

## **ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỰ BÁO TRƯỜNG KHÍ TƯỢNG CỦA MỘT SỐ MÔ HÌNH KHÍ HẬU TOÀN CẦU CHO KHU VỰC VIỆT NAM**

**Nguyễn Tiến Thành<sup>1</sup>**

**Tóm tắt:** Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, chất lượng sản phẩm dự báo từ các mô hình khí hậu động lực toàn cầu đã được cải thiện đáng kể, góp phần quan trọng trong phát triển kinh tế xã hội. Tuy vậy, với mỗi thời điểm dự báo, hạn dự báo và khu vực được dự báo khác nhau thì chất lượng dự báo cũng rất khác nhau đối với một hoặc nhiều mô hình khác nhau. Vì vậy, nghiên cứu này sẽ tập trung đánh giá chất lượng dự báo các trường khí tượng như trường mưa và trường nhiệt độ từ một số mô hình khí hậu toàn cầu đang được chạy nghiệp vụ tại các trung tâm dự báo thời tiết khí hậu lớn trên thế giới cho khu vực Việt Nam. Sản phẩm dự báo từ các mô hình này được đánh giá ở thời điểm dự báo trong các tháng điển hình của mùa hè (tháng 7) và mùa đông (tháng 1) với các hạn dự báo là 1 và 3 tháng. Kết quả cho thấy, mô hình từ Trung tâm Dự báo môi trường Hoa Kỳ cho kết quả tốt nhất đối với trường mưa. Mô hình từ Trung tâm Dự báo môi trường Hoa Kỳ cho kết quả kém nhất đối với cả trường mưa và trường nhiệt độ. Chất lượng dự báo trường nhiệt là tốt hơn hẳn so với trường mưa và tốt nhất là sản phẩm của Cơ quan khí tượng Pháp.

**Từ khóa:** Dự báo nhiệt độ, Dự báo mưa, Dự báo mùa, Mô hình khí hậu toàn cầu, Việt Nam

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Thông tin dự báo khí hậu từ hạn ngắn (đến 1 năm) tới hạn dài (trên 10 năm đến 100 năm) có ý nghĩa rất lớn tới các hoạt động phát triển kinh tế xã hội như các kế hoạch sản xuất nông nghiệp, du lịch, quản lý khai thác có hiệu quả nguồn tài nguyên nước. Trong nghiệp vụ cung cấp thông tin dự báo khí hậu của các đặc trưng khí tượng thì thông tin về dự báo mưa nói chung, lượng mưa nói riêng, đặc biệt là các sự kiện mưa lớn là một trong các vấn đề nan giải nhất. Mức độ tin cậy về dự báo mưa thường thấp hơn so với các yếu tố dự báo khác bởi sự phân bố theo không gian và sự biến đổi theo thời gian của lượng mưa phụ thuộc và nhiều yếu tố khác nhau như địa hình, các quá trình chuyển động thẳng lên của không khí ẩm, quá trình tích lũy ẩm ở mực thấp, chế độ hoàn lưu... Cho tới nay, hai phương pháp phổ biến là phương pháp thống kê và phương pháp động lực thường được quan tâm và áp dụng trong dự báo khí hậu. Trong đó, phương pháp thống kê được xem như là phương pháp chủ yếu được sử dụng để

xây dựng các mô hình dự báo mùa trước khi các mô hình động lực ra đời. Cơ sở cốt lõi của phương pháp này là dựa trên mối quan hệ thống kê giữa yếu tố dự báo và các nhân tố dự báo. Các mô hình toán học cũng được áp dụng rất đa dạng như hồi quy tuyến tính đa biến, ước lượng hồi quy xác suất sự kiện, mạng thần kinh nhân tạo hay phân tích phân biệt. Do được xây dựng từ mối quan hệ thống kê nên nhược điểm của phương pháp này là sẽ cho sai số lớn khi đối tượng dự báo xảy ra có tính đột biến. Hay nói cách khác, chúng chỉ có thể nắm bắt được những hiện tượng mang tính quy luật. Trong khi đó phương pháp động lực đã được quan tâm, phát triển mạnh và liên tục được cải tiến trong những năm gần đây bởi những ưu việt của chúng như (i) đưa ra sản phẩm khí hậu đối với nhiều yếu tố mang tính khách quan hơn, (ii) có thể nắm bắt được các giá trị cực trị hoặc những hiện tượng bất thường có thể chưa từng xuất hiện trong khí hậu ở độ phân giải cao và (iii) có thể sử dụng làm đầu vào cho các mô hình ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Cho tới nay, nhiều trung tâm dự báo/các dự án lớn đã cung cấp miễn phí các sản phẩm dự báo hạn mùa là sản phẩm của

---

<sup>1</sup> Khoa Kỹ thuật tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy lợi

các mô hình động lực. Điển hình gồm dự án nghiên cứu S2S được thiết lập bởi Chương trình nghiên cứu khí hậu thế giới (WCRP)/Chương trình nghiên cứu thời tiết thế giới (WWRP) kể từ năm 2015; và chương trình nghiên cứu của châu Âu được biết đến như Ban biến đổi khí hậu Copernicus (C3S) phát triển kể từ năm 2017. Tian et al. (2017) đã đánh giá khả năng dự báo hạn mùa trường mưa và nhiệt độ của mô hình CFSv2-NCEP-S2S. Nghiên cứu đã sử dụng số liệu tái dự báo để tính toán các chỉ số mưa và nhiệt độ và đã đưa đến kết luận rằng chất lượng dự báo phụ thuộc lớn vào chỉ số dự báo, vùng dự báo, thời gian dự kiến. Manzanos et al. (2019) đã sử dụng các mô hình dự báo động lực mùa trong bộ dữ liệu C3S (bao gồm ECMWF-SEAS5, UK Met Ofce-GloSea5 và Météo France-System5) và ECMWF-System4 để dự báo lượng mưa và nhiệt độ với thời gian dự kiến là 1 tháng cho các vùng thuộc Châu Âu và Đông Nam Á. Gần đây, Ban biến đổi khí hậu Copernicus đã có những đánh giá tổng quát nhất về sản phẩm dự báo các trường khí tượng hạn mùa trên quy mô vùng và chỉ ra tính ưu việt của các mô hình dự báo động lực mùa mới nhất như ECMWF. Nhìn chung, các nghiên cứu trên thế giới mới chỉ dừng lại ở việc đánh giá chất lượng của các mô hình dự báo động lực hạn mùa trên quy mô khu vực, miền tính lớn.

Tại Việt Nam, năm 2016, Phan V.T., và Nguyễn X.T. (Phan&Nguyen, 2016) đã đánh giá khả năng dự báo mùa tổng lượng mưa tháng trên toàn lãnh thổ Việt Nam với hạn dự báo đến 6 tháng của mô hình NCEP-CFS (National Centers for Environmental Prediction-Climat System Forecast) với bộ dữ liệu dự báo lại (1982-2009) và dự báo nghiệp vụ (2012-2014). Các dữ liệu dự báo mưa mùa này được so sánh với dữ liệu mưa phân tích trên lưới GPCC và số liệu quan trắc từ mạng lưới trạm. Kết quả cho thấy CFS cho dự báo mưa tháng khá phù hợp với quan trắc trên các vùng khí hậu phía Bắc và Nam Bộ Việt Nam trong khi cho sai số khá lớn trên các vùng khí hậu Trung Bộ và Tây Nguyên. Sai số dự báo biến động ít theo hạn dự báo nhưng lại khác biệt đáng kể giữa các tháng được dự báo. Có thể thấy rằng các nghiên cứu ở Việt Nam quan tâm nhiều tới mô hình CFS mà

chưa tập trung vào đánh giá chất lượng dự báo trường khí tượng một cách kỹ lưỡng từ các mô hình động lực khác nhau, đặc biệt trong bối cảnh các mô hình khí hậu toàn cầu liên tục được cải thiện và cập nhật những công nghệ mới nhất.

Do vậy, nghiên cứu này sẽ tập trung đánh giá chất lượng dự báo trường khí tượng, trường mưa và trường nhiệt độ, từ các hệ thống dự báo với các mô hình tiên tiến và mới nhất hiện nay. Đó là các sản phẩm từ Trung tâm dự báo hạn vừa châu Âu (ECMWF), Cơ quan khí tượng Vương quốc Anh (UK Met Office), Cơ quan khí tượng Pháp (Meteo France), Trung tâm dịch vụ thời tiết Đức (DWD), Trung tâm châu Âu và địa trung hải về biến đổi khí hậu (CMCC) và Trung tâm Dự báo môi trường Hoa Kỳ (NCEP). Các sản phẩm được đánh giá với thời gian dự kiến dự báo là 1 tháng và 3 tháng trong trường hợp phân vị thứ 50 (trung vị) của tất cả các thành phần tổ hợp đối với từng mô hình cho toàn vùng lãnh thổ Việt nam. Trong mục tiếp theo, nghiên cứu sẽ trình bày chi tiết các nguồn số liệu được sử dụng trong nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu. Cuối cùng, nghiên cứu sẽ trình bày các kết quả phân tích, đánh giá và đưa ra một số kết luận.

## 2. SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Số liệu

Trong nghiên cứu này, dữ liệu mô hình khí hậu toàn cầu được lấy từ các trung tâm thời tiết khí hậu khác nhau trên thế giới như đã được đề cập trong phần trước. Với mỗi trung tâm khác nhau sẽ sử dụng các mô hình khác nhau, và do vậy để đơn giản, các ký hiệu được viết ngắn gọn như sau: với trung tâm ECMWF sử dụng mô hình tích hợp IFS Cycle 43r1 được ký hiệu ECMWF\_Ifs, tương tự Meteo France sử dụng mô hình ARPEGE v6.1 (Met\_Arp), DWD sử dụng mô hình ECHAM 6.3.04 (DWD\_Echam) và CMCC sử dụng mô hình CAM 5.3 (CMCC\_Cam) và NCEP sử dụng CFSv2.0 (NCEP\_Cfsv2). Mỗi trung tâm cung cấp sản phẩm dự báo mùa trên các hệ thống khác nhau và với độ phân giải ngang, thẳng đứng là khác nhau nhưng nhìn chung với miền lưới toàn cầu dữ liệu có độ phân giải lưới ngang là 1 độ x 1 độ, thời gian dự báo lại (hindcast) từ 1993 tới

2016 và thời gian dự báo thời gian thực phục vụ nghiệp vụ (forecast) từ 2017 tới hiện tại. Độ phân giải về thời gian với bước thời gian 6 giờ và ngày. Các dữ liệu được định dạng đầu ra của từng sản phẩm theo chuẩn của Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO), dạng GRIB. Tổng số các biến chính được dự báo bao gồm 31 biến như các thành phần gió, nhiệt độ, giáng thủy, bức xạ, mây và tuyết. Số liệu dự báo được cập nhật hàng tháng vào các thời điểm khác nhau và với thời gian dự báo dự kiến khác nhau. Trong nghiên cứu này, thời gian dự báo dự kiến tới 1 tháng và 3 tháng là được đánh giá với thời điểm dự báo trong các tháng điển hình của mùa hè (tháng 7) và mùa đông (tháng 1). Các sản phẩm được đánh giá ở phân vị thứ 50 của tất cả các thành phần tổ hợp.

Với số liệu trường mưa được sử dụng để so sánh với dữ liệu mô hình là dữ liệu mưa GPCP (the Global Precipitation Climatology Centre) phân tích trên lưới kinh vĩ được tạo ra và cung cấp miễn phí bởi Cơ quan Thời tiết, Cộng hòa Liên bang Đức (DWD). Với số liệu trường nhiệt là dữ liệu được lấy từ Ban Nghiên cứu Khí hậu (Climatic Research Unit) của Đại học East Anglia. Toàn bộ dữ liệu được lấy trong giai đoạn 1993-2020 và giới hạn trong miền nghiên cứu (7-25°N và 100-110°E). Toàn bộ dữ liệu này được đưa về cùng độ phân giải về ô lưới sử dụng phương pháp nội suy song tuyến.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, các mô hình được đánh giá dựa trên các chỉ số thống kê

*Sai số tuyệt đối trung bình (MAE-Mean Absolute Error)*

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |F_i - O_i| \quad (1)$$

Trong đó, giá trị MAE nằm trong khoảng (0, +∞). MAE biểu thị biên độ trung bình của sai số mô hình nhưng không nói lên xu hướng lệch của giá trị dự báo và quan trắc. Khi MAE = 0, giá trị của mô hình hoàn toàn trùng khớp với giá trị quan trắc, mô hình được xem là “lý tưởng”.

*Sai số bình phương trung bình quân phương (RMSE-Root mean square Error)*

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2} \quad (2)$$

Đây là một trong những đại lượng cơ bản và thường được sử dụng phổ biến cho việc đánh giá kết quả của mô hình dự báo số trị. Người ta thường hay sử dụng đại lượng sai số bình phương trung bình quân phương (RMSE) biểu thị độ lớn trung bình của sai số. Đặc biệt RMSE rất nhạy với những giá trị sai số lớn. Do đó nếu RMSE càng gần MAE sai số mô hình càng ổn định và có thể thực hiện việc hiệu chỉnh sản phẩm mô hình. Giống như MAE, RMSE không chỉ ra độ lệch giữa giá trị dự báo và giá trị quan trắc. Giá trị của RMSE nằm trong khoảng (0, +∞).

Khi so sánh MAE và RMSE ta thấy: RMSE > MAE. Còn RMSE = MAE khi và chỉ khi tất cả các sai số có độ lớn như nhau: RMSE = MAE = 0.

*Hệ số tương quan (Correlation coefficient)*

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (F_i - \bar{F})(O_i - \bar{O})}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - \bar{F})^2} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2}} \quad (3)$$

Hệ số tương quan (r) cho phép đánh giá mối quan hệ tuyến tính giữa tập giá trị dự báo và tập giá trị quan trắc. Giá trị của nó biến thiên trong khoảng -1 đến 1, giá trị hoàn hảo bằng 1. Giá trị tuyệt đối của hệ số tương quan càng lớn thì mối quan hệ tuyến tính giữa hai biến càng chặt chẽ. Hệ số tương quan dương phản ánh mối quan hệ cùng chiều (đồng biến), ngược lại, hệ số tương quan âm biểu thị mối quan hệ ngược chiều (nghịch biến) giữa dự báo và quan trắc.

*Chỉ số phần trăm dự báo đúng PC*

Đây là chỉ số dùng đánh giá đối với các pha dự báo và được xác định bằng tỷ số giữa số lần dự báo đúng chia cho tổng số lần dự báo và được xác định bằng biểu thức toán học như sau:

$$PC = \frac{H+CN}{H+M+F+CN} \cdot 100\% \quad (4)$$

Trong đó, Hits (H) = dự báo có + quan trắc có; Misses (M) = dự báo không + quan trắc có; False alarms (F) = dự báo có + quan trắc không; Correct negatives (CN) = dự báo không + quan trắc không.

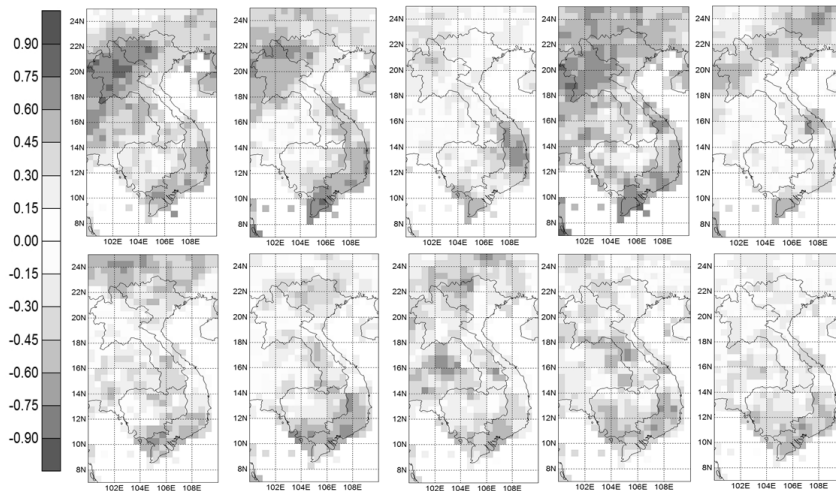
PC phản ánh tỷ lệ trùng khớp giữa kết quả của mô hình và quan trắc trong cả hai pha có và không xuất hiện hiện tượng. Giá trị của PC biến đổi trong khoảng từ 0 đến 100%. Nếu mô hình là hoàn hảo, tức kết quả mô hình trùng khớp hoàn toàn với quan trắc thì PC bằng 100%, ngược lại, PC sẽ bằng 0 nếu tất cả mọi trường hợp kết quả của mô hình đều ngược với quan

trắc. PC càng lớn độ chính xác mô phỏng, dự báo của mô hình càng cao (MONRE, 2017).

### 3. KẾT QUẢ

Phần này trình bày kết quả đánh giá sản phẩm dự

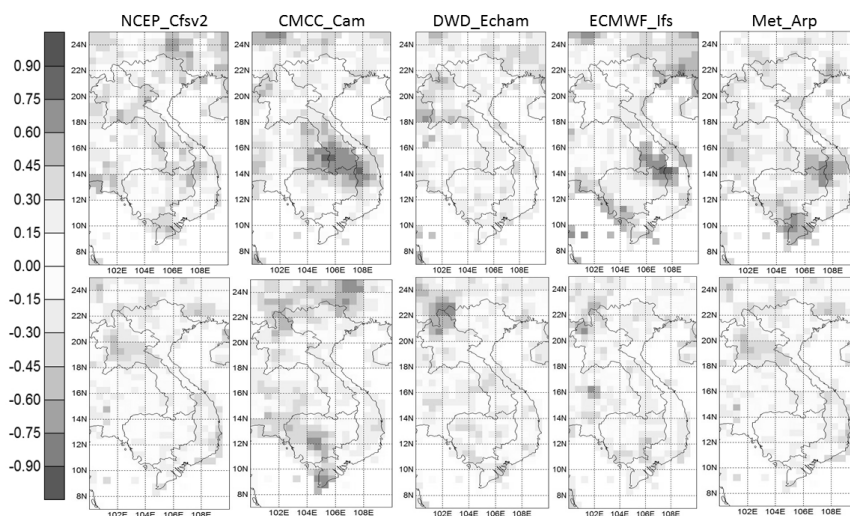
báo đối với trường mưa và trường nhiệt từ các mô hình khí hậu toàn cầu với hạn dự báo 1 tháng (to+1) và 3 tháng (to+3) tại thời điểm dự báo trong các tháng điển hình của mùa hè (tháng 7) và mùa đông (tháng 1).



Hình 1. Hệ số tương quan trường mưa giữa các sản phẩm mô hình và GPCP với thời gian dự báo là 1 tháng (hàng trên) và 3 tháng (hàng dưới) tại thời điểm dự báo tháng 1

Từ hình 1 cho thấy với thời điểm dự báo là tháng 1 thì tương quan giữa sản phẩm ECMWF\_Ifs với thời gian dự báo 1 tháng khá chặt chẽ trên toàn miền đạt 0.5 và đạt biệt tốt nhất ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long Việt Nam với hệ số tương quan 0.65. Từ hình 1 cũng cho thấy, sản phẩm ECMWF\_Ifs là tốt nhất so với các sản phẩm khác với thời gian dự báo trước 1 tháng. Trong khi kém nhất là sản phẩm DWD\_Echam. Mặc dù với mỗi vùng thì mức độ tương quan là khác nhau nhưng

nhìn chung tương quan là kém nhất ở khu vực Bắc Trung Bộ của Việt Nam. Với thời gian dự báo trước 3 tháng hầu hết các sản phẩm đều cho tương quan thấp hơn và kém chặt chẽ hơn so với trường hợp dự báo trước 1 tháng. Phân tích tại thời điểm dự báo là tháng 7 (hình 2) cho thấy mức độ tương quan kém hơn so với thời điểm dự báo là tháng 1 cho cả thời gian dự báo trước 1 tháng và 3 tháng. Tính trung bình trên toàn miền thì sản phẩm ECMWF\_Ifs vẫn cho tương quan tốt nhất so với các sản phẩm khác.



Hình 2. Hệ số tương quan trường mưa giữa các sản phẩm mô hình và GPCP với thời gian dự báo là 1 tháng (hàng trên) và 3 tháng (hàng dưới) tại thời điểm dự báo tháng 7

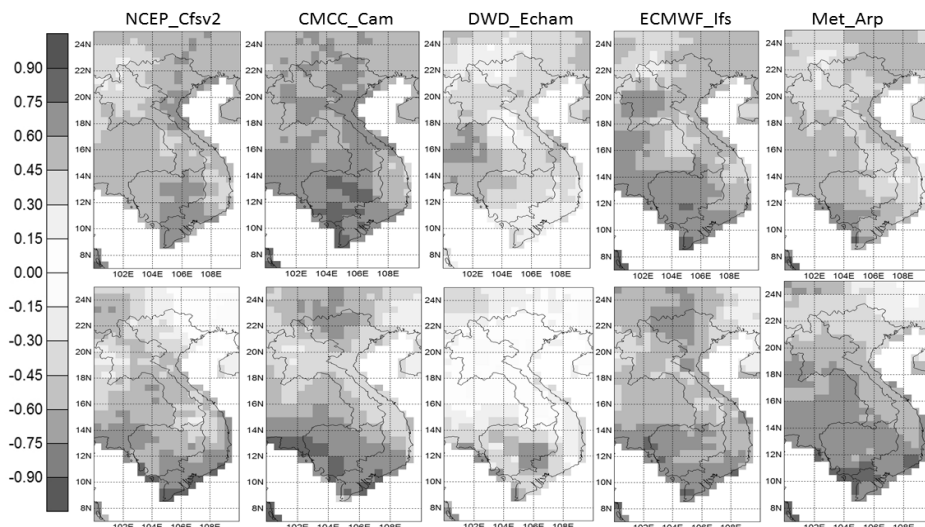
**Bảng 1. Các chỉ số thống kê đánh giá trường mưa giữa sản phẩm các mô hình và GPCC**

	Hạn dự báo (tháng)	Chỉ số	NCEP_Cfsv2	CMCC_Cam	DWD_Echam	ECMWF_Ifs	Met_Arp
T H Á N G 1	$t_0+1$	RMSE	<b>35.3</b>	29.1	30.2	<b>27.7</b>	29.4
		MAE	<b>24.2</b>	<b>19.9</b>	20.9	20.8	20.8
		PC	<b>38.1</b>	41.3	39.5	<b>44.4</b>	41.5
		r	0.41	0.33	<b>0.20</b>	<b>0.50</b>	0.24
	$t_0+3$	RMSE	<b>57.5</b>	<b>43.1</b>	45.9	43.6	44.8
		MAE	<b>44.4</b>	<b>32.2</b>	32.9	34.5	32.5
		PC	<b>34.5</b>	38.7	38.7	<b>39.7</b>	38.2
		r	0.31	<b>0.21</b>	0.27	<b>0.33</b>	0.23
T H Á N G 7	$t_0+1$	RMSE	<b>290.2</b>	138.5	157.9	<b>124.5</b>	156.0
		MAE	<b>273.2</b>	117.2	132.9	<b>103.1</b>	131.5
		PC	<b>33.9</b>	37.1	36.7	<b>39.6</b>	37.0
		r	<b>0.09</b>	0.25	0.11	<b>0.30</b>	0.21
	$t_0+3$	RMSE	<b>273.0</b>	117.8	136.3	<b>112.7</b>	126.0
		MAE	<b>254.7</b>	93.9	110.6	<b>91.7</b>	101.6
		PC	<b>34.5</b>	38.7	36.7	<b>39.7</b>	36.5
		r	0.06	<b>0.21</b>	0.08	0.09	<b>0.05</b>

Phân tích chi tiết khả năng dự báo trường mưa với các chỉ số thống kê khác như RMSE, MAE và PC được chỉ ra trong Bảng 1. Trong đó, các giá trị màu xanh thể hiện là kém nhất và màu đỏ là tốt nhất. Từ bảng 1 chỉ ra sản phẩm NCEP\_Cfsv2 là kém nhất, trong khi đó sản phẩm ECMWF\_Ifs được xem là tốt nhất với thời gian dự báo trước 1 và 3 tháng cho thời điểm dự báo trong tháng 1 và tháng 7. Sự sai khác giữa các sản phẩm DWD\_Echam và Met\_Arp là không quá lớn cho cả dự báo trước 1 và

3 tháng trong hai thời điểm dự báo được xem xét.

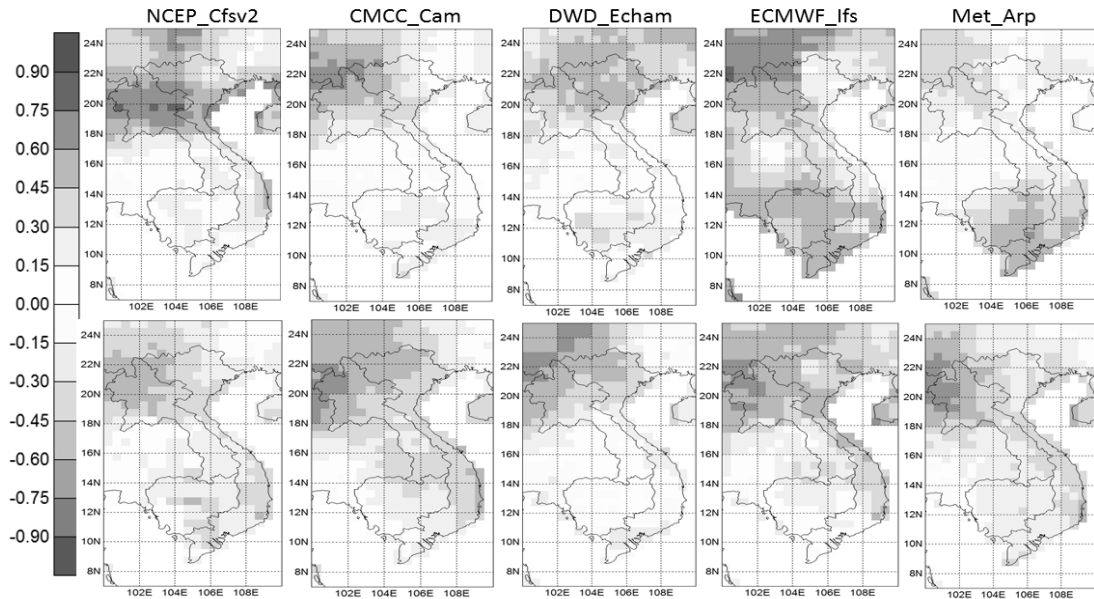
Đối với trường nhiệt độ, kết quả phân tích tương quan theo không gian tại thời điểm dự báo tháng 1 cho thấy sản phẩm DWD\_Echam cho tương quan kém nhất đối với cả hai thời gian dự báo được xem xét. Nhìn chung, tất cả các sản phẩm đều cho tương quan ở khu vực phía Nam Việt Nam tốt hơn so với các vùng khác và không có sự sai khác quá lớn giữa thời gian dự báo trước 1 tháng và 3 tháng (hình 3).



*Hình 3. Hệ số tương quan trường nhiệt giữa các sản phẩm mô hình và CRU với thời gian dự báo là 1 tháng (hàng trên) và 3 tháng (hàng dưới) tại thời điểm dự báo tháng 1*

Tại thời điểm dự báo tháng 7 (hình 4), các sản phẩm đều cho tương quan khá tốt ở phía Bắc Việt Nam và kém hơn ở phía Nam Việt Nam với thời gian dự báo trước 3 tháng. Sản phẩm DWD\_Echam cho tương quan kém hơn cả. Tuy nhiên, với thời gian dự báo trước 3 tháng, sản

phẩm DWD\_Echam cho dự báo ở phía Bắc Việt Nam tốt hơn tại thời điểm tháng 7 so với tại thời điểm tháng 1. Nhìn chung, với thời điểm dự báo tháng 7, tương quan của các sản phẩm đều kém chặt chẽ hơn so với thời điểm dự báo tháng 1 trong cả thời gian dự báo trước 1 tháng và 3 tháng.



Hình 4. Hệ số tương quan trường nhiệt giữa các sản phẩm mô hình và CRU với thời gian dự báo là 1 tháng (hàng trên) và 3 tháng (hàng dưới) tại thời điểm dự báo tháng 7

Tương tự như trường mưa, Bảng 2 mô tả chi tiết các chỉ số thống kê dùng để đánh giá sản phẩm dự báo như RMSE, MAE và PC. Trong đó màu xanh thể hiện mức độ kém nhất, màu đỏ thể

hiện mức độ tốt nhất. Bảng 2 đã cho thấy tại thời điểm dự báo tháng 1 với thời gian dự báo 3 tháng thì sản phẩm DWD\_Echam cho kết quả kém nhất.

**Bảng 2. Các chỉ số thống kê đánh giá trường nhiệt giữa sản phẩm các mô hình và CRU**

	Hạn dự báo (tháng)	Chỉ số	NCEP_Cfsv2	CMCC_Cam	DWD_Echam	ECMWF_Ifs	Met_Arp
T H Á N G 1	$t_0+1$	RMSE	<b>3.7</b>	2.3	3.6	<b>2.1</b>	<b>2.1</b>
		MAE	<b>3.6</b>	2.2	3.5	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>
		PC	<b>37.2</b>	40.2	36.7	<b>40.4</b>	<b>40.4</b>
		r	0.57	<b>0.68</b>	<b>0.30</b>	0.61	0.57
T H Á N G 1	$t_0+3$	RMSE	1.9	1.7	<b>2.9</b>	1.7	<b>1.6</b>
		MAE	1.8	<b>1.5</b>	<b>2.8</b>	1.6	<b>1.5</b>
		PC	37.1	<b>38.9</b>	<b>35.6</b>	37.7	38.7
		r	0.43	<b>0.62</b>	<b>0.22</b>	0.55	0.57

	Hạn dự báo (tháng)	Chỉ số	NCEP_Cfsv2	CMCC_Cam	DWD_Echam	ECMWF_Ifs	Met_Arp
T H Á N G 7	t <sub>0</sub> +1	RMSE	2.3	1.4	<b>2.6</b>	1.4	<b>1.2</b>
		MAE	2.2	1.3	<b>2.5</b>	1.3	<b>1.1</b>
		PC	34.1	<b>33.0</b>	34.2	34.1	<b>38.7</b>
		r	0.26	<b>0.21</b>	0.26	<b>0.41</b>	<b>0.21</b>
	t <sub>0</sub> +3	RMSE	<b>2.9</b>	<b>1.4</b>	2.6	1.9	<b>1.4</b>
		MAE	<b>2.9</b>	<b>1.3</b>	2.5	1.8	<b>1.3</b>
		PC	32.8	<b>32.7</b>	33.6	33.2	<b>34.5</b>
		r	0.25	0.32	<b>0.21</b>	<b>0.33</b>	0.28

Giữa sản phẩm DWD\_Echam và NCEP\_Cfsv2 sai khác không quá lớn, chỉ số RMSE dao động 2.3 tới 3.7°C, chỉ số MAE dao động 1.8 tới 3.6°C. Các sản phẩm CMCC\_Cam, ECMWF\_Ifs và Met\_Arp cho kết quả dự báo khá tốt và tương đồng. Tuy nhiên, tại thời điểm dự báo tháng 7 thì sản phẩm Met\_Arp cho kết quả tốt hơn cả với các chỉ số RMSE (1.2°C, 1.4°C), MAE (1.1°C, 1.3°C) và PC (38.7%, 34.5%) cho thời gian dự báo trước 1 tháng và 3 tháng tương ứng

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu đã phân tích và đánh giá chất lượng dự báo trường mưa và nhiệt độ của một số mô hình khí hậu toàn cầu cho khu vực Việt Nam. Trong nghiên cứu này 05 mô hình đã được đánh giá tại hai thời điểm dự báo mùa đông (tháng 1) và mùa hè (tháng 7) với thời gian dự báo trước 1 và 3 tháng sử dụng các chỉ số thống kê. Kết quả cho thấy, đối với

trường mưa sản phẩm từ trung tâm dự báo hạn vừa châu Âu cho kết quả tốt nhất ở cả hai thời điểm dự báo và hạn dự báo, đặc biệt khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam. Trong khi, sản phẩm của Trung tâm Dự báo môi trường Hoa Kỳ cho kết quả kém nhất đối với cả trường mưa và trường nhiệt độ đối với cả hai thời điểm dự báo và hạn dự báo. Với trường nhiệt độ, ngoại trừ sản phẩm của Trung tâm Dự báo môi trường Hoa Kỳ, các sản phẩm còn lại đều khá tốt ở cả hai thời gian dự báo trước 1 và 3 tháng và không có sự sai khác quá lớn, nhưng nổi trội hơn là sản phẩm của Cơ quan khí tượng Pháp. Việc đánh giá được chất lượng dự báo trường mưa, trường nhiệt từ các mô hình khí hậu toàn cầu có ý nghĩa rất quan trọng, đặc biệt khi sử dụng các sản phẩm này làm đầu vào cho các bài toán liên quan tới giám sát tài nguyên nước, dự báo dòng chảy tháng hoặc nghiên cứu hạn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Tài nguyên và Môi trường (MONRE) (2017). "Thông tư số 41/2017/TT-BTNMT Quy định kỹ thuật đánh giá chất lượng dự báo, cảnh báo khí tượng"
- Phan, V. T, Nguyễn, X. T. (2016) 'Về khả năng ứng dụng sản phẩm dự báo mưa hạn mùa của mô hình NCEP-CFS cho khu vực Việt Nam', Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 32(1), pp. 55–56.
- Frumkin, A., Misra V. (2012), "Predictability of dry season reforecasts over the tropical and the sub-tropical South American region", International Journal of Climatology. DOI. 10.1002/joc.3508. (A3).
- Manzanas, R., Gutiérrez, J. M., Bhend, J., Hemri, S., Doblas-Reyes, F. J., Torralba, V., Penabad, E., & Brookshaw, A. (2019). "Bias adjustment and ensemble recalibration methods for seasonal forecasting: A comprehensive intercomparison using the C3S dataset". Climate Dynamics, 53(3–4), 1287– 1305. <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04640-4>

Phillips, Norman A. "The general circulation of the atmosphere: A numerical experiment." Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 82, no. 352 (1956): 123-164.

Tian D, Wood E F và Yuan X (2017). "CFSv2-based sub-seasonal precipitation and temperature forecast skill over the contiguous United States". Hydrol. Earth Syst. Sci. 21 1477–90

**Abstract:**

**EVALUATION OF THE FORECASTING QUALITY OF METEOROLOGICAL FIELDS FROM GLOBAL CLIMATE MODELS FOR VIETNAM**

*In recent years, along with the development of science and technology, the quality of forecast products from global dynamical climate models has significantly improved, making an important contribution to socio-economic development. However, each forecast time, leadtime and forecasted regions, the forecast quality is very different for one or more different models. Therefore, this study will focus on evaluating the forecasting quality of meteorological fields such as precipitation and temperature fields produced from several global climate models that are being run professionally at weather and climate forecasting centers in the world for Vietnam. Forecast products from these models are evaluated at the forecast time in the typical months of summer (July) and winter (January) with a leadtime of 1- and 3-month. The results showed that the European Center for Medium-range Weather Forecasts provides the best forecast results of precipitation field. The US National Centers for Environmental Prediction provides the worst forecast results of both precipitation and temperature fields. The forecast quality of temperature field is much better than that of precipitation field and the best product is the product produced by the the French national meteorological service.*

**Keywords:** Temperature forecast, precipitation forecast, seasonal forecast, global climate model, Vietnam.

---

Ngày nhận bài: 21/5/2021

Ngày chấp nhận đăng: 23/6/2021