

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-*k*le. 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 kỷ và nhiều thập kỷ 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 kỷ, nhiều thập kỷ (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.

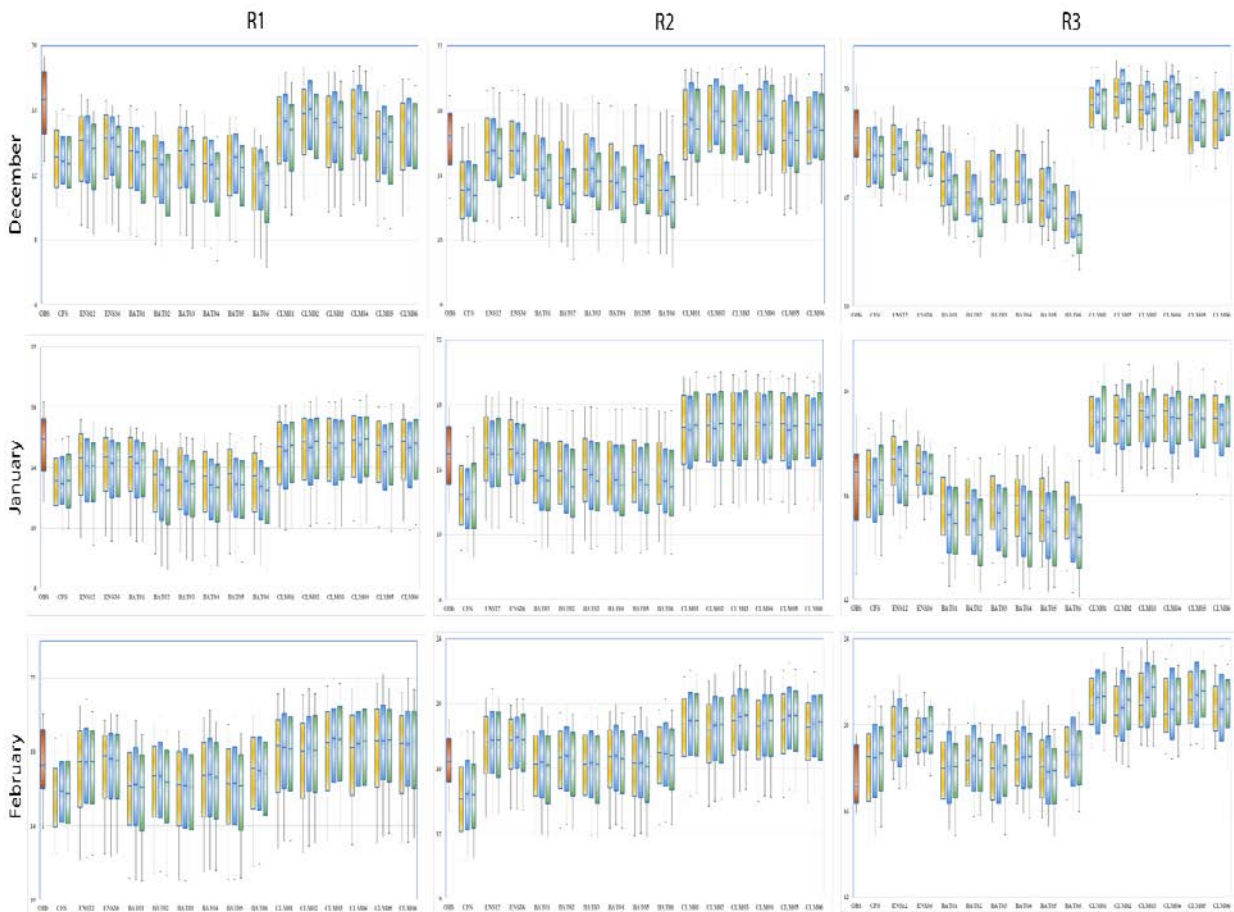
Bảng 2. Thông tin các thử nghiệm trong nghiên cứu

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

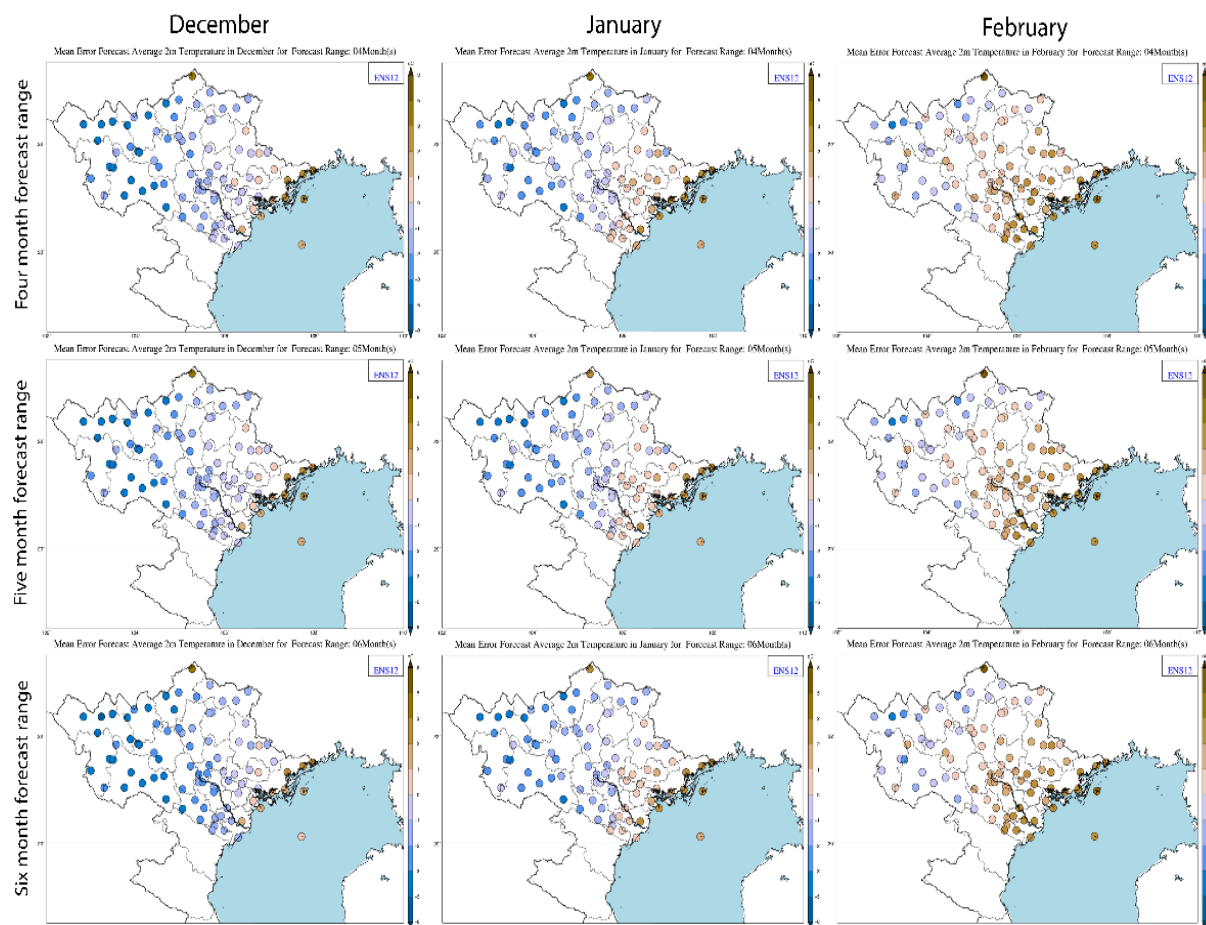
Từ 12 dự báo đơn lẻ cũng cho thấy khả năng dự báo của mô hình RegCM4 với các cấu hình vật lý khác nhau hầu hết nhạy hơn với sơ đồ tham số hóa mặt đất so với sơ đồ bức xạ hay sơ đồ đối lưu. Đối với khu vực R1, phân bố dự báo sử dụng sơ đồ CLM tiến gần quan trắc hơn so

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

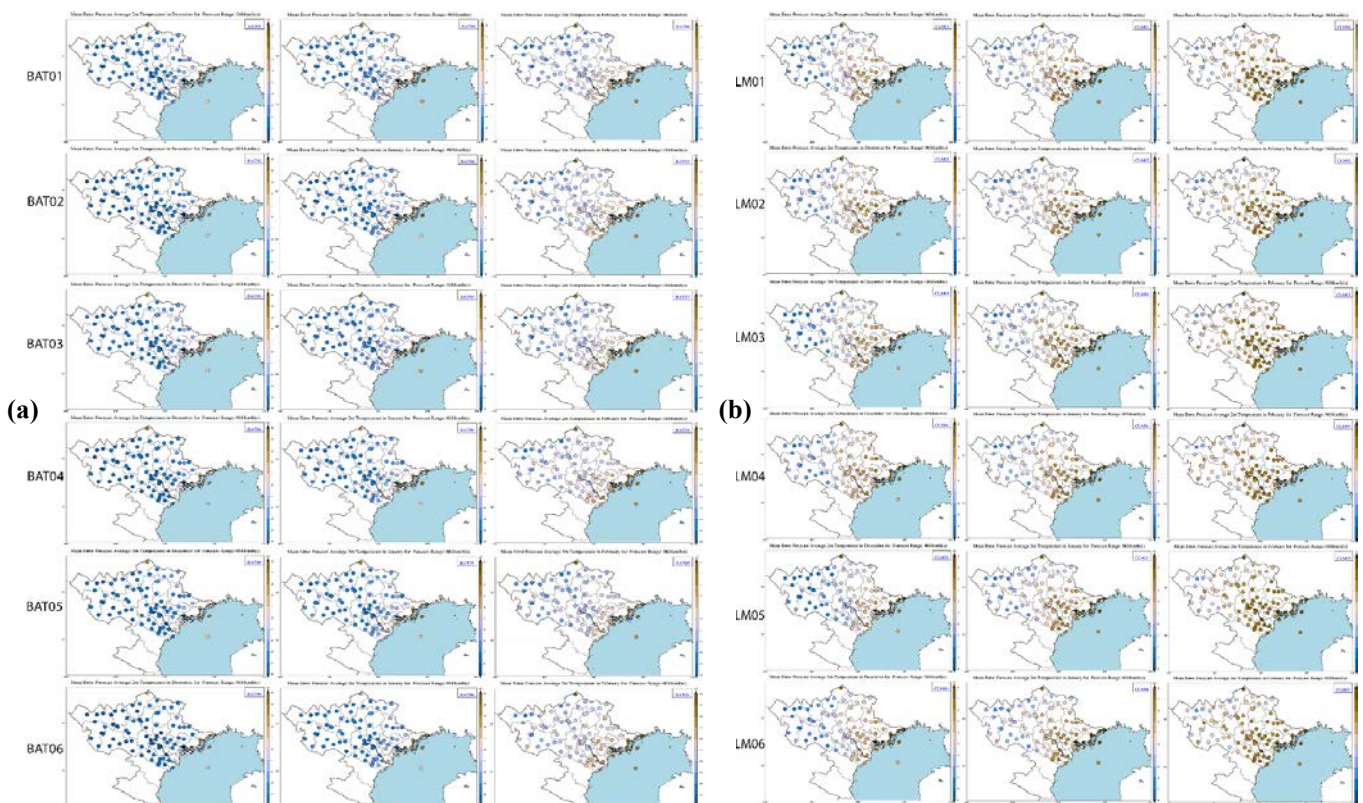
hơn so với CCRM với mức giảm 10% - 20% trong RSME. Độ nhạy trong tháng hai và cho R3 nhỏ hơn. BATS với sơ đồ KF cho thấy sai số cao hơn so với các sơ đồ GR và TD (RMSE tăng 5% - 10%). Đối với CLM, độ nhạy của các sơ đồ bức xạ khác nhau không lớn và rõ ràng như với BATS. Tuy nhiên, sự kết hợp với CCRM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



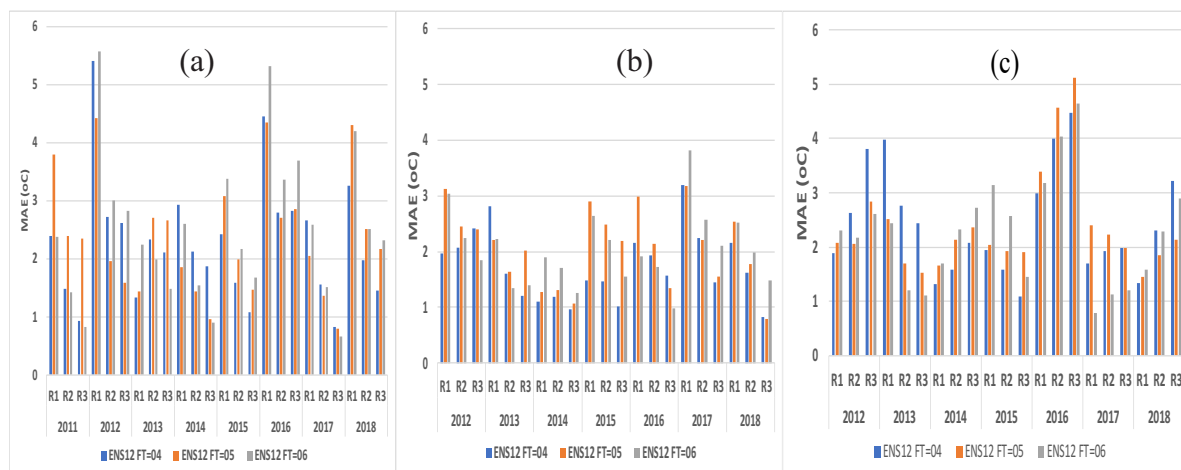
Hình 3. Sai số trung bình (ME) của giai đoạn 2011-2018 tại từng trạm trên Bắc bộ cho dự báo tháng 12. 1 và 2 hạn dự báo 6 tháng, đối với 6 dự báo sử dụng BATS (a) và sử dụng CLM (b)

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 QGTD.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.*