

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG DỰ BÁO MƯA CỦA MÔ HÌNH RAMS CHO KHU VỰC NAM BỘ

Công Thanh⁽¹⁾, Lê Duy Mạnh⁽¹⁾, Vũ Văn Thăng⁽²⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

⁽²⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 2/12/2019; ngày chuyển phản biện 3/12/2019; ngày chấp nhận đăng 2/2/2020

Tóm tắt: Trong bài báo này, nhóm tác giả thực hiện đánh giá khả năng dự báo mưa của mô hình RAMS cho khu vực Nam Bộ trong 6 tháng mùa mưa (tháng 5-11) của 3 năm 2014, 2015 và năm 2016. Bên cạnh đó, thực hiện hiệu chỉnh BIAS đối với kết quả dự báo mưa của mô hình cho mùa mưa năm 2016. Kết quả đánh giá cho thấy, mô hình RAMS có khả năng dự báo tốt về lượng mưa ở cả ba hạn dự báo 24 giờ, 48 giờ, 72 giờ; dự báo khá tốt diện mưa ở ngưỡng mưa nhỏ và mưa to, không tốt đối với ngưỡng mưa vừa. Kết quả hiệu chỉnh BIAS đối với lượng mưa trong mùa mưa năm 2016 được cải thiện đáng kể, chỉ số ME tốt nhất là 0,15; chỉ số RMSE tốt nhất là 15,63mm. Kết quả của nghiên cứu này có thể giúp các dự báo viên có thêm thông tin khi sử dụng kết quả dự báo mưa cho khu vực Nam Bộ trong tương lai bằng mô hình RAMS.

Từ khóa: Dự báo mưa, mô hình RAMS, đánh giá, hiệu chỉnh BIAS.

1. Mở đầu

Các mô hình số trị Dự báo thời tiết (NWP) là xu thế tất yếu trong dự báo thời tiết và khí hậu trong thế kỷ 21. Các mô hình NWP tạo ra các dự báo bằng cách giải các phương trình toán học mô tả trạng thái khí quyển [8]. Chúng có các lỗi động lực đại diện cho các diễn biến của khí quyển và các sơ đồ vật lý giải quyết quá trình thay đổi của khí quyển quy mô dưới lưới. Giải quyết các quy mô lưới còn đòi hỏi phải tham số hóa, chẳng hạn như tham số hóa các sơ đồ đối lưu [9, 14] và các sơ đồ vi vật lý [12, 14] có ảnh hưởng lớn đến lượng mưa mô phỏng và cũng đóng một vai trò quan trọng trong việc xác định cấu trúc thẳng đứng của nhiệt độ và độ ẩm của khí quyển [12].

Việc sử dụng các mô hình NWP trong dự báo lượng mưa đã được thiết lập ở nhiều trung tâm dự báo thời tiết và khí hậu, một phần bởi nhu cầu dự báo lượng mưa giúp phát triển nhiều ngành kinh tế như nông nghiệp, giao thông và các hoạt động kinh tế khác [6, 7]. Theo dõi và dự đoán lượng mưa chính xác rất quan trọng đối

với phân tích biến đổi theo không gian và thời gian [7]. Công Thanh (2015) [3] đã thử nghiệm sử dụng mô hình RAMS, WRF và tổ hợp hai mô hình để dự báo mưa cho Quảng Ngãi, khu vực gồm phần Đông Trường Sơn, từ phía Nam đèo Hải Vân đến phía Bắc Đèo Cả. Trong đó, mô hình RAMS sử dụng sơ đồ bức xạ của Chen, sơ đồ đối lưu Kuo, sơ đồ điều kiện biên xung quanh của Klemp và Wilhelmson, sơ đồ sóng dài của Mahrer. Mô hình WRF sử dụng sơ đồ đối lưu Kain-Fritsch, sơ đồ mặt đất Noah, sơ đồ phát xạ sóng dài RRTM, sơ đồ vi vật lý Kessler. Số liệu được sử dụng trong nghiên cứu là số liệu dự báo toàn cầu của NOAA và số liệu quan trắc của các trạm quan trắc là Quảng Ngãi, Ba Tư và Lý Sơn. Kết quả nghiên cứu cho thấy cả ba trường hợp đều có thể dùng để dự báo mưa lớn với ngưỡng mưa trên 50mm/ngày. Hơn nữa, có thể sử dụng mô hình RAMS và tổ hợp hai mô hình để dự báo cho mưa hạn 24 giờ và sử dụng mô hình RAMS cho mưa hạn 48 giờ. Công Thanh và các cộng sự (2016) [4] đã nghiên cứu khả năng dự báo mưa do bão hạn 3 ngày bằng mô hình RAMS trong 19 cơn bão đổ bộ vào Việt Nam từ năm 2009 đến 2013. Nhóm tác giả đã thử nghiệm dùng

Liên hệ tác giả: Công Thanh

Email: congthanh1477@gmail.com

phương pháp lưới lồng với 2 sơ đồ đối lưu là Kuo (K) và Kain-fritsch (KF) được sử dụng luân phiên nhau làm lưới 1 và lưới 2. Bộ số liệu được sử dụng làm điều kiện biên và điều kiện ban đầu cho mô hình là số liệu dự báo GFS của NCEP. Số liệu quan trắc của 176 trạm khí tượng trên toàn quốc được sử dụng để đánh giá khả năng dự báo mưa của mô hình. Nghiên cứu của các tác giả đã chỉ ra rằng: Đối với hạn dự báo 24 giờ cho ngưỡng mưa vừa (16-50mm) và mưa to (50-100mm) thì nên sử dụng phương án dùng sơ đồ K cho cả 2 lưới; đối với hạn dự báo 48 giờ, dự báo ngưỡng mưa vừa nên sử dụng phương án sơ đồ K cho lưới 1 và KF cho lưới 2, dự báo ngưỡng mưa to nên sử dụng sơ đồ K cho cả 2 lưới; đối với hạn 72 giờ thì nên sử dụng sơ đồ K cho lưới 1 và KF cho lưới 2 để dự báo cho cả ngưỡng mưa vừa và mưa to.

Tuy nhiên, kỹ năng của các mô hình NWP dùng để dự báo lượng mưa định lượng vẫn còn là thách thức, các công trình nghiên cứu dự báo mưa cho Trung Bộ của Việt Nam [1-4] đều thất bại trong việc dự báo mưa với lượng mưa lớn hơn 100mm/ngày. Mặc dù có những sai số, NWP vẫn được sử dụng để thu hẹp các sai số dự báo trạng thái của khí quyển bằng cách sử dụng lưới tính độ phân giải cao để tạo ra các kết quả mô tả các quá trình hoạt động của khí quyển. Ngoài ra, các mô hình NWP thường có các sai số hệ thống [8] có thể do chưa mô phỏng tốt các quá trình hoạt động của khí quyển quy mô lưới.

Nam Bộ có đặc điểm phân hóa rõ rệt thành hai mùa trong năm là mùa mưa và mùa khô. Mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến tháng 11 với lượng mưa trung bình tháng cao nhất vào những tháng đầu mùa và cuối mùa (tháng 5, 6, 10, 11). Tuy nhiên hiện nay, với sự tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu, diễn biến thiên tai ở nước ta ngày càng phức tạp, những đợt mưa lớn bất thường xảy ra ngày càng nhiều. Do đó, để tạo ra những công cụ giúp các chuyên gia dự báo có thêm nguồn tham khảo, nhóm tác giả thực hiện mô phỏng dự báo mưa từ mô hình RAMS và đánh giá khả năng dự báo mưa theo 3 giai đoạn mưa ở khu vực Nam Bộ của mô hình RAMS trước hiệu

chỉnh và sau hiệu chỉnh sai số để đưa ra câu trả lời dự báo mưa của mô hình này.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu nghiên cứu

Số liệu sử dụng bao gồm: Số liệu ban đầu và số liệu điều kiện biên được lấy từ số liệu toàn cầu của NOAA, số liệu cao không và số liệu mặt đất ở Việt Nam thời điểm 00 giờ các ngày trong tháng 6 đến tháng 11 của 3 năm 2014, 2015 và 2016.

Kết quả tính toán là kết quả dự báo mưa từ mô hình RAMS các ngày trong mùa mưa ở Nam Bộ trong 3 năm 2014, 2015 và 2016, mỗi ngày chạy 1 lần vào lúc 00 giờ.

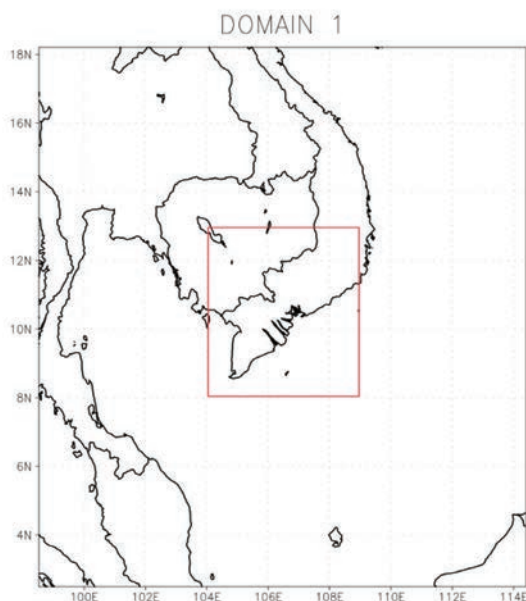
Số liệu mưa quan trắc của 24 trạm khu vực Nam Bộ được sử dụng để đánh giá kết quả.

2.2. Thiết kế thí nghiệm

Mô hình RAMS với 2 lưới lồng tương tác hai chiều: Lưới 1 (lưới mẹ): Độ phân giải ngang có kích thước bước lưới 18km cho miền dự báo gồm 100 điểm lưới theo phương ngang, tạo ra miền lưới tính có kích thước 3.175.524km². Tâm miền tính được đặt tại 10,5°N, 106,5°E; lưới 2 (lưới con): Độ phân giải ngang có kích thước bước lưới 6km cho miền dự báo gồm 92 điểm lưới theo phương ngang, tạo ra miền tính có kích thước 298.116km². Tâm miền tính được đặt tại 10,5°N, 106,5°E (Hình 1).

Các sơ đồ vật lý được lựa chọn như sau: Sơ đồ bức xạ sóng ngắn Chen, sóng dài Mahrer, sơ đồ đối lưu Kuo cho lưới 1 và sơ đồ KF cho lưới 2, điều kiện biên xung quanh sơ đồ của Klemp và Wilhelmson.

Trong bài báo này trước hết sẽ thực hiện đánh giá kết quả dự báo lượng mưa cho năm 2014 và 2015, từ đó rút ra giá trị sai số trung bình lượng mưa. Trên cơ sở đó sẽ tiến hành hiệu chỉnh bằng phương pháp BIAS với kết quả dự báo mưa của mô hình trong năm 2016 đồng thời thực hiện đánh giá kết quả dự báo mưa năm 2016 sau hiệu chỉnh. Hai phương pháp đánh giá dự báo được sử dụng là phương pháp đánh giá thống kê phân loại (Categorical Statistical Method) và phương pháp đánh giá thống kê liên tục (Continuous Statistical Method).



Hình 1. Miền tính

2.3. Phương pháp hiệu chỉnh BIAS

Phương pháp hiệu chỉnh BIAS hiệu chỉnh kết quả dự báo của mô hình bằng cách sử dụng giá trị sai số trung bình giữa kết quả dự báo thô của mô hình và số liệu quan trắc:

$$TBC(t) = TRAW(t) - (TREF - OREF)$$

$TBC(t)$: Kết quả dự báo sau hiệu chỉnh của mô hình tại thời điểm t .

$TRAW(t)$: Kết quả dự báo thô của mô hình tại thời điểm t .

$(TREF - OREF)$: Giá trị sai số trung bình giữa kết quả dự báo thô của mô hình và số liệu quan trắc.

2.4. Phương pháp đánh giá

Phương pháp đánh giá thống kê phân loại (Đánh giá dự báo pha)

Hits (H) = dự báo có + quan trắc có

Misses (M) = dự báo không + quan trắc có

False Alarm (F) = dự báo có + quan trắc không

Correct Negative (CN) = dự báo không + quan trắc không

a. Chỉ số FBI (Bias score): Đánh giá tỷ số giữa vùng dự báo và vùng thám sát.

$FBI < 1$: Vùng dự báo nhỏ hơn vùng thám sát

$FBI > 1$: Vùng dự báo lớn hơn vùng thám sát

$FBI = 1$: Vùng dự báo trùng với vùng thám sát (giá trị lý tưởng)

$$FBI = \frac{H + F}{H + M}$$

b. Xác suất phát hiện (Probability of Detection - POD)

$$POD = \frac{H}{H + M}$$

c. Tỷ phần dự báo phát hiện sai (False Alarm Ratio - FAR)

$$FAR = \frac{F}{H + F}$$

d. Điểm số thành công (Critical Success Index - CSI hay Threat Score - TS)

$$CSI = TS = \frac{H}{M + F + H}$$

e. Độ chính xác (Percentage Correct - PC)

$$PC = \frac{H + CN}{H + M + F + CN}$$

Đánh giá cho các biến liên tục (Continuous Statistical Method)

a. Sai số trung bình (ME - Mean Error)

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

b. 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, n là dung lượng mẫu, F_i là giá trị dự

báo, O_i là giá trị quan trắc.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá kết quả dự báo lượng mưa

Trong phần này sẽ thực hiện đánh giá kết quả dự báo lượng mưa cho ba giai đoạn: Đầu mùa mưa (tháng 5, 6), giữa mùa mưa (tháng 7, 8, 9), cuối mùa mưa (tháng 10, 11) trong hai năm 2014, 2015 cho ba hạn dự báo 24 giờ, 48 giờ, 72 giờ.

Từ Bảng 1 cho thấy, mô hình cho kết quả dự báo lượng mưa khá tốt. Chỉ số ME cho thấy, nhìn chung mô hình có xu hướng dự báo lượng mưa lớn hơn so với thực tế, riêng trường hợp dự báo hạn 48 giờ đầu mùa, hạn 48 giờ và 72 giờ cuối mùa cho lượng mưa thấp hơn thực tế. Dự báo lượng mưa tốt nhất cho Nam Bộ là dự báo hạn 48 giờ vào đầu mùa với độ lớn của sai số là 15,77mm (Bảng 1).

Bảng 1. Sai số trung bình và sai số quân phương (2014-2015)

Thời điểm	Hạn dự báo	Sai số	
		ME (mm)	RMSE (mm)
Đầu mùa mưa	Hạn 24 giờ	6,77	17,99
	Hạn 48 giờ	-0,50	15,77
	Hạn 72 giờ	0,79	16,46
Giữa mùa mưa	Hạn 24 giờ	8,37	22,95
	Hạn 48 giờ	2,40	21,38
	Hạn 72 giờ	4,72	22,92
Cuối mùa mưa	Hạn 24 giờ	1,25	19,65
	Hạn 48 giờ	-2,76	19,08
	Hạn 72 giờ	-1,10	19,53

Sử dụng kết quả sai số trung bình từ Bảng 1, tiến hành hiệu chỉnh bằng phương pháp BIAS cho kết quả dự báo của mô hình năm 2016 được kết quả như trên Bảng 2.

Từ Bảng 2 cho thấy, sau khi hiệu chỉnh, mô hình cho kết quả dự báo lượng mưa tốt hơn. Chỉ số ME trong tất cả các trường hợp đều dương cho thấy rằng kết quả dự báo mưa vẫn lớn hơn so với

thực tế. Tuy nhiên sai số trước hiệu chỉnh và sau hiệu chỉnh đều đã được cải thiện. Sai số RMSE giảm ít nhất ở hạn dự báo 24 giờ đầu mùa mưa (từ 19,35mm còn 19,07mm). Sai số RMSE giảm nhiều nhất ở hạn dự báo 72 giờ đầu mùa mưa (từ 21,34mm còn 18,35mm). Sau hiệu chỉnh, kết quả dự báo lượng mưa hạn 48 giờ vào đầu mùa mưa cho kết quả tốt nhất với sai số RMSE = 15,63mm.

Bảng 2. Sai số trung bình và sai số quân phương trước hiệu chỉnh và sau hiệu chỉnh (2016)

Thời điểm/Hạn dự báo		Sai số ME (mm)		Sai số RMSE (mm)	
		Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh
Đầu mùa mưa	Hạn 24 giờ	9,97	4,78	19,35	19,07
	Hạn 48 giờ	0,57	0,15	18,34	15,63
	Hạn 72 giờ	1,82	1,49	21,34	18,35
Giữa mùa mưa	Hạn 24 giờ	11,09	4,12	22,00	20,67
	Hạn 48 giờ	5,08	3,5	23,28	21,64
	Hạn 72 giờ	7,44	3,96	26,10	24,38
Cuối mùa mưa	Hạn 24 giờ	6,24	6,09	22,52	20,97
	Hạn 48 giờ	5,33	2,84	22,81	22,31
	Hạn 72 giờ	5,80	4,82	23,13	22,88

3.2. Đánh giá kết quả dự báo pha trước và sau hiệu chỉnh BIAS cho năm 2016

Nhận thấy hiệu chỉnh mô hình cho kết quả dự báo lượng mưa tốt hơn, nhóm tác giả tiếp tục đánh giá kết quả dự báo pha của mô hình sau hiệu chỉnh theo 3 thời điểm: Đầu mùa mưa (Bảng 3), giữa mùa mưa (Bảng 4), cuối mùa mưa (Bảng 5); theo từng ngưỡng mưa: Mưa nhỏ (từ 1 đến 15mm/24 giờ), mưa vừa (từ 16 đến 50mm/24 giờ), mưa to (từ 51 đến 100mm/24 giờ).

3.2.1. Đầu mùa mưa

Kết quả Bảng 3 cho thấy, vào đầu mùa mưa, trước hiệu chỉnh, hầu hết chỉ số FBI ở các hạn dự báo đều lớn hơn 1, tức là diện mưa dự báo thường lớn hơn so với diện mưa thực tế. Sau hiệu chỉnh, nhìn chung chỉ số FBI ở các hạn dự báo đều tăng lên, ngoại trừ hạn 24 giờ đối với ngưỡng mưa vừa và mưa to. Như vậy, sau hiệu chỉnh, khả năng dự báo diện mưa của mô hình kém đi.

Về chỉ số POD, ở cả 3 hạn dự báo đối với ngưỡng mưa nhỏ và mưa vừa chỉ số POD đều được cải thiện sau hiệu chỉnh (chỉ số POD đều

tăng thêm 0,1), tuy nhiên chỉ số POD lại giảm mạnh đối với ngưỡng mưa to. Như vậy, xác suất phát hiện đúng hiện tượng mưa to gần như bằng không nhưng lại khá tốt đối với ngưỡng mưa nhỏ và mưa vừa.

Về chỉ số FAR, kết quả trước và sau hiệu chỉnh cho thấy, ở cả 3 hạn dự báo mô hình RAMS cho dự báo tốt nhất ở ngưỡng mưa nhỏ, chỉ số FAR đều giảm giá trị sau hiệu chỉnh ở ngưỡng mưa nhỏ, tuy nhiên không đáng kể. Chỉ số FAR tăng dần theo ngưỡng mưa và bằng 1 ở ngưỡng mưa to, chứng tỏ rằng mô hình dự báo tốt nhất ở ngưỡng mưa nhỏ, còn với ngưỡng mưa to hầu như là dự báo không.

Kết quả về các chỉ số CSI và PC cũng cho thấy, ngưỡng mưa càng lớn thì điểm số thành công càng giảm, tuy nhiên độ chính xác của mô hình lại tăng ở cả ba hạn dự báo (PC đạt 0,95 trở lên đối với ngưỡng mưa to). Độ chính xác cao trong khi điểm số thành công thấp là do trong chuỗi số liệu nghiên cứu, số ngày xảy ra mưa to là ít. Đối với ngưỡng mưa này, điểm số thành công CSI ở cả ba hạn dự báo cũng đều rất thấp (CSI=0).

Bảng 3. Các chỉ số đánh giá dự báo pha đầu mùa mưa năm 2016

Hạn dự báo/chỉ số pha		Mưa nhỏ		Mưa vừa		Mưa to	
		Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh
Hạn 24 giờ	FBI	1,09	1,14	3,68	2,69	1,38	0,59
	POD	0,36	0,46	0,52	0,65	0,10	0,07
	FAR	0,67	0,55	0,83	0,80	0,93	0,88
	CSI	0,20	0,30	0,15	0,17	0,05	0,05
	PC	0,50	0,52	0,54	0,57	0,96	0,97
Hạn 48 giờ	FBI	1,40	1,53	1,19	1,25	0,41	0,50
	POD	0,60	0,70	0,37	0,50	0,00	0,00
	FAR	0,56	0,55	0,77	0,76	1,00	1,00
	CSI	0,34	0,40	0,14	0,16	0,00	0,00
	PC	0,53	0,60	0,78	0,80	0,97	0,97
Hạn 72 giờ	FBI	1,31	1,37	1,34	1,43	1,03	1,04
	POD	0,56	0,67	0,30	0,40	0,00	0,00
	FAR	0,57	0,56	0,78	0,76	1,00	1,00
	CSI	0,32	0,35	0,14	0,16	0,00	0,00
		0,52	0,49	0,76	0,78	0,96	0,95

3.2.2. Giữa mùa mưa

Bảng 4 là kết quả đánh giá các chỉ số pha thời điểm giữa mùa mưa năm 2016. Cho thấy, vào giữa mùa mưa, sau hiệu chỉnh, khả năng dự báo diện mưa của mô hình tương đối tốt đối với ngưỡng mưa nhỏ và mưa to (giá trị FBI dao động quanh 1 với biên độ dao động nhỏ). Mô hình nhìn chung cho dự báo diện mưa cao hơn so với thực tế. Việc hiệu chỉnh mô hình không đem lại nhiều hiệu quả trong trường hợp này, các chỉ số FBI được cải thiện không nhiều, có trường hợp còn kém đi như ở dự báo hạn 24 giờ đối với ngưỡng mưa to.

Về khả năng phát hiện đúng hiện tượng của mô hình, sau hiệu chỉnh mô hình cho kết quả dự báo khá tốt đối với ngưỡng mưa nhỏ ở cả ba hạn dự báo ($POD = 0,56$ ở hạn 72 giờ, $POD = 0,58$ ở hạn 48 giờ, $POD = 0,6$ ở hạn 24 giờ). Trong đó, chỉ số POD được cải thiện nhiều ở ngưỡng mưa nhỏ hạn 24 giờ (POD tăng 0,32 lên

0,60). Tuy nhiên, ngưỡng mưa dự báo càng lớn, chỉ số POD càng giảm, tức là khả năng phát hiện đúng các ngưỡng mưa vừa và mưa to của mô hình không tốt.

Về khả năng phát hiện dự báo sai của mô hình, sau hiệu chỉnh đã cải thiện được kết quả dự báo ở các ngưỡng mưa nhỏ và mưa vừa (chỉ số FAR giảm). Trong đó, mô hình cho kết quả tốt nhất đối với ngưỡng mưa nhỏ ở cả ba hạn dự báo (chỉ số FAR đạt 0,57 trở xuống).

Sau hiệu chỉnh, độ chính xác của mô hình tăng lên, thể hiện ở chỉ số PC sau hiệu chỉnh được cải thiện đáng kể đối với các ngưỡng mưa nhỏ vừa và mưa vừa. Trong đó, chỉ số PC hạn 24 giờ ở ngưỡng mưa vừa tăng từ 0,43 lên 0,68. Tuy nhiên, điểm số thành công CSI sau hiệu chỉnh chỉ đạt 0,32 đến 0,36 đối với ngưỡng mưa nhỏ và giảm xuống khi ngưỡng mưa dự báo tăng lên, đồng nghĩa với khả năng dự báo ở các ngưỡng mưa vừa và mưa to của mô hình còn kém.

Bảng 4. Các chỉ số đánh giá dự báo pha giữa mùa mưa năm 2016

Hạn dự báo/chỉ số pha		Mưa nhỏ		Mưa vừa		Mưa to	
		Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh
Hạn 24 giờ	FBI	0,71	1,12	4,28	2,55	1,18	0,63
	POD	0,32	0,60	0,66	0,51	0,17	0,08
	FAR	0,55	0,50	0,85	0,80	0,86	0,86
	CSI	0,23	0,36	0,14	0,17	0,08	0,05
	PC	0,49	0,57	0,43	0,68	0,95	0,95
Hạn 48 giờ	FBI	1,16	1,21	1,83	1,87	0,63	0,58
	POD	0,55	0,58	0,31	0,34	0,04	0,04
	FAR	0,53	0,52	0,83	0,82	0,94	0,94
	CSI	0,34	0,35	0,12	0,13	0,02	0,02
	PC	0,49	0,55	0,68	0,75	0,95	0,95
Hạn 72 giờ	FBI	1,25	1,30	2,14	2,05	1,19	1,15
	POD	0,51	0,56	0,36	0,34	0,07	0,08
	FAR	0,60	0,57	0,83	0,82	0,94	0,93
	CSI	0,29	0,32	0,13	0,13	0,03	0,04
	PC	0,47	0,54	0,65	0,72	0,94	0,95

3.2.3. Cuối mùa mưa

Bảng 5 là kết quả đánh giá các chỉ số pha thời điểm cuối mùa mưa năm 2016. Cho thấy, vào cuối mùa, sau khi hiệu chỉnh kết quả mô hình,

các chỉ số đánh giá hầu như đều được cải thiện. Mô hình vẫn cho kết quả dự báo diện mưa tốt hơn đối với các ngưỡng mưa nhỏ và mưa vừa (các chỉ số FBI dao động quanh giá trị 1 với biên

độ nhỏ).

Đối với khả năng phát hiện đúng hiện tượng mưa, chỉ số POD là khá tốt ở hạn 48 giờ và 72 giờ đối với ngưỡng mưa nhỏ (POD đạt 0,60 và 0,61). Tuy nhiên, khả năng phát hiện đúng hiện tượng đều giảm đi nhiều ở các ngưỡng mưa lớn hơn. Đối với khả năng phát hiện dự báo sai, mô hình cho kết quả dự báo khá tốt ở mưa nhỏ (chỉ số FAR đạt 0,6

trở xuống). Tuy nhiên, chỉ số này cũng giảm nhiều khi ngưỡng mưa tăng lên. Mô hình có độ chính xác khá cao ở ngưỡng mưa nhỏ (PC đạt 0,53 đến 0,60) và độ chính xác của mô hình tăng lên khi ngưỡng mưa dự báo tăng. Ngược lại, điểm số thành công của mô hình lại giảm khi ngưỡng mưa dự báo tăng. Tức là mức độ trùng khớp của mô hình với quan trắc giảm đi ở các ngưỡng mưa lớn.

Bảng 5. Các chỉ số đánh giá dự báo pha thời điểm cuối mùa mưa 2016

Hạn dự báo/chỉ số pha		Mưa nhỏ		Mưa vừa		Mưa to	
		Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh
Hạn 24 giờ	FBI	1,02	0,97	2,69	2,51	0,96	0,85
	POD	0,41	0,42	0,52	0,51	0,02	0,02
	FAR	0,6	0,57	0,81	0,8	0,98	0,98
	CSI	0,26	0,27	0,16	0,17	0,01	0,01
	PC	0,47	0,53	0,59	0,71	0,94	0,95
Hạn 48 giờ	FBI	1,32	1,56	1,54	1,8	0,79	0,85
	POD	0,58	0,60	0,29	0,34	0,04	0,04
	FAR	0,56	0,60	0,81	0,81	0,95	0,95
	CSI	0,33	0,31	0,13	0,14	0,02	0,02
	PC	0,49	0,55	0,62	0,75	0,95	0,96
Hạn 72 giờ	FBI	1,13	1,10	1,97	2,02	1,15	1,2
	POD	0,55	0,61	0,4	0,4	0,11	0,12
	FAR	0,56	0,53	0,8	0,8	0,91	0,9
	CSI	0,31	0,32	0,16	0,15	0,05	0,06
	PC	0,5	0,56	0,66	0,72	0,94	0,95

4. Kết luận

Sử dụng phương pháp BIAS để hiệu chỉnh lượng mưa dự báo từ mô hình RAMS cho thấy, kết quả dự báo lượng mưa trong năm 2016 được cải thiện đáng kể, các chỉ số ME sau hiệu chỉnh đều nhỏ hơn 1, chỉ số RMSE tốt nhất là 15,63mm. Mô hình có độ chính xác khá cao ở cả ba ngưỡng dự báo, cao nhất đối với ngưỡng mưa to (chỉ số PC đạt 0,95 trở

lên). Đối với ngưỡng mưa nhỏ, mô hình có xác suất phát hiện đúng hiện tượng, khả năng phát hiện dự báo sai và điểm số thành công khá tốt. Mô hình chưa dự báo tốt về diện mưa đối với hiện tượng mưa vừa. Các chỉ số đánh giá POD, FAR, CSI đều giảm nhiều khi tăng ngưỡng mưa, cho thấy khả năng phát hiện đúng hiện tượng mưa vừa và mưa to của mô hình chưa tốt.

Lời cảm ơn: Bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của Đề tài “Nghiên cứu xây dựng hệ thống nghiệp vụ dự báo định lượng mưa khu vực Nam Bộ và cảnh báo mưa lớn hạn cực ngắn cho Thành phố Hồ Chí Minh”, mã số KC.08.14/16-20.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu tiếng Việt

1. Trần Đức Bá (2019), “Đánh giá chất lượng dự báo mưa hạn ngắn của mô hình IFS trên khu vực Bắc Trung Bộ”.
2. 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.
3. Công Thanh, Trần Tân Tiến, Nguyễn Tiến Toàn (2015), “Đánh giá khả năng dự báo mưa cho khu vực Quảng Ngãi thời hạn từ 1 đến 2 ngày”, *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội: Khoa học tự nhiên và Công nghệ*, Tập 31, Số 3S.
4. Công Thanh, Trần Tiến Đạt, Vũ Thanh Hằng (2016), “Đánh giá khả năng dự báo mưa do bão bằng mô hình RAMS”, *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 32, Số 3S.
5. Nguyễn Tiến Toàn, Công Thanh, Phạm Thị Phương, Vũ Tuấn Anh (2018), “Đánh giá khả năng dự báo mưa lớn của mô hình WRF do hình thể KKL kết hợp với gió Đông trên cao cho khu vực Trung Trung Bộ”, *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 34, Số 1S.

Tài liệu tiếng Anh

6. Bentzien S, Friederichs P (2012), *Generating and calibrating probabilistic quantitative precipitation forecasts from the high-resolution NWP model COSMO-DE*. *Weather and Forecasting* 27: 988-1002.
7. Beskow S, Caldeira TL, de Mello CR, Faria LC, Guedes HAS (2015), *Multiparameter probability distributions for heavy rainfall modeling in extreme southern Brazil*. *J Hydrol Reg Stud* 4: 123-133.
8. Coiffier J (2011), *Fundamentals of Numerical Weather Prediction*, Cambridge University Press.
9. Flaounas E, Bastin S, Janicot S (2011), *Regional climate modelling of the 2006 West African monsoon: Sensitivity to convection and planetary boundary layer parameterisation using WRF*. *Clim Dyn* 36: 1083-1105.
10. Franzke CL, O’Kane TJ, Berner J, Williams PD, Lucarini V (2015), *Stochastic climate theory and modeling*, *Wiley Interdisciplinary Reviews, Clim Change* 6: 63-78.
11. Hawkins, E, Osborne, TM, Ho, CK and Challinor, AJ (2013), *Calibration and bias correction of climate projections for crop modelling: An idealized case study over Europe*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 170. 19 -31.
12. Mayor YG, Mesquita MD (2015), *Numerical simulations of the 1 may 2012 deep convection event over cuba: sensitivity to cumulus and microphysical schemes in a high resolution model*, *Adv Meteorol* pp:1-16.
13. Mugume I, Basalirwa C, Waiswa D, Reuder J, Mesquita MDS, et al. (2016), *Comparison of parametric and nonparametric methods for analyzing the bias of a numerical model*, *Mod Simulat Eng* pp: 1-7.
14. Sun X, Xie L, Semazzi HF, Liu B (2014), *A numerical investigation of the precipitation over lake Victoria basin using a coupled atmosphere-lake limited-area model*, *Adv Meteorol* pp: 1-15.