Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội:
Các Khoa học Trái đất và Môi trường
Website: https://js.vnu.edu.vn/EES

Dự báo sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông bằng mô hình WRF-NMM

Trần Tân Tiến[1,*], Hồ Thị Hà[2], Nguyễn Thị Kim Anh[1]

[1]*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,*
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam
[2]*Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên, 13 Trường Chinh, TP. Pleiku, Gia Lai*

Nhận ngày 30 tháng 11 năm 2018
Chỉnh sửa ngày 11 tháng 12 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 25 tháng 12 năm 2018

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này đã thử nghiệm dự báo sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông hạn 3 ngày bằng mô hình WRF-NMM với sơ đồ đối lưu Betts - Miller - Janjic, hai lưới lồng có độ phân giải ngang 15 km và 5km. Số liệu được sử dụng là số liệu GFS của trung tâm NCEP, được dùng làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên. Kết quả cho thấy mô hình dự báo được sự hình thành của áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông. Thời gian hình thành dự báo được sớm hơn so với thực tế từ 6 đến 12 giờ. Vị trí hình thành dự báo sai lệch từ 100 đến 300 km. Kết quả nghiên cứu này có thể giúp dự báo viên có thêm thông tin phục vụ cho việc dự báo sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên khu vực Biển Đông.

Từ khóa: Dự báo sự hình thành, áp thấp nhiệt đới.

1. Mở đầu

Từ một *nhiễu động nhiệt đới* ban đầu, trong điều kiện thuận lợi các xoáy thuận nhiệt đới mạnh dần lên lần lượt trải qua các quá trình trở thành *áp thấp nhiệt đới*, *bão nhiệt đới*, *bão mạnh*, *bão cực mạnh*. Mỗi năm có khoảng 80 bão nhiệt đới trên toàn cầu. Gần 2/3 những xoáy này sau đó đạt tới độ lớn bão cực mạnh với tốc độ gió lớn nhất gần tâm bão khoảng 33m/s. Tuy nhiên, chỉ một phần nhỏ các nhiễu động nhiệt đới mới phát triển thành xoáy thuận nhiệt đới. Biển Đông là một trong những vùng chịu ảnh hưởng của áp thấp nhiệt đới thường xuyên. So với những vùng biển khác, áp thấp nhiệt đới hình thành và phát triển trên biển Đông có nhiều sự khác biệt, đặc biệt là chúng thường yếu hơn so với vùng biển tây Thái Bình Dương. Đó có thể là do sự tương tác giữa các yếu tố khí hậu và điều kiện địa mạo khu vực biển Đông khá nông so với khu vực đại dương mở [1]. Do ảnh hưởng của áp thấp nhiệt đới và bão, hằng năm nước ta chịu nhiều thiệt hại về kinh tế xã hội, đời sống dân sinh. Chính vì vậy, bài toán về dự báo hình thành áp thấp nhiệt đới trên khu vực biển Đông là một bài toán rất cấp cấp thiết.

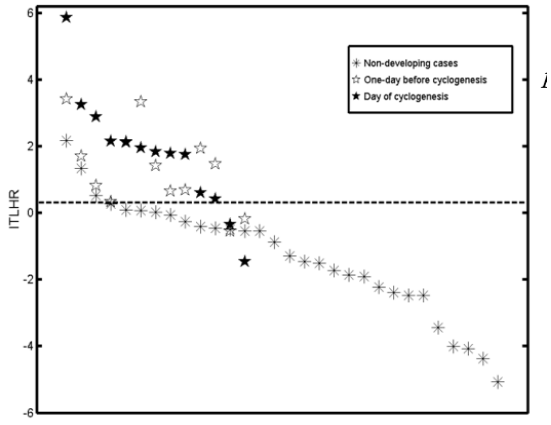
Gần đây, năm 2011, trong đề tài nghiên cứu về bộ nhân tố nhiệt động lực cho dự báo sự hình

* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-912011599.
Email: tientt@vnu.edu.vn
https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4337

thành của xoáy thuận nhiệt đới [2], đã sử dụng các đặc trưng thống kê đối với bộ số liệu tái phân tích NCEP/NCAR độ phân giải 2,5˚ × 2,5˚ kinh vỹ, số liệu best track kết hợp với đồng bộ số liệu về các cơn bão hoạt động trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương và đặc biệt là trên khu vực Biển Đông trong thời đoạn 1980 – 2009 đã xác định được một số những nhân tố nhiệt động lực có thể ứng dụng cho quá trình dự báo sự hình thành và phát triển của xoáy thuận nhiệt đới, trong đó các nhân tố xoáy tương đối mực 850mb, phân kỳ mực 200mb, nhiệt độ mặt nước biển, nhiệt độ thế vị tương đương được xác định là các nhân tố chính, đóng vai trò quan trọng tại những vị trí tiềm năng hình thành xoáy. Việc xác định trên giúp ích khi tạo ra bản đồ các khu vực hình thành xoáy tiềm năng, thể hiện dưới dạng các bản đồ xác suất dựa trên các đặc điểm thống kê của các nhân tố [3].

Sử dụng vệ tinh SSM/I để so sánh 30 nhiễu động không phát triển và 13 nhiễu động phát triển trên Biển Đông trong 2000 và 2001 đã phát hiện lượng ẩn nhiệt giải phóng trong các nhiễu động nhiệt đới phát triển gấp 1.7 lần so với các nhiễu động không phát triển. Trong trường hợp nhiễu động không phát triển, chỉ số tổng lượng ẩn nhiệt giải phóng (ITLHR) tính toán theo các giá trị trung bình của môi trường trong suốt quá trình tồn tại nhiễu. Trong trường hợp nhiễu động phát triển, giá trị ITLHR vào ngày trước khi hình thành xoáy và ngày hình thành xoáy được thể hiện trên hình 1. Ba lý do lượng ẩn nhiệt giải phóng thấp đối với các nhiễu động không phát triển là: (1) dòng hội tụ ở 850hPa và dòng phân kỳ ở 200hPa không hiệu quả, nên chuyển động thăng không hiệu quả; (2) OLR lớn, thể hiện nhiệt độ đỉnh mây cao; (3) SST lạnh. Các điều kiện này là những nguyên nhân chính ngăn cản sự giải phóng ẩn nhiệt và sự phát triển của các nhiễu động nhiệt đới trên Biển Đông.

Tốc độ phát triển của bão trong mô hình cũng nhanh hơn thực tế, với gió lớn nhất đạt 42 m/s trong mô hình [4]. Lei Wang nghiên cứu sự hình thành và phát triển của cơn bão Durian (2001) [3] trong môi trường rãnh gió mùa.



Hình 1. Phân bố các giá trị ITLHR cho 30 trường hợp nhiễu động nhiệt đới không phát triển và 13 trường hợp nhiễu động nhiệt đới phát triển trên Biển Đông năm 2000 và 2001 [3].

Đã mô phỏng cơn bão này bằng mô hình WRF, kết quả cho thấy cơn bão không thể hình thành hay phát triển khi SST thấp và đánh giá khả năng nhạy của mô hình trong sự thay đổi SST.

Công tác dự báo bão hiện nay đang được phát triển dựa trên sản phẩm các mô hình số trị, trong đó phải kể đến mô hình WRF, đặc biệt là mô hình WRF-ARW. Tuy nhiên, nghiên cứu hình thành và phát triển của áp thấp nhiệt đới vẫn còn ít các kết quả mô phỏng sử dụng WRF-NMM. Hầu hết các tác giả nghiên cứu sử dụng WRF-ARW kết hợp một số điều kiện đặc biệt để mô phỏng, dự báo quỹ đạo bão hoặc cường độ bão.

2. Mô hình dự báo

Trong nghiên cứu này với mục đích đánh giá khả năng dự báo sự hình thành xoáy thuận nhiệt đới trên Biển Đông đã sử dụng mô hình WRF lõi động lực NMM (hệ thống mô hình thời tiết quy mô vừa, được NCEP nghiên cứu và phát triển với mục đích là nghiên cứu các hoạt động diễn ra trong khí quyển và dự báo nghiệp vụ thời tiết) với 2 lưới lồng có độ phân giải lần lượt là 15 km và 5 km. Tâm miền tính tại 14°N, 114°E. Lưới 1 bao phủ toàn bộ biển Đông. Tâm của lưới 2 được đặt ở khu vực tâm áp thấp nhiệt đới và tùy thuộc vào mỗi áp thấp

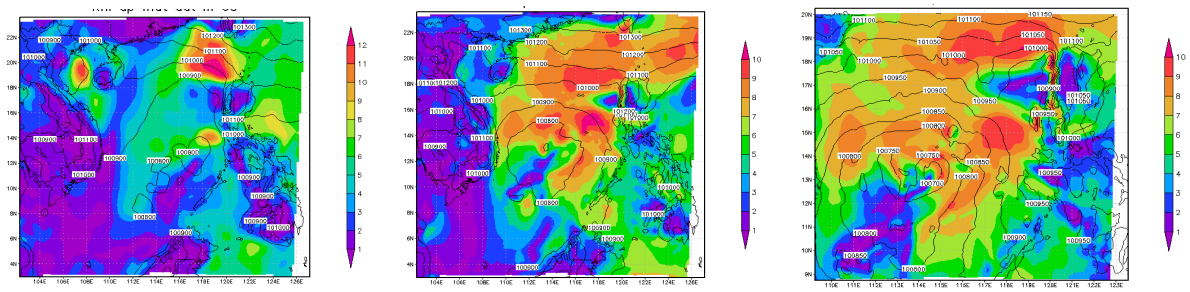
nhiệt đới. Các thông số quan trọng của mô hình được lựa chọn như sau: sơ đồ đối lưu Betts - Miller – Janjic [5], sơ đồ bức xạ sóng ngắn và sóng dài GFDL của Fels and Schwarzkopf (1981, JGR). Hạn dự báo là 72 giờ. Kết quả nhận được từ mô hình sẽ được đánh giá với số liệu best track của áp thấp nhiệt đới, nhằm tìm ra độ sai lệch của mô hình so với thực tế về mặt thời gian và không gian.

3. Số liệu

Trong nghiên cứu này thí nghiệm dự báo 10 áp thấp nhiệt đới hình thành trên khu vực biển Đông giai đoạn 2010-2016. Trong đó 9 áp thấp nhiệt đới sau khi hình thành tiếp tục phát triển và mạnh lên 1 áp thấp nhiệt đới sau khi hình thành thì tan rã ngay sau đó. Mỗi áp thấp nhiệt đới được dự báo từ thời điểm trước 48 giờ so với thời điểm hình thành trên thực tế. Số liệu dự báo GFS của trung tâm NCEP được dùng làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên, số liệu nhiệt độ mặt nước biển được cập nhật cho các trường hợp. Ngoài ra còn sử dụng số liệu best track của các cơn bão trên trang web http://weather.unisys.com/

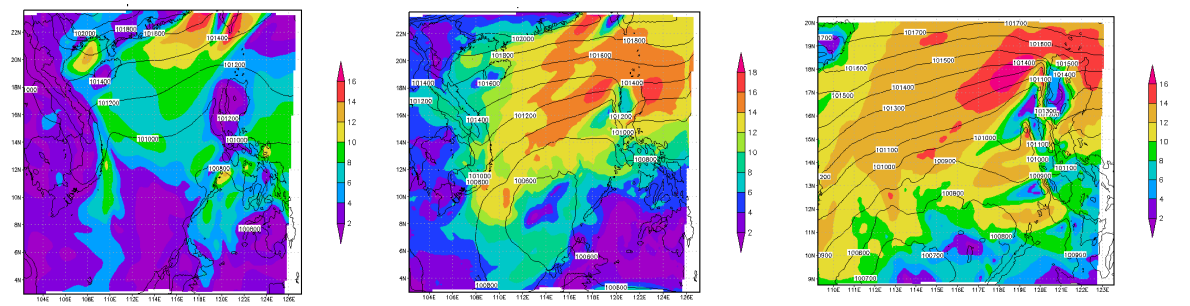
4. Kết quả

Đã tiến hành chạy mô hình WRF-NMM dự báo cho 10 áp thấp nhiệt đới và đánh giá kết quả dự báo sự hình thành các áp thấp nhiệt đới này. 10 áp thấp nhiệt đới được đánh số thứ tự từ 1 đến 10. Trong đó từ 1 đến 9 là các áp thấp nhiệt đới phát triển còn 10 là áp thấp nhiệt đới tan rã (bảng 1). Bảng 1 đưa ra thời gian hình thành và vị trí tâm áp thấp nhiệt đới thực tế và dự báo trước 3 ngày trên lưới 1 và lưới 2. Ngoài ra, trường phân tích và dự báo áp suất trung bình mực biển và trường gió bề mặt mực 10m của lưới 1 và lưới 2 cho áp thấp nhiệt đới số 1, 3 và 3 được thể hiện qua hình 2, 3 và 5 tương ứng.



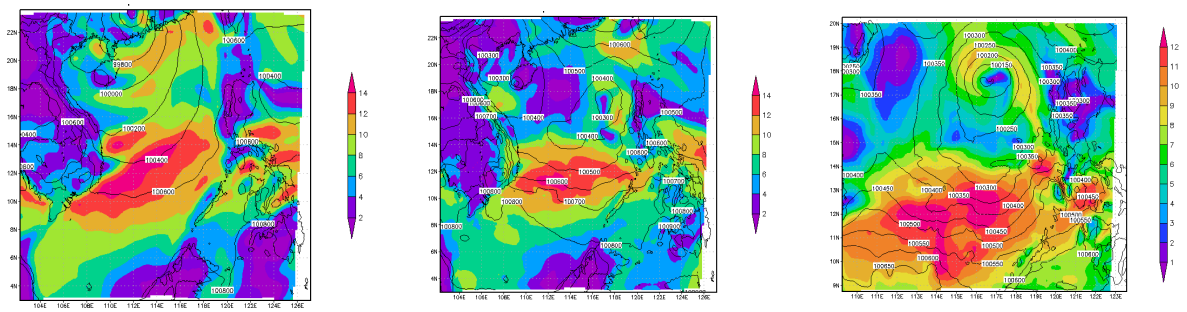
Phân tích Dự báo lưới 1 Dự báo lưới 2

Hình 2. Áp suất trung bình mực biển và trường gió bề mặt của áp thấp nhiệt đới số 1.



Phân tích Dự báo lưới 1 Dự báo lưới 2

Hình 3. Áp suất trung bình mực biển và trường gió bề mặt của áp thấp nhiệt đới số 3.



Phân tích Dự báo lưới 1 Dự báo lưới 2

Hình 4. Áp suất trung bình mực biển và trường gió bề mặt của áp thấp nhiệt đới số 5.

Bảng 1. Dự báo thời gian hình thành và vị trí của các áp thấp nhiệt đới bằng WRF-NMM

	Thực tế				Dự báo lưới 1				Dự báo lưới 2			
Số thứ tự	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Áp suất cực tiểu tại tâm	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Áp suất cực tiểu tại tâm	Thời gian hình thành	Vĩ độ	Kinh độ	Áp suất cực tiểu tại tâm
1	01h 20/08/2010	17.1	118.6	1010	07h 19/08/2010	13.0	115.8	1007	07h 19/08/2010	13	115.3	1006
2	13h 07/11/2011	15.8	111.1	1007	07h 06/11/2011	13.0	112.8	1005	07h 06/11/2010	13.0	112.5	1006
3	07h 17/02/2012	10.0	116.8	1007	19h 17/02/2012	9.0	114.2	1006	13h 17/02/2011	9.0	114.5	1007
4	01h 27/03/2012	9.2	113.4	1008	19h 26/03/2012	8.5	112.5	1008	13h 26/03/2012	9.0	113	1009
5	16h 25/09/2013	14.0	118.1	1008	01h 25/09/2013	17.0	117.8	1003	07h 25/09/2013	17.5	116.8	1001
6	07h 13/06/2014	19.8	116.8	1008	13h 12/06/2014	17.5	113.5	1006	07h 12/06/2014	17.8	116.2	997
7	07h 06/09/2014	15.3	117.4	1006	01h 06/09/2014	14.0	118.0	1004	07h 06/09/2014	13.9	119	1006
8	08h 20/06/2015	15.4	112.0	1007	01h 19/06/2015	14.0	114.0	1005	07h 19/06/2015	13.5	113.5	1005
9	08h 25/07/2016	17.0	117.5	1008	07h 25/07/2016	15.0	116.0	1007	07h 25/07/2016	16.0	117.8	1007
10	16h 20/12/2015	5.0	111.8	1008	07h 20/12/2015	6.0	112.0	1010	07h 20/12/2015	5.5	112.0	1010

Đối với tất cả áp thấp nhiệt đới đã chọn, cả lưới 1 và lưới 2 đều dự báo được sự hình thành của nó. Mô hình dự báo được sự hình thành áp thấp nhiệt đới cho cả trường hợp áp thấp nhiệt đới phát triển và áp thấp nhiệt đới tan rã.

Đã tính sai số dự báo thời gian hình thành, sai số dự báo vị trí tâm áp thấp nhiệt đới trên lưới 1 và lưới 2. Kết quả được trình bày trên bảng 2. Từ bảng 2 cho thấy:

Về thời gian hình thành: Đối với áp thấp nhiệt đới số 3, mô hình dự báo thời gian hình thành trễ hơn so với thực tế cả lưới 1 và lưới 2. Trong đó, lưới 1 trễ 12 tiếng và lưới 2 trễ 6 tiếng. Đối với áp thấp nhiệt đới số 7 mô hình

dự báo thời gian hình thành sớm hơn ở lưới 1 và khá chính xác ở lưới 2. Đối với các áp thấp nhiệt đới còn lại, mô hình dự báo thời gian hình thành sớm hơn so với thực tế ở cả lưới 1 và lưới 2.

Về áp suất cực tiểu tại tâm: sai số dao động trong khoảng từ -3 đến 3 mb. Áp thấp nhiệt đới số 3 và 4 có sai số bé nhất khoảng 1 mb, áp thấp nhiệt đới số 6 có sai số lớn nhất khoảng 5 mb. Lưới 2 cho dự báo với sai số lớn hơn so với lưới 1. Sai số vị trí tâm áp thấp nhiệt đới dao động từ 200 – 400 km, tùy vào từng trường hợp. Hầu hết sai số vị trí tâm áp thấp nhiệt đới của lưới 2 xấp xỉ hoặc thấp hơn so với lưới 1. Sai số vị trí tâm của áp thấp nhiệt đới số 1 là lớn nhất trên 500km. Sai số cho trường hợp áp thấp nhiệt đới tan rã khoảng 60 km thấp hơn nhiều so với sai số cho trường hợp áp thấp nhiệt đới phát triển. Tính trung bình trên tất cả các trường hợp, sai số vị trí tâm cho trường hợp áp thấp nhiệt đới phát triển là 289 km (lưới 1) và 278 km (lưới 2); trường hợp áp thấp nhiệt đới tan rã là 112 km (lưới 1) và 59 km (lưới 2).

Trên đây là một số kết quả dự báo hạn 3 ngày tức là dự báo trước thời điểm hình thành ít nhất là 2 ngày. Trong tương lai sẽ dự báo cả với thời hạn 1 hoặc 2 ngày thì sai số sẽ giảm đi nhiều. Kết quả đáp ứng được một phần yêu cầu của thực tế đặt ra.

5. Kết luận

Từ kết quả tính toán và phân tích sự hình thành áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông, có thể đưa đến một số kết luận:

1/ Mô hình WRF-NMM dự báo được sự hình thành của áp thấp nhiệt đới hạn 3 ngày , sớm hơn so với thực tế từ 6 - 18 giờ, và độ lệch về vị trí tâm áp thấp nhiệt đới khi hình thành là 100 – 300km. Lưới có độ phân giải cao hơn (lưới 2) cho sai số thấp hơn so với lưới có độ phân giải thấp hơn (lưới 1).

2/ Mô hình WRF-NMM dự báo được sự hình thành áp nhiệt đới cho cả hai trường hợp áp thấp nhiệt đới tiếp tục phát triển sau khi hình thành và áp thấp nhiệt đới tan rã sau khi hình thành.

3/ Kết quả nghiêm cứu sẽ đóng góp thêm những thông tin hữu ích góp phần vào việc tăng độ chính xác của dự báo sự hình thành xoáy thuận nhiệt đới trên Biển Đông nhất là rút hạn dự báo xuống 1 đến 2 ngày.

Bảng 2. Sai số dự báo thời gian hình thành, vị trí tâm áp thấp nhiệt đới, áp suất cực tiểu của lưới 1 và lưới 2

	Lưới 1			Lưới 2		
STT	Khoảng cách tâm (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (mb)	Khoảng cách tâm (km)	Độ lệch thời gian (tiếng)	Độ lệch áp suất (mb)
1	546.1	+18	-3	578.9	+18	-4
2	360.3	+06	-2	344.4	+06	-1
3	306.4	-12	-1	275.9	-06	0
4	125.4	+06	0	49.2	+12	1
5	331.6	+15	-5	410.7	+09	-7
6	442.5	+18	-2	229.7	+24	-11
7	157.5	+06	-2	233.9	0	0
8	268.5	+31	-2	266.3	+25	-2
9	275.0	+01	-1	114.8	+01	-1
10	112.2	+09	2	59.2	+09	2

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành nhờ một phần kết quả nghiên cứu của Đề tài "Dự báo sự hình thành, phát triển, di chuyển của xoáy thuận nhiệt đới trên Biển Đông và ảnh hưởng đến sóng và thời tiết các khu vực biển Việt Nam hạn 03 ngày", Mã số: KC.09.12/16-20.

Tài liệu tham khảo

[1] Lê Đức Tố, Hải dương học Biển Đông, Giáo trình ĐHKHTN, 2001

[2] Hoàng Phúc Lâm, 2011: Nghiên cứu xây dựng bộ nhân tố nhiệt động lực cho dự báo sự hình thành của xoáy thuận nhiệt đới trên khu vực biển Đông, Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Trung ương.

[3] Lei Wang, Study of tropical cyclogenesis over the South China Sea, June 2008, Department of mathematics, HKUST.

[4] David, C. A., and L.F. Bosart, 2001: Numerical simulation of the genesis of hurricane Diana (1984). Part I: Control simulation. Mon. Wea. Rev., 129, 1859 – 1881.

[5] Đỗ Ngọc Thắng, 2006: Nghiên cứu cải tiến sơ đồ tham số hóa đối lưu áp dụng vào mô hình dự báo thời tiết số trị Eta cho Việt Nam, Viện Khí tượng Thủy văn.

Forecasting the Formation of Tropical Depression in the Bien Dong Sea Using the WRF-NMM Model

Tran Tan Tien[1], Ho Thi Ha[2], Nguyen Thi Kim Anh[1]

[1]*VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Ha Noi*

[2]*Hydro-Meteorology Agency of Central Highlands - Viet Nam, 13 Truong Chinh, Pleiku, Gia Lai*

Abstract: In this study, we attempted to predict tropical depression in the Bien Dong Sea for three days using the WRF-NMM model with the Betts-Miller-Janjic convection scheme and two nested mesh with resolution15 km and 5 km. The data is obtained from the global CFS model as initial and boundary conditions. The results show that the model can capture the formation of tropical depression in the Bien Dong Sea. The forecasting time is 6 to 12 hours earlier than the actual time. Position of misconfiguration is from 100 to 300 km. The results of this study may help gain more information for forecasting tropical low pressure formation in the South China Sea.

Keywords: Forecasting the formation, tropical cyclone.