

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG DỰ BÁO SỰ HÌNH THÀNH ÁP THẤP NHIỆT ĐỚI TRÊN BIỂN ĐÔNG BẰNG HỆ THỐNG TỔ HỢP LETKF

Trần Tân Tiến, Công Thanh, 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 - Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài 3/10/2019; ngày chuyển phản biện 4/10/2019; ngày chấp nhận đăng 15/11/2019

Tóm tắt: Nghiên cứu này đã tiến hành thử nghiệm và đánh giá kết quả dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông hạn 3 ngày bằng phương pháp LETKF 5 thành phần và 2 lưới lồng với độ phân giải là 27km và 9km. Số liệu dự báo toàn cầu GFS được cập nhật SST được sử dụng làm điều kiện biên và điều kiện ban đầu của mô hình. Số liệu gió vệ tinh CIMSS, số liệu cao không radiosonde, quan trắc bề mặt được dùng cho quá trình đồng hóa. Phương pháp LETKF trong mô hình WRF dự báo được sự hình thành của các cơn áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông trong giai đoạn 2010-2017. Mô hình cho dự báo có độ lệch thời gian khoảng 7-8 tiếng so với thực tế. Vị trí hình thành dự báo lệch khoảng 70-150km so với vị trí hình thành thực tế. So sánh giữa kết quả dự báo của lưới 1 và lưới 2 thì lưới 2 của mô hình cho dự báo có phần chính xác hơn cả về vị trí và thời gian hình thành của các cơn áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông.

Từ khóa: Xoáy thuận nhiệt đới, dự báo tổ hợp.

1. Giới thiệu

Nằm trong khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương, nơi có một số lượng rất lớn các cơn bão và áp thấp nhiệt đới hoạt động, Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của áp thấp và bão nhiệt đới. Theo thống kê những năm gần đây, bão có xu hướng gia tăng cả về số lượng và cường độ, có những cơn đã đạt đến cấp siêu bão đổ bộ vào nước ta. 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 và áp thấp nhiệt đới là nhu cầu và cũng là yêu cầu cấp thiết đối với chúng ta. Hiện nay, có nhiều phương pháp đã được nghiên cứu để dự báo được sự hình thành của xoáy thuận nhiệt đới trên Biển Đông như phương pháp Synop, phương pháp thống kê, phương pháp số trị, thêm vào đó là sử dụng radar và vệ tinh. Tuy nhiên, ở thời điểm hiện tại, phương pháp dự báo bằng mô hình số vẫn được phổ biến 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.

Ở Việt Nam, Lê Thị Hồng Vân (2009) đã sử dụng phương pháp đồng hóa số liệu xoáy giả với mô hình WRF để nghiên cứu dự báo quỹ đạo và cường độ bão với cơn bão Lekima (2007) trong 5 trường hợp thử nghiệm. Theo tác giả, việc lựa chọn đồng hóa số liệu khí áp mực biển và gió các mực là hợp lý hơn cả. Trước khi bão đổ bộ khoảng 1 đến 2 ngày nên sử dụng phương pháp có đồng hóa số liệu trường cài xoáy giả, phương án này cho xu hướng đổ bộ sớm hơn quan trắc và vị trí thường lệch phải so với quỹ đạo quan trắc. Trước đổ bộ khoảng 3 ngày (khi cơn bão còn xa bờ) nên có sự lựa chọn tối ưu giữa 2 phương án không đồng hóa và có đồng hóa trường cài xoáy giả dựa trên đặc trưng (cường độ, di chuyển) và khu vực đổ bộ của bão. Cũng sử dụng mô hình WRF, Hoàng Đức Cường (2011) sử dụng sơ đồ đồng hóa số liệu 3DVAR cập nhật

Liên hệ tác giả: Công Thanh
Email: congthanh1477@gmail.com

số liệu cao không, số liệu Synop cho trường ban đầu; và ứng dụng sơ đồ phân tích xoáy giả tích hợp với đồng hóa số liệu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi sử dụng sơ đồ 3DVAR cho kết quả dự báo vượt trội so với trường hợp không sử dụng sơ đồ, đặc biệt là ở các hạn từ 42h-72h; đối với trường hợp sử dụng sơ đồ phân tích xoáy giả cho sai số biến động khá mạnh và tăng dần theo các hạn dự báo, trung bình khoảng trên 361km, lớn nhất khoảng 462km ở hạn dự báo 72h. Dư Đức Tiến (2017) đã dùng hệ thống LETKF để nghiên cứu đặc trưng của bão hoạt động trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương và Biển Đông Việt Nam. Kết quả cho thấy vị trí và cường độ ban đầu của bão có sự giảm sai số đáng kể so với không đồng hóa số liệu ban đầu, đối với hạn 48h -96h thì việc đồng hóa số liệu tăng xác suất nắm bắt được thực tế hơn. Tác giả cũng cho rằng việc giảm đồng thời sai số dự báo quỹ đạo và cường độ là một vấn đề rất phức tạp khi chất lượng dự báo quỹ đạo bão và cường độ được cải thiện nhưng lại sai lệch về hạn dự báo.

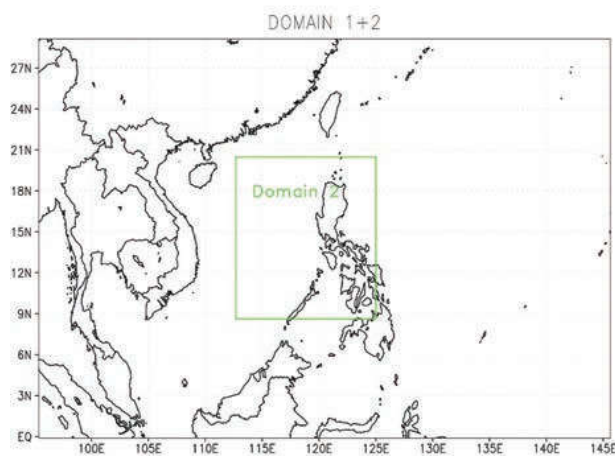
Trên thế giới, việc đồng hóa số liệu radar quan trắc thời tiết Doppler (DWP) (tốc độ hướng tâm và độ phản hồi) đã được ghi nhận từ rất lâu trước đó [7, 8, 9, 10] như một cách tiếp cận hiệu quả để cải thiện phân tích thời tiết quy mô vừa và quy mô nhỏ, và dự báo quy mô vừa. Kain và các cộng sự (2010) đã sử dụng phương pháp đồng hóa số liệu radar trong nghiên cứu đánh giá của mình. Cụ thể, các tác giả thử nghiệm chạy mô hình WRF-ARW với

phương pháp phân tích 3D-Var trong 2 trường hợp có và không có đồng hóa số liệu radar. Kết quả cho thấy, so với dự báo không đồng hóa, các đánh giá trực quan về các lần chạy với điều kiện ban đầu (có đồng hóa) được cải thiện. Kuldeep và ccs (2014) lựa chọn đồng hóa riêng độ phản hồi radar, gió hướng tâm và đồng thời cả hai. Kết quả cho thấy vị trí tâm xoáy được dự báo gần với thực tế hơn khi đồng hóa đồng thời cả 2 yếu tố, trường ẩm và đối lưu trong lõi được cải thiện khi đồng hóa riêng độ phản hồi và cường độ bão được cải thiện bởi đồng hóa số liệu gió. Kunii (2014) cũng đã thực hiện phương án đồng hóa LETKF đối với mô hình quy mô vừa bất thủy tĩnh NHM với các loại số liệu: Cao không, vệ tinh, máy bay. Tác giả nhận định rằng so với kết quả dự báo không đồng hóa từ số liệu dự báo toàn cầu của JMA, dự báo đồng hóa trường ban đầu LETKF cải thiện rõ rệt độ chính xác của dự báo đối với đối tượng nghiên cứu là hiện tượng mưa lớn ở Nhật. Dù vậy, vẫn còn tồn tại những sai số về không gian và thời gian trong việc dự báo hiện tượng này.

Cho đến nay, phương pháp sử dụng mô hình số không ngừng phát triển và cải tiến, đáp ứng nhu cầu của ngành khí tượng học nói riêng và xã hội nói chung. Do đó, chúng tôi đã chọn sử dụng mô hình số WRF với phương pháp LETKF để dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới ở Biển Đông.

2. Số liệu và phương pháp

2.1 Số liệu và miền tính

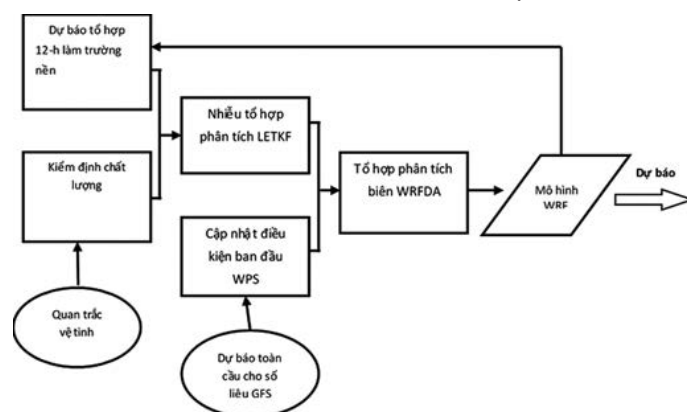


Hình 1. Miền tính của mô hình (áp thấp nhiệt đới ngày 25/9/2013)

Mô hình thiết kế với miền tính thô độ phân giải 27km, 31 mực thẳng đứng, 220x122 điểm nút lưới theo phương kinh - vĩ (Hình 1). Với cấu hình này miền tính là một vùng diện tích rộng lớn, kéo dài từ 0°-30°N, 95°E-145°E, bao phủ toàn bộ khu vực Biển Đông và mở rộng một phần khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương để xem xét bổ sung các quá trình tương tác của hoàn lưu khu vực. Miền tính lưới lồng phụ thuộc vào khu vực hình thành xoáy, trong 1 ô lưới vuông kéo dài 12,5 × 12,5 độ kinh vĩ, lấy tâm xoáy thực tế làm “gốc”. Số điểm nút lưới của miền lưới với độ phân giải cao là 148 × 148 điểm lưới, ô lưới giữa trùng với vị trí tâm xoáy được coi là sẽ hình thành trong thực tế.

Điều kiện biên và điều kiện ban đầu của mô hình sử dụng số liệu mô hình toàn cầu GFS với

độ phân giải 0,5° × 0,5° kinh vĩ, được cập nhật 6h một lần. Số liệu được sử dụng lấy trong khoảng thời gian liên tiếp từ 3 ngày trước khi áp thấp nhiệt đới hình thành để tiến hành dự báo. Số liệu được lấy liên tiếp trong bộ số liệu từ năm 2010-2017. Trường ban đầu và điều kiện biên của thí nghiệm được cập nhật SST (nhiệt độ mặt nước biển) để tăng khả năng bám sát thực tế của mô hình. Trong nghiên cứu, 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 của Trường Đại học Wisconsin - Madison, Hoa Kỳ. Ngoài ra, còn một dạng số liệu quan trắc được sử dụng là số liệu cao không radiosonde. Sơ đồ hệ thống dự báo tổ hợp LETKF được trình bày tại Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ hệ thống dự báo tổ hợp LETKF

2.2 Thiết kế quy trình của mô hình WRF

Số liệu dự báo toàn cầu GFS được phát báo và tải về sẽ được chương trình tiền xử lý và nội suy về lưới mô hình. Trường dự báo GFS sau đó sẽ được cộng vào nhiều tái phân tích tạo ra bởi lọc Kalman tổ hợp để tạo ra một tổ hợp các trường phân tích cùng với điều kiện biên tương ứng của các trường phân tích này. Bộ các đầu vào và biên tạo ra trong bước này sẽ được đưa vào mô hình WRF để dự báo thời tiết với hạn tùy ý. Song song

với quá trình dự báo thời tiết được xác định trước này, mô hình WRF cũng sẽ lưu trữ một tổ hợp các dự báo rất ngắn 12 giờ để làm trường nền cho dự báo tiếp theo. Kết quả dự báo của member trước được sử dụng như trường nền cho member tiếp theo với các sơ đồ vật lý được thay đổi liên tục cho mỗi member. Kết quả nhận được sau mỗi member cũng là khác nhau. Trong khuôn khổ bài viết này, 5 thành phần lần lượt là member 001, 005, 009, 013 và 017 được lựa chọn Bảng 1).

Bảng 1. Các sơ đồ tham số hóa vật lý của các thành phần

Member	Sơ đồ vi vật lý	Sơ đồ bức xạ sóng dài	Sơ đồ đối lưu
001	Kessler	RRTM	Kain - Fritsch
005	Kessler	RRTM	GF
009	Lin	RRTM	BMJ
013	WSM3	RRTM	Kain - Fritsch
017	WSM3	RRTM	GF

2.3. Phương pháp xác định sự hình thành áp thấp nhiệt đới

Một chương trình fortran được thiết kế để thử nghiệm tìm tâm và thời điểm hình thành cho các cơn áp thấp nhiệt đới được dự báo từ mô hình WRF LETKF. Nhóm tác giả nhận định áp thấp nhiệt đới hình thành theo các tiêu chí sau:

1) Tồn tại một giá trị cực tiểu của áp suất mực biển chênh lệch với một đường đẳng áp khép kín ít nhất 2mb.

2) Giá trị cực tiểu tương đối của áp suất mực biển nhỏ hơn 1.008hPa trong vòng 1,5 độ kinh vĩ quanh điểm vị trí cực tiểu của áp suất mực biển.

3) Giá trị cực đại của gió theo phương ngang ở mực 10m đạt cấp 6 trong vòng 1,5 độ kinh vĩ quanh điểm vị trí cực tiểu của áp suất mực biển.

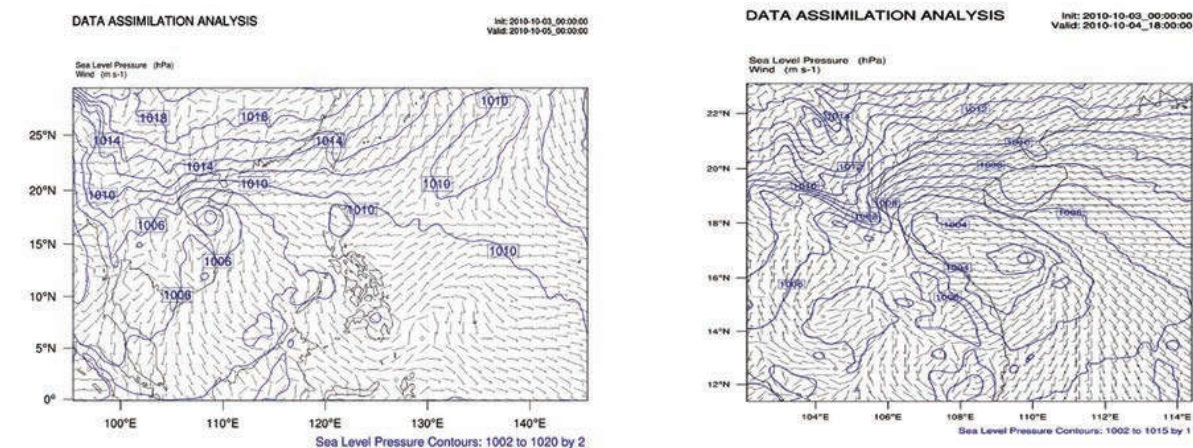
Tính từ thời điểm dự báo hình thành, ba tiêu chí trên được thỏa mãn trong ít nhất 24 giờ dự báo liên tục thì thời điểm đó được coi là hình thành áp thấp nhiệt đới. Từ đó, một chương

trình fortran để tính được tâm xoáy thuận tại thời điểm thỏa mãn các tiêu chí trên (trong bán kính 1,5 độ tính từ vị trí áp suất mực biển cực tiểu) đối với 5 dự báo thành phần của LETKF được xây dựng để đưa ra được vị trí trung bình của tâm xoáy dự báo của 20 cơn áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông trong giai đoạn 2010 đến 2017.

3. Kết quả

3.1 Dự báo sự hình thành của ATNĐ ngày 04/10/2010

Nhóm tác giả tiến hành chạy thử nghiệm mô hình WRF-LETKF cho cơn áp thấp nhiệt đới ngày 04/10/2010. Áp thấp nhiệt đới được xác định thời gian hình thành vào lúc 18h (UTC) ngày 04/10/2010 ở vị trí 17,8°N, 118,3°E với khí áp cực tiểu tại tâm được ghi nhận là 1.006hPa. Mô hình được chạy bắt đầu từ lúc 00h (UTC) ngày 03/10/2010 (Hình 3).



Hình 3. Dự báo của mô hình cơn áp thấp ngày 04/10/2010 (member 001)

Trong khuôn khổ bài báo, nhóm tác giả phân tích cụ thể về sự hình thành của áp thấp nhiệt đới mà mô hình dự báo được ở member 001. Đối với lưới 1, áp thấp nhiệt đới được dự báo hình thành vào lúc 00h (UTC) ngày 05/10/2010, chậm hơn 6 giờ so với thời gian thực tế. Trong khi đó, lưới 2 lại

dự báo chính xác về thời gian hình thành của cơn áp thấp. Việc đánh giá sự hình thành được thực hiện theo đúng phương pháp đã được đề cập, thời điểm dự báo hình thành ở 2 lưới thỏa mãn 3 tiêu chí đưa ra và 2 thời điểm này cũng là khác nhau. Sai số dự báo được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Sai số dự báo của member 001

Lưới	Thời gian dự báo	Kinh độ	Vĩ độ	Áp suất cực tiểu tại tâm	Sai số khoảng cách (km)	Sai số thời gian (tiếng)	Sai số khí áp (hPa)
1	00h 05/10/2010	108,75	17,99	994,87	62,41	6	-9,13
2	18h 04/10/2010	109,51	17,57	1.000,45	33,98	0	-3,55

Như vậy, với trường hợp cơn áp thấp ngày 04/10/2010, mô hình WRF-LETKF (member 001) đã dự báo được sự hình thành nó với khoảng cách từ tâm dự báo đến tâm thực tế được đánh giá là tốt, chỉ khoảng 30-60km trên cả 2 lưới. Lưới 1 của mô hình cho dự báo trễ hơn thực tế trong

lưới 2 dự báo chính xác về thời gian hình thành. Khí áp tại tâm xoáy của lưới 1 cũng tồn tại sự sai lệch lớn hơn so với lưới 2. Mô hình tiếp tục chạy với các member còn lại, tổng hợp các member và có được kết quả dự báo của cơn áp thấp. Sai số dự báo được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Sai số dự báo của member 001

Lưới	Thời gian dự báo	Kinh độ	Vĩ độ	Áp suất cực tiểu tại tâm	Sai số khoảng cách (km)	Sai số thời gian (tiếng)	Sai số khí áp (hPa)
1	18h 04/10/2010	108,75	17,99	1.000,20	66,33	+2	-3,80
2	14h 04/10/2010	109,41	17,49	1.002,10	36,56	-3,6	-1,90

Nhìn chung, mô hình WRF sau khi được đồng hóa dữ liệu bằng hệ thống LETKF đã cho dự báo khá chính xác về sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông. Cụ thể đối với cơn áp thấp ngày 04/10/2010, sai số khoảng cách chỉ khoảng 30-60km, độ lệch thời gian là không quá nhiều và sai số khí áp cực tiểu chỉ khoảng dưới 3hPa, đây là những con số chấp nhận được đối với dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới.

3.2 Đánh giá kết quả dự báo sự hình thành của ATNĐ bằng mô hình WRF-LETKF

Nhóm tác giả đã tiến hành chạy thử nghiệm mô hình WRF với hệ thống dự báo tổ hợp LETKF 5 thành phần cho 20 cơn áp thấp nhiệt đới được chọn đối với 2 lưới đã được trình bày trong phần trước. Kết quả dự báo sự hình thành của chúng được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới

STT	Thực tế				Lưới 1				Lưới 2			
	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)
1	18h 20/08/2010	17	118,6	1.009	08h 21/08/2010	17,34	117,56	1.005,6	23h 20/08/2020	17,81	118,15	1.005,6
2	06h 27/08/2010	15	118	1.004	18h 27/08/2010	15,41	117,44	1.002,2	06h 27/08/2010	15,52	118,09	1.003,7
3	18h 04/10/2010	18	109,3	1.004	20h 04/10/2010	17,41	108,82	1.000,2	14h 04/10/2010	17,49	109,41	1.002,1
4	00h 24/09/2011	15	111,3	1.004	18h 23/09/2011	15,16	110,40	998,4	18h 23/09/2011	14,61	110,58	997,4
5	12h 10/12/2011	12	115,9	1.007	06h 10/12/2011	12,22	114,08	1.001,4	07h 10/12/2011	11,76	115,14	1.001,1
6	00h 17/02/2012	9	116,3	1.007	13h 16/02/2012	10,59	118,29	1.003,6	05h 16/02/2012	9,32	116,22	1.006,0
7	06h 26/03/2012	10	115,4	1.008	02h 26/03/2012	8,93	112,91	1.005,7	01h 26/03/2012	9,80	114,15	1.005,1
8	18h 05/08/2013	13	113,5	1.003	08h 05/08/2013	11,02	116,95	1.006,9	10h 05/08/2013	12,42	113,81	1.003,0
9	00h 16/09/2013	16	114	1.007	17h 15/09/2013	14,98	114,11	1.001,6	17h 15/09/2013	15,77	114,01	1.001,4

STT	Thực tế				Lưới 1				Lưới 2			
	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Khí áp cực tiểu tại tâm (hPa)
10	09h 25/09/2013	14	118,1	1.006	04h 26/09/2013	13,64	118,74	1.009,6	14h 25/09/2013	14,42	117,58	1003,1
11	00h 06/09/2014	15	117,4	1.003	00h 27/09/2014	15,65	117,89	1.001,0	02h 07/09/2014	15,47	117,04	1.000,5
12	01h 20/06/2015	15	112	1.004	12h 20/06/2015	16,00	113,71	1.001,2	11h 19/06/2015	15,60	112,80	1.001,5
13	01h 13/09/2015	15	113,5	1.004	23h 12/09/2015	15,27	112,83	1.002,0	01h 13/09/2015	15,21	113,74	1.001,8
14	00h 25/07/2016	17	117,5	1.008	14h 25/07/2016	15,74	116,83	1.002,4	04h 25/07/2016	17,42	117,28	1.003,8
15	09h 15/08/2016	22	115,3	996	08h 15/08/2016	20,85	115,56	990,4	00h 15/08/2016	21,04	115,32	994,1
16	21h 12/10/2016	17	112	1.007	22h 12/10/2016	17,59	110,78	1.002,3	17h 12/10/2016	16,39	112,07	1.002,5
17	00h 10/06/2017	13	118	1.006	19h 09/06/2017	12,54	115,17	1.007,2	14h 09/06/2017	13,24	116,99	1.007,0
18	06h 14/07/2017	16	112,8	1.004	04h 14/07/2017	15,08	112,43	1.002,7	06h 14/07/2017	16,46	112,36	1.001,9
19	06h 21/07/2017	18	113,8	1.007	13h 21/07/2017	18,61	114,08	1.004,6	08h 21/07/2017	18,90	114,01	1.004,9
20	06h 27/07/2017	19	116	1.007	23h 27/07/2017	18,55	116,28	996,6	22h 26/07/2017	18,13	116,59	996,6

Theo Bảng 4, mô hình WRF với phương pháp LETKF 5 thành phần đều có thể dự báo được sự hình thành của 20 cơn áp thấp trong giai đoạn 2010-2017. Kết quả dự báo vị trí hình thành,

thời gian hình thành và khí áp cực tiểu tại tâm áp thấp được lấy trung bình theo 5 thành phần của LETKF. Sai số dự báo được trình bày ở Bảng 5 sau đây:

Bảng 5. Sai số dự báo

STT	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (hPa)	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (hPa)
1	113,98	+14	-3,4	92,55	+5	-3,4
2	61,24	+12	-1,8	26,02	0	-0,3
3	66,33	+2	-3,8	36,56	-4	-1,9
4	96,95	-4	-5,6	94,96	-6	-6,6
5	206,12	-6	-5,6	83,09	-5	-5,9
6	261,28	-11	-3,4	9,44	-19	-1,0
7	280,25	-4	-2,3	141,43	-5	-2,9
8	434,84	-10	3,9	72,68	-8	0,0
9	114,30	-7	-5,4	25,25	-7	-5,6

STT	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (hPa)	Độ lệch khoảng cách (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (hPa)
10	80,05	+19	3,6	73,43	+5	-2,9
11	65,33	+24	-2,0	43,03	+26	-5,5
12	194,49	-13	-2,8	87,90	-14	-2,5
13	77,93	-2	-2,0	34,86	0	-2,2
14	157,56	+14	-5,6	52,28	+4	-4,2
15	98,54	-1	-5,6	73,17	-9	-1,9
16	150,56	+1	-4,7	56,89	-4	-4,5
17	310,88	-5	1,2	113,05	-10	1,0
18	88,98	-2	-1,3	87,29	0	-2,1
19	105,09	+7	-2,4	134,99	+2	-2,1
20	30,25	-7	-10,4	74,47	-8	-10,4

Bảng 5 trình bày về các sai số tồn tại khi tiến hành chạy thử nghiệm dự báo sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên 2 lưới của mô hình. Do sự khác biệt về độ phân giải cũng như số điểm lưới, các sai số này cũng có sự khác biệt, đặc biệt là sai số về khoảng cách.

Đối với vị trí hình thành: Có thể thấy rõ ràng phần lớn mô hình đều dự báo vị trí hình thành của các cơn áp thấp nhiệt đới có sai số trung bình khoảng 150km. Cơn áp thấp số 8 lại có dự báo vị trí hình thành sai số khá lớn, lên đến hơn 400km. Tuy nhiên, sai số này chỉ còn khoảng 70km ở lưới 2. Đối với cơn áp thấp này, lưới 2 của mô hình đã cho sự báo về sự hình thành giảm sai số vị trí rất nhiều so với lưới 1. Cơn áp thấp số 6 thậm chí còn cho sai số vị trí của lưới 2 chỉ còn khoảng 10km so với thực tế. Có thể nói rằng lưới lồng đã làm rất tốt công việc giảm sai số vị trí dự báo, nâng cao tính chính xác của dự báo vị trí hình thành. Đối lập, cơn áp thấp số 19 và 20 lại cho dự báo về vị trí hình thành lưới 1 tốt hơn lưới 2 khoảng 30-40km nhưng đây là một con số không quá lớn khi so sánh với các cơn áp thấp khác. Nhìn chung, mô hình cho dự báo sự hình thành của các cơn áp thấp nhiệt đới với sai số vị trí hình thành trung bình khoảng 70km với lưới 2 và 150km với lưới 1. Dự báo vị trí của lưới 1 có xu hướng lệch Bắc so với thực tế với 6 cơn được dự báo lệch phía Tây Bắc và 6 cơn lệch phía Đông Bắc. Lưới 2 cũng cho dự báo

có xu hướng lệch thiên về phía Bắc khi có đến 9 cơn áp thấp có vị trí lệch về phía Tây Bắc và 4 cơn lệch phía Tây Bắc so với thực tế.

Về thời gian hình thành: Hầu hết các cơn áp thấp nhiệt đới đều có xu hướng dự báo gần như nhau trong mỗi trường hợp, có cơn thậm chí dự báo rất chính xác thời điểm hình thành của nó. Chỉ có 2 cơn áp thấp nhiệt đới số 3 và số 16 cho dự báo 2 lưới có xu hướng ngược nhau, lưới 1 hình thành muộn hơn trong khi lưới 2 dự báo hình thành sớm hơn thực tế. Lưới 1 cho sai số dự báo trung bình khoảng 8 tiếng và lưới 2 cho sai số trung bình ít hơn một chút so với lưới 1 là khoảng 7 tiếng. Sai số trung bình của 2 lưới khác biệt không đáng kể nhưng cũng có những cơn áp thấp có sai số thời gian ở 2 lưới rất khác nhau. Cụ thể, cơn số 1, 2, 6, 10, 14 có độ lệch giữa lưới 1 và lưới 2 là khá lớn, lên đến gần 10 tiếng. Ngoài ra, cơn áp thấp nhiệt đới số 11 có thời gian dự báo của cả 2 lưới sai khác nhiều so với thực tế, lên đến 24 tiếng với lưới 1 và 26 tiếng với lưới 2.

Về khí áp cực tiểu tại tâm: Nhìn chung, khí áp cực tiểu tại tâm dự báo của mô hình không có sự khác biệt quá nhiều trên cả 2 lưới. Sai số khí áp trung bình của cả 2 lưới có giá trị khoảng 3hPa, trong đó lưới 1 cho sai số nhỏ hơn không quá nhiều và 2 lưới đều cho sự báo nhỏ hơn thực tế. Đặc biệt nhất có cơn áp thấp số 20, kết quả dự báo của cả 2 lưới cho sai số khí áp lớn đến

10hPa, đây là sai số khá lớn và mô hình đã cho dự báo sai khi lúc này đã dự báo áp thấp nhiệt đới đã phát triển thành bão. Cũng có cơn áp thấp cho dự báo rất chính xác về khí áp cực tiểu tại tâm khi chỉ có sai số khoảng 0,018hPa đến 0,3hPa ở lưới 2 là cơn số 8 và số 2. Còn lại, hầu hết các cơn đều có sai số dự báo lưới 2 nhỏ hơn một chút so với lưới 1 nhưng không quá đáng kể. Sai số trung bình chỉ khoảng 3hPa là một con số khá nhỏ, có thể chấp nhận được việc dự báo sự hình thành của XTNĐ.

Như vậy, có thể lựa chọn dùng mô hình WRF với hệ thống dự báo tổ hợp LETKF 5 thành phần và 2 lưới lồng cho dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông. Kết quả dự báo tốt hơn cả ở lưới 2 về vị trí hình thành và khí áp cực tiểu tại tâm nhưng cả 2 lưới vẫn cho dự báo thời gian có sai số lớn. Dự báo thời gian hình thành áp thấp nhiệt đới là bài toán khó cần được nghiên cứu tiếp hoặc chỉ đặt tiêu chí trong khoảng 12 giờ tới có hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông hay không.

4. Kết luận

Sau khi nghiên cứu thử nghiệm mô hình WRF LETKF 5 thành phần với 2 lưới lồng để dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển

Đông, chúng tôi rút ra một số kết luận sau:

Mô hình WRF với hệ thống tổ hợp LETKF 5 thành phần và 2 lưới lồng đã dự báo được sự hình thành của các cơn áp thấp trên Biển Đông trong giai đoạn 2010-2017.

Kết quả dự báo cho thấy, vị trí hình thành dự báo có sai lệch so với thực tế trung bình khoảng 150km ở lưới 1 và 70km ở lưới 2, đây là một kết quả rất khả quan. Dự báo thường có xu hướng hình thành lệch về phía Bắc so với vị trí trong thực tế. Thời gian hình thành được dự báo có sự sai lệch khá lớn, khoảng 7-8 tiếng so với thực tế, điều này cho thấy tính chưa khả thi của mô hình WRF LETKF trong dự báo thời gian hình thành. Về khí áp cực tiểu tại tâm, cả 2 lưới đều cho dự báo có sai lệch không quá 3hPa so với khí áp trong thực tế. Nhìn chung, lưới 2 cho dự báo tốt hơn cả.

Như vậy, mô hình WRF với hệ thống dự báo tổ hợp LETKF 5 thành phần và 2 lưới lồng có thể được sử dụng để nâng cao chất lượng dự báo sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông với độ chính xác cao cả về vị trí hình thành và khí áp cực tiểu tại tâm. Về thời gian hình thành dự báo lệch khoảng 8 giờ so với thực tế.

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

Tài liệu tiếng Việt

1. 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.
2. Hoàng Đức Cường (2011), “Ứng dụng mô hình WRF dự báo bão đến hạn 72h”, Nghiên cứu ứng dụng mô hình WRF phục vụ dự báo thời tiết và bão ở Việt Nam, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Bộ.
3. 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.

Tài liệu tiếng Anh

4. Kain, J. S., Xue, M., Coniglio, M. C., Weiss, S. J., Kong, F., Jensen, T. L.,... Levit, J. J. (2010), *Assessing Advances in the Assimilation of Radar Data and Other Mesoscale Observations within a Collaborative Forecasting–Research Environment*. Weather and Forecasting, 25 (5), 1510-1521.
5. Kunii, M. (2014), *Mesoscale Data Assimilation for a Local Severe Rainfall Event with the NHM-LETKF System*. Weather and Forecasting, 29 (5), 1093–1105.
6. Srivastava K., R. Bhardwaj & S.K. Roy Bhowmik (2014), *Assimilation of Doppler Weather Radar*

Data in WRF Model for Numerical Simulation of Structure of Cyclone Aila (2009) of the Bay of Bengal at the Time of Landfall, Monitoring and Prediction of Tropical Cyclones in the Indian Ocean and Climate Change

7. 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
8. 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.
9. Gao J, Xue M, Keith A.B, Kelvin D (2004), A Three-Dimensional Variational Data Analysis Method with Recursive Filter for Doppler Radars. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 21 (3). DOI: 10.1175/1520-0426(2004)021<0457:ATVDAM>2.0.CO; 2.
10. Xue M, Wang D, Gao J, Brewster K, Droegemeier KK (2003), The advanced regional prediction system (ARPS) storm scale numerical weather prediction and data assimilation. *Meteorol Atmos Phys* 82:139–170.

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF FORECASTING THE FORMATION OF TROPICAL CYCLONES IN THE BIEN DONG USING THE LETKF ENSEMBLED SYSTEM

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

Laboratory of researching in forecasting and warning hydro-meteorological disasters,
Faculty of Hydrology, Meteorology and Oceanography, VNU University of Science, Ha Noi, Viet Nam

Received: 3/10/2019; Accepted: 15/11/2019

Abstract: In this study, we attempted and evaluated the results of forecasting the formation of tropical cyclones with 3 day term in the Bien Dong using the ensemble system LETKF (5 components and 2 nested grids). The resolutions are 27km and 9km respectively. The global forecast data (GFS) is updated SST data is used as boundary and initial conditions of the model, assimilation data including CIMSS satellite wind data, radiosonde data and surface observation data. The ensemble system LETKF in the WRF model predicted the formation of tropical depressions in the Bien Dong in the period of 2010-2017. Time bias from model is about 7-8 hours, distance bias is about 70-150km from predicting position to reality. Comparing between 2 grids, grid 2 of the model gives a more accurate prediction both on the location and time of formation of tropical depressions in the Bien Dong.

Keywords: Tropical cyclones; ensemble forecasting system.