

THỬ NGHIỆM MÔ HÌNH WRF ĐỒNG HÓA LETKF TRONG DỰ BÁO SỰ HÌNH THÀNH CỦA XOÁY THUẬN NHIỆT ĐỐI TRÊN BIỂN ĐÔNG GIAI ĐOẠN 2013 – 2017

Công Thanh, Trần Tân Tiến, Phạm Thu Thủy, Nguyễn Thị Nga

*Phòng Thí nghiệm Nghiên cứu Dự báo và Cảnh báo Thiên tai Khí tượng Thủy văn,
Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên*

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành thử nghiệm và đánh giá kết quả dự báo sự hình thành của xoáy thuận nhiệt đới trên Biển Đông hạn 3 ngày bằng phương pháp LETKF 5 thành phần với 2 lưới lồng độ phân giải 27 km và 9 km. Số liệu dự báo toàn cầu GFS và số liệu đồng hóa truyền thống được sử dụng với các cơn áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông trong các năm từ 2013 đến 2017. Phương pháp LETKF trong mô hình WRF đã dự báo được sự hình thành của các cơn áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông. Thời gian dự báo của các cơn áp thấp có xu hướng sớm hơn thực tế. Khoảng cách từ tâm dự báo đến tâm áp thấp trong thực tế có sai số khoảng 100-200 km. So sánh giữa 2 trường hợp không đồng hóa và có đồng hóa của mô hình cho thấy sử dụng đồng hóa số liệu cho kết quả dự báo chính xác hơn. Kết quả của nghiên cứu này có thể giúp cho dự báo viên có thêm nhiều thông tin hữu ích cho việc dự báo sự hình thành của cơn áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông trong tương lai.

Từ khóa: XTNĐ, mô hình WRF, LETKF.

1. GIỚI THIỆU

Với số lượng khoảng 10 đến 12 cơn bão hoạt động hàng năm, Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của bão nhiệt đới. Bão cường độ mạnh với tốc độ gió lớn và mưa lớn, gây ra những thiệt hại nghiêm trọng đến đời sống kinh tế, xã hội và cả tính mạng của con người. Theo thống kê những năm gần đây, bão có xu hướng gia tăng cả về số lượng và cường độ, quỹ đạo bão cũng ngày càng trở nên phức tạp, khó dự báo. Vì vậy, việc dự báo sớm và chính xác những hoạt động bão là nhu cầu và cũng là yêu cầu cấp thiết đối với chúng ta. Hiện nay có nhiều phương pháp đã được nghiên cứu như synop, thống kê hay mô hình số trị, trong đó phương pháp số trị cho kết quả khả quan hơn cả. Cùng với những cố gắng trong việc tính toán, mô phỏng chi tiết các quá trình vật lý liên quan tới thời tiết, các nhà khoa học trong và ngoài nước đã có nhiều công trình nghiên cứu về bài toán đồng hóa số liệu cho mô hình số trị khu vực nhằm nâng cao chất lượng dự báo (Lê Thị Hồng Vân, 2009; Dư Đức Tiến, 2017; ...). Trên thế giới đã có nhiều tác giả nghiên cứu về bài toán đồng hóa số liệu cho mô hình số và đạt được những kết quả khả quan trong dự báo thời tiết, cũng như dự báo các hiện tượng thời tiết cực đoan như mưa lớn, bão, (Routray, 2008; Xavier, 2006; Xiao và cộng sự, 2005, 2007; ...). Do vậy, nghiên cứu này sử dụng mô hình số trị WRF – ARW với phương pháp LETKF (Phương pháp lọc Kalman chuyển dạng tổ hợp địa phương – Local Ensemble Transformation Kalman Filter) đồng hóa số liệu truyền thống để dự báo và đánh giá kết quả dự báo sự hình thành của các cơn áp thấp trên Biển Đông trong các năm từ 2013 đến 2017.

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ SỐ LIỆU

2.1. Số liệu

Số liệu được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm:

1) Số liệu được dùng làm điều biên và ban đầu là số liệu dự báo toàn cầu của NOAA, được download từ trang web: <https://nomads.ncep.noaa.gov/pub/data/nccf/com/gfs/prod/>, trường ban đầu

và điều kiện biên được cập nhật SST (nhiệt độ mặt nước biển) để tăng khả năng bám sát thực tế của mô hình.

2) Số liệu truyền thống: số liệu quan trắc được sử dụng cho các thí nghiệm của hệ thống đồng hóa tổ hợp LETKF là số liệu gió vệ tinh CIMSS được download từ trang web: <http://tropic.ssec.wisc.edu> và một dạng số liệu quan trắc khác được sử dụng là số liệu cao không radiosonde của các trạm cao không vùng Tây Bắc Thái Bình Dương.

2.2. Đánh giá kết quả dự báo của mô hình với các cơn áp thấp nhiệt đới trong các năm từ 2013–2017

Tiến hành chạy thử nghiệm mô hình WRF theo 2 trường hợp có và không có đồng hóa số liệu như trên cho 10 cơn áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông trong giai đoạn 2013 – 2017. Tính toán các sai số về khoảng cách hình thành, giá trị khí áp cực tiểu tại tâm và thời gian hình thành. So sánh các kết quả thu được để rút ra được phương án dự báo tốt nhất.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bảng 1a mô tả các sai số về khoảng cách hình thành, thời gian hình thành và khí áp cực tiểu tại tâm dự báo đến thực tế của 10 cơn áp thấp trong trường hợp không có đồng hóa. Có thể thấy rằng sai số về khoảng cách hình thành từ vị trí dự báo đến thực tế ở trường hợp này là khá lớn, có cơn lên đến hơn 400km, sai số trung bình khoảng 200km ở cả 2 lưới 1 và lưới 2. Về thời gian hình thành, mô hình WRF cho dự báo có xu hướng sớm hơn thời điểm hình thành thực tế, sai số lớn nhất khoảng 15 tiếng, có cơn mô hình dự báo đúng thời điểm hình thành. khí áp cực tiểu tại tâm trong trường hợp này có sai số khá nhỏ, chỉ có 1 cơn cho sai số khoảng 8mb.

Bảng 1a. Sai số dự báo trường hợp không đồng hóa số liệu

THỰC TẾ				KHÔNG ĐỒNG HÓA					
				LƯỚI 1			LƯỚI 2		
Thời gian hình thành (UTC)	Vĩ độ	Kinh độ	Áp suất cực tiểu tại tâm	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (mb)	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (mb)
09h 25/09/2013	14	118,1	1006	459,3	-15	-3,5	454,4	-15	-3,6
00h 06/09/2014	15,3	117,4	1006	264,9	+6	-2,4	204,7	+6	-2,3
01h 20/6/2015	15,4	112	1007	49,6	-1	-4,1	11,9	-1	-4,1
01h 13/09/2015	15	113,5	1006	178,8	-1	-0,3	178,8	-1	-0,3
00h 25/7/2016	17	117,5	1008	89,2	-1	-1,8	83,1	-1	-1,9
21h 12/10/2016	16,9	112	1007	46,9	-15	1,9	42,4	-15	1,8
00h 10/6/2017	13	118	1006	59,3	0	-3,6	45,5	0	-3,9
06h 14/7/2017	15,8	112,8	1004	74,3	-7	0,7	74,3	-7	0,6
06h 21/7/2017	17,7	113,8	1007	291,8	-12	-1,3	278,5	-12	-1,5
06h 27/7/2017	18,5	116	1007	324,4	-12	-7,8	165,1	-12	-7,7

Bảng 1b cũng mô tả các sai số về khoảng cách hình thành, sai số về thời gian hình thành và khí áp cực tiểu tại tâm trong trường hợp đồng hóa số liệu phương pháp LETKF 5 thành phần. Về khoảng cách hình thành, sai số khoảng cách của 7 cơn áp thấp sau khi đồng hóa số liệu truyền thống đã có sự cải thiện đáng kể. Các sai số này giảm mạnh, từ 400km xuống chỉ còn khoảng 100 km đối

với cơn áp thấp ngày 25/09/2013, sai số trung bình cũng chỉ còn khoảng 100 km đối với cả 2 lưới. Dù có sự cải thiện nhưng mô hình không dự báo được sự hình thành của cơn áp thấp ngày 10/06/2017 ở lưới 1, song lại dự báo gần như chính xác ở lưới 2 với sai số khoảng cách chỉ khoảng 20km. Ngoài sự cải thiện về vị trí hình thành dự báo, trường hợp có đồng hóa còn cho sự báo về sai số khí áp cực tiểu tại tâm cũng được nâng cao. Tuy nhiên, trường hợp đồng hóa này lại cho dự báo sai lệch rất lớn về thời gian hình thành, có cơn lên đến 51 tiếng.

4. KẾT LUẬN

Mô hình WRF – ARW đã dự báo được sự hình thành của các cơn áp thấp nhiệt đới trên biển đông trong giai đoạn 2013 – 2017. Mô hình chạy đồng hóa số liệu bằng phương pháp LETKF 5 thành phần đã có sự cải thiện dự báo về vị trí hình thành và giá trị khí áp cực tiểu tại tâm khi các sai số này đã giảm đáng kể so với khi không dùng đồng hóa số liệu trong mô hình này. Tuy nhiên, cùng với việc nâng cao chất lượng dự báo vị trí và cường độ thì chất lượng dự báo về thời gian lại giảm sút không nhỏ. Vì vậy, cần có sự cân nhắc lựa chọn sử dụng hợp lý việc đồng hóa và không đồng hóa cho mô hình WRF – ARW phù hợp với mục đích dự báo.

Bảng 1b. Sai số dự báo trường hợp đồng hóa dự liệu phương pháp LETKF 5 thành phần

THỰC TẾ				LETKF					
				LƯỚI 1			LƯỚI 2		
Thời gian hình thành (UTC)	Vĩ độ	Kinh độ	Áp suất cực tiểu tại tâm	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (mb)	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (mb)
09h 25/09/2013	14	118,1	1006	106,2	-51	-4,2	67,9	-32,6	-1,8
00h 06/09/2014	15,3	117,4	1006	143,3	+24	-4,6	89,9	+19	-4,4
01h 20/6/2015	15,4	112	1007	197,4	-17,8	-4,0	148,4	-11,4	-3,4
01h 13/09/2015	15	113,5	1006	85,4	-30,2	-1,4	69,3	-16,6	-0,9
00h 25/7/2016	17	117,5	1008	81,6	-1,2	-1,5	65,6	+1	-2,7
21h 12/10/2016	16,9	112	1007	99,2	-11	-2,2	55,6	-11,4	-3,2
00h 10/6/2017	13	118	1006	Không hình thành			19,8	-9,6	1,1
06h 14/7/2017	15,8	112,8	1004	144,2	-7	0,1	151,3	-3,6	0,1
06h 21/7/2017	17,7	113,8	1007	122,8	+2	-1,2	179,9	+10	-1,1
06h 27/7/2017	18,5	116	1007	95,4	-12	-6,4	90,4	-12	-6,4

Lời cảm ơn

Các tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Đề tài KC.09.12/16-20 cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A. Routray, U.C. Mohanty, D. Niyogi, S.R. Rizvi, K.K. Osuri. (2008). First application of 3DVAR-WRF data assimilation for mesoscale simulation of heavy rainfall events over Indian Monsoon region. *Journal of the Royal Meteorological Society* 1555.

- [2]. A. Xavier, Chandrasekar, R. Singh and B. Simon (2006). The impact of assimilation of MODIS data for the prediction of a tropical low-pressure system over India using a mesoscale model. *International Journal of Remote Sensing* 27, No.20, 4655.
- [3]. Dư Đức Tiến (2017). Khảo sát mối quan hệ giữa kỹ năng mô phỏng quỹ đạo bão và cường độ bão cho khu vực Tây bắc Thái Bình Dương bằng hệ thống dự báo tổ hợp. *Luận án tiến sĩ Khí tượng*.
- [4]. Lê Thị Hồng Vân (2009). Áp dụng phương pháp đồng hóa số liệu xoáy giả đối với mô hình WRF để dự báo bão. *Luận văn thạc sĩ Khí tượng*.
- [5]. Xiao Q., Kuo YH, Lee WC, Lim E, Y.-R. Guo, Barker DM, 2005. Assimilation of Doppler Radar Observations with a Regional 3DVAR System: Impact of Doppler Velocities on Forecasts of a Heavy Rainfall Case. *Journal of Applied Meteorology*, 44(6): 768-788. DOI: 10.1175/JAM2248.1
- [6]. Xiao Q., Kuo YH., Sun J., Lee WC., Barker DM., Lim E. (2007). An approach of radar reflectivity data assimilation and its assessment with the inland QPE of Typhoon Rusa (2002) at landfall. *J Appl Meteorol Clim* 46: 14–22.

EXPERIMENTS ON USING WRF MODEL DATA ASSIMILATION OF LETKF IN PREDICTING THE GENESES OF TROPICAL CYCLONES IN THE BIEN DONG IN PERIOD OF 2013 – 2017

Cong Thanh, Tran Tan Tien, Pham Thu Thuy, Nguyen Thi Nga

*Disaster Early warning and Hydromet forecasting Lab,
Faculty of Hydrology, Meteorology and Oceanography, VNU University of Science, Vietnam
National University, Hanoi*

ABSTRACT

In this study, we attempted and evaluated the results of WRF model in forecasting the formation of tropical cyclones with 3-day term in the Bien Dong using LETKF (5 components and 2 grids). The resolutions are 27 km and 9 km respectively. The global forecast data (GFS) and traditional assimilation data are used to forecast the formation of tropical depressions in the Bien Dong in period of 2013–2017. The forecasting time of depressions tend to be earlier than reality. The distance bias is about 100–200 km from predicting centre to real centre. Comparing between the two cases of non-assimilation and assimilation shows that using data assimilation gives more accurate forecasting results. The results of this study can help forecasters get more useful information for predicting the geneses of tropical depressions in the Bien Dong in the future.

Keywords: Tropical cyclones, WRF model, LETKF.