết quả tính toán khôi phục dòng chảy

Lưu lượng trung bình nhiều năm tại trạm thủy văn Tân Mỹ là 46,6 m³/s, đến cửa ra lưu vực là 74,1 m³/s. Mô đùn và lớp dòng chảy lớn nhất ở khu vực trung lưu, với giá trị mô đùn trung bình nhiều năm đạt 28,5 l/s.km² và lớp dòng chảy trung bình nhiều năm đạt 900 mm, trung bình của cả lưu vực là 22,4 l/s.km² và 706 mm.

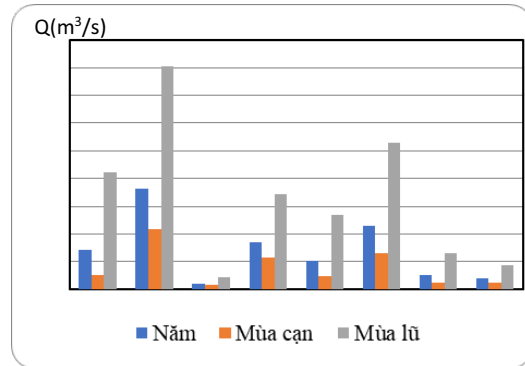
Dòng chảy lưu vực sông Cái Phan Rang phân bố không đồng đều theo không gian, khu vực sinh dòng chảy nhiều nhất là phía tây bắc và giảm dần xuống phía đông nam. Vùng có dòng chảy thấp

nhất là khu vực đông bắc và tây nam. Chuẩn mô đun dòng chảy năm khu vực tây bắc từ 20 - 25 l/s.km², khu vực đông bắc và tây nam từ 7 - 15 l/s.km². Chuẩn mô đun dòng chảy mùa lũ khu vực tây bắc từ 55 - 75 l/s.km², khu vực đông bắc

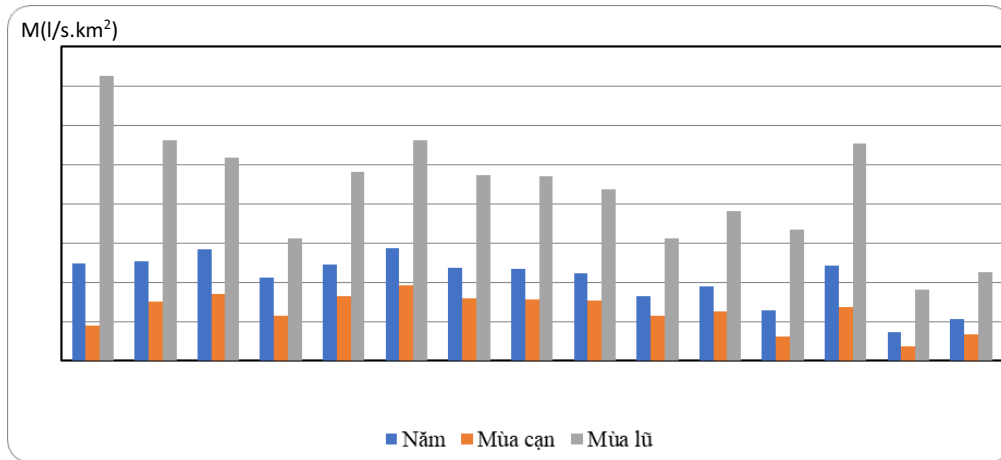
và tây nam từ 18 - 25 l/s.km². Chuẩn mô đun dòng chảy mùa cạn khu vực tây bắc 8 - 17 l/s.km², khu vực đông bắc và tây nam từ 3 - 7 l/s.km².



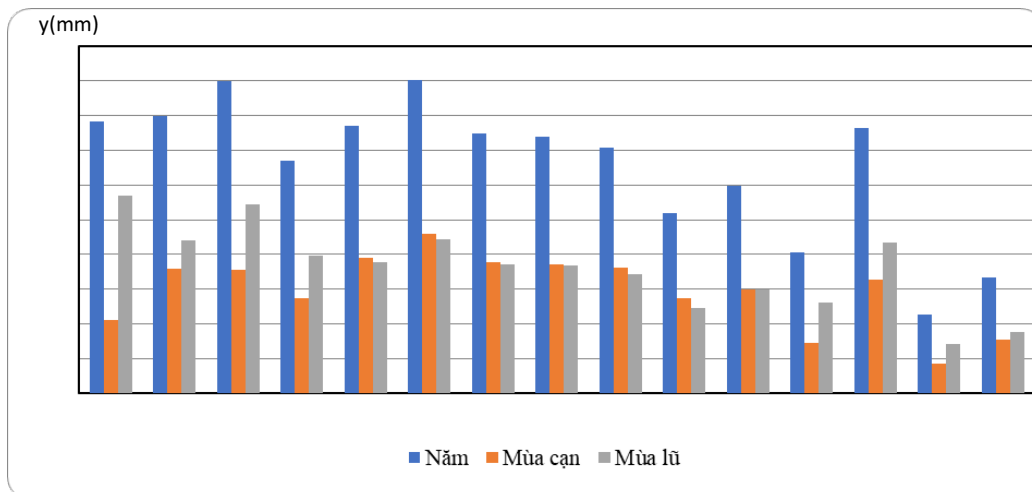
Hình 10. Biểu đồ lưu lượng các trạm



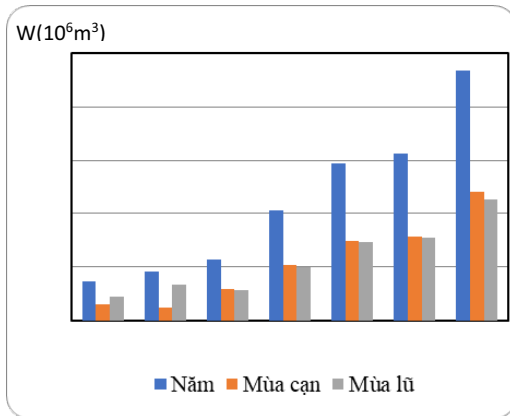
Hình 11. Biểu đồ lưu lượng các trạm



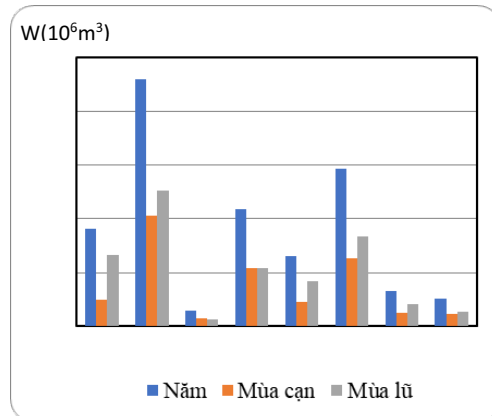
Hình 12. Biểu đồ mô đun các trạm



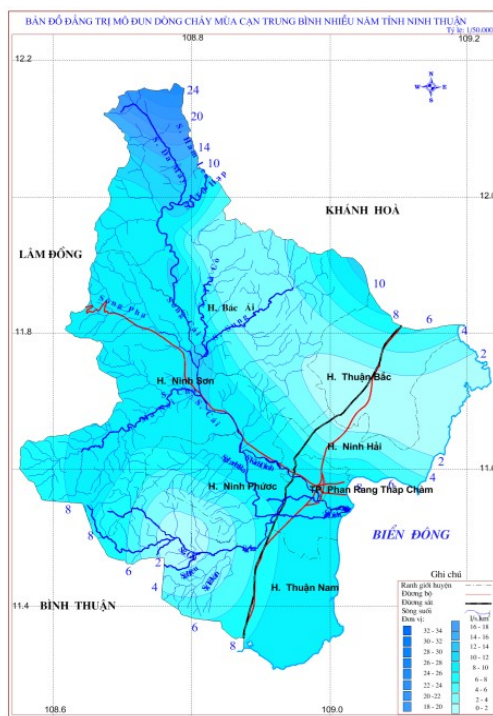
Hình 13. Biểu đồ lớp dòng chảy các trạm



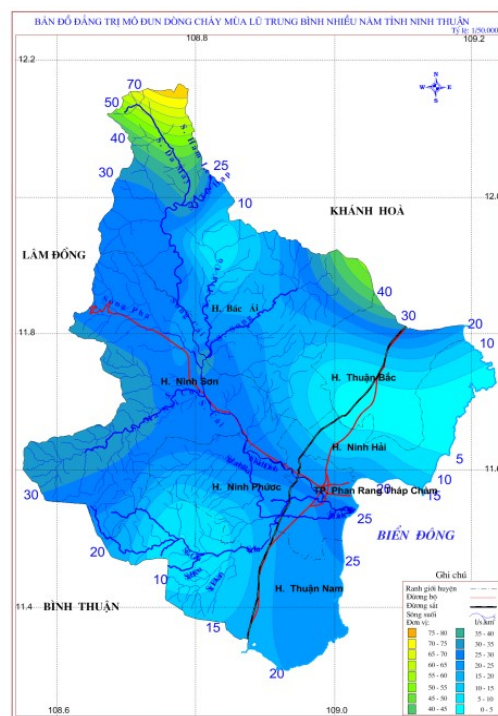
Hình 14. Biểu đồ tổng lượng các trạm



Hình 15. Biểu đồ tổng lượng các trạm



Hình 16. Bản đồ mô đun dòng chảy mùa cạn và mùa lũ trung bình nhiều năm



4. Kết luận

Từ bộ mô hình tích hợp Marine và sóng động học một chiều phi tuyến đã khôi phục số liệu dòng chảy lưu vực sông Cái Phan Rang từ số liệu mưa của 15 trạm đo. Chuỗi số liệu dòng chảy được khôi phục từ năm 1978 đến 2015 là cơ sở để tính toán tài nguyên nước lưu vực sông Cái Phan Rang, đây là cơ sở dữ liệu rất quan trọng phục vụ phát triển kinh tế xã hội của tỉnh Ninh Thuận vì cả tỉnh không có trạm đo dòng

chảy. Lưu lượng trung bình nhiều năm tại trạm thủy văn Tân Mỹ là 26,3 m³/s của cả lưu vực là 49,4m³/s. Mô đun và lớp dòng chảy lớn nhất ở khu vực trung lưu, với giá trị mô đun trung bình nhiều năm đạt 19,0 l/skm² và lớp dòng chảy trung bình nhiều năm đạt 50,1 mm, trung bình của cả lưu vực là 14,9 l/skm² và 39,2 mm. Tổng lượng dòng chảy trung bình nhiều năm của cả lưu vực khoảng 1,6 tỷ m³.

Tài liệu tham khảo

1. Dartus, D., Labat, D. (2008), *Assimilation de données variationnelle pour la modélisation hydrologique distribuée des crues à cinétique rapide*. Doctorat de l'Université de Toulouse.
2. Chorda, J., Dartus, D. (2005), *Prévision des crues éclair Flash-flood anticipation*. Comptes Rendus Geoscience, 337 (13), 1109-1119.
3. Fattah, M.A., Kantoush, S.A., Saber, M., Sumi, T. (2018), *Rainfall runoff Modeling for extreme flash floods in Wadi Samail (Oman)*. Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), 74 (5), I_691-I_696. DOI: 10.2208/jscejhe.74.5_I_691.
4. 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, 525, 383-399.
5. 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.
6. Miller, J.E. (1984), *Basic Concepts of Kinematic-Wave Models*. U.S. Geological Survey Professional, pp. 1302.
7. Bùi Văn Chanh, Trần Ngọc Anh, Lương Tuấn Anh (2017). *Phát triển mô hình sóng động học một chiều phi tuyến cho mạng lưới sông và ứng dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Dinh Ninh Hòa*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 684, 41-45.
8. Bùi Văn Chanh, Trần Ngọc Anh, Lương Tuấn Anh (2016), *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, 32 (3S), 14-19.
9. Techow, V., Maidment, D.R., Mays, L.W. (1988), *Applied Hydrology*, New York: McGraw-Hill.

STUDY TO RESTORE DATA ON THE FLOW OF CAI PHAN RANG RIVER BASIN

Bui Van Chanh¹, Tu Thi Nam², Nguyen Thi Phuong Chi²

¹South of the Middle Regional Hydro - meteorological Center, 22 Pasteur street, Nha Trang city, Khanh Hoa province

²Department of Meteorology, Hydrology and Climate change, Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment, 236B Le Van Si street, Ward 1, Tan Binh District, Ho Chi Minh City

Abstract: *Ninh Thuan is the most drought - prone province in the country. Its water source is entirely based on the flow on Cai Phan Rang River. This is the largest river basin in Ninh Thuan province, however, this river basin has no continuous flow measurement station for many years, so it is necessary to study and apply the mathematical model to restore the flow data. This study combines the using the MARINE distributed parameter rainfall-runoff model and the nonlinear one-dimensional kinematic wave model to simulate the results of restoring the flow data of the Cai Phan Rang river basin. The research results have found optimal parameters and flow restoration in 15 different locations in the Cai Phan Rang river basin from 1978 to 2015 for calculating water resources and hydrological zoning.*

Keywords: *MARINE model, Kinematic wave model, Cai Phan Rang River.*

BẢN TIN DỰ BÁO NÔNG NGHIỆP THÁNG 5 NĂM 2020, TÓM TẮT TÌNH HÌNH MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ VÀ NƯỚC THÁNG 03/2020

I. Ảnh hưởng của điều kiện khí tượng đối với sản xuất nông nghiệp trong tháng V/2020

Điều kiện khí tượng nông nghiệp trong tháng V/2020 ở hầu hết các địa phương phía Bắc tương đối thuận lợi cho cây trồng sinh trưởng và phát triển. Nền nhiệt và số giờ nắng chủ yếu ở mức xấp xỉ hoặc cao hơn TBNN, lượng mưa và số ngày mưa tăng đảm bảo được cho lúa xuân ở Miền Bắc trở bông, chắc xanh. Ở Miền Nam đã bắt đầu vào mùa mưa do vậy lượng mưa và số ngày mưa tăng đáng kể so với các tháng trước nhưng vẫn thấp hơn TBNN. Ở khu vực Miền Trung, do ảnh hưởng của các đợt nắng SS nóng kéo dài làm lượng bốc hơi tăng cao, cao hơn cả lượng mưa gây thiếu nước cho sản xuất nông nghiệp.

Trong tháng V/2020 ở hầu hết các địa phương số ngày có dông tăng, lượng mưa dông lớn. Đặc biệt, ở hầu hết các khu vực đều xuất hiện gió tây khô nóng, một số vùng như Tây Bắc, Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ và Tây Nguyên, Nam Bộ xuất hiện các đợt thời tiết khô nóng với cường độ mạnh ảnh hưởng không nhỏ đến sản xuất nông nghiệp. Thiên tai xảy ra trong tháng năm chủ yếu là mưa đá, mưa lớn, sạt lở và xâm nhập mặn tại một số địa phương làm 32,2 nghìn ha lúa và 10,3 nghìn ha hoa màu bị hư hỏng. Riêng hạn hán, xâm nhập mặn xảy ra tại 6 tỉnh: Kon Tum, Gia Lai, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng làm thiệt hại hơn 8,7 nghìn ha lúa và 917 ha hoa màu. Tại Thái Nguyên mưa lớn ngày 8/5 đã khiến 182,6ha lúa, ngô, rau màu bị thiệt hại nặng nề, 85ha cây lâm nghiệp, 3.700 cây xanh, cây ăn quả bị gãy đổ; 18 trang trại gà bị hư hỏng; 2.800 con gia cầm chết. Mưa lớn kèm giông, lốc trên địa bàn tỉnh Tuyên Quang đêm 17 rạng sáng

18/5 đã làm 72 ha rừng bị đổ, gãy, 63 ha lúa, 12 ha rau màu bị đổ gãy. Tháng 5, toàn ngành tập trung chủ yếu vào chăm sóc Vụ Đông xuân ở phía Bắc; thu hoạch lúa Vụ Đông xuân và gieo trồng lúa Hè Thu ở phía Nam. Tính đến cuối tháng lúa đông xuân ở các tỉnh đồng bằng Sông Hồng cơ bản kết thúc thời kỳ trở bông, ở vùng Bắc Trung bộ đã tiến hành thu hoạch và tại các tỉnh miền Nam cơ bản thu hoạch xong. Nhìn chung, cây trồng được xuống giống trong khung thời vụ nên sinh trưởng và phát triển khá ổn định.

2.1. Đối với cây lúa

Tính đến cuối tháng V/2020, cả nước gieo cấy đạt 4,2 triệu ha, giảm 116 nghìn ha so với cùng kỳ. Trong đó, các địa phương phía Bắc đã gieo cấy được 1,12 triệu ha; địa phương phía Nam đã gieo cấy được 3,08 triệu ha. Diện tích đã thu hoạch đạt 2,38 triệu ha, sản lượng khoảng 15,8 triệu tấn.

Lúa Đông xuân: Vụ lúa đông xuân năm nay cả nước gieo cấy được 3.025,5 nghìn ha, bằng 96,8% năm trước, trong đó các địa phương phía Bắc đạt 1.097,5 nghìn ha; các địa phương phía Nam đạt 1.928 nghìn ha. Tại các địa phương phía Bắc, ngay từ đầu vụ thời tiết ẩm áp, nguồn nước tưới tiêu được cung ứng hợp lý nhưng do diện tích gieo trồng giảm nên kết quả sản xuất lúa đông xuân năm nay thấp hơn cùng kỳ năm trước. Tháng V là tháng bắt đầu mùa mưa ở khu vực phía Bắc, lượng mưa và số ngày mưa đã tăng so với các tháng trước, tuy nhiên phần lớn các khu vực lượng mưa vẫn thấp hơn so với TBNN nhưng phần nào các cơn mưa cũng đã làm thời tiết dịu mát, cung cấp lượng nước đáng kể cho sản xuất nông nghiệp.

Ở vùng Tây Bắc, Bắc Trung Bộ và Trung

Trung Bộ, nhiều khu vực cả tháng có từ 10 – 20 xuất hiện thời tiết khô nóng trong đó các khu vực như Sông Mã, Yên Châu, Phù Yên, Cửa Rào, Tây Hiếu,... có đến trên 7 đợt có cường độ mạnh, các đợt gió tây khô nóng kết hợp với các đợt nắng nóng kéo dài làm lượng bốc hơi tăng gây thiếu hụt nước cho SXNN. Nếu từ nay đến khi thu hoạch không có mưa bão và sâu bệnh bất thường, năng suất lúa đông xuân của các địa phương phía Bắc ước tính đạt 62,9 tạ/ha, tương đương vụ đông xuân năm trước; sản lượng đạt 6,9 triệu tấn, giảm 128,5 nghìn tấn.

Tại các địa phương phía Nam, tháng V gió Tây Nam bắt đầu thổi mạnh ảnh hưởng đến Nam Bộ và Tây Nguyên mang theo mưa rào và dông ở hầu hết các địa phương, các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như dông, lốc xoáy, sét vẫn thường xảy ra. Do nắng nóng tăng nhiều so với cùng kỳ năm trước, nền nhiệt cao hơn TBNN, so với cùng kỳ nhiều năm thì tháng V năm nay hiện tượng gió Tây khô nóng có tăng lên đáng kể, làm cho lượng bốc hơi ở nhiều nơi vẫn cao hơn lượng mưa, hạn cục bộ vẫn còn tiếp diễn và ảnh hưởng không nhỏ đến sản xuất vụ hè thu ở những khu vực này. Tính đến cuối tháng V thu hoạch được 1.870 nghìn ha lúa đông xuân, chiếm 97% diện tích xuống giống và bằng 94,7% cùng kỳ năm trước, trong đó vùng Đồng bằng sông Cửu Long cơ bản đã thu hoạch xong, đạt 1.518,4 nghìn ha, chiếm 98,2%. Mặc dù tình hình hạn hán và xâm nhập mặn diễn biến phức tạp, nhưng ngành Nông nghiệp đã có các biện pháp phù hợp như điều chỉnh lịch thời vụ gieo trồng sớm hơn hoặc chủ động chuyển đổi, cắt giảm diện tích đối với vùng có nguy cơ bị tác động của hạn, mặn; vận hành đồng loạt hệ thống thủy nông để ngăn mặn, giữ ngọt hiệu quả; sử dụng các loại giống lúa ít nhiễm sâu bệnh, cho năng suất cao nên năng suất lúa đông xuân năm nay vẫn tăng so với cùng kỳ năm trước. Ước tính năng suất lúa đông xuân của các địa phương phía Nam năm nay đạt 67,3 tạ/ha, tăng 0,3 tạ/ha so với vụ đông xuân

năm trước; nhưng do diện tích lúa giảm nên sản lượng đạt 13,44 triệu tấn, giảm 464,2 nghìn tấn. Riêng vùng Đồng bằng sông Cửu Long ước tính năng suất đạt 68,1 tạ/ha, tăng 0,3 tạ/ha so với vụ đông xuân năm trước; sản lượng đạt 10,5 triệu tấn, giảm 346,9 nghìn tấn.

Lúa Hè thu: Các địa phương phía Nam gieo sạ được 773,2 nghìn ha lúa hè thu, bằng 95,3% cùng kỳ năm trước, trong đó vùng Đồng bằng sông Cửu Long đạt 703,1 nghìn ha, bằng 93,8%. Tiến độ gieo trồng lúa hè thu năm nay chậm hơn cùng kỳ năm 2019 do ảnh hưởng của hạn hán và xâm nhập mặn. Hiện nay, lúa hè thu sinh trưởng và phát triển tốt, đang ở giai đoạn đẻ nhánh đến chắc xanh, một số diện tích xuống giống sớm đã cho thu hoạch. Tuy nhiên, dự báo vụ hè thu 2020 còn gặp khó khăn do thời tiết nắng nóng kéo dài, đặc biệt nguy cơ hạn hán, thiếu nước tại các tỉnh Trung Bộ, Tây Nguyên trong các tháng mùa khô. Vì vậy, ngành Nông nghiệp cần khuyến cáo nông dân gieo trồng các giống lúa phù hợp với điều kiện sản xuất cụ thể tại địa phương, hạn chế gieo trồng ở những vùng thấp trũng, không chủ động tưới hoặc thường xuyên bị ngập úng, bảo đảm thu hoạch trà lúa hè thu tránh lũ sớm ở các tỉnh Bắc Trung Bộ, đồng thời kiểm soát và chủ động ngăn ngừa nguy cơ bùng phát sâu bệnh gây hại trên lúa.

2.2. Đối với các loại rau màu

Tính đến cuối tháng V, diện tích gieo trồng ngô, khoai lang giảm nhưng một số cây màu tăng so với cùng kỳ, cụ thể: Cả nước gieo trồng được 457,9 nghìn ha ngô, giảm 0,6% so với cùng kỳ năm trước; 66,7 nghìn ha khoai lang, giảm 2,9%; 24 nghìn ha đậu tương, tăng 6,8%; 131 nghìn ha lạc, tăng 2,1%; 558,5 nghìn ha rau đậu, tăng 0,8%. Nhìn chung các cây màu được gieo trồng đúng thời vụ, sinh trưởng và phát triển tốt.

Ở Mộc Châu, Phú Hộ, Ba Vi: Chè đang trong giai đoạn chè lớn búp mù, chè lớn lá thật 1, này chồi trạng thái sinh trưởng từ trung bình đến khá (bảng 1).

Ở khu vực Đồng bằng Bắc Bộ: Ngô đang trong giai đoạn chín sữa, lác hình thành củ trạng thái sinh trưởng khá.

Ở Tây Nguyên và Đông Nam Bộ: Cà phê đang trong giai đoạn hình thành quả, trạng thái sinh trưởng từ trung bình đến tốt 2.3. Tình hình sâu bệnh

2.3 Tình hình sâu bệnh

- Rầy hại lúa: Diện tích nhiễm 5.075 ha, diện tích nhiễm nặng 181 ha. Phân bố chủ yếu tại các tỉnh Thái Bình, Hải Phòng, Yên Bái, Quảng Ninh, Đồng Tháp, An Giang, Tiền Giang, Long An, Bạc Liêu, Vĩnh Long, ...

- Bệnh đạo ôn:

+ Bệnh đạo ôn lá: Diện tích nhiễm 7.386 ha. Phân bố chủ yếu tại các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long như Kiên Giang, Hậu Giang, Đồng Tháp, Vĩnh Long, Sóc Trăng,...

+ Bệnh đạo ôn cổ bông: Diện tích nhiễm 1.608 ha, mất trắng 1 ha (tại Bắc Ninh). Phân bố chủ yếu tại các tỉnh Điện Biên, Yên Bái, Hà Nội, A Giang, Tiền Giang, Hậu Giang, An Giang, ...

- Bệnh vàng lùn, lùn xoắn lá: Diện tích nhiễm 14 ha. Phân bố tại tỉnh Đồng Tháp (04 ha), An Giang (10 ha) trên lúa giai đoạn làm đòng.

- Sâu cuốn lá nhỏ: Diện tích nhiễm 6.767 ha.

Phân bố tập trung tại các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long như An Giang, Đồng Tháp, Vĩnh Long, Sóc Trăng, Hậu Giang, An Giang,...

- Sâu đục thân 2 chấm: Diện tích nhiễm 1.950 ha. Phân bố tập trung tại các tỉnh Sóc Trăng, Hậu Giang, Bạc Liêu, Đồng Tháp, An Giang, Yên Bái, Bắc Giang, Bắc Ninh,...

- Bệnh khô vằn: Diện tích nhiễm 29.207 ha. Phân bố chủ yếu tại các tỉnh An Giang, Hậu Giang, Thanh Hóa, Bắc Ninh, Thái Bình, ...

- Bệnh đen lép hạt: Diện tích nhiễm 2.824 ha. Phân bố chủ yếu tại các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long như Kiên Giang, Đồng Tháp, An Giang, Hậu Giang, Vĩnh Long,...

- Bệnh bạc lá: Diện tích nhiễm 1.984 ha. Phân bố ở các tỉnh Hà Nội, Tuyên Quang, Yên Bái, Thanh Hóa, Đồng Tháp, Kiên Giang, Hậu Giang, Tiền Giang,...

- Chuột: Diện tích nhiễm 6.096 ha, nhiễm nặng 122 ha, phân bố chủ yếu ở Bạc Liêu, An Giang, Hậu Giang, Sóc Trăng, Đồng Tháp, Long An, Hà Nội, Bắc Ninh, Bắc Giang,...

- Ốc bươu vàng: Diện tích nhiễm 1.678 ha. Phân bố chủ yếu ở Sóc Trăng, Long An, An Giang, Hậu Giang, Quảng Bình, Quảng Trị, Huế, ...

TÓM TẮT TÌNH HÌNH MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ VÀ NƯỚC THÁNG 03/2020

1. Môi trường không khí (Bụi và nước mưa)

Trạm Yếu tố	Cúc Phương (1)	Hà Nội (Láng) (2)	Việt Trì (3)	Đà Nẵng (4)	Thành phố Hồ Chí Minh (5)
Bụi lắng tổng cộng (Tấn/km ² .tháng)	3,11	6,80	6,68	3,71	7,33
pH	5,40	6,00	5,40	6,28	Không mưa
Độ dẫn điện (μS/cm)	11,3	16,3	30,4	70,9	
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,139	0,959	1,049	<0,108	
NO ₃ ⁻ (mg/l)	1,055	1,871	3,513	<0,106	
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	1,331	1,441	4,212	3,869	
Cl ⁻ (mg/l)	1,217	0,973	2,247	11,965	
K ⁺ (mg/l)	0,173	0,266	0,692	0,924	
Na ⁺ (mg/l)	0,366	0,653	0,665	4,386	
Ca ²⁺ (mg/l)	0,527	0,505	1,275	5,018	
Mg ²⁺ (mg/l)	0,314	0,232	0,520	1,486	
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	0,00	2,44	0,00	9,76	

2. Môi trường nước

2.1. Nước sông - hồ chứa

Trạm Yếu tố	Yên Bái (6)	Hà Nội (7)	Bến Bình (8)	Biên Hoà (9)	Nhà Bè (10)	Hoà Bình (11)	Trị An (12)
Sông	Hồng	Hồng	Kinh Thầy	Đồng Nai	Sài Gòn	Hồ Hoà Bình	Hồ Trị An
Nhiệt độ (°C)	23,1	23,0	23,9	29,7	28,8	21,3	29,7
Tổng sắt (mg/l)	0,08	0,10	0,07	0,22	0,84	0,10	0,79
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	20,30	9,214	13,40	9,87	678	4,960	2,09
Cl ⁻ (mg/l)	6,674	3,017	6,075	10,18	4298	1,812	5,86
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	117,1	98,82	97,60	19,03	62,46	81,74	19,52
Độ kiềm (me/l)	1,920	1,620	1,600	0,312	1,024	1,340	0,320
Độ cứng (me/l)	2,186	1,504	1,733	0,453	23,366	1,385	0,322
Ca ²⁺ (mg/l)	29,54	21,97	25,12	5,17	117,5	20,69	3,81
Mg ²⁺ (mg/l)	8,657	4,958	5,825	2,37	212,7	4,285	1,61
Si (mg/l)	5,903	7,139	5,791	3,576	4,465	6,468	3,324

2.2. Nước biển

Trạm Yếu tố	Hòn Dấu (13)	Bãi Cháy (Bãi tắm - 14)	Sơn Trà (15)	Vũng Tàu (16)
Nhiệt độ (°C)	22,8 - 21,8	25,6 - 22,8	26,0 - 26,1	26,2 - 25,2
NH ₄ ⁺ (mgN/l)	0,130-0,136	0,121-0,135	0,061- <0,06	0,011-0,008
NO ₃ ⁻ (mgN/l)	0,150-0,152	0,159-0,155	0,507-0,478	0,082-0,060
NO ₂ ⁻ (mgN/l)	0,006-0,006	<0,005- <0,005	<0,006- <0,006	0,006-0,005
PO ₄ ³⁻ (mgP/l)	0,04-0,047	0,046-0,042	0,031-0,027	0,004-0,002
Si (mg/l)	2,007-2,014	1,978-2,011	2,547-2,386	0,786-0,503
Cu (mg/l)	0,006-0,007	0,006-0,007	0,0268-0,0361	0,004-0,007
Pb (mg/l)	0,002-0,003	0,005-0,003	0,0101-0,0167	0,033-0,026
pH	7,88-7,87	7,65-7,60	7,92-7,95	7,88-7,86
Độ mặn (o/oo)	25,8-28,7	25,7-28,9	24,3-28,8	32,6-32,9

2.2. Nước biển

Chú thích:

(1) Mưa tổng cộng từ ngày 02 tháng 03 năm 2020 đến ngày 09 tháng 03/2020 ở trạm khí tượng Cúc Phương (pH đo tại Phòng thí nghiệm sau khi nhận được mẫu),

(2) Mưa tổng cộng từ ngày 02 tháng 03 năm 2020 đến ngày 09 tháng 03/2020 ở trạm khí tượng Láng (pH đo tại Phòng thí nghiệm sau khi nhận được mẫu),

(3) Mưa tổng cộng từ ngày 02 tháng 03/2020 đến ngày 09 tháng 03/2020 ở trạm khí tượng Việt Trì (pH đo tại Phòng thí nghiệm sau khi nhận được mẫu),

(4) Mưa tổng cộng từ ngày 02 tháng 03 đến ngày 09 tháng 03/2020 ở trạm khí tượng Đà Nẵng,

(5) Tháng 3 năm 2020 trạm khí tượng Tân Sơn Hoà không mưa.

(6, 7, 8, 9, 10) Mẫu lấy tại trạm thủy văn lúc 7h00 ngày 15/03/2020,

(11, 12) Mẫu lấy ở thượng lưu đập lúc 7h00 ngày 15/03/2020,

(13) Số đầu là ứng với kỳ triều kém (15h00 ngày 08/03/2020) ở tầng mặt; số sau là ứng với kỳ triều cường 03h00 ngày 08/03/2020) ở tầng

mặt,

(14) Số đầu là ứng với kỳ triều kém (17h00 ngày 08/03/2020) ở tầng mặt; số sau là ứng với kỳ triều cường (04h00 ngày 08/03/2020) ở tầng mặt,

(15) Số đầu là ứng với kỳ triều kém (3h13 ngày 09/03/2020) ở tầng mặt; số sau là ứng với kỳ triều cường (19h48 ngày 08/03/2020) ở tầng mặt,

(16) Số đầu là ứng với kỳ triều kém (9h00 ngày 11/03/2020) ở tầng mặt; số sau là ứng với kỳ triều cường (2h00 ngày 11/03/2020) ở tầng mặt,

Nhận xét

Môi trường không khí:

- Hàm lượng các chất trong nước mưa thấp hơn nhiều so với cùng kỳ năm trước

Môi trường nước:

- Nước sông - hồ: Hàm lượng các chất trong nước sông - hồ chứa tương đối cao, Tại trạm Nhà Bè hàm lượng các chất (Cl, SO₄²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺) cao hơn do nước bị nhiễm mặn,

- Nước biển: Hàm lượng các chất tương đối thấp, Tại trạm Sơn Trà và Vũng Tàu hàm lượng Cu, Pb cao hơn các trạm khác.

Table of content

- 1** **Vo Van Hoa, Du Duc Tien, Mai Khanh Hung, Luong Thi Thanh Huyen, Dang Dinh Quan** (2020), *Application of seasonal ensemble prediction based an multiple physical and lagged-time approach to forecast northern winter temperature*, Volume 714, 1 - 9.
- 10** **Le Dai Thang, Nguyen Viet Lanh** (2020), *Application of standard quality assessment method for forecasting raining events*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 714, 10 - 17.
- 18** **Dang Van Nam, Hoang Quy Nhan, Ngo Van Manh, Nguyen Thi Hien** (2020), *Results of applying standardized methods of hydrographic data for stations 74129 - Yen Bai*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 714, 18 - 29.
- 30** **Vo Van Hoa, Le Thi Thu Ha** (2020), *Research on the relationship between abnormal cold surges occurrence and enso in wi ter of the northern Viet Nam* . Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 714, 30 - 39.
- 40** **Nguyen Tuan Quang, Huynh Thi Lan Huong, Nguyen Xuan Hien, Tran Van Tra, Duong Hong Nhung** (2020), *Assessing the achievement of national climate change response, natural resources and envirnmental management research programs and proposing research direction for the next period*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 714, 40 - 49.
- 50** **Duong Trinh Hoang, Cuong Hoang Duc, Kham Duong Van, Chanh K. Q** (2020), *The possibility of dynamical - statistical prediction for seasonal accumulated cyclone energy in the east sea based on CFSv2*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 714, 50 - 61 .
- 62** **Bui Van Chanh, Tu Thi Nam, Nguyen Thi Phuong Chi** (2020), *Study to restore data on the flow of cai Phan Rang river basin*. Vietnam Journal of Hydrometeorology, Volume 714, 62- 71.
- 72** **Agricultural Forecast of May, 2020: The summary of the atmospheric and water environment in March 2020 - National Center for Hydro-Meteorological Forecasting**