

ĐÁNH GIÁ VAI TRÒ BAN ĐẦU HÓA XOÁY TRONG MÔ HÌNH HWRF ĐỐI VỚI DỰ BÁO BÃO TRÊN BIỂN ĐÔNG

ThS. **Nguyễn Thị Hoan**, PGS. TS. **Nguyễn Văn Thắng** và TS. **Nguyễn Văn Hiệp**

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

TS. **Hoàng Đức Cường** - Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương

Bài báo ứng dụng ban đầu hóa xoáy trong mô hình HWRF trong dự báo bão trên biển Đông, từ đó đánh giá vai trò của ban đầu hóa xoáy trong mô hình này đối với khả năng dự báo bão trên biển Đông dựa trên cơ sở của việc mô phỏng 53 trường hợp chạy dự báo thuộc 7 cơn bão trên biển Đông mùa bão 2009. Sử dụng số liệu đầu vào từ mô hình GFS độ phân giải 1 độ. Kết quả nghiên cứu cho thấy, sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy đã cho những cải thiện rõ rệt dự báo quỹ đạo bão thời hạn 72 giờ cũng như cường độ bão với thời hạn 54 giờ.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, dự báo bão bằng mô hình số trị đã được ứng dụng rộng rãi ở nhiều quốc gia trên thế giới trong đó có Việt Nam, thành quả này có được một phần nhờ sự phát triển vượt bậc về công nghệ máy tính.

Để dự báo với độ phân giải cao hơn khi hạn chế về năng lực tính toán, sử dụng mô hình khu vực là một giải pháp. Các mô hình khu vực hạn chế dùng số liệu điều kiện ban đầu và điều kiện biên phụ thuộc thời gian từ mô hình toàn cầu. Do vậy dù ban đầu hóa với độ phân giải cao hơn, chất lượng và cấu trúc xoáy bão trong điều kiện ban đầu vẫn chứa các sai số từ mô hình toàn cầu. Một điều kiện ban đầu không tốt có thể dẫn đến sai số lớn trong quá trình dự báo quỹ đạo và cường độ bão. Vì vậy, để cải thiện điều kiện ban đầu cho mô hình dự báo bão, đặc biệt khu vực gần tâm bão, người ta ban đầu hóa xoáy. Ban đầu hóa xoáy là bài toán được xây dựng để tái tạo một xoáy bão có cấu trúc và cường độ gần với xoáy bão thực, có vị trí tại xoáy bão quan trắc. Các bước của ban đầu hóa xoáy bao gồm: loại bỏ xoáy từ trường phân tích toàn cầu; xây dựng xoáy giả; và cài xoáy giả vào trường ban đầu của mô hình [2].

2. Phương pháp và số liệu sử dụng

Phương pháp được sử dụng là ban đầu hóa xoáy trong mô hình HWRF. Ban đầu hóa xoáy trong mô hình HWRF được thực hiện dựa trên nguyên tắc của

phương pháp ban đầu hóa xoáy thông thường, gồm 3 bước: tách xoáy, tạo xoáy giả và cài xoáy vào trường môi trường. Trong đó, bước tách xoáy được thực hiện thông qua nguyên lí Kurihara đã xây dựng trong nghiên cứu đối với mô hình GFDL năm 1993 [1]. Tiếp đến bước xây dựng xoáy, trong mô hình HWRF xoáy giả được tạo ra bằng hai phương pháp "Cold start" và "Warm start". Trong khi Cold-start có đặc trưng là xoáy giả được tạo ra từ xoáy nhân tạo đối xứng trục hai chiều trung bình tổ hợp từ dự báo của mô hình trong quá khứ thì Warm start lại xây dựng xoáy giả bằng cách hiệu chỉnh trường ban đầu của xoáy dự báo từ 6 giờ trước đó làm đầu vào cho dự báo ở thời điểm hiện tại. Sau bước tạo xoáy giả này, xoáy tạo ra sẽ được hiệu chỉnh dựa trên các trường như nhiệt độ, khí áp cực tiểu, độ ẩm của trường môi trường quy mô lớn [3].

Số liệu GFS độ phân giải 1 độ, lấy từ website <http://nomads.ncdc.noaa.gov/> được sử dụng làm đầu vào cho thử nghiệm chạy 53 trường hợp bão lấy từ 7 cơn bão năm 2009 (bảng 1). Tất cả các thí nghiệm sẽ được tiến hành chạy có ban đầu hóa xoáy theo phương pháp Coldstart và không sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy, thời gian chạy mô phỏng là 5 ngày. Do chỉ tiến hành nghiên cứu với sơ đồ ban đầu hóa Coldstart do đó trong nghiên cứu này thuật ngữ "ban đầu hóa xoáy trong mô hình HWRF" được ngầm hiểu là "ban đầu hóa xoáy bằng phương pháp Coldstart trong mô hình HWRF".

Bảng 1. Các trường hợp bão được khảo sát

STT	Thời điểm khảo sát	Vĩ độ tâm (N)	Kinh độ tâm (E)	Vmax (ms-1)	STT	Thời điểm khảo sát	Vĩ độ tâm (N)	Kinh độ tâm (E)	Vmax (ms-1)
1	00Z 04/05/2009	10,8	112,2	20	28	12Z 26/09/2009	15,7	119,6	17,5
2	06Z 04/05/2009	11	112	22,5	29	18Z 26/09/2009	15,4	117,9	22,5
3	12Z 04/05/2009	11,3	112	20	30	00Z 27/09/2009	15,2	116,5	25
4	18Z 04/05/2009	11,6	111,8	22,5	31	06Z 27/09/2009	15,4	115,4	27,5
5	00Z 05/05/2009	12,1	111,8	27,5	32	12Z 27/09/2009	15,6	114,4	27,5
6	06Z 05/05/2009	12,8	112	27,5	33	12Z 29/09/2009	8,1	138,2	22,5
7	12Z 05/05/2009	13,2	112,4	27,5	34	00Z 03/10/2009	17,3	123	45
8	18Z 05/05/2009	13,4	112,9	27,5	35	06Z 03/10/2009	17,8	122,1	40
9	00Z 06/05/2009	13,7	113,3	30	36	12Z 04/10/2009	19,9	119,8	30
10	06Z 06/05/2009	14,1	114	30	37	18Z 04/10/2009	20,1	119,3	27,5
11	12Z 06/05/2009	14,5	115,1	32,5	38	00Z 05/10/2009	20,2	119,4	27,5
12	18Z 06/05/2009	14,9	116,3	37,5	39	06Z 05/10/2009	20,3	119,5	27,5
13	00Z 07/05/2009	15,3	117,5	37,5	40	18Z 05/10/2009	19,8	120	27,5
14	06Z 07/05/2009	15,8	118,8	45	41	00Z 28/10/2009	16,2	138,5	37,5
15	12Z 18/06/2009	17,5	116,8	20	42	06Z 28/10/2009	16,2	136,9	42,5
16	18Z 18/06/2009	17,7	117	22,5	43	12Z 28/10/2009	16,3	135,3	45
17	00Z 19/06/2009	18,2	117,2	22,5	44	18Z 28/10/2009	16,3	133,7	45
18	06Z 19/06/2009	18,7	117,4	25	45	00Z 29/10/2009	16,1	132,2	45
19	12Z 19/06/2009	19,2	117,4	27,5	46	06Z 29/10/2009	15,9	130,7	45
20	18Z 19/06/2009	19,7	117,4	30	47	18Z 29/10/2009	15,3	127,4	45
21	18Z 16/07/2009	18,3	124,1	17,5	48	18Z 30/10/2009	14,2	121,7	27,5
22	00Z 17/07/2009	18,8	123,2	22,5	49	00Z 31/10/2009	14,3	12,3	25
23	18Z 03/08/2009	20,1	114,4	17,5	50	06Z 31/10/2009	14,3	118,9	27,5
24	00Z 04/08/2009	20,6	114,2	20	51	12Z 31/10/2009	14,3	117,7	25
25	18Z 04/08/2009	21,7	113	22,5	52	18Z 31/10/2009	14,1	116,6	22,5
26	00Z 26/09/2009	15,6	122,8	17,5	53	00Z 01/11/2009	14	115,4	20
27	06Z 26/09/2009	15,6	121,3	17,5					

3. Kết quả

Kết quả của nghiên cứu được trình bày theo thí nghiệm mô phỏng cho 53 trường hợp lấy từ 7 cơn bão năm 2009 để đánh giá khả năng mô phỏng quỹ đạo và cường độ bão trên Biển Đông.

Đối với khả năng mô phỏng quỹ đạo bão, trung bình sai số khoảng cách, sai số dọc và sai số ngang được biểu diễn qua hình 1. Từ hình 1 ta thấy, ở tất cả các hạn dự báo, trung bình sai số khoảng cách trong trường hợp có ban đầu hóa xoáy nhỏ hơn trường hợp không sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy. Tức là sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy đã cải thiện dự báo quỹ đạo bão. Bên cạnh đó, mô phỏng bằng

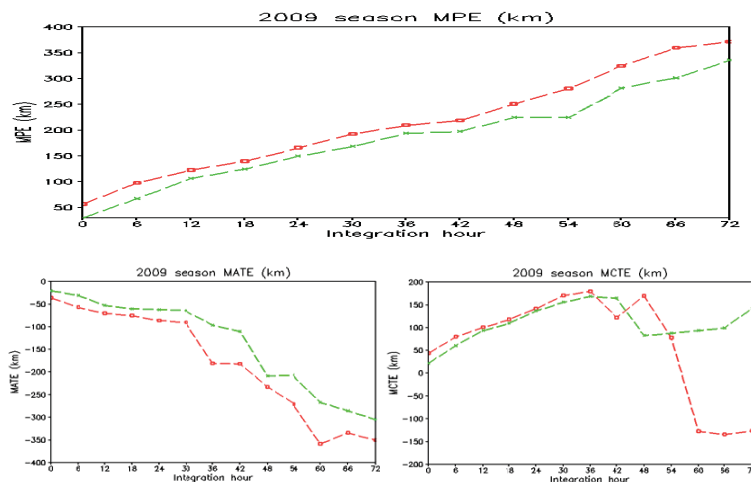
cả hai cách cho sai số tăng dần theo hạn dự báo, kết quả này là phù hợp với những nghiên cứu trước đây về dự báo quỹ đạo bão.

Xét đến sai số dọc, thấy rằng ở cả hai trường hợp cho ATE mang dấu âm từ hạn 00h-72h, chứng tỏ cả hai trường hợp có và không ban đầu hóa xoáy bão mô phỏng di chuyển lệch trái hay là lệch về phía nam so với quỹ đạo thực. Bên cạnh đó, trường hợp có ban đầu hóa xoáy cho MCTE dương nói lên rằng bão di chuyển chậm hơn thực tế. Xu thế di chuyển chậm hơn thực tế cũng lặp lại trong trường hợp không ban đầu hóa xoáy ở hạn dự báo 54 giờ. Sau 54 giờ, MCTE mang dấu âm tức là bão di chuyển

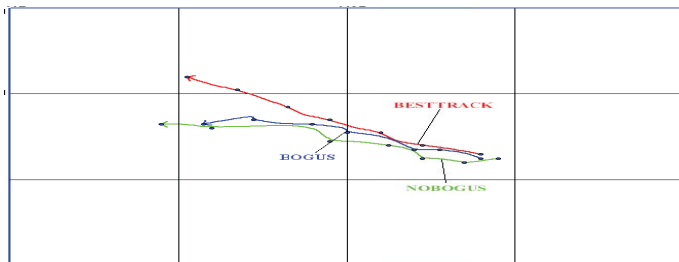
nh nhanh hơn thực tế. Các xu thế về quỹ đạo di chuyển của bão được tổng kết quả hình 2.

Đối với khả năng mô phỏng cường độ bão, bảng 2 mô tả trung bình sai số tuyệt đối khí áp thấp nhất tại tâm và vận tốc gió cực đại mô phỏng với hai trường hợp có và không ban đầu hóa xoáy. Sai số tuyệt đối có ý nghĩa đối với việc đánh giá sai số độ lớn. Có thể thấy rằng, về cơ bản sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy cho sai số thấp hơn khi mô phỏng khí áp cực tiểu và vận tốc gió cực đại trong 54 giờ đầu tích phân. Trong khoảng 54 giờ này, sai số ở cả hai yếu tố với trường hợp có ban đầu hóa xoáy nhỏ hơn

từ 2-3 lần so với sai số không ban đầu hóa xoáy. Còn đối với mô phỏng từ 54 đến 72 giờ, sai số khí áp giữa hai trường hợp tương đối gần sát nhau, khoảng 2hPa. Tuy nhiên, cũng trong hạn mô phỏng này, sai số vận tốc gió cực đại sai chênh lệch lớn nhất lên đến 4 m/s, điều này cho thấy không ban đầu hóa xoáy mô phỏng gió trong khoảng thời gian này khả quan hơn ban đầu hóa xoáy. Ngoài ra, với hạn dự báo càng lớn thì sai số mô phỏng bởi có và không ban đầu hóa xoáy cho cả hai yếu tố càng tăng lên.



Hình 1. Trung bình sai số (a) - khoảng cách (km), (b)-sai số dọc (km), (c)- sai số ngang (km) mô phỏng cho mùa bão 2009 trên biển Đông bằng coldstart và nobogus



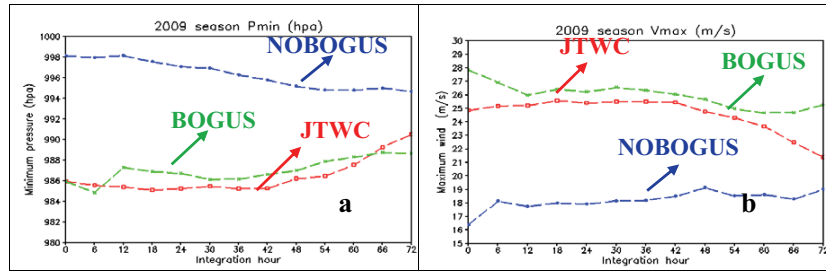
Hình 2. Trục quan xu thế di chuyển của các cơn bão mùa bão 2009 khi mô phỏng bằng mô hình HWRF có, không ban đầu hóa xoáy so với Besttrack

Diễn biến sự biến đổi khí áp thấp nhất và vận tốc gió cực đại trong bão qua mô phỏng với hai trường hợp có và không ban đầu hóa xoáy cũng

như biến đổi hai yếu tố này trong quan trắc thực tế theo nguồn số liệu của JTWC được biểu diễn qua hình 3.

Hạn dự báo (giờ)	Pmin (hpa)		Vmax (m/s)	
	Nobogus	Coldstart	Nobogus	Coldstart
00	13,9	1,5	8,9	4,0
06	14,8	7,3	9,7	4,7
12	14,8	6,9	9,2	4,3
18	15,3	8,5	9,6	5,6
24	15,4	10,1	9,3	6,3
30	15,7	10,2	9,6	6,6
36	15,8	11,6	9,6	7,7
42	15,9	12,5	9,9	8,0
48	15,4	14,7	9,0	9,4
54	14,4	14,8	9,1	9,5
60	14,1	15,6	8,6	10,1
66	13,4	14,3	8,5	10,1
72	13,3	14,8	8,3	10,6

Bảng 2. Trung bình sai số tuyệt đối về vận tốc gió cực đại (m/s) và khí áp cực tiểu (hPa) mô phỏng mùa bão 2009 khi có và không sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy



Hình 3. Đường biểu diễn biến đổi (a) - khí áp cực tiểu tại tâm bão (hPa); (b) - gió cực đại (m/s) mô phỏng bởi JTWC, HWRf - coldstart và HWRf - nobogus cho mùa bão 2009 (m/s)

Xem xét diễn biến khí áp cực tiểu có thể thấy rằng, khi sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy, ở 12 giờ tích phân đầu tiên, khí áp biến đổi mạnh và không ổn định. Sau 12 giờ tích phân, xoáy bão tạo ra đã có khí áp cực tiểu biến đổi trơn tru và tương đối phù hợp với thực tế còn khí áp cực tiểu trong mô phỏng không ban đầu hóa xoáy cách xa khí áp thực tế. Một điểm đáng chú ý nữa, ở hạn dự báo từ 66 - 72 giờ khí áp cực tiểu thực tế tăng lên, tức là bão có xu thế yếu đi. Trong khi mô hình mô phỏng khí áp cực tiểu lại giảm ở cả hai trường hợp.

Xét biến đổi vận tốc gió cực đại trong hai trường hợp mô phỏng và thực tế ta thấy rằng, đường biến đổi vận tốc gió cực đại thực tế nằm giữa hai đường mô phỏng bởi mô hình. Gió bão tạo ra khi ban đầu hóa xoáy mạnh hơn thực tế trong khi gió bão tạo ra trong mô hình không ban đầu hóa xoáy lại yếu hơn thực tế. Trong 12 giờ tích phân đầu tiên, tương tự như đối với mô phỏng khí áp cực tiểu, gió mô phỏng bởi mô hình HWRf trong cả hai trường hợp có và không ban đầu hóa xoáy biến đổi mạnh. Ở thời điểm cuối dự báo gió bão cũng có xu thế mạnh lên ở cả hai trường hợp. Từ đây cho thấy, sự mạnh lên của gió ở thời điểm cuối dự báo có thể là do đặc tính mô phỏng của mô hình mà không phải do đặc tính của xoáy bão tạo ra khi sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy.

Trong 12 giờ tích phân đầu tiên, xoáy tạo ra do ban đầu hóa xoáy đưa vào mô hình là quá mạnh và không tương thích với trường môi trường thực tế. Do đó, khi đưa vào mô hình cường độ xoáy bão sẽ bị cường bức sao cho phù hợp với trường môi

trường qua sự hiệu chỉnh của mô hình. Sau 12 - 54 giờ dự báo, đường biểu diễn biến đổi vận tốc gió trong bão tạo ra khi có ban đầu hóa xoáy gần sát với đường biến đổi vận tốc gió thực tế trong khoảng thời gian dự báo từ 12 - 54 giờ. Điều này chứng tỏ sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy mô phỏng tốt vận tốc gió cực đại trong khoảng thời gian từ 12 - 54 giờ tích phân. Đối với gió mô phỏng không ban đầu hóa xoáy, đường biểu diễn sự biến đổi gió cực đại cách xa thực tế cho thấy gió mô phỏng quá yếu so với thực tế. Ngoài ra, ở thời điểm ban đầu, xoáy từ mô hình toàn cầu đưa vào mô hình yếu và không phù hợp với trường môi trường, do đó sau 6 giờ tích phân mô hình tạo xoáy bão mạnh lên. Tuy nhiên, xoáy bão tạo ra trong trường hợp này vẫn là yếu hơn nhiều thực tế.

4. Kết luận

Như vậy, qua mô phỏng mùa bão 2009 (53 trường hợp chạy) ta thấy xét về quỹ đạo, sử dụng ban đầu hóa xoáy mô phỏng quỹ đạo có sai số thấp hơn không ban đầu hóa xoáy ở tất cả các hạn dự báo đến 72 giờ. Bão di chuyển chậm hơn thực tế trong trường hợp có ban đầu hóa xoáy và nhanh hơn thực tế hạn từ 54 - 72 giờ đối với trường hợp không ban đầu hóa xoáy. Bão có xu thế lệch trái là chủ yếu trong cả hai trường hợp có và không ban đầu hóa xoáy. Xét đến khả năng mô phỏng cường độ, ban đầu hóa xoáy đã cải thiện đáng kể khả năng dự báo cho hạn dự báo trước 54 giờ. Mô hình HWRf có xu thế mô phỏng vận tốc gió mạnh dần lên ở hạn dự báo từ 66 - 72 giờ.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ sự trợ giúp kinh phí từ đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu ứng dụng mô hình HWRf (Hurricane Weather Research and Forecasting Model) dự báo quỹ đạo và cường độ bão ở Biển Đông", thuộc Chương trình Khí tượng Thủy văn mã số TNMT.05/10-15.

Tài liệu tham khảo

1. Kurihara, M.A.B., Rebecca J.Ross (1993),"An Initialization Scheme of Hurricane Models by Vortex Specification", *Mon.Wea. Rev.*, 121.
2. Kurihara, Y., M. A. Bender, R. E. Tuleya and R. J. Ross (1990), "Prediction experiments of hurricane Gloria (1985) using a multiply nested movable mesh model"*Mon.Wea. Rev.*, 118
3. Sundararaman Gopalakrishnan, V.T., Qingfu Liu, Timothy Marchok, Mingjing Tong, (2012),"Hurricane Weather Research and Forecasting (HWRf) Model: 2012 Scientific Documentation".