

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG DỰ BÁO MƯA MÙA HÈ CỦA MÔ HÌNH WRF ĐỐI VỚI KHU VỰC NAM BỘ VÀ NAM TÂY NGUYÊN KHI CÓ BÃO TRÊN BIỂN ĐÔNG

Vũ Văn Thăng⁽¹⁾, Vũ Thế Anh⁽²⁾, Trần Duy Thức⁽¹⁾, Trương Bá Kiên⁽¹⁾, Nguyễn Văn Hiệp⁽²⁾

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

⁽²⁾Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài 4/6/2017; ngày chuyển phản biện 6/6/2017; ngày chấp nhận đăng 16/6/2017

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này nhóm tác giả đánh giá khả năng dự báo mưa của mô hình WRF đối với khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão hoạt động trên Biển Đông thời kỳ 2010-2014. Số liệu điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình WRF được lấy từ mô hình toàn cầu GFS của NCEP với độ phân giải ngang 0,5x0,5 độ kinh vĩ. Số liệu mưa tại 17 trạm quan trắc bề mặt được sử dụng để đánh giá khả năng dự báo mưa. Kết quả cho thấy, mô hình WRF thường cho kết quả dự báo cao hơn quan trắc cả về lượng mưa và diện mưa. Với trường hợp mưa lớn điển hình liên quan đến cơn bão Utor mô hình mô phỏng khá tốt về diện mưa trên khu vực nghiên cứu. Mưa dự báo trên lưới của mô hình có thể nắm bắt được tương đối tốt một số cực trị địa phương.

Từ khóa: WRF, dự báo mưa, sai số thống kê.

1. Mở đầu

Mưa lớn thường gây ra những thiệt hại to lớn về người và tài sản, ảnh hưởng trực tiếp đến kinh tế - xã hội. Dự báo mưa lớn là một bài toán rất quan trọng nhưng cũng rất phức tạp. Phương pháp được áp dụng phổ biến ở các nước phát triển hiện nay để dự báo định lượng mưa lớn là sử dụng các mô hình số trị. Tuy nhiên, để nâng cao chất lượng dự báo mưa nói chung, đặc biệt là mưa lớn, một bước quan trọng là cần đánh giá kỹ năng dự báo của mô hình cũng như bộ tham số mô hình, đặc biệt là các tham số vật lý phù hợp với tính chất nhiệt động lực của khu vực dự báo.

Có nhiều mô hình số trị đã được phát triển và áp dụng ở các nước trên thế giới, trong đó mô hình WRF của NCAR được sử dụng phổ biến nhất hiện nay, cho cả mục nghiên cứu và dự báo nghiệp vụ. Một số nghiên cứu gần đây cho thấy mô hình WRF có khả năng mô phỏng khá tốt định lượng mưa [10, 11]. Zhang (2012) nghiên cứu đánh giá khả năng mô phỏng lượng mưa cho đảo Hawaii cho thấy WRF nắm bắt khá tốt cả về độ lớn và phân bố không gian của lượng mưa trên quần đảo Hawaii. Müller (2015) đánh giá khả năng mô phỏng mưa của mô hình WRF với độ phân giải lưới tính ngang 15 km x 15 km

trên khu vực Nam Mỹ, kết quả cho thấy rằng mô hình WRF có khả năng nắm bắt chính xác trên 70% các ngày có mưa và không mưa.

Ở Việt Nam, nghiên cứu, đánh giá kỹ năng mô phỏng của mô hình WRF đối với mưa nói chung và mưa lớn nói riêng đã được quan tâm nghiên cứu theo các cách tiếp cận khác nhau, từ lựa chọn các sơ đồ tham số hóa vật lý, sử dụng đồng hóa số liệu, đến cập nhật số liệu vệ tinh, ra đa và số liệu địa phương [1-8]. Các kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình WRF có khả năng mô phỏng khá tốt một số đợt mưa lớn.

Lê Văn Thiện và Nguyễn Văn Thắng (2004) đã mô phỏng lại đợt mưa lớn xảy ra ở miền Trung Việt Nam do ảnh hưởng của không khí lạnh từ ngày 14-17/10/2007 bằng mô hình WRF. Kết quả cho thấy mô hình đã nắm bắt được phân bố không gian, thời gian đợt mưa, đặc biệt là tâm mưa lớn gồm các tỉnh Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định [6]. Nghiên cứu của Đỗ Huy Dương (2005) cũng cho thấy mô hình WRF có kỹ năng dự báo tốt mưa lớn trên khu vực Việt Nam với xác suất dự báo đúng đạt 80% với các ngưỡng mưa khác nhau [3]. Hoàng Đức Cường và cộng sự (2009) đã nghiên cứu ứng dụng mô hình WRF với trường đầu vào từ mô hình toàn cầu GFS của NCEP thử nghiệm dự báo mưa lớn các

năm 2004-2005 cho Việt Nam. Kết quả cho thấy, mô hình WRF đã nắm bắt được tương đối tốt về diện mưa lớn, tuy nhiên về lượng mưa lớn dự báo chưa thực sự trùng khớp với thực tế [5].

Nguyễn Văn Thắng và cộng sự (2011) đã nghiên cứu thử nghiệm dự báo mưa lớn khu vực Bắc Bộ Việt Nam cho thấy, mô hình WRF nắm bắt được khá tốt các tâm mưa, nhiều khu vực có lượng mưa gần với thực tế, tuy nhiên vùng mưa lớn dự báo chưa thực sự trùng với thực tế [7]. Đàng Hồng Như và cộng sự (2014) đã chỉ ra mô hình WRF có khả năng mô phỏng phân bố không gian đợt mưa lớn lịch sử tháng 11/1999 tại Huế, tuy nhiên mô hình không dự báo chính xác hoàn toàn về lượng mưa tại tâm mưa lớn nhất [4].

Bùi Minh Tăng và cộng sự (2014) đã áp dụng thành công mô hình WRF, NHM và sơ đồ đồng hóa số liệu 3DVAR để xây dựng 10 thử nghiệm hạ quy mô động lực với độ phân giải 15 km và 5 km. Kết quả cho thấy, chất lượng dự báo mưa lớn ở miền Trung và Tây Nguyên được cải thiện đáng kể sau khi đồng hóa số liệu quan trắc truyền thống (bề mặt và trên cao) và số liệu vệ tinh, ra đa. Các thử nghiệm dự báo mưa lớn với độ phân giải cao 5 km dựa trên mô hình WRF/NHM với đầu vào từ mô hình toàn cầu IFS (độ phân giải 14 km) và thử nghiệm đồng hóa số liệu 3DVAR ở độ phân giải 15 km cho chất lượng dự báo mưa tốt nhất [1].

Do sự khác biệt về điều kiện nhiệt động lực, cơ chế gây mưa lớn ở các khu vực nghiên cứu khác nhau, mỗi sơ đồ tham số hóa vật lý có các ưu nhược điểm khác nhau, chất lượng dự báo của mô hình trên mỗi khu vực cũng khác nhau nên cần phải có những nghiên cứu đánh giá kỹ năng của mô hình cho từng khu vực cụ thể và cho mỗi loại hình thể thời tiết khác nhau. Bên cạnh đó, khả năng dự báo của mô hình cũng phụ thuộc vào các loại hình thời tiết khác nhau.

Nam Bộ và Tây Nguyên là khu vực có mùa mưa gắn liền với thời kỳ hoạt động của gió mùa Tây Nam, đây cũng là thời kỳ có sự hoạt động mạnh của xoáy thuận nhiệt đới trên Biển Đông. Thực tế quan trắc cho thấy, trong một số trường hợp mưa lớn xảy ra ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão xuất hiện ở Biển Đông trong các tháng mùa hè (6, 7, 8). Đây là hình thể thời

tiết đặc biệt khi có sự tương tác giữa hoàn lưu bão và hệ thống gió mùa Tây Nam. Trong nghiên cứu này nhóm tác giả đánh giá khả năng dự báo của mô hình WRF đối với một số đợt mưa thời kỳ 2010-2014 ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão hoạt động trên Biển Đông dựa trên sự so sánh và tính toán thống kê sản phẩm của mô hình với các số liệu quan trắc bề mặt.

2. Phương pháp và số liệu nghiên cứu

2.1. Số liệu

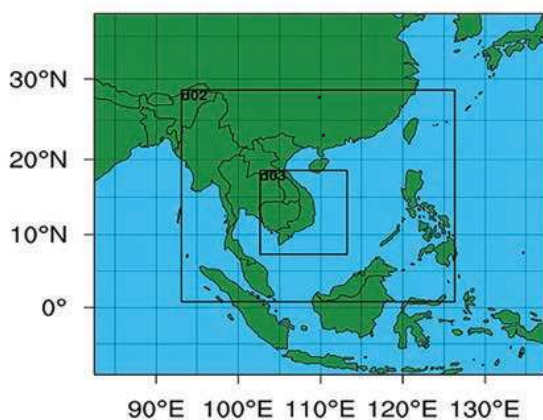
Số liệu ban đầu và số liệu điều kiện biên phụ thuộc thời gian được lấy từ dự báo của mô hình toàn cầu GFS cung cấp bởi Trung tâm Quốc gia Dự báo Môi trường (NCEP) với độ phân giải $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ kinh vĩ. Kết quả dự báo mưa từ mô hình WRF của 17 cơn bão hoạt động trên Biển Đông từ năm 2010-2014, mỗi cơn bão được chạy 3 lần với tổng số 51 trường hợp nghiên cứu (Bảng 1). Số liệu sử dụng đánh giá sai số dự báo bao gồm: Mưa quan trắc của 17 trạm thuộc khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên (Bảo Lộc, Buôn Ma Thuột, Kon Tum, Đắk Nông, Đà Lạt, Pleiku, Liên Khương, Đắk Tô, Buôn Hồ, Ayun Pa, Mdrak, Mỹ Tho, Phước Long, Sơn Hòa, Cà Mau, Rạch Giá, Tây Ninh) và số liệu vệ tinh TRMM với độ phân giải $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ kinh vĩ cho vùng vĩ độ từ $0^\circ\text{N} - 40^\circ\text{N}$.

2.2. Thiết kế thí nghiệm

Trong nghiên cứu này mô hình WRF phiên bản V3.8.1 với ba lưới lồng tương tác hai chiều với độ phân giải tương ứng là: 54 km, 18 km và 6 km (Hình 1) được sử dụng để tính toán. Miền 1 gồm 110×100 điểm lưới với tọa độ tâm là $13,0^\circ\text{N}$, $107,3^\circ\text{E}$, miền 2 gồm 199×175 điểm lưới, miền 3 gồm 187×199 điểm lưới với 38 mực thẳng đứng. Miền 1 được thiết kế đủ rộng để mô hình có thể nắm bắt được các quá trình hoàn lưu quy mô lớn ảnh hưởng đến Việt Nam, các miền con được thu hẹp phạm vi bao trọn khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên. Bảng 2 trình bày bộ tham số vật lý của mô hình WRF được lựa chọn để mô phỏng mưa khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão hoạt động trên Biển Đông. Bộ tham số vật lý được lựa chọn hiện đang được chạy dự báo hàng ngày tại Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.

Bảng 1. Danh sách các cơn bão và số trường hợp nghiên cứu

STT	Tên cơn bão	Thời gian dự báo (TH1)	Thời gian dự báo (TH2)	Thời gian dự báo (TH3)
1	Chanthu	19/07/2010 - 22/07/2010	20/07/2010 - 23/07/2010	21/07/2010 - 24/07/2010
2	Conson	14/07/2010 - 17/07/2010	15/07/2010 - 18/07/2010	16/07/2010 - 19/07/2010
3	Mindulle	22/08/2010 - 25/08/2010	23/08/2010 - 26/08/2010	24/08/2010 - 27/08/2010
4	Lionrock	28/08/2010 - 31/08/2010	29/08/2010 - 01/09/2010	30/08/2010 - 02/09/2010
5	Sarika	09/06/2011 - 12/06/2011	10/06/2011 - 13/06/2011	11/06/2011 - 14/06/2011
6	Haima	20/06/2011 - 23/06/2011	21/06/2011 - 24/06/2011	22/06/2011 - 25/06/2011
7	Nock-ten	27/07/2011 - 30/07/2011	28/07/2011 - 31/07/2011	29/07/2011 - 01/08/2011
8	Doksuri	28/06/2012 - 01/07/2012	29/06/2012 - 02/07/2012	30/06/2012 - 03/07/2012
9	Vicente	21/07/2012 - 24/07/2012	22/07/2012 - 25/07/2012	23/07/2012 - 26/07/2012
10	Kai-tak	15/08/2012 - 18/08/2012	16/08/2012 - 19/08/2012	17/08/2012 - 20/08/2012
11	Talim	17/06/2012 - 20/06/2012	18/06/2012 - 21/06/2012	19/06/2012 - 22/06/2012
12	Bebinca	20/06/2013 - 23/06/2013	21/06/2013 - 24/06/2013	22/06/2013 - 25/06/2013
13	Rumbia	30/06/2013 - 03/07/2013	01/07/2013 - 04/07/2013	02/07/2013 - 05/07/2013
14	Jebi	30/07/2013 - 02/08/2013	31/07/2013 - 03/08/2013	01/08/2013 - 04/08/2013
15	Mangkhut	05/08/2013 - 08/08/2013	06/08/2013 - 09/08/2013	07/08/2013 - 10/08/2013
16	Utor	12/08/2013 - 15/08/2013	13/08/2013 - 16/08/2013	14/08/2013 - 17/08/2013
17	Rammasun	16/07/2014 - 19/07/2014	17/07/2014 - 20/07/2014	18/07/2014 - 21/07/2014



Hình 1. Các miền tính của mô hình

2.3. Phương pháp đánh giá

Mô hình WRF được chạy mô phỏng 84 giờ trong đó 12 giờ tích phân đầu không được sử dụng với hai lý do: (1) Loại bỏ số liệu trong khoảng thời gian cân bằng mô hình (spin-up time); (2) Lượng mưa mô hình được lấy cùng thời gian với mưa quan trắc từ 12h ngày hôm trước đến 12h ngày hôm sau (giờ GMT), tương ứng với mưa quan trắc tại trạm ở Việt Nam

Bảng 2. Sơ đồ vật lý sử dụng trong thí nghiệm

Lớp biên hành tinh	YSU
Tham số hóa đối lưu	Betts-Miller-Janjic
Sơ đồ vi vật lý mây	Thompson
Bức xạ sóng ngắn	Dudhia
Bức xạ sóng dài	RRTM

được tính từ 19h ngày hôm trước đến 19h ngày hôm sau (GMT+7). Các thông số vật lý của mô hình được chọn trên Bảng 2.

Kết quả dự báo được đánh giá với số liệu quan trắc thông qua các chỉ số thống kê sau:

- Sai số trung bình:

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

- Sai số tuyệt đối trung bình MAE:

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

- Sai số bình phương trung bình (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.

- Đánh giá dự báo pha:

Đánh giá sự phù hợp giữa số lần hiện tượng được dự báo và quan trắc xảy ra dựa vào bảng ngẫu nhiên (Damrath, 2004) [2, 9]:

Hits (H) = dự báo có, khi quan trắc có.

Misses (M) = dự báo không, khi quan trắc có.

False alarms (F) = dự báo có, khi quan trắc không.

Correct negatives (CN) = dự báo không, khi quan trắc không.

+ Đánh giá tỷ số giữa vùng dự báo và vùng thám sát (BS hay FBI - Bias score):

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

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).

+ Xác suất phát hiện (Probability of Detection - POD)

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

POD cho biết khả năng thành công của mô hình, có giá trị trong khoảng (0, 1), POD = 1 là giá trị lý tưởng mô hình được xem là hoàn hảo. POD càng gần 1 thì chất lượng mô hình càng cao, POD chỉ nhạy đối với những hiện tượng không dự báo được chứ không nhạy đối với phát hiện sai.

+ Tỷ phần phát hiện sai (False Alarms Ratio - FAR)

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

FAR cho biết tỷ lệ mô phỏng/dự báo không của mô hình (mô hình cho kết quả có nhưng thực tế hiện tượng không xảy ra). Giá trị FAR biến đổi từ (0, 1), tối ưu FAR = 0.

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

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

Phạm vi biến thiên của CSI từ 0 đến 1. CSI = 0 nghĩa là mô hình không có kỹ năng, CSI = 1 mô

hình là hoàn hảo.

+ Chỉ số dự báo đúng (Percentage Correct - PC hay Eraction Correct - FC)

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

Giá trị của PC biến đổi trong khoảng từ 0 đến 1. Nếu mô hình là hoàn hảo, tức kết quả mô hình trùng khớp hoàn toàn với quan trắc thì PC bằng 1, 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 chỉ số dự báo đúng mô phỏng, dự báo của mô hình càng cao.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Sai số thống kê trung bình

Kết quả đánh giá các chỉ số thống kê trung bình dự báo mưa của 17 cơn bão hoạt động trên Biển Đông được trình bày trên Bảng 3 và Bảng 4. Kết quả tính toán cho thấy chỉ số ME có giá trị dương ở hầu hết các trạm quan trắc cho cả ba hạn 24h, 48h, 72h chứng tỏ dự báo của mô hình WRF có xu thế lớn hơn so với quan trắc thực tế. Trong ba hạn 24h, 48h và 72h sai số dự báo mưa của mô hình không có sự khác biệt nhiều giữa các hạn dự báo cụ thể, sai số MAE phổ biến trong khoảng 7-15 mm, trong đó, sai số nhỏ nhất tại trạm Mdrak là 5,6 mm trong hạn 48h, lớn nhất tại trạm Pleiku 23,6 mm trong hạn 48h, sai số quân phương (RMSE) phổ biến trong khoảng 10-20 mm trong đó sai số lớn nhất tại trạm Pleiku đến 40 mm, nhỏ nhất tại Ayun Pa là 8,1 mm trong hạn 72h. Sai số dự báo mưa của mô hình không có sự khác biệt nhiều giữa các hạn dự báo. Giá trị RMSE theo các hạn dự báo 24h, 48h và 72h lần lượt là 21,2 mm, 22,9 mm và 18,8 mm tương ứng.

Kết quả đánh giá dự báo pha cho thấy, với ngưỡng mưa vừa (16-50 mm) và ngưỡng mưa to (>50 mm) chỉ số FBI tăng theo các hạn dự báo, có nghĩa là đối với hạn dự báo 72h mô hình cho kết quả dự báo diện mưa lớn hơn so với thực tế, đặc biệt là đối với ngưỡng mưa to. Đối với xác suất phát hiện (POD), mô hình có khả năng dự báo tại ngưỡng mưa vừa với xác suất phát hiện cao hơn ngưỡng mưa to ở cả 3 hạn dự báo. Ở ngưỡng mưa vừa POD có giá trị từ 0,34 đến 0,41 trong khi ở ngưỡng mưa to POD có giá trị từ 0,1 đến 0,18. Về tỷ lệ mô phỏng/dự báo không, giá trị chỉ số FAR ở

ngưỡng mưa lớn cao hơn so với ngưỡng mưa vừa, nghĩa là ở ngưỡng mưa lớn mô hình dễ dự báo khổng hơn so với ngưỡng mưa vừa. Giá trị FAR đối với ngưỡng mưa vừa là 0,7-0,78, đối với ngưỡng mưa to là 0,92-0,96.

Điểm số thành công (CSI) không cao, ngưỡng mưa vừa có điểm số thành công cao hơn ngưỡng

mưa to. Điểm số thành công với ngưỡng mưa vừa là 21% ở hạn dự báo 24h, với ngưỡng mưa to là 5% ở hạn dự báo 24h và 72h. Chỉ số dự báo đúng (PC) của mô hình khá cao ở cả hai ngưỡng mưa, đặc biệt là ngưỡng mưa to. Ở hạn dự báo 72h chỉ số dự báo đúng với ngưỡng mưa vừa là 72%, ngưỡng mưa to là 96%.

Bảng 3. Sai số trung bình 17 cơn bão cho 17 trạm quan trắc

TRẠM	HẠN 24H (mm)			HẠN 48H (mm)			HẠN 72H (mm)		
	ME	MAE	RMSE	ME	MAE	RMSE	ME	MAE	RMSE
Bảo Lộc	12,0	21,7	35,7	6,6	19,6	28,2	8,2	17,7	24,8
Buôn Ma Thuột	1,7	9,0	12,2	5,7	11,6	20,6	4,7	12,3	19,1
Kon Tum	5,9	15,2	20,6	5,4	15,7	22,5	10,8	16,0	23,7
Đắk Nông	7,6	17,2	23,3	14,8	21,0	30,2	11,0	16,1	20,6
Đà Lạt	7,6	10,9	14,8	6,8	9,7	13,6	5,0	8,5	12,6
Pleiku	-6,5	23,6	38,0	4,1	23,6	40,0	11,3	13,8	20,4
Liên Khương	6,3	11,7	14,7	8,2	14,8	20,0	5,1	9,0	12,0
Đắk Tô	7,8	14,2	19,9	7,2	18,4	23,7	10,7	18,0	26,2
Buôn Hồ	5,3	13,0	19,7	2,8	10,3	13,8	5,6	10,9	16,5
Ayun Pa	3,2	7,3	12,1	4,9	9,1	15,1	4,1	5,9	8,1
Mdrak	4,9	6,8	9,2	3,8	5,6	8,7	3,2	8,6	16,1
Mỹ Tho	-3,9	7,8	11,2	-1,6	8,4	11,8	-0,7	7,2	10,4
Phước Long	6,1	17,4	23,5	8,5	15,8	21,2	6,8	15,0	21,2
Sơn Hòa	0,3	6,8	9,6	2,2	10,8	20,3	0,9	7,6	12,8
Cà Mau	1,0	7,5	10,3	5,2	11,7	21,2	0,6	10,8	18,1
Rạch Giá	12,6	18,5	25,4	10,3	18,2	26,4	9,3	13,9	20,0
Tây Ninh	4,5	10,0	14,7	4,3	10,7	16,9	3,0	8,2	13,8

Bảng 4. Điểm số đánh giá mưa theo các ngưỡng

Ngưỡng	> 16 mm					> 50 mm					SAI SỐ (mm)			
	Điểm số	FBI	POD	FAR	CSI	PC	FBI	POD	FAR	CSI	PC	ME	MAE	RMSE
24h		1,38	0,41	0,7	0,21	0,68	1,54	0,12	0,92	0,05	0,94	4,5	12,9	21,2
48h		1,45	0,34	0,76	0,16	0,68	2,35	0,1	0,96	0,03	0,93	5,9	13,8	22,9
72h		1,72	0,38	0,78	0,16	0,72	2,64	0,18	0,93	0,05	0,96	5,9	11,7	18,8

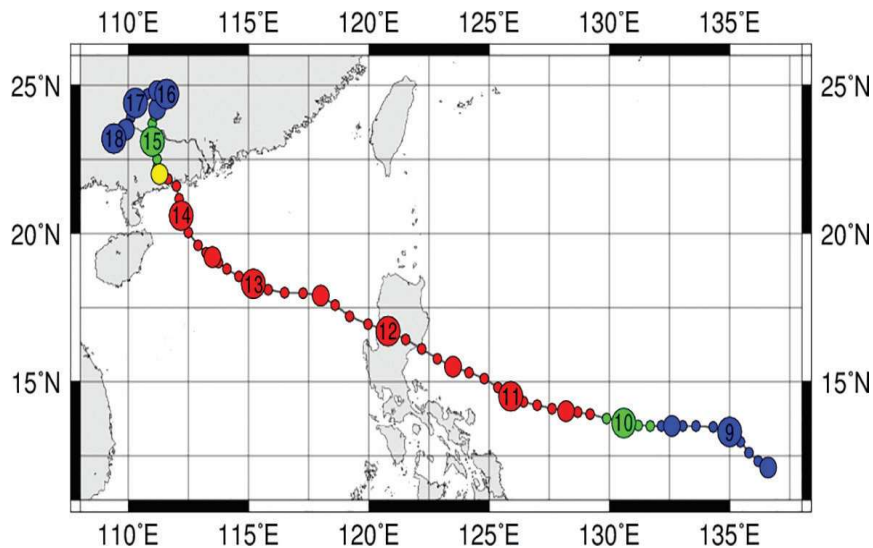
3.2. Đánh giá khả năng mô phỏng cho trường hợp mưa lớn điển hình của cơn bão Utor hoạt động trên Biển Đông

Bão Utor hình thành từ một áp thấp nhiệt đới ở ngoài vùng biển phía Đông của Philippines có vị trí ở vào khoảng 12,3°N; 135,9°E vào ngày 8/8/2013, đến 18h ngày 9/8/2013 áp thấp

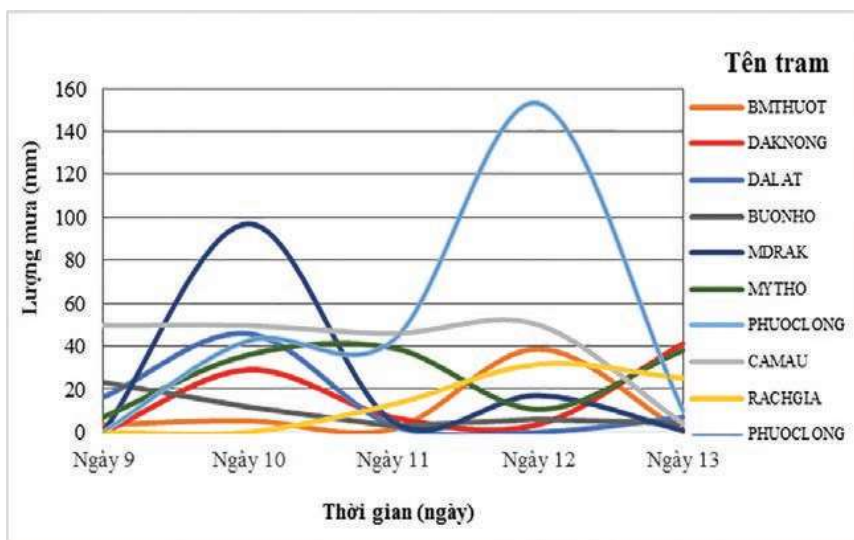
nhiệt đới đã mạnh lên thành bão có vị trí tâm khoảng 13,5°N; 131,7°E, vào thời điểm này, mưa dông bắt đầu xuất hiện nhiều ở Tây Nguyên và Nam Bộ nhưng lượng mưa phổ biến không lớn. Sang đến ngày 10/11/2013 bão Utor tiếp tục di chuyển theo hướng Tây Tây Bắc với cường độ mạnh lên, mưa lớn tập trung ở khu vực Nam Tây

Nguyên nhưng sang đến ngày 11/08 thì mưa đông lại giảm ở khu vực này nhưng lại tăng lên rõ rệt ở Nam Bộ và duy trì cho đến ngày 12/8.

Đến ngày 13/8 mưa ở khu vực giảm đi nhanh chóng và bão Utor đổ bộ vào Quảng Đông, Trung Quốc ngày 14/8/2013 (Hình 2, Hình 3).



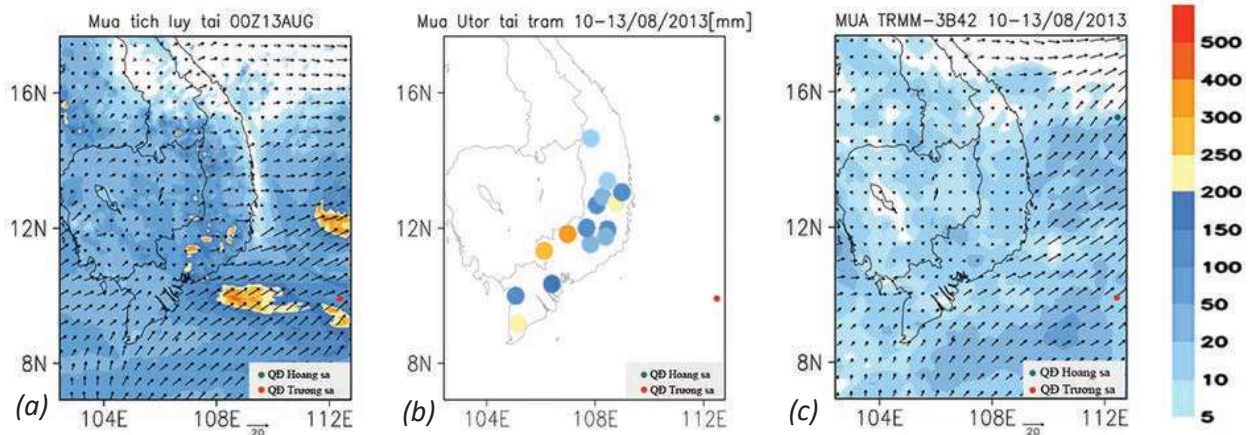
Hình 2. Quỹ đạo bão Utor [Nguồn: <http://agora.ex.nii.ac.jp>]



Hình 3. Diễn biến mưa ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên từ ngày 9-13/8/2013

Trường hợp mưa lớn liên quan tới cơn bão Utor năm 2013 được đánh giá cụ thể để thấy được khả năng mô phỏng diện mưa của mô hình WRF trên khu vực nghiên cứu khi có bão hoạt động trên Biển Đông. Hình 4 mô tả tổng lượng mưa tích lũy 3 ngày (19h00 ngày 10/8 đến 19h00 ngày 13/8) từ số liệu quan trắc bề mặt, số liệu vệ tinh và số liệu mô phỏng bằng mô hình WRF cho khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ cho thấy, mô hình đã mô phỏng lượng mưa khu vực khá gần với lượng mưa lượng quan trắc tại trạm

(Hình 4a, 4b), tuy nhiên ở một phần diện tích khu vực Nam Tây Nguyên (Lâm Đồng) mô hình cho kết quả mô phỏng cao hơn so với quan trắc. Số liệu mưa phân tích từ vệ tinh TRMM (Hình 4c) cũng cho thấy mưa xuất hiện trên khu vực nghiên cứu, tuy nhiên lượng không cao như quan trắc tại trạm. Điều này có thể lý giải là do vệ tinh chỉ bay qua Việt Nam 2 lần mỗi ngày nên không nắm bắt được chính xác về lượng mưa, tuy nhiên về diện mưa thì cũng khá tương đồng với quan trắc (Hình 4a, 4c).

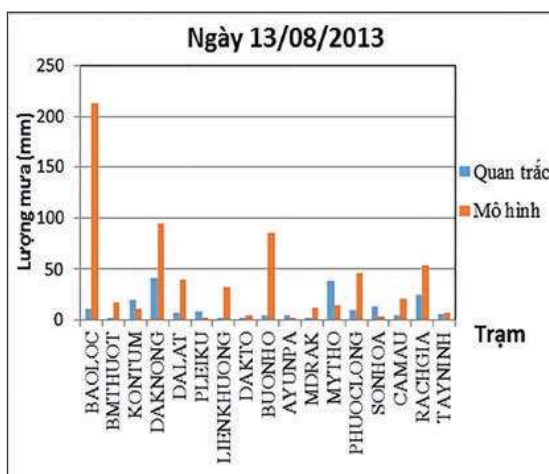
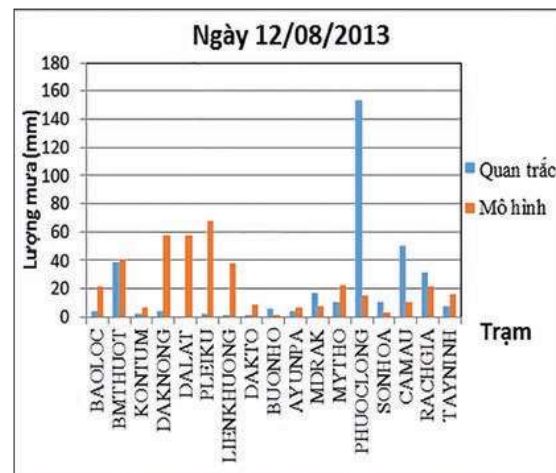
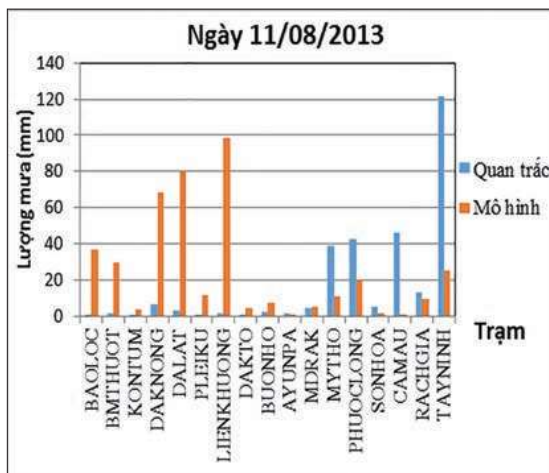


Hình 4. Lượng mưa tích lũy [mm] 72h từ ngày 10-13/08/2013:

a) Mô hình WRF, (b) Quan trắc, (c) Vệ tinh

Kết quả dự báo mưa từ mô hình và quan trắc các ngày 11-13/08/2013 (Hình 5) cho thấy, mô hình cho kết quả dự báo diện mưa khá tốt, tuy

nhiên về lượng mưa mô hình cho kết quả cao hơn so với quan trắc.



Hình 5. Biểu đồ tương quan giữa lượng mưa từ sản phẩm mô hình và quan trắc trong các ngày từ 11-13/08/2013.

4. Kết luận

Qua phân tích đánh giá kết quả dự báo mưa, mưa lớn ở khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão hoạt động trên Biển Đông thời kỳ 2010-2014 cho thấy, mô hình WRF có xu thế dự báo cao hơn so với quan trắc ở cả 3 hạn 24h, 48h, 72h (ME có giá trị dương ở hầu hết các trạm quan trắc), sai số quân phương (RMSE) phổ biến trong khoảng 10-20 mm, trong đó sai số lớn nhất tại trạm Pleiku đến 40 mm, nhỏ nhất tại Ayun Pa là 8,1 mm trong hạn 72h. Kết quả dự báo diện mưa cao hơn so với quan trắc (FBI >1). Đối với trường hợp mưa lớn điển hình liên quan đến cơn bão Utor năm 2013, mô hình WRF mô phỏng khá tốt về diện mưa trên khu vực nghiên cứu. Mưa dự báo trên lưới

của mô hình có thể nắm bắt được tương đối tốt một số cực trị địa phương mưa thể hiện tại số liệu trạm, trong khi mưa lưới quan trắc vệ tinh TRMM không nắm bắt được các cực trị địa phương này. Như vậy, có thể sử dụng mô hình WRF dự báo mưa, mưa lớn khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão hoạt động trên Biển Đông, đặc biệt là đối với các đợt mưa lớn khi có bão hoạt động trên Biển Đông. Trên đây mới chỉ là kết quả bước đầu, để có thể ứng dụng mô hình WRF dự báo mưa lớn trong dự báo nghiệp vụ cần thực hiện dự báo cho nhiều trường hợp thử nghiệm hơn nữa, từ đó có thể đánh giá mức độ ổn định của mô hình và nghiên cứu phương pháp hiệu chỉnh thống kê kết quả dự báo của mô hình.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành nhờ kết quả nghiên cứu của Đề tài “Nghiên cứu cơ chế nhiệt động lực gây mưa lớn và khả năng dự báo mưa lớn mùa hè khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên do tương tác gió mùa Tây Nam - bão trên Biển Đông”, Mã số: 2015.05.12.

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Minh Tăng và cộng sự (2014), “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 Trung Bộ Việt Nam”, *Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước*.
2. Công Thanh và cộng sự (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, tr.195-201.
3. Đỗ Huy Dương (2005), “Khả năng dự báo mưa lớn ở Việt Nam bằng mô hình WRF”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*.
4. Đàng Hồng Như, Nguyễn Văn Hiệp (2016), “Nghiên cứu vai trò của vận tải ẩm trong đợt mưa lớn tháng 11 năm 1999 ở miền Trung bằng mô hình WRF”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 3/2016.
5. Hoàng Đức Cường và cộng sự (2009), “Dự báo mưa lớn ở khu vực Trung Trung Bộ bằng mô hình số trị”, *Hội thảo Quốc tế Gió mùa châu Á tại Đà Nẵng*, 3/2009.
6. Lê Văn Thiện, Nguyễn Văn Thắng (2004), “Dự báo mưa cực lớn trên khu vực Việt Nam bằng mô hình WRF”, *Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ 8, Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Môi trường*.
7. Nguyễn Văn Thắng và cộng sự (2011), *Thử nghiệm dự báo mưa lớn bằng mô hình WRF cho khu vực Bắc Bộ Việt Nam, Hội thảo Quốc tế Gió mùa châu Á tại Đà Nẵng*.
8. Trần Tân Tiến và Nguyễn Thị Thanh (2011), “Đồng hóa dữ liệu vệ tinh modis trong mô hình WRF để dự báo mưa lớn ở khu vực Trung Bộ”, *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, số 3S, tr.90-95.
9. Damrath, U., (2004), *Verification against precipitation observations of a high density network - what did we learn, Intl. Verification Methods Workshop*, 15-17 September 2004, Montreal, Canada.
10. Müller, O. V., Lovino, M. A., Berbery, E. H., Müller, O. V., Lovino, M. A., & Berbery, E. H. (2016), *Evaluation of WRF Model Forecasts and Their Use for Hydroclimate Monitoring over Southern*

South America. Weather and Forecasting, 31(3), 1001-1017.

11. Zhang, C., Wang, Y., Lauer, A., Hamilton, K., Zhang, C., Wang, Y.,... Hamilton, K. (2012), *Configuration and Evaluation of the WRF Model for the Study of Hawaiian Regional Climate*. Monthly Weather Review, 140(10), 3259-3277.

VERIFICATION OF WRF SUMMER RAINFALL FORECASTS OVER THE SOUTH AND CENTRAL HIGHLAND OF VIET NAM IN ASSOCIATED WITH TYPHOONS IN THE EAST SEA

Vu Van Thang⁽¹⁾, Vu The Anh⁽²⁾, Tran Duy Thuc⁽¹⁾, Truong Ba Kien⁽¹⁾, Nguyen Van Hiep⁽²⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

⁽²⁾Institute of Geophysics, Viet Nam Academy of Science and Technology

Abstract: *This study examines rainfall forecasting skills of WRF model over the South and the Southern part of Central Highlands in associated with tropical storm activity in the East Sea in the period 2010-2014. The initial and boundary conditions for the WRF model are from the NCEP-GFS model with a horizontal resolution of 0.5x0.5 degrees. The observed rainfall data at 17-surface stations were used to validate the model skills. The results show that the WRF model tends to oversimulate rainfall. In case of heavy rainfall caused by Utor typhoon, the model (WRF model) simulates quite well rainfall distribution for the specific research site. It is also able to capture as well some local extreme rainfall events.*

Keywords: *WRF, rainfall forecast, statistic errors.*