



Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội:
Các Khoa học Trái đất và Môi trường

Website: <https://js.vnu.edu.vn/EES>



Đánh giá khả năng dự báo mưa lớn của mô hình WRF do hình thể không khí lạnh kết hợp với gió đông trên cao cho khu vực Trung Trung Bộ

Nguyễn Tiến Toàn^{1,*}, Công Thanh², Phạm Thị Phương¹, Vũ Tuấn Anh³

¹Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Trung Trung Bộ, 660 Trưng Nữ Vương, Đà Nẵng, Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

³Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia, Tổng cục KTTV, 8 Pháo Đài Láng, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 30 tháng 11 năm 2018

Chỉnh sửa ngày 11 tháng 12 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 25 tháng 12 năm 2018

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này nhóm tác giả đánh giá khả năng dự báo mưa do hình thể thời tiết không khí lạnh kết hợp với gió đông trên cao bằng mô hình WRF với thời hạn 2 ngày cho khu vực Trung Trung Bộ. Kết quả đánh giá cho thấy, hạn dự báo 24h nên sử dụng ngưỡng mưa vừa (16-50mm/ngày) và mưa to (50-100mm/ngày) để tham khảo dự báo lượng và diện mưa; Hạn dự báo 48h nên sử dụng ngưỡng mưa vừa (16-50mm/ngày) để tham khảo cho dự báo mưa lớn. Ngưỡng mưa trên 100mm, các hạn dự báo cho kết quả dự báo kém, hầu như không dự báo được. Từ những kết quả trong nghiên cứu này có thể giúp dự báo viên có thêm thông tin phục vụ công tác dự báo định lượng mưa lớn cho khu vực Trung Trung Bộ.

Từ khóa: Mô hình WRF, mưa lớn Trung Trung Bộ.

1. Mở đầu

Mưa lớn do hình thể thời tiết kết hợp với địa hình luôn là bài toán khó trong nước và trên thế giới. Rất nhiều công trình nghiên cứu về vấn đề này như: Tại Đài Loan do ảnh hưởng của địa hình kết hợp với hiệu ứng nâng do gió mạnh làm cho xoáy có thể di chuyển về phía Tây Nam gây ra mưa lớn cho khu vực [1, 2], ngoài ra do địa hình chắn dòng gió Tây Nam qua eo Đài Loan hội tụ với dòng gió phía Tây bờ biển Đài Loan làm cho lượng mưa tăng lên

đáng kể ở gần khu vực ven biển. Vì vậy, vai trò của địa hình rất quan trọng trong việc gây mưa lớn.

Các hình thể thời tiết gây mưa lớn diện rộng ở miền Trung trong đó có Trung Trung Bộ rất đa dạng và phong phú. Do trải dài trên 10 vĩ độ từ Bắc vào Nam (từ vĩ tuyến 20 đến vĩ tuyến 10) nên tất cả các hình thể thời tiết gây mưa lớn diện rộng ở Việt Nam đều xuất hiện ở miền Trung. Sự khác biệt cơ bản giữa các hình thể thời tiết gây mưa lớn diện rộng ở miền Trung so với các khu vực khác của nước ta (Bắc Bộ, Nam Bộ và Tây Nguyên) là sự phối kết hợp đồng thời hoặc kế tiếp nhau của nhiều hình thể thời tiết với đặc điểm địa hình khu vực, phía

* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-987010785.

Email: tientoantbo@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4328>

Tây là núi cao nên các đợt mưa lớn ở miền Trung thường kéo dài hơn, cường độ mưa và tổng lượng mưa của một đợt mưa thường rất lớn. Mưa lớn kéo dài nhiều ngày liên tục cộng với địa hình bị chia cắt phức tạp, sông suối ngắn, độ dốc lớn nên lũ lụt, lũ quét, sạt lở đất đá xảy ra thường rất nghiêm trọng. Thống kê, phân tích các đợt mưa lớn diện rộng ở miền Trung giai đoạn 2001-2010 của Bùi Minh Tăng: “tiêu chí đơn lẻ hoặc kết hợp các hình thể thời tiết có thể chia làm 3 loại chủ yếu: 1) các đợt mưa gây ra bởi các hình thể thời tiết đơn lẻ. 2) đợt mưa do kết hợp 2 hình thể thời tiết. 3) các đợt mưa có nguyên nhân do sự tổ hợp 3 hình thể thời tiết” [3]. Trong đó dạng hình thể không khí lạnh kết hợp với gió Đông trên cao (gió đông ở các mực đẳng áp 700mb, 500mb) thường xuất hiện nhiều nhất và gây mưa lớn ở khu vực Trung Trung Bộ, hình thể này kết hợp với địa hình phức tạp ở khu vực Trung Trung Bộ thường gây mưa với lượng mưa phổ biến từ 150-350mm/đợt, cá biệt đợt mưa vào tháng 11 năm 2011 đã có lượng mưa lên tới 400-600mm; hay đợt mưa 04-08/11/2017 các tỉnh từ Thừa Thiên-Huế đến 350mm Quảng Ngãi đã có mưa phổ biến 500-1100mm, riêng Ba Tư 1440.8mm, Trà My 1459.6mm, tính riêng hai ngày 04-05/11/2017 lượng mưa các tỉnh từ Thừa Thiên-Huế đến Quảng Ngãi đã xảy ra mưa với lượng phổ biến 300-780mm, riêng Nam Đông 861.1mm, A Lưới 968.6mm, Trà My 1025.7mm. Thời gian xuất hiện của hình thể thời tiết xấu này chủ yếu ở vào giai đoạn từ tháng 10-12 khi các sóng lạnh ở phía Bắc bắt đầu tác động đến nước ta. Trong 4 năm vừa qua (2014-2017) chúng tôi thiết lập mô hình WRF chạy nghiệp vụ để dự báo mưa lớn hàng ngày, vì vậy trong bài báo này chúng tôi sử dụng kết quả trên để đánh giá khả năng dự báo mưa của mô hình WRF cho hình thể không khí lạnh kết hợp với gió đông trên cao.

2. Cấu hình hệ thống và phương pháp đánh giá

Kích thước lưới của mô hình có độ phân giải ngang lần lượt là 18km và 6km với số điểm

lưới miền 1 là 120x113 điểm lưới, miền 2 gồm 76x88 điểm lưới. Tọa độ tâm là 16⁰N, 110⁰E và các sơ đồ tham số vật lý được lựa chọn là: Sơ đồ vi vật lý: Lin et al., sơ đồ bức xạ sóng dài: RRTM, sơ đồ bức xạ sóng ngắn: Duhia, lớp bề mặt đất: Monin-Obukhov, lớp sát đất: Thermal diffusion, lớp biên hành tinh: YSU, đối lưu mây tích: Betts-Millers-Janjic. Số liệu đầu vào dùng cho mô hình là số liệu GFS cách nhau 3 giờ, độ phân giải lưới là 0.5x0.5 độ kinh vĩ với 28 mực thẳng đứng. Hạn dự báo là 48 giờ.

Kết quả nhận được từ mô hình sẽ được đánh giá với số liệu quan trắc thực, nhằm tìm ra phương án tối ưu trong việc dự báo định lượng mưa.

+ Sai số trung bình (ME – Mean Error):

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i - O_i)$$

+ Sai số quân phương (RMSE - Root Mean Square Error):

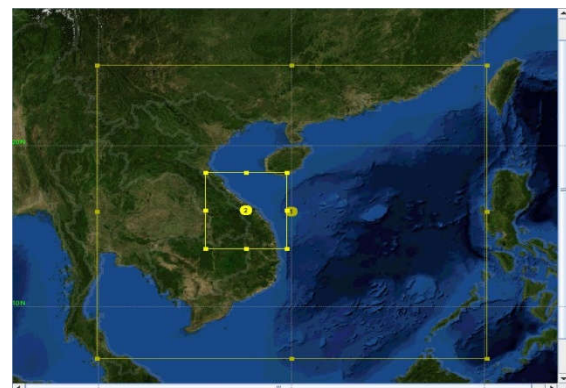
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i - O_i)^2}$$

Trong đó: F_i là số liệu dự báo

O_i là số liệu quan trắc

n : là dung lượng mẫu

Kết quả đánh giá dự báo mưa tại các trạm thông qua các điểm số đánh giá FBI, POD, FAR, CSI và PC được dựa vào bảng sự kiện sau [4]:



Hình 1. Miền dự báo.

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

Từ bảng sự kiện, một số phép đo hiệu suất được định nghĩa.

a) Sai số tần suất, FBI, xác định xem liệu hệ thống dự báo có xu hướng dự báo sự kiện cụ thể thường xuyên hay ít thường xuyên hơn so với quan trắc, với giá trị nhỏ hơn 1 cho thấy rằng hệ thống dự báo có xu hướng dự báo trượt sự xảy ra và giá trị lớn hơn 1 cho thấy xu hướng dự báo hơn sự xảy ra.

$$FBI = (H + F) / (H + M)$$

b) Tỷ lệ dự báo trúng (Khả năng xác định) xác định tỉ số thành công của hệ thống dự báo trong việc dự báo sự xảy ra một sự kiện cụ thể khi nó thực sự xảy ra, với giá trị bằng 1 thì tỉ lệ dự báo trúng là hoàn hảo.

$$POD = H / (H + M)$$

c) Tỷ phần phát hiện sai FAR

Cũng như việc có một thang đo đánh giá khả năng của hệ thống dự báo khi dự báo một sự kiện cụ thể, ta cũng nên có thang đo xem bao nhiêu lần sự kiện đặc biệt đó được dự báo là có xảy ra nhưng thực tế là nó không xảy ra - đó là cảnh báo sai:

$$FAR = F / (H + F)$$

d) Điểm số thành công

$$CSI = TS = H / (M + F + H)$$

e) Độ chính xác

$$PC = (H + CN) / (M + F + H + CN)$$

3. Kết quả đánh giá

Tiến hành đánh giá kết quả dự báo mưa tại 75 trạm đo mưa tự động đặt trên khu vực Trung

Bảng 1. Điểm số đánh giá mưa hạn 24 giờ (thời hạn dự báo 0-24 giờ)

Điểm số / Mô hình	Ngưỡng 16 mm < R < 50 mm/ngày					Ngưỡng 50 mm < R < 100 mm/ngày					Ngưỡng >100 mm/ngày						
	FBI	POD	FAR	CSI	PC	FBI	POD	FAR	CSI	PC	FBI	POD	FAR	CSI	PC	ME	RMSE
WRF	0.9	0.8	0.1	0.7	0.7	0.7	0.5	0.3	0.4	0.6	0.4	0.2	0.4	0.2	0.7	15.3	73.3

Trung Bộ cho 20 đợt mưa do không khí lạnh kết hợp với gió đông trên cao từ 2014-2017.

Hạn 24 giờ

Nếu lấy ngưỡng mưa 16-50 mm/ngày cho tất cả các phương án thử nghiệm thì kết quả đánh giá cho FBI = 0.9 chứng tỏ mô hình cho xu hướng dự báo gần đúng với thực tế. Khi ngưỡng mưa càng tăng chỉ số FBI nhìn chung đều giảm, tại ngưỡng mưa 50-100 mm/ngày chỉ số FBI = 0.7 nghĩa là hệ thống dự báo có độ chính xác giảm dần so với mưa quan trắc. Đối với ngưỡng mưa >100 mm/ngày, xu hướng dự báo sai tăng lên rất nhiều so với mưa quan trắc khi mà FBI chỉ đạt 0.4.

Có thể thấy tỉ lệ dự báo trúng POD của mô hình WRF là lớn nhất đối với ngưỡng mưa 16-50mm/ngày khi POD đạt 0.8. Tuy nhiên giá trị POD giảm mạnh khi ngưỡng mưa tăng lên. Cụ thể đối với ngưỡng mưa 50-100mm/ngày, POD là 0.5 và với ngưỡng mưa >100 mm/ngày giá trị POD chỉ đạt 0.2, tại ngưỡng mưa này các phương án gần như không dự báo phát hiện được hiện tượng. Như vậy, ở những ngưỡng mưa lớn, xác suất phát hiện đúng hiện tượng gần như bằng không.

Tỷ phần phát hiện sai FAR của các ngưỡng dự báo là nhỏ, đặc biệt tại ngưỡng từ 16-50 mm/ngày chỉ số FAR = 0.1 điều này cho thấy mô hình dự báo số trường hợp sai rất ít so với số trường hợp dự báo đúng. Khi ngưỡng mưa tăng sai số FAR tăng theo điều này chứng tỏ ngưỡng mưa càng lớn thì kĩ năng dự báo của mô hình giảm. Cụ thể với ngưỡng 50-100 mm/ngày và >100 mm/ngày thì giá trị FAR tương ứng 0.3 và 0.4 như vậy tỉ lệ dự báo sai tăng lên từ 3 đến 4 lần so với ngưỡng 16-50 mm.

Bảng 2. Điểm số đánh giá mưa hạn 48 giờ (thời hạn dự báo 24-48 giờ)

Ngưỡng Điểm số Mô hình	16 mm < R < 50 mm/ngày					50 mm < R < 100 mm/ngày					>100 mm/ngày						
	FBI	POD	FAR	CSI	PC	FBI	POD	FAR	CSI	PC	FBI	POD	FAR	CSI	PC	ME	RMSE
WRF	1.0	0.7	0.3	0.6	0.6	1.1	0.4	0.6	0.3	0.6	0.1	0.5	1.0	0.0	0.9	10.6	55.1

Đối với chỉ số thành công CSI, ngưỡng 16-50 mm/ngày, mô hình WRF có số thành công CSI cao nhất, đạt tới 0.7, chứng tỏ mô hình dự báo có mưa tại các trạm với tỉ lệ đúng khá cao. Tuy nhiên có thể thấy rằng điểm số thành công của các phương án với ngưỡng dự báo có xu hướng giảm dần đối với ngưỡng mưa lớn hơn, ngưỡng 50-100 mm/ngày là 0.4, và ngưỡng >100 mm/ngày là 0.2. Như vậy, khi tăng ngưỡng mưa lên cao thì tỉ lệ dự báo đúng có mưa giảm đáng kể.

Độ chính xác PC của các ngưỡng mưa là tương đối đồng đều và đều đạt 0.6 và 0.7. Điều này cho thấy ở các ngưỡng khác nhau mô hình cho khả năng dự báo đúng (H) và dự báo sự kiện không xuất hiện đúng (CN) là khá cân bằng. Đối với ngưỡng 16-50 mm/ngày thì số lượng H nhiều hơn so với CN, trong khi đó khi ngưỡng mưa >100mm/ngày thì số lượng CN lại nhiều hơn so với H.

Kết quả tính toán sai số cho thấy lượng mưa dự báo luôn nhỏ hơn lượng mưa quan trắc với hạn dự báo 24h (thể hiện ở giá trị $ME < 0$), và sai số dự báo lượng mưa sai lệch 73.3 mm/ngày.

Hạn 48 giờ

Kết quả đánh giá cho hạn dự báo 48h được thể hiện trên Bảng 2, cho thấy xu thế thay đổi các chỉ số theo các ngưỡng mưa khác nhau tương tự như hạn dự báo 24h. Tuy nhiên cũng cần chú ý một số đặc trưng như:

Chỉ số FBI trong dự báo ngưỡng 16-50 mm/ngày và 50-100 mm/ngày đạt và xấp xỉ giá trị tối ưu (FBI=1). Trong khi đó chỉ số FBI của ngưỡng > 100mm/ngày là rất nhỏ chỉ bằng 0.1 đặc biệt với trường hợp này chỉ số CSI = 0, gần như dự báo ngưỡng mưa này không phát hiện được, vì vậy chúng tôi không xét các chỉ số đối với ngưỡng >100mm/ngày.

Độ chính xác PC của ngưỡng 16-50 mm/ngày và 50-100mm/ngày là tương đối đồng đều và đều đạt 0.6. Như vậy, với hạn dự báo 48h, khả năng dự báo của mô hình đạt 60% đối với các trạm ở Trung Trung Bộ khi tham chiếu với các ngưỡng mưa.

Có thể thấy rõ xác suất phát hiện hiện tượng POD của mô hình WRF là lớn nhất đối với ngưỡng mưa 16-50mm/ngày khi xác suất phát hiện đạt 0.7. Tuy nhiên giá trị POD giảm mạnh với ngưỡng mưa 50-100mm/ngày, POD là 0.4.

Tỷ lệ cảnh báo sai FAR của các ngưỡng dự báo là nhỏ, tại ngưỡng mưa 16-50 mm/ngày chỉ số FAR = 0.3, điều này cho thấy mô hình dự báo số trường hợp sai rất ít so với số trường hợp dự báo đúng. Khi ngưỡng mưa là 50-100 mm/ngày, sai số FAR tăng đáng kể 0.6 như vậy tỉ lệ dự báo sai tăng lên 2 lần so với ngưỡng 16-50 mm/ngày.

Với ngưỡng 16-50 mm/ngày, mô hình WRF có số thành công CSI cao nhất, đạt tới 0.6, điểm số thành công của ngưỡng mưa dự báo 50-100 mm/ngày có xu hướng giảm đạt 0.3. Như vậy, khi tăng ngưỡng mưa lên thì tỉ lệ dự báo đúng có mưa giảm đáng kể.

Xét về sai số thì lượng mưa dự báo lớn hơn mưa quan trắc ($ME > 0$), tuy nhiên sai số dự báo lượng mưa với quan trắc đạt 55.1 mm/ngày đối với trung bình các trạm.

4. Kết luận

Thông kê số liệu dự báo lượng mưa của mô hình WRF do hình thể KKL kết hợp với gió Đông trên cao gây ra có thể đưa đến một số kết luận: Với hạn dự báo 24h nên sử dụng ngưỡng

mưa vừa (16-50mm/ngày) và mưa to (50-100mm/ngày) để tham khảo trong việc xác định lượng mưa và diện mưa cho khu vực Trung Trung Bộ; với hạn dự báo 48h nên sử dụng ngưỡng mưa 16-50 mm/ngày để tham khảo cho dự báo mưa lớn. Với ngưỡng mưa trên > 100 mm/ngày cho tất cả các hạn dự báo, độ chính xác của mô hình WRF rất kém, hầu như không dự báo được. Từ những kết quả đã đạt được nhóm nghiên cứu hi vọng sẽ đóng góp thêm những thông tin hữu ích góp phần nâng cao khả năng sử dụng mô hình WRF và cải tiến phương án dự báo dựa trên mô hình WRF trong điều kiện nghiệp vụ trong thời gian tới.

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành nhờ một phần kết quả nghiên cứu của Đề tài “Nghiên cứu xây dựng bộ công cụ dự báo, cảnh báo đồng, mưa

lớn cho khu vực Trung Trung Bộ”, Mã số: TNMT.2017.05.02.

Tài liệu tham khảo

- [1] Chang, C.-P., Yi, L., Chen, G.T.-J.,(2000), A numerical simulation of vortex development during the 1992 east Asian summer monsoon onset using the navy's regional model. *Mon. Weather Rev.* 128, 1604–1631
- [2] Yasunari, T., Miwa, T., (2006), Convective cloud systems over the Tibetan plateau and their impact on meso-scale disturbance in the Meiyu/Baiu frontal zone—a case study in 1998. *J. Meteorol. Soc. Jpn.* 84, 783–803
- [3] Bùi Minh Tăng, 2014, Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo mưa lớn thời hạn 2-3 ngày phục vụ công tác cảnh báo sớm lũ lụt khu vực miền trung Việt Nam”, Đề tài độc lập cấp nhà nước.
- [4] Ulrich Damrath (2002). “Verification of the operational NWP models at DWD”.

Assessing the Predictability of WRF Model for Heavy Rain by Cold Air Associated with the Easterly Wind at High-Level Patterns over Mid-Central Vietnam

Nguyen Tien Toan¹, Cong Thanh², Pham Thi Phuong¹, Vu Tuan Anh³

¹Hydro-Meteorology Agency of Mid-Central Viet Nam, 660 Trung Nu Vuong, Da Nang, Vietnam

²Meteorology hydrology and oceanography of Faculty, VNU University of Science
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

³The National Center for Hydro-Meteorological Forecasting, 8 Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam

Abstract: In this study, we assessed the predictability of precipitation due to cold air associated with the easterly wind at the high level using WRF model with 2 days lead time for the Mid-Central Vietnam region. The results show that the 24-hour forecasts lead time should use medium rainfall threshold (16-50 mm/day) and heavy rain (50-100 mm/day) for quantitative precipitation forecast and rainfall area reference; the 48-hour forecast lead time should choose moderate rainfall threshold. For threshold above 100 mm, the results of all forecast lead time are not good and almost unpredictable. The results of this study may help gain more information for forecasting rainfall due to cold air associated easterly wind at the high level for the Mid-Central Vietnam region.

Keywords: WRF model, heavy rainfall over mid-central Vietnam.