Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 28, Số 3S (2012) 155-160

Dự báo cường độ bão bằng mô hình WRF hạn 5 ngày trên khu vực biển Đông

Trần Tân Tiến*, Công Thanh, Nguyễn Thị Phượng

Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 15 tháng 7 năm 2012

Tóm tắt. Dự báo cường độ bão đang là một vấn đề khó hiện nay. Trên thế giới cũng như ở Việt Nam, có rất ít nghiên cứu dự báo cường độ bão bằng mô hình số. Trong bài báo này đã sử dụng mô hình WRF để dự báo cường độ của 2 cơn bão trên khu vực Biển Đông là Mirinae (2009) và Conson (2010). Đã tiến hành 6 dự báo. Kết quả dự báo cho thấy dự báo cường độ bão hạn 5 ngày bằng mô hình WRF cho áp suất cực tiểu dự báo được lớn hơn so với thực tế. Sai số này nhỏ ở các thời điểm đầu và cuối của dự báo và lớn (28 mb) ở thời điểm giữa của hạn dự báo. Đối với tốc độ gió cực đại dự báo thấp hơn so với thực tế. Sai số lớn nhất khoảng 15 m/s. Các kết quả này có ý nghĩa khoa học và thực tế dự báo cường độ bão khu vực Biển Đông.

Từ khóa: cường độ bão, biển Đông của Việt Nam.

1. Mở đầu

Dự báo cường độ bão bằng mô hình số đang là vấn đề khó hiện nay nên trên thế giới cũng như ở Việt Nam còn ít các nhà khoa học quan tâm. Dự báo cường độ bão là dự báo tốc độ gió cực đại và áp suất cực tiểu trong bão [1]. Weber.H. [2] đã nghiên cứu hệ thống dự báo PEST (Probabilistic Ensemble System for the Prediction of Tropical Cyclones) – để dự báo xác suất vị trí của cơn bão nhiệt đới. Hệ thống này có thể cung cấp thông tin hữu ích và đáng tin cậy về vị trí tương lai của cơn bão nhiệt đới dựa vào phân tích thống kê các kết quả của mô hình số trong năm trước để dự báo cho mùa bão nhiệt đới tiếp theo. Tuy nhiên, dự báo cường độ bão nhiệt đới vẫn còn bị hạn chế nhiều, chất lượng tổng thể của dự báo được xem như là cải thiện lớn lúc thiếu về mô hình dự báo cường độ bão. Nghiên cứu của H. Weber còn cho thấy ngay cả khi xác định cường độ của bão nhiệt đới cũng không hoàn toàn chính xác. Đánh giá dự báo cường độ của các cơn bão nhiệt đới năm 2001 và 2002 được trình bày trên bảng 1.

Bảng 1: Sai số cường độ bão hàng năm (m/s)

Giờ / Năm	24h	48h	72h	96h	120h
2001	6.2	9.6	11.7	15.4	17.2
2002	6.5	10.6	12.4	15.3	17.1

Trung tâm Cảnh báo Bão (JTWC) đưa ra sai số tuyệt đối là 12.5 kt cho dự báo cường độ bão

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-912011599.
E-mail: tientt@vnu.edu.vn

24 giờ trong các năm từ 1980-85 (Mundell 1990). Cục Khí tượng Úc Trung tâm nghiên cứu (BMRC) cho rằng dự báo cường độ bão nhiệt đới của họ thậm chí không chính xác bằng dự báo dựa trên cơ sở khí hậu học (Elsberry 1992).

Ở Việt nam phương pháp siêu tổ hợp đã được nghiên cứu để dự báo cường độ bão [3]. Tính toán theo phương pháp siêu tổ hợp gồm hai giai đoạn: giai đoạn chuẩn bị (Training Phase) và giai đoạn dự báo (Forecast Phase). Để dự báo cường độ bão đã chọn các mô hình RAMS, WRF, HRM làm các mô hình thành phần và giá trị dự báo áp suất cực tiểu hoặc tốc độ gió cực đại của từng mô hình là nhân tố dự báo. Yếu tố dự báo là giá trị áp suất cực tiểu hoặc tốc độ gió cực đại tương ứng. Độ dài chuỗi số liệu được xây dựng dựa trên các dự báo của các cơn bão từ năm 2004 đến 2008. Ứng với mỗi thời hạn dự báo, chuỗi số liệu có độ lớn khác nhau. Dung lượng mẫu ứng với các hạn dự báo được biểu diễn ở bảng 2.

Bảng 2. Bộ mẫu số liệu xây dựng phương trình dự báo tổ hợp

Hạn DB (Giờ)	Pmin (mb)		
	Tổng N	Độc lập N1	Phụ thuộc N2
00h	105	95	10
06h	89	79	10
12h	84	74	10
18h	89	79	10
24h	90	80	10
30h	87	77	10
36h	88	78	10
42h	77	67	10
48h	77	67	10
54h	71	61	10
60h	64	54	10
66h	58	48	10
72h	59	49	10

Với bộ số liệu ở trên, xây dựng các phương trình dự báo áp suất cực tiểu tại tâm bão và tốc độ gió cực đại ứng với các hạn dự báo cho ba mô hình WRF, RAMS, HRM. Sai số trung bình tuyệt đối trên bộ số liệu độc lập trình bày trên bảng 3.

Bảng 3. Sai số trung bình tuyệt đối (mb) của dự báo tổ hợp và ba mô hình thành phần

Hạn DB	WRF	RAMS	HRM	EPS
00h	42.22	34.03	42.70	22.15
06h	40.73	35.09	41.53	24.76
12h	43.28	41.73	44.58	29.37
18h	46.78	53.35	48.83	32.97
24h	40.12	50.94	43.55	25.61
30h	39.29	54.92	42.96	25.67
36h	33.66	50.41	36.67	21.13
42h	31.46	49.63	35.46	16.89
48h	25.21	45.10	31.27	20.66
54h	12.17	33.24	15.10	14.01
60h	8.33	26.22	11.04	13.22
66h	7.66	18.72	8.01	27.46
72h	8.23	16.25	6.21	28.71

2. Mô hình WRF và áp dụng để dự báo cường độ bão ở Việt Nam

2.1. Mô hình WRF

Mô hình nghiên cứu và dự báo thời tiết WRF (Weather Reseach and Forecast) là một trong các mô hình khí tượng tân tiến và chính xác hiện nay. Mô hình này đang được nhiều cơ quan dùng làm dự báo thời tiết. Dự án WRF phát triển một hệ thống đồng hóa số liệu và dự báo thời tiết quy mô vừa sẽ tăng cường khả năng hiểu biết và dự báo giáng thủy quy mô vừa. WRF sẽ đẩy mạnh sự gắn kết chặt chẽ giữa nghiên cứu và dự báo nghiệp vụ. Dự kiến mô hình sẽ được ứng dụng rộng rãi từ những mô phỏng nghiên cứu lý tưởng dẫn đến dự báo nghiệp vụ với sự ưu tiên chủ yếu về độ phân giải ngang từ 1-10km. Đặc biệt, một công nghệ

và đồng hóa số liệu hiện đại, một khả năng lồng nhiều lưới và các sơ đồ vật lý đã được cải tiến. Mô hình WRF là một mô hình mới sẽ cung cấp một cơ hội phát triển phần mềm linh hoạt, có thể mở rộng, có hiệu suất cao và có thể chạy trên nhiều máy tính hiệu năng cao. Hệ thống phần mềm trong WRF được phát triển là khung phần mềm hiện đại. Sự tiến bộ của nghiên cứu sẽ là một con đường trực tiếp dẫn tới nghiệp vụ. Mô hình WRF cho phép sử dụng các tùy chọn khác nhau đối với tham số hóa các quá trình vật lý, như tham số hóa bức xạ, tham số hóa lớp biên hành tinh, tham số hóa đối lưu mây tích, khuyếch tán xoáy rối quy mô dưới lưới hay các quá trình vi vật lý khác.

Hiện tại WRF có hai phiên bản là phiên bản nghiên cứu nâng cao ARW (Advanced Research WRF) và phiên bản quy mô vừa phi thủy tĩnh NMM (Nonhydrostatic Meso Model). Trong công trình này đã sử dụng phiên bản ARW làm công cụ nghiên cứu. Mô hình này bao gồm giải pháp động lực ARW (ARW solver) cùng với các thành phần cần thiết khác của hệ thống WRF được đánh giá là một mô hình khá hoàn thiện về hệ thống vật lý, thủ tục lý tưởng hóa và đồng bộ hóa các gói dữ liệu.

Mô hình WRF cho phép người dùng thiết lập nhiều tùy chọn tham số hóa vật lý khác nhau

Vi vật lý (microphysics) là các quá trình vật lý hiện liên quan đến hơi nước, mây và giáng thủy. ARW cho phép lựa chọn các sơ đồ tham số hóa vi vật lý sau: Kessler (không băng), Warm Rain, NCEP- class (băng đơn giản), Simple ice, Mixed phase, Eta vật lý vi mô

Tham số hóa đối lưu (Cumulus parameterization) nhằm nắm bắt được các hiệu ứng dưới lưới của mây đối lưu sâu và/hoặc đối lưu nông, bao gồm: Sơ đồ Kain-Fritsh (1990, 1993), sơ đồ Bett-Miller-Janjic

Tham số hóa lớp sát đất (Surface layer) nhằm tính toán tốc độ ma sát và các hệ số trao đổi để tính các thông lượng nhiệt và ẩm trong sơ đồ bề mặt đất và ứng suất bề mặt trong sơ đồ lớp biên hành tinh. Trên bề mặt nước, các thông lượng này được tính bởi chính các sơ đồ tham số hóa lớp sát đất. Trong ARW sử dụng 2 sơ đồ lớp sát đất: Sơ đồ lớp sát đất MM5, sơ đồ lớp sát đất Eta.

Các mô hình bề mặt đất (Land-Surface Model, LSM) sử dụng các thông tin khí quyển từ sơ đồ lớp sát đất, giáng thủy từ các sơ đồ vi vật lí và tham số hóa đối lưu, cùng với các biến trạng thái đất và đặc tính bề mặt đất để tính toán các thông lượng ẩm và nhiệt từ bề mặt. Các mô hình đất xử lý thông lượng ẩm, nhiệt trong các lớp đất, các hiệu ứng liên quan đến thực vật, rễ, tán cây và độ phủ tuyết. Các mô hình bề mặt đất là một chiều và không có tương tác giữa các ô lưới kề nhau. Các mô hình đất trong ARW bao gồm: Mô hình khuếch tán nhiệt 5 lớp, mô hình Noah 4 lớp, mô hình chu trình cập nhật nhanh.

Tham số hóa lớp biên hành tinh (Planetary Boundary Layer, PBL) Tính đến các thông lượng thẳng đứng quy mô dưới lưới do vận chuyển rối không phải chỉ trong lớp biên mà cho toàn bộ cột khí quyển. Trong ARW bao gồm các sơ đồ lớp biên hành tinh: Sơ đồ MRF, sơ đồ YSU, sơ đồ MYJ.

Tham số hóa bức xạ khí quyển nhằm cung cấp đốt nóng bức xạ do các quá trình hấp thụ, phản xạ và tán xạ bức xạ sóng ngắn từ mặt trời và bức xạ sóng dài từ bề mặt trái đất. Các sơ đồ tham số hóa bức xạ trong ARW bao gồm: Sơ đồ sóng dài RRTM, sơ đồ sóng ngắn và sóng dài Eta GFDL, sơ đồ sóng ngắn MM5 (Dudhia), sơ đồ sóng ngắn Goddard.

Điều kiện biên: Đối với các bài toán nghiên cứu lý tưởng ARW cho phép sử dụng ba loại

điều kiện biên lý thuyết: tuần hoàn, mở và đối xứng.

2.2. Miền tính

Để thực hiện dự báo những cơn bão hoạt động trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương cũng như trên khu vực Biển Đông, miền dự báo và cấu hình lưới tính được cấu tạo như sau: Miền lưới tính bao gồm 149x185 điểm lưới theo phương ngang với bước lưới 30km, tạo ra miền lưới từ 50S đến 350N và 1000E đến 1500E. Tâm miền lưới tính được đặt ở 200N và 1250E. Bước thời gian tích phân là 80s và hạn dự báo là 120h.

2.3. Điều kiện biên và điều kiện ban đầu

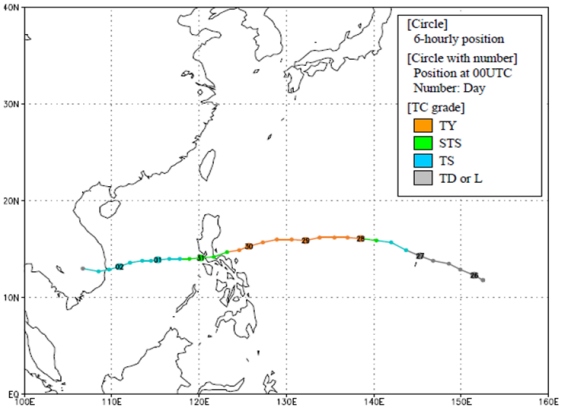
Mô hình được ban đầu hóa sử dụng các trường phân tích và trường dự báo của mô hình toàn cầu GFS được lấy từ Trung tâm Quốc gia Dự báo Môi trường Hoa Kỳ (NCEP) trên trang web:http://nomads.ncdc.noaa.gov/cgi-bin/ncdc-ui/. Các điều kiện biên xung quanh được cập nhật 6 giờ một lần sử dụng nguồn số liệu tương tự.

3. Một số kết quả dự báo cường độ bão ở biển Đông hạn 5 ngày.

3.1. Số liệu

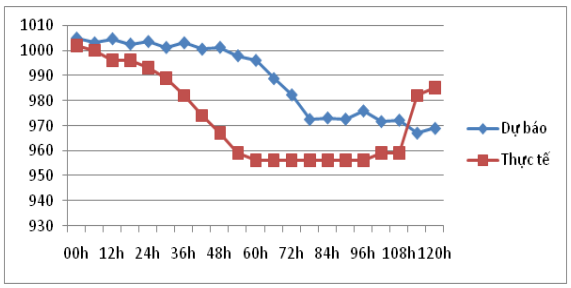
Đã tiến hành dự báo cường độ bão (áp suất cực tiểu tại tâm và tốc độ gió bề mặt cực đại) cho khu vực Biển Đông hạn 5 ngày (120 giờ) bằng mô hình WRF với 2 cơn bão là: cơn bão Mirinae (00h , 12h ngày 26 và 27 /10/2009) và cơn Conson (00h ngày 11 và 13 /7/2010). Số liệu thực tế về áp suất cực tiểu và vận tốc gió cực đại của bão được lấy từ The RSMC Tokyo – Typhoon Center [4].

Mirinae hình thành như một xoáy thuận nhiệt đới (TD) trên vùng biển phía bắc của đảo Chuuk lúc 18 UTC ngày 25 tháng Mười năm 2009. Nó di chuyển theo hướng tây tây bắc và mạnh lên thành bão nhiệt đới (TS) ở phía tây bắc Guam lúc 06 UTC ngày 27 tháng Mười. Ngày 28 tháng Mười, bão duy trì cường độ với tốc độ gió mạnh nhất 80 kt và áp suất tại tâm 955 hPa . Bão suy yếu trên vùng biển phía đông đảo Luzon lúc 12 UTC ngày 30/10 và di chuyển về phía Việt Nam với cường độ bão nhiệt đới. Mirinae suy yếu thành xoáy thuận nhiệt đới trên Cambodia lúc 18 UTC ngày 2 /11 và tan sáu giờ sau đó.

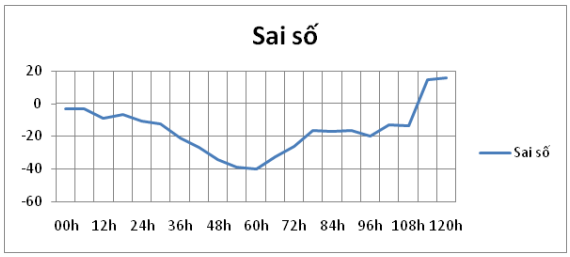


Hình 1. Quỹ đạo bão Mirinae theo RSCM – Tokyo.

Trong bài báo này chúng tôi trình bày kết quả dự báo một trường hợp: Dự báo từ 00 giờ ngày 26/10/2009 đến 00 giờ ngày 31/10/2009. Kết quả dự báo được trình bày trên các hình 2; 3;4;5.

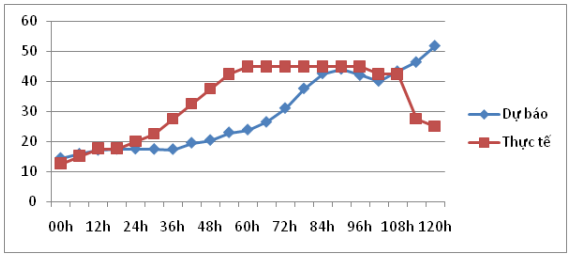


Hình 2. Áp suất cực tiểu (mb).

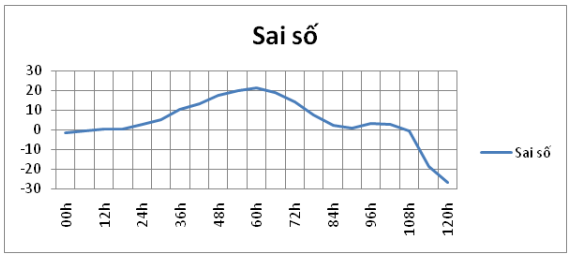


Hình 3. Sai số dự báo áp suất cực tiểu (mb).

Từ hình vẽ ta thấy hầu hết áp suất cực tiểu dự báo được cao hơn giá trị thực tế, Tại những thời điểm từ 00 đến 36 giờ và từ 78 đến 120 có sai số nhỏ , dưới 20 mb. Sai số lớn nhất khoảng 40 mb lúc 60 giờ.



Hình 4. Tốc độ gió cực đại (m/s).

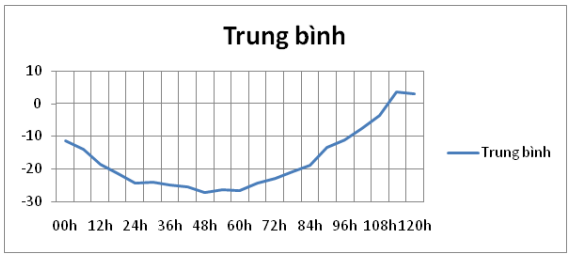


Hình 5. Sai số dự báo tốc độ gió cực đại (m/s).

Ngược lại với áp suất cực tiểu, đa số vận tốc gió cực đại của mô hình dự báo thấp hơn thực tế. Từ 0 đến 24 giờ và từ 84 đến 108 giờ kết quả mô hình gần với thực tế. Sai số lớn nhất khoảng 27 m/s lúc 120 giờ.

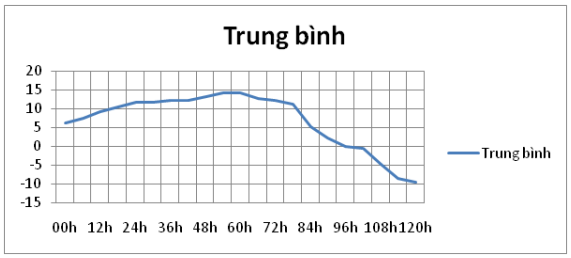
3.1. Đánh giá kết quả dự báo

Đã tiến hành dự báo 6 trường hợp và tính sai số trung bình của các trường hợp đó. Kết quả được trình bày trên các hình 6 và 7.



Hình 6. Sai số trung bình dự báo áp suất cực tiểu (mb).

Sai số trung bình dự báo áp suất cực tiểu 6 trường hợp có dạng parabol có nghĩa là với hạn dự báo là 5 ngày (120 giờ) ta sẽ có 2 khoảng thời gian mô hình cho kết quả gần đúng nhất (trước 24 giờ và sau 84 giờ), sai số dự báo trung bình khoảng từ -4 mb đến 28 mb. Kết quả dự báo áp suất cực tiểu đa số lớn hơn so với thực tế. Tuy nhiên, một số trường hợp kết quả dự báo lại thấp hơn thực tế mà chủ yếu vào thời gian cuối của hạn dự báo.



Hình 7. Sai số tốc độ gió cực đại trung bình (m/s).

Ngược với kết quả của áp suất cực tiểu, tốc độ gió cực đại dự báo đa số thấp hơn so với thực tế. Sai số dự báo tốc độ gió cực đại cũng có dạng parabol, với khoảng thời gian dự báo 00 – 24 giờ và 84 – 108 giờ tốc độ gió cực đại dự báo được có sai số nhỏ hơn khoảng thời gian còn lại. Sai số trung bình dự báo gió cực đại khoảng từ 10 đến 15 m/s.

4. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu ta thấy dự báo cường độ bão hạn 5 ngày bằng mô hình WRF cho kết

quả dự báo áp suất cực tiểu lớn hơn so với thực tế. Sai số này nhỏ ở các thời điểm đầu và cuối của dự báo và sai số lớn (28 mb) ở thời điểm giữa của hạn dự báo. Đối với tốc độ gió cực đại dự báo thấp hơn so với thực tế. Sai số lớn nhất khoảng 15 m/s. Các kết quả này có ý nghĩa khoa học và thực tế dự báo cường độ bão khu vực Biển Đông. Trong tương lai chúng tôi sẽ kết hợp sử dụng phương pháp tổ hợp để dự báo cường độ bão thì chắc chắn kết quả sẽ tốt hơn.

Lời cảm ơn

Bài báo hoàn thành nhờ sự trợ giúp từ đề tài cấp nhà nước: "Xây dựng qui trình công nghệ dự báo quỹ đạo và cường độ bão trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương và Biển Đông hạn 5 ngày"

Tài liệu tham khảo

[1] Patrick J.Fitzpatrick, *Understanding and Forecasting Tropical Cyclone Intensity Change with the Typhoon Intensity Prediction Scheme (TIPS)*. Department of Atmospheric Science, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 1997.

[2] Harry C.Weber, *Probabilistic Prediction of Tropical Cyclones. Part II: Intensity. Meteorological Institute*, University of Munich, Munich, Germany, 2005.

[3] Trần Tân Tiến, *Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học công nghệ dự báo liên hoàn bão, nước dâng và sóng ở Việt Nam bằng mô hình số với thời gian dự báo trước 3 ngày*, chương trình KHCN cấp nhà nước KC 08/06-10, Hà Nội, 2010.

[4] Annual Report on the Activities of the RSMC Tokyo - Typhoon Center, *J. Meteor. Soc. Japan*, 2009.

Forecasting hurricane intensity over on Eastern Sea of Viet Nam using WRF model for 5-day term

Tran Tan Tien, Cong Thanh, Nguyen Thi Phuong

Faculty of Hydro-Meteorology and Oceanography, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

Nowaday, forecasting hurricane intensity is a difficult. In the World and Vietnam, there is little research in forecasting hurricane intensity by Numerical Weather Prediction. In study, we used the WRF model to predict the intensity of the two storms on the Eastern Sea of Viet Nam are Mirinae (2009) and Conson (2010). We have conducted six forecasts. The results show that forecasting intensity forecast for 5-days term by WRF model, results to predict the minimum pressure is larger than reality. This small error in the beginning and finish-terms of the forecasts and large (28 mb) in the mid-term forecasts. For maximum wind speed forecast is lower than actual. Maximum deviation of about 15 m/s. These results have significant scientific and practical in predicting storm intensity of Eastern Sea region.

Keywords: hurricane intensity forecast, Eastern Sea of Viet Nam.