

Đánh giá bước đầu khả năng dự báo quỹ đạo bão bằng mô hình MM5 kết hợp với cài xoáy nhân tạo và cập nhật số liệu địa phương khu vực Việt Nam

Trần Tân Tiến^{1,*}, Công Thanh¹, Nguyễn Minh Trường¹, Trần Duy Hiền²

¹*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN*

²*Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường*

Ngày nhận 02 tháng 01 năm 2009

Tóm tắt. Các thực nghiệm số được thiết lập sử dụng mô hình số phi thủy tĩnh MM5 với bốn thử nghiệm là MM5 nguyên thủy, MM5 có cài xoáy nhân tạo, MM5 cập nhật số liệu địa phương, và MM5 có cài xoáy và cập nhật số liệu địa phương. Các kết quả đánh giá cho 14 cơn bão từ năm 2005 đến 2008 cho thấy không phải lúc nào và trong bất cứ trường hợp nào việc cài xoáy nhân tạo và cập nhật số liệu địa phương đều cho kết quả tốt nhất. Thực tế cho thấy chất lượng dự báo quỹ đạo bão còn phụ thuộc vào cường độ lúc ban đầu và đặc điểm quỹ đạo của các cơn bão cụ thể.

1. Mở đầu

Để cải thiện chất lượng dự báo quỹ đạo bão có hai vấn đề cần tính đến là cường độ, vị trí ban đầu của cơn bão và dòng môi trường quy mô lớn có tác dụng dẫn đường cho cơn bão [1]. Vấn đề thứ nhất thường được tính đến nhờ việc cài xoáy nhân tạo trong các mô hình số [2-4], trong khi chất lượng dòng nền quy mô lớn hy vọng được cải thiện nhờ cập nhật số liệu địa phương. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên thế giới cũng như các kết quả nghiên cứu bước đầu ở Việt Nam cho thấy không phải trong bất cứ trường hợp nào hai kỹ thuật trên đều giúp cải thiện chất lượng dự báo, do vậy các nghiên cứu thêm về vấn đề này là rất cần thiết [5-7].

Nguyên nhân có thể là do cấu trúc, cũng có nghĩa là cường độ, chưa được mô tả tốt vì số liệu cường độ bão chưa đảm bảo độ chính xác

và đầy đủ, do vậy xoáy nhân tạo không sát với thực tế các cơn bão có cường độ khác nhau. Nguyên nhân thứ hai có thể là do vùng tranh chấp giữa hoàn lưu bão và môi trường rất khó mô tả [2]. Thêm vào đó là các vấn đề về sự tương thích với lõi động lực cũng như vật lý có thể nảy sinh trong các mô hình số cụ thể.

Với các lý do nêu trên, trong nghiên cứu này sẽ tiến hành tính toán cho tập số liệu bão trong 4 năm là năm 2005, 2006, 2007 và 2 cơn bão năm 2008. Mô hình được sử dụng là MM5, mô hình MM 5 có cài xoáy nhân tạo. Ngoài ra, số liệu địa phương cũng được cập nhật để xem xét vai trò của dòng môi trường đối với quỹ đạo bão. Mô tả chi tiết đặc trưng toán lý của mô hình MM5 có thể xem trong [8,9].

2. Thực nghiệm số với mô hình MM5

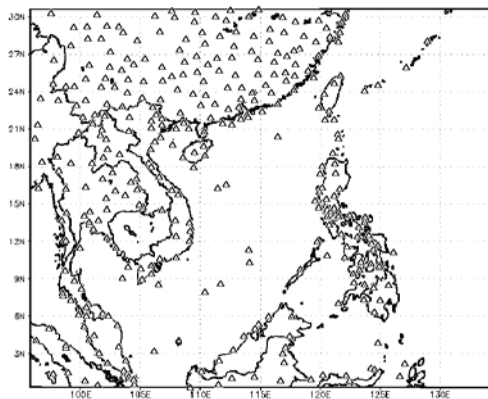
Các đặc trưng toán lý của mô hình cũng như phương pháp cài xoáy nhân tạo xin xem trong

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-4-38584943.
E-mail: tientt@vnu.edu.vn

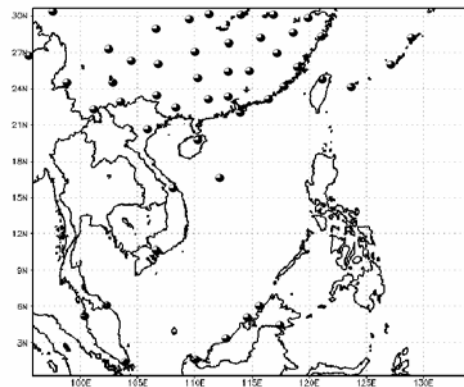
tài liệu hướng dẫn sử dụng mô hình. Trong nghiên cứu này miền tính có tâm tại 16⁰N và 115⁰E. Theo chiều đông-tây gồm 144 bước lưới, từ 96⁰E đến 140⁰E. Chiều bắc-nam gồm 120 bước lưới, từ vĩ độ 0⁰N đến 31⁰N. Kích thước lưới ngang là 30km. Theo chiều thẳng đứng mô hình gồm 23 mực.

Nguồn số liệu sử dụng cho MM5 là số liệu dự báo toàn cầu của mô hình Aviation Model

(AVN) do trung tâm NCEP (National Centers for Environmental Prediction) cung cấp. Số liệu quan trắc địa phương được đưa thêm vào mô hình bao gồm số liệu của các trạm quan trắc trong khu vực nghiên cứu và số liệu của các trạm thám không. Vị trí các trạm được minh họa trên Hình 1 và 2.



Hình 1. Vị trí các trạm mặt đất.



Hình 2. Vị trí các trạm cao không.

Các phương án thử nghiệm được xây dựng như sau: MM5 là phương án thử nghiệm nguyên bản của mô hình; MM5+B là phương án thử nghiệm MM5 có dùng modul cài xoáy nhân tạo; MM5+L là phương án thử nghiệm MM5 có cập nhật số liệu quan trắc bề mặt và số

liệu cao không; và MM5+B+L là phương án thử nghiệm sử dụng cả modul cài xoáy kết hợp với cập nhật số liệu quan trắc bề mặt và cao không. Danh sách các cơn bão được đưa ra trong Bảng 1.

Bảng 1. Danh sách các cơn bão được lựa chọn thử nghiệm

Tên bão	STT	Thời điểm dự báo	Vĩ độ	Kinh độ	Vmax	Loại	Hướng
WHASHY	1	00h 29/07/2005	18.4	112.5	<35	2	+
VICENTE	2	00h 16/09/2005	11.8	113.0	<35	2	-
	3	00h 17/09/2005	13.5	114.5	<35	2	+
DAMREY	4	00h 23/09/2005	20	118.0	45	3	+
	5	00h 24/09/2005	20	115.4	55	4	-
	6	00h 25/09/2005	18.8	113.1	75	5	-
	7	00h 26/09/2005	18.5	109.9	70	5	-
KAI_TAK	8	00h 29/10/2005	12.6	113.5	0	3	-
	9	00h 30/10/2005	14.0	112.9	60	4	+
JELAWAT	10	00h 31/10/2005	14.6	111.1	80	5	+
	11	00h 26/06/2006	13.5	119.5	<35	2	+

	12	00h 27/06/2006	16.7	115.2	<35	2	+
	13	00h 01/08/2006	16.7	118.4	<35	2	+
PRAPIROON	14	00h 02/08/2006	18.1	115.2	55	4	+
	15	00h 03/08/2006	20	112.8	65	5	+
	16	00h 28/09/2006	13.9	121.7	65	5	+
XANGSAGE	17	00h 29/09/2006	15.3	116.8	70	5	-
	18	00h 30/09/2006	15.6	112.5	80	5	-
DURIAN	19	00h 02/12/2006	13.7	117.0	70	5	-
	20	00h 03/12/2006	13.9	114.0	75	5	-
TORANJI	21	00h 03/07/2007	15.4	111.7	<35	2	+
	22	00h 04/07/2007	18.2	110.3	<35	2	+
FRANCISCO	23	00h 23/09/2007	19.5	116.0	<35	2	-
	24	00h 24/09/2007	19.8	111.8	40	3	-
	25	00h 30/09/2007	14.6	115.8	35	3	-
LEKIMA	26	00h 01/10/2007	15	113.0	50	4	-
	27	00h 02/10/2007	17.1	114.7	60	4	+
	28	00h 05/11/2007	17.6	119.9	50	4	-
PEPAH	29	00h 06/11/2007	18.4	118.7	65	5	+
	30	00h 07/11/2007	18.2	117.0	65	5	-
	31	00h 08/11/2007	16.8	114.2	40	3	-
	32	00h 15/04/2008	10	117.1	30	2	+
NEGURI	33	00h 16/04/2008	13.1	113.0	50	4	+
	34	00h 17/04/2008	15.2	112.1	70	5	+
	35	00h 15/05/2008	12.2	117.0	30	2	+
HA LONG	36	00h 16/05/2008	14.0	117.0	30	2	+
	37	00h 17/05/2008	15.3	118.6	50	4	+

3. Một số kết quả thử nghiệm

Các kết quả thực nghiệm được thực hiện với các tình huống không phân loại cường độ và dạng quỹ đạo bão; phân loại theo cường độ sử dụng vận tốc gió cực đại: áp thấp nhiệt đới (loại 2), bão (loại 3 và 4), và bão mạnh đến rất mạnh (loại 5); và phân loại theo hướng di chuyển ban đầu: lệch bắc và lệch nam.

Phân tích kết quả ở Bảng 2 về sai số dự báo vị trí trung bình của các phương án cho thấy: ở thời điểm ban đầu (thời điểm phân tích), vị trí tâm bão khi có cài xoáy tương đối sát với vị trí thực. Đối với hạn dự báo 24 h, sai số vị trí của

MM5+B cho kết quả khả quan hơn còn từ 24 h đến 48 h, ưu thế dự báo lại thuộc về MM5. MM5+L cho kết quả dự báo với sai số vị trí trung bình lớn hơn MM5. Sai số vị trí trung bình của MM5+B+L lớn nhất đối với hạn dự báo sau 18 h. Khi phân tích sai số dọc quỹ đạo cho thấy MM5+B cho bão chuyển động nhanh hơn thực tế với hạn dự báo dưới 42 h trong khi MM5 cho kết quả ngược lại với hạn dự báo từ 24-48 h. Sai số ngang quỹ đạo cho thấy tất cả các trường hợp đều có khuynh hướng lệch trái (kết quả không đưa ra).

Bảng 2. Sai số dự báo vị trí trung bình của các phương án thử nghiệm tính trong toàn bộ dung lượng mẫu

	MM5	MM5+B	MM5+L	MM5+B+L
0	77	32	77	32
6	113	59	113	66
12	116	79	124	98
18	116	117	135	143
24	133	132	144	160
30	129	142	154	169
36	150	168	161	191
42	146	183	173	212
48	149	194	180	229

Kết quả tính toán sai số vị trí trung bình (MPE) của các phương án thử nghiệm trên Bảng 3 cho thấy nhìn chung các phương án thử nghiệm có cài xoáy MM5+B cho kết quả dự báo sai số vị trí trung bình tốt nhất trong các hạn dự báo nhỏ hơn 36 h. Từ thời điểm dự báo 36 h đến dự báo 48 h, ưu thế dự báo với sai số nhỏ nhất trong các phương án thuộc về MM5 và MM5+L. Sai số lớn nhất thuộc về MM5+B+L ở thời điểm dự báo 48 h (266km).

Bảng 3. Sai số vị trí trung bình của các trường hợp bão ở thời điểm thực hiện dự báo có cường độ loại 2

	MM5	MM5+B	MM5+L	MM5+B+L
0	103	41	104	40
6	158	71	148	75
12	112	67	117	91
18	134	130	159	152
24	175	141	164	166
30	188	163	199	183
36	200	201	193	220
42	188	240	193	252
48	197	265	210	266

Sai số dọc quỹ đạo cho thấy MM5+B cho bão chuyển động nhanh hơn thực tế với hạn dự báo dưới 42 h trong khi MM5 cho kết quả ngược lại với hạn dự báo từ 36-48 h. Sai số ngang quỹ đạo chỉ ra MM5+B có khuynh hướng lệch phải trong khi MM5 có khuynh hướng lệch trái (kết quả không đưa ra).

Bảng 4. Sai số vị trí trung bình của các phương án trong trường hợp bão tại thời điểm thực hiện dự báo có cường độ loại 3, 4

	MM5	MM5+B	MM5+L	MM5+B+L
	61	28	61	28
6	95	55	104	77
12	107	94	132	130
18	109	127	135	174
24	125	149	163	196
30	97	150	154	195
36	115	166	157	208
42	104	164	168	206
48	95	149	161	227

Phân tích sai số vị trí trung bình của các phương án cho các trường hợp bão ở thời điểm dự báo có cường độ loại 3&4 ở Bảng 4 cho thấy việc cập nhật số liệu bề mặt và cao không hay cài xoáy không mang lại hiệu quả tốt như MM5. Nhìn chung, xu thế dự báo tốt của MM5 thể hiện ngay từ hạn 12 h đến 48 h. Sai số lớn nhất thuộc về MM5+B+L (227 km) ở thời điểm dự báo 48 h. MM5+B vẫn có khuynh hướng cho kết quả dự báo bão chuyển động nhanh hơn thực tế. Trong trường hợp này, MM5 chỉ cho kết quả bão chuyển động chậm hơn thực tế hạn 24, 42 và 48 h. Với cường độ loại này, hầu như tất cả các trường hợp đều cho bão di chuyển lệch trái (kết quả không đưa ra).

Bảng 5. Sai số vị trí trung bình của các phương án trong trường hợp bão tại thời điểm thực hiện dự báo có cường độ loại 5

	MM5	MM5+B	MM5+L	MM5+B+L
0	69	27	69	27
6	87	51	83	38
12	134	69	119	54
18	104	82	105	80
24	93	96	88	93
30	107	101	99	111
36	145	132	128	127
42	160	144	155	171
48	177	176	172	187

Với cường độ bão loại 5, Bảng 5 chỉ ra là phương án MM5+B+L và MM5+B dự báo tốt đối với hầu hết các hạn dự báo. Từ thời điểm dự báo 24 h đến 48 h, sai số vị trí dự báo của 4 phương án thử nghiệm tương đối xấp xỉ nhau. MM5+B có khuynh hướng cho kết quả dự báo bão chuyển động nhanh hơn thực tế (trừ hạn 48 h), còn MM5 cho kết quả bão chuyển động chậm hơn thực tế hạn 24, 30 và 48 h. Với cường độ loại 5, hầu như tất cả các trường hợp cũng cho bão di chuyển lệch trái (kết quả không đưa ra).

Bảng 6. Sai số vị trí trung bình của các phương án trong trường hợp các cơn bão ở thời điểm thực hiện dự báo có hướng di chuyển Bắc và Tây Bắc

	MM5	MM5+B	MM5+L	MM5+B+L
0	87	37	88	37
6	132	57	131	58
12	117	80	113	81
18	130	125	128	128
24		139	131	145
30	133	153	124	152
36	152	186	135	182
42	142	217	140	218
48	168	250	157	241

Phân tích sai số vị trí trung bình của 4 phương án thử nghiệm dự báo quỹ đạo các trường hợp bão di chuyển theo hướng Bắc và Tây Bắc, Bảng 6 cho thấy xu thế sai số của các phương án thử nghiệm có thể chia thành hai cặp giống nhau là có cải xoáy và không cải xoáy.

Các phương án thử nghiệm có cải xoáy dự báo với sai số vị trí trung bình nhỏ trong khoảng 24 h đầu, sau đó sai số tăng lên. Trong khi đó, sai số của phương án thử nghiệm không cải xoáy cho kết quả dự báo với sai số khá quan hơn từ 24 h đến 48 h, nhất là phương án MM5+L. Phương án MM5+B có khuynh hướng cho kết quả dự báo bão chuyển động nhanh hơn thực tế, còn MM5 thì chậm hơn. Hầu như tất cả các trường hợp cũng cho bão di chuyển lệch trái (kết quả không đưa ra).

Bảng 7. Sai số vị trí trung bình của các phương án thử nghiệm trong trường hợp các cơn bão ở thời điểm thực hiện dự báo có hướng di chuyển Tây và Tây Nam

	MM5	MM5+B	MM5+L	MM5+B+L
0	65	26	65	26
6	92	61	93	75
12	114	78	135	116
18	108	107	143	158
24	140	126	157	175
30	125	120	186	188
36	155	148	189	201
42	149	147	208	205
48	129	120	204	217

Sai số vị trí trung bình của 4 phương án thử nghiệm dự báo quỹ đạo các trường hợp bão di chuyển theo hướng Tây và Tây Nam được đưa ra trong Bảng 7. Theo đó có thể nhận thấy nhìn chung quá trình cập nhật số liệu địa phương và cao không đã ảnh hưởng xấu đến kết quả so với trường hợp không cập nhật. Xét về tổng thể, MM5+B cho kết quả dự báo khá quan nhất. MM5+B có khuynh hướng cho kết quả dự báo bão chuyển động nhanh hơn thực tế, còn MM5 cho kết quả bão chuyển động chậm hơn thực tế hạn 24, và 42 h. Với loại quỹ đạo này, hầu như tất cả các trường hợp cũng cho bão di chuyển lệch trái (kết quả không đưa ra).

4. Kết luận

Theo các kết quả nêu trên, có thể kết luận một cách chắc chắn rằng không phải lúc nào và trong bất cứ tình huống nào, việc cải xoáy nhân

tạo và cập nhật số liệu địa phương đều cho kết quả dự báo quỹ đạo bão tốt.

Phương án MM5+B nhìn chung chỉ cho kết quả khả quan trong hạn dự báo nhỏ hơn 48 h. Tuy nhiên phương án này hầu như luôn cho các cơn bão dự báo chuyển động nhanh hơn thực tế. Việc cập nhật số liệu địa phương không đem lại kết quả như mong muốn, cụ thể nó đem lại kết quả dự báo rất xấu trong hạn dự báo 24-48h, đặc biệt là khi kết hợp với cải xoáy nhân tạo.

Trong hầu hết các trường hợp mô phỏng thử nghiệm, mô hình MM5 đều cho quỹ đạo lệch về bên trái quỹ đạo thực. Nguyên nhân của các hiện tượng mô phỏng này có thể là do các nguyên nhân như đã nói trong phần mở đầu.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện với sự giúp đỡ của đề tài cấp nước KC.08.05/06-10.

Tài liệu tham khảo

- [1] Lê Văn Thảo, Bão Nina với sự tác động của Không khí lạnh, *tạp san Khí tượng Thủy văn*, 3 (1988) 28.
- [2] Bùi Hoàng Hải, *Nghiên cứu phát triển và ứng dụng sơ đồ phân tích xoáy cho mục đích dự báo*

chuyển động bão ở Việt Nam, Luận án Tiến sỹ Khí tượng, 2007.

- [3] Nguyễn Thị Minh Phương, Hiệu chỉnh công thức tính thành phần xoáy bất đối xứng trong sơ đồ ban đầu hóa xoáy, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* 529 (2005) 35.
- [4] Nguyễn Thị Minh Phương, Lựa chọn một tham số cho sơ đồ ban đầu hóa xoáy trong mô hình chính áp dự báo đường đi của bão trên Biển Đông, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* 516 (2006) 12.
- [5] Hoàng Đức Cường, *Nghiên cứu thử nghiệm mô hình quy mô vừa MM5 vào dự báo hạn ngắn ở Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ, 2005.
- [6] M.A. Bender, R.J. Ross, R.E. Tuleya, Y. Kurihara, Improvements in tropical cyclone track and intensity forecasts using the GFDL initialization scheme, *Mon. Wea. Rev* 120 (1993) 2046.
- [7] N.E. Davidson, H.C. Weber, The BMRC high resolution tropical cyclone prediction system TC-LAS, *Mon. Wea. Rev* 128 (2000) 1245.
- [8] G.A. Grell, Jimy Dudhia, R. David, Stauffer: *A Description of the Fifth-Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5)*, NCAR TECHNICAL NOTE, 6-1995.
- [9] NCAR, PSU/NCAR, *Mesoscale modeling system tutorial class notes and user's guide: MM5 modeling system version 3*. NCAR, PSU/NCAR, 2002.

An initial assessing MM5 ability to forecast tropical cyclone track using bogus vortex and local data assimilation

Tran Tan Tien¹, Cong Thanh¹, Nguyen Minh Truong¹, Tran Duy Hien²

¹*Faculty of Hydro-Meteorology & Oceanography, College of Science, VNU*

²*Institute of Meteorology Hydrometeorology and Environment, Ministry of Natural Resources and Environment*

Numerical case studies using nonhydrostatic model MM5 are set up for four numerical experiments including the original MM5, MM5 with bogus vortex, MM5 with local data assimilation, and MM5 with bogus vortex and local data assimilation. The simulation results for 14 tropical cyclones in 2005-2008 show not that in any case and at any time MM5 with bogus vortex as well as local data assimilation give the best forecasts. By contrast, the forecast quality depends also on specific initial intensity and track directions.