

NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG SƠ ĐỒ BAN ĐẦU HOÁ XOÁY NC2011 TRONG MÔ HÌNH WRF ĐỂ KHẢO SÁT KHẢ NĂNG DỰ BÁO CƯỜNG ĐỘ CƠN BÃO DAMREY NĂM 2017

Nguyễn Bình Phong¹, Nguyễn Tiến Mạnh¹, Nguyễn Văn Hiệp², Nguyễn Văn Thắng³

Tóm tắt: Trong bài báo này nhóm tác giả trình bày một số kết quả thử nghiệm áp dụng sơ đồ ban đầu hóa bão NC2011 để mô phỏng cấu trúc cơn bão số 12 (Damrey) năm 2017 bằng mô hình WRF với ba sơ đồ tham số hóa đối lưu Betts-Miller-Janjic, Kain-Fritsch và Grell-Devenyi. Kết quả cho thấy mô phỏng trị số khí áp cực tiểu tại tâm bão khá tốt đặc biệt với sơ đồ Betts-Miller-Janjic. Trong giai đoạn phát triển và chín muồi mô hình mô phỏng bão mạnh hơn so với thực tế, khi bão suy yếu và tan rã, mô phỏng của mô hình cho kết quả bão yếu hơn thực tế. Nghiên cứu cũng đã chỉ ra được bất đối xứng trong cấu trúc thẳng đứng của bão khi có sự tương tác với địa hình và không khí lạnh. Phần hoàn lưu bão tương tác với địa hình, lượng nước ngưng kết sẽ phát triển đến độ cao lớn hơn.

Từ khóa: Xoáy thuận nhiệt đới, ban đầu hoá.

Ban Biên tập nhận bài: 12/01/2018 Ngày phản biện xong: 08/02/2018 Ngày đăng bài: 25/04/2018

1. Đặt vấn đề

Việt Nam là quốc gia nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, với khoảng 3260 km độ dài đường bờ biển. Hàng năm, nước ta chịu ảnh hưởng trung bình từ 10 -12 cơn bão và áp thấp nhiệt đới. Trong những năm gần đây, cường độ và quỹ đạo bão ngày càng có diễn biến phức tạp gây khó khăn cho công tác dự báo, đồng thời mức độ thiệt hại do bão cũng nghiêm trọng hơn. Điển hình tháng 11 năm 2017 các tỉnh Nam Trung Bộ đã gánh chịu hậu quả nặng nề do cơn bão số 12 gây ra. Theo số liệu của Văn phòng Ủy ban Quốc gia tìm kiếm cứu nạn, Cục Cứu hộ Cứu nạn (Bộ Quốc Phòng), cơn bão số 12 đã làm 123 người chết, 342 người bị thương. Bão cũng làm hơn 120,000 ngôi nhà sập đổ; gần 10,000 ha lúa và hơn 15,203 ha rau màu bị ngập và hư hại; 25,957 lồng bè nuôi trồng thủy sản bị mất trắng; thiệt hại về tài sản ước tính lên đến

6000 tỷ đồng (Nguồn: Báo vov.vn). Xuất phát từ hậu quả nghiêm trọng của cơn bão, tác giả tiến hành nghiên cứu dự báo cường độ cơn bão số 12 với tên quốc tế là Damrey.

Các mô hình khu vực dùng số liệu điều kiện ban đầu và điều kiện biên phụ thuộc vào 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 sai số từ các 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 của bão. Hơn nữa, do mạng lưới quan trắc trên vùng biển nhiệt đới rất thưa thớt và do chính cấu trúc toán lý, cũng như độ phân giải rất thô nên trong các mô hình toàn cầu tâm xoáy bão ban đầu thường bị sai lệch vị trí và cường độ yếu hơn so với xoáy bão thực tế. Vì vậy, để cải thiện điều kiện ban đầu cho mô hình dự báo bão người ta thực hiện ban đầu hóa xoáy.

Ban đầu hóa xoáy là bài toán được đặt ra để nâng cao chất lượng điều kiện ban đầu của mô hình dự báo bão. Bản chất ban đầu hóa xoáy là xây dựng một xoáy nhân tạo có cấu trúc vật lý

¹Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Viện Vật lý địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Email: nbphong@hunre.edu.vn

gần với xoáy thực bằng cách bổ sung thông tin chỉ thị về cơn bão như vị trí tâm quan trắc, tốc độ gió cực đại, thông tin kích thước bão,... Sau quá trình ban đầu hóa, xoáy nhân tạo này có cấu trúc, cường độ gần với thực hơn.

Xiaolei Zou và Quingnong Xiao (2000) sử dụng chương trình tạo xoáy giả (BDA) để dự báo cơn bão Felix (1995) ở Đại Tây Dương trong giai đoạn chín mươi với thời hạn 72h. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng ban đầu hóa xoáy đã cải thiện đáng kể cường độ của bão, đồng thời cải thiện trường ban đầu của bão giúp mô tả chính xác cấu trúc bên trong của bão [25].

Zhao-Xia Pu (2001) sử dụng kỹ thuật đồng hóa biến đổi bốn chiều để tạo xoáy giả trong mô phỏng cơn bão Georges và Bonnie (1998) với mô hình MM5 trong ba trường hợp khác nhau: 1) Sự đồng hóa thông tin SLP giả, 2) đồng hóa thông tin gió giả, 3) đồng hóa SLP và thông tin gió giả. Thông tin được thu thập và đồng bộ trong 30 phút để tạo ra các xoáy ban đầu phù hợp với độ phân giải mô hình và vật lý. Nghiên cứu chỉ ra rằng trong ba trường hợp, thí nghiệm trong đó đồng hóa đồng thời SLP và thông tin gió giả sẽ tạo ra cấu trúc xoáy ban đầu chính xác nhất và có kết quả dự báo tốt nhất [22].

Bùi Hoàng Hải, Phan Văn Tân (2002) đã khảo sát ảnh hưởng của trường ban đầu hóa đến sự chuyển động của bão bằng việc chạy mô hình dự báo WBAR trong 9 trường hợp ban đầu hóa khác nhau cho 3 cơn bão Dorian (2001), Kajiki (2001) và Wukong (2000). Kết quả cho thấy phương pháp ban đầu hóa khác nhau sẽ có tác động nhất định đến sai số của bão. Vì vậy, cần căn cứ vào tính chất và vị trí của bão để chọn ra phương pháp ban đầu hóa thích hợp [1].

Bùi Hoàng Hải, Phan Văn Tân và Nguyễn Minh Trường (2005) xây dựng một mô-đun ban đầu hóa cho mô hình WRF (phiên bản 2.1) với độ phân giải ngang 20km và 21 mực thẳng đứng. Nghiên cứu thử nghiệm với ba trường hợp khác nhau, trong đó ban đầu hóa với các tham số ẩm và vật lý khác nhau. Kết quả cho thấy mô hình WRF có thể được sử dụng để nghiên cứu,

mô phỏng các quá trình thời tiết nói chung và mô phỏng xoáy thuận nhiệt đới nói riêng [2].

Chou và Wu (2008) đã tích phân xoáy giả bằng mô hình MM5 đối với số liệu từ thiết bị đo gió thám sát-Dropsonde, thiết bị thám sát thời tiết của NCAR, được thiết kế để thả xuống từ độ cao nhất định từ máy bay để đo chính xác điều kiện của cơn bão. Kết quả cho rằng tích phân xoáy giả đã cải thiện đáng kể điều kiện ban đầu cho mô hình [11].

Bùi Hoàng Hải (2008) phát triển phiên bản cải tiến HRM_TC khi thêm vào mô hình HRM gốc sơ đồ ban đầu hóa xoáy ba chiều. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng HRM_TC đã cải thiện đáng kể quỹ đạo bão [3].

Phan Văn Tân và Nguyễn Lê Dũng (2008) sử dụng hệ thống đồng hóa số liệu ba chiều WRF-VAR để dự báo thử nghiệm quỹ đạo của 10 cơn bão hoạt động trên biển Đông trong thời gian 2006 - 2008 với hạn dự báo 48h trong hai trường hợp có đồng hóa số liệu quan trắc và không đồng hóa. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng với các cơn bão mạnh, nguồn số liệu quan trắc “giả” đã cải thiện đáng kể chất lượng dự báo quỹ đạo bão [7].

Lê Thị Hồng Vân (2009) sử dụng mô hình WRF để dự báo thử nghiệm cho 11 cơn bão đổ bộ vào bờ biển Việt Nam từ năm 2004 - 2007 cho kết quả tại tất cả các thời điểm, sai số của trường hợp đồng hóa số liệu trường xoáy giả hiệu quả hơn so với trường hợp không đồng hóa số liệu trường xoáy giả [4].

Nguyễn Văn Hiệp và Yi-Leng Chen (2011) [15] đã xây dựng một phương pháp ban đầu hóa xoáy mới thông qua kỹ thuật chạy lặp nhằm tạo điều kiện ban đầu có độ phân giải cao (chương trình NC2011) và áp dụng cho mô hình WRF-ARW (Advanced Research WRF Model). Chương trình khởi tạo xoáy mới đã cải thiện được khả năng mô phỏng cấu trúc không đối xứng, quỹ đạo, cường độ bão khi tạo ra các đặc tính xoáy khởi tạo có đặc tính vật lý (khí áp mực biển, trường gió, lõi ẩm) gần tương thích với

xoáy thực tế.

Nguyễn Thị Hoan (2013) sử dụng mô hình HWRF với quá trình khởi động lạnh (HWRF-coldstart) để mô phỏng cơn bão Ketsana thời điểm 12Z ngày 27/07/2009 cho kết quả mô phỏng tốt vùng bán kính gió cực đại [5].

Nguyễn Văn Hiệp và Yi-Leng Chen (2014) nghiên cứu cải thiện XTND bằng sơ đồ khởi tạo xoáy bằng mô hình phi thủy tĩnh ARW phiên bản 3.1 với nguồn số liệu Final Analyses (FNL) của NCEP độ phân giải 1 độ kinh vĩ với thời hạn mô phỏng 48h trong hai trường hợp sử dụng chương trình khởi tạo xoáy (NC2011) và không khởi tạo xoáy. Kết quả khởi tạo xoáy đã cải thiện được quỹ đạo bão và cường độ mô phỏng [12].

Chih-Ying Chen, Yi-Leng Chen and Hiep Van Nguyen [12] cũng đã chỉ ra rằng môi trường ban đầu của xoáy có ý nghĩa quan trọng đến sự phát triển và cấu trúc của bão.

Nhìn chung, các nghiên cứu đã chỉ ra rằng ban đầu hóa xoáy có nhiều ưu điểm so với trường hợp không có ban đầu hóa, một trong số đó là ban đầu hóa đã góp phần cải thiện đáng kể chất lượng mô phỏng quỹ đạo và cường độ bão. Do vậy trong nghiên cứu này tác giả thử nghiệm áp dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy NC2011 để khảo sát khả năng dự báo cấu trúc bão số 12 năm 2017 (có tên quốc tế là Damrey).

2. Cơ sở số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở số liệu

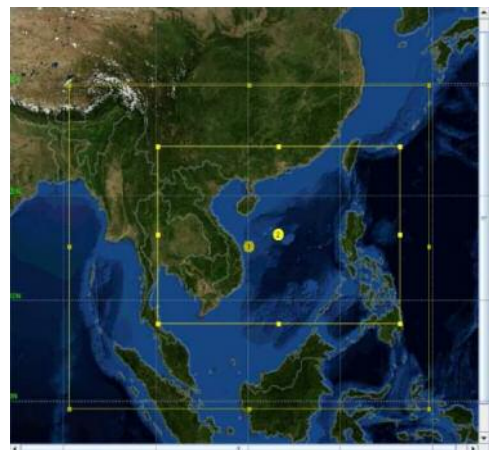
Trong nghiên cứu, để khởi động chương trình ban đầu hóa xoáy thì cần phải có nguồn số liệu đầu vào. Số liệu đầu vào chính là số liệu quan trắc chứa trong các file besttrack được viết theo định dạng của Trung tâm cảnh báo Bão Liên hợp (Joint Typhoon Warning Center) dưới dạng file (.zip) hoặc (.txt). Số liệu sau khi download sẽ có định dạng: stormname_besttrack.txt. Số liệu cung cấp cho quá trình ban đầu hóa bao gồm thời gian, tọa độ tâm bão (kinh độ và vĩ độ), khu vực bão hình thành, trị số khí áp cực

tiểu, tốc độ gió lớn nhất vùng gần tâm bão, bán kính vùng có tốc độ gió lớn nhất,.. trong khoảng thời gian 6h; được khai thác trực tiếp tại đường dẫn <http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/trackarchives.html> của cơ quan Khí tượng Nhật Bản (JMA).

Mô hình sử dụng trong nghiên cứu là mô hình WRF_ARW phiên bản 3.5 với điều kiện biên là kết quả dự báo từ mô hình số trị toàn cầu GFS. Đây là số liệu của các biến khí quyển trên lưới với độ phân giải ngang 0,5 x 0,5 độ kinh vĩ, với 27 mực thẳng đứng từ mực 1000mb tới 10mb. Số liệu được lưu trữ dưới dạng GRIB2, có hạn dự báo tối đa là 16 ngày (384 giờ), được khai thác trực tiếp từ website: <http://nomads.ncdc.noaa.gov/GFS/grid4>.

Các tham số vật lý sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: sơ đồ vi vật lý mây Thompson, sơ đồ lớp biên hành tinh Yonsei University, sơ đồ bức xạ sóng ngắn Dudhia, sơ đồ bức xạ sóng dài RRTM, sơ đồ đất bề mặt Noah, với sơ đồ tham số hóa đối lưu tác giả tiến hành chạy thử với ba sơ đồ khác nhau: Kain-Fritsch, Betts-Miller-Janjic, Grell-Devenyi với bước thời gian sai phân là 108 giây để đánh giá tác động của từng sơ đồ tới dự báo cường độ bão.

Nghiên cứu tiến hành chạy thử nghiệm với hai miền tính lồng ghép với phép chiếu trụ (Mercator), có độ phân giải lần lượt là 18 km và 6 km. Miền tính 1 gồm 231 x 191 điểm lưới, miền tính 2 gồm 463 x 313 điểm lưới.



Hình 1. Miền tính sử dụng cho dự báo cơn bão số 12

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp số trị:

Các dữ liệu lưới toàn cầu được sử dụng là điều kiện ban đầu cho quá trình khởi tạo xoáy thông qua một loạt vòng lặp trong 1 giờ. Đối với mỗi lần chạy lặp, xoáy vận hành trước đó 1 giờ được tách ra khỏi điều kiện môi trường và cung cấp vị trí quan trắc cho lần chạy lặp tiếp theo với các điều kiện môi trường không thay đổi cho đến khi cường độ gần với dữ liệu besttrack nhất (V_{max} chênh nhau nhỏ hơn 2 m/s, P_{min} nhỏ hơn 5 mb), thông thường quá trình lặp diễn ra với khoảng 80 vòng. Trong vòng lặp, chỉ số khí áp mực biển thấp nhất (SLP) được xác định ở bước đầu tiên của mỗi lần chạy với hai giả thiết: thứ nhất là trong khoảng thời gian ngắn (dưới 1 giờ) XTNĐ di chuyển nhưng cấu trúc của nó thay đổi không đáng kể; thứ hai là cấu trúc của XTNĐ bao gồm nhiệt độ bề mặt nước biển (SST), gió, nhiệt độ, độ ẩm tương đối và các biến khí tượng khác thay đổi rất nhỏ trong mỗi vòng chạy lặp.

Để có được xoáy giả, các quá trình sau được áp dụng cho mỗi biến F ở đầu mỗi chu kỳ chạy:

$$F_{c+1,t0,x,y,z}^V = F_{c,t0,x,y,z,t}^V + f_{c,t0,x,y,z}^V, c=1,...,N \quad (1)$$

Trong đó x,y,z là tọa độ không gian, FV_c và FV_{c+1} là các phần xoáy của biến F ở vòng lặp c và ở vòng lặp $c+1$ tại thời điểm ban đầu của mô hình t_0 ; fV_c là sự khác biệt trong thành phần xoáy của biến F tại chu kỳ c giữa thời gian ban đầu và thời gian ban đầu cộng với dt . Trong trường hợp này dt là 60 phút. N là số vòng chạy lặp.

Sử dụng dữ liệu được tạo ra sau quá trình khởi tạo xoáy bằng quá trình chạy lặp làm điều kiện biên cho mô hình, tiến hành chạy mô hình WRF phiên bản 3.5 với các tùy chỉnh tham số vật lý để dự báo cường độ bão.

- Phương pháp thống kê: đánh giá khả năng dự báo cường độ bão tác giả sử dụng hai loại sai số: ME, MAE; ME cho biết xu hướng dự báo của mô hình là thấp hay nhỏ hơn so với thực tế, MAE cho biết độ lớn của sai số giữa mô hình và

thực tế. Việc tính toán sai số của mô hình được thực hiện với biến trị số khí áp cực tiểu tại tâm bão và tốc độ gió cực đại vùng gần tâm bão tại từng thời điểm dự báo. Giá trị dự báo này sẽ so sánh với giá trị quan trắc ở file besttrack tại thời điểm tương ứng.

+ Sai số trung bình (ME - Mean Error)

Sai số ME xác định xu thế mô hình dự báo là thiên âm hay thiên dương và được xác định bằng công thức toán học:

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^N (F_i - O_i)}{N} \quad (2)$$

Giá trị ME dương thể hiện xu thế dự báo của mô hình vượt quá giá trị quan trắc và ngược lại giá trị âm của ME thể hiện xu thế dự báo của mô hình thấp hơn giá trị quan trắc.

+ Sai số trung bình tuyệt đối (MAE - Mean Absolute Error)

Sai số trung bình tuyệt đối cho biết độ lớn trung bình của sai số nhưng không chỉ ra hướng của độ lệch. Chỉ số này như sau:

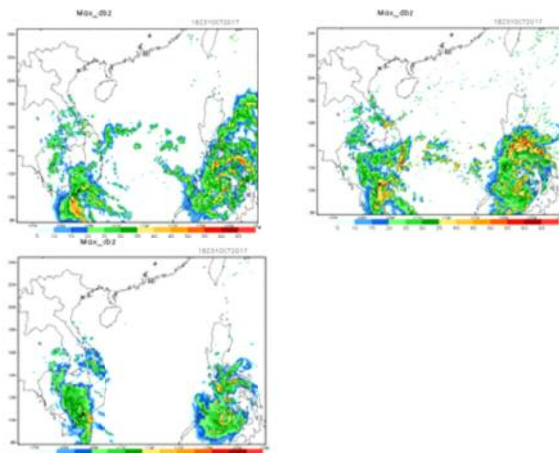
$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^N |F_i - O_i|}{N} \quad (3)$$

Trong đó F_i là giá trị dự báo của mô hình; O_i là giá trị quan trắc.

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Mô phỏng cường độ bão

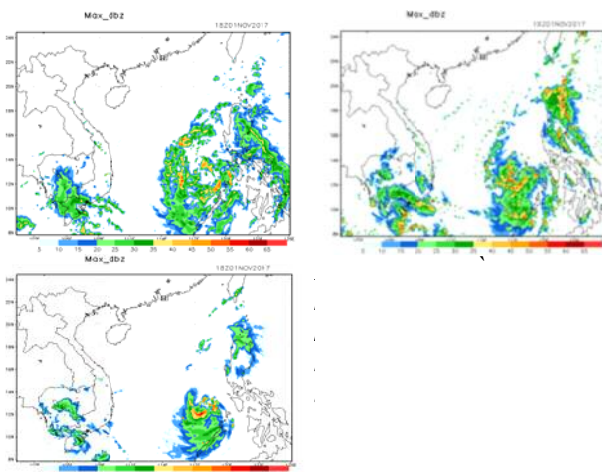
Cơn bão số 12 năm 2017 được hình thành từ áp thấp nhiệt đới trên vùng biển phía tây quần đảo Phi-lip-pin. Phân tích bản đồ độ phản hồi vô tuyến khi mô phỏng với lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF lúc 18Z ngày 31/10/2017, nơi tồn tại áp thấp nhiệt đới có độ phản hồi lớn hơn so với những vùng còn lại. Từ ngoài vào trong độ phản hồi tăng dần từ 10 - 20dbz tới 20 - 35dbz, ngoài ra tồn tại một dải có phản hồi cao từ 35 - 50dbz.



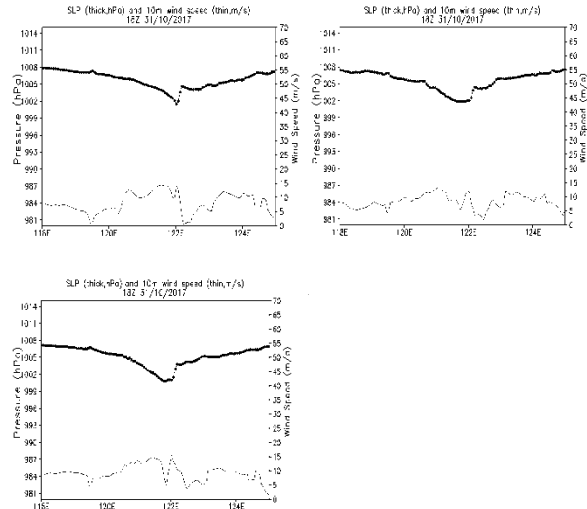
Hình 2. Bản đồ độ phản hồi vô tuyến của mô hình khi dự báo với lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF lúc 18Z ngày 31/10/2017

Trị số khí áp trung tâm áp thấp nhiệt đới tại ba mô phỏng đều đạt 1001mb, vận tốc gió lớn nhất tại độ cao 10 m đạt 15 m/s, tương ứng với cấp 7 trong bảng cấp gió Beaufort (Hình 3).

Lúc 18Z ngày 01/11/2017, áp thấp nhiệt đới di chuyển về phía tây tới biển Đông (Hình 3). Với dự báo sử dụng sơ đồ tham số hóa đối lưu GD và KF, hoàn lưu của áp thấp nhiệt đới phát triển mạnh về phía nam tạo thành khối mây đối

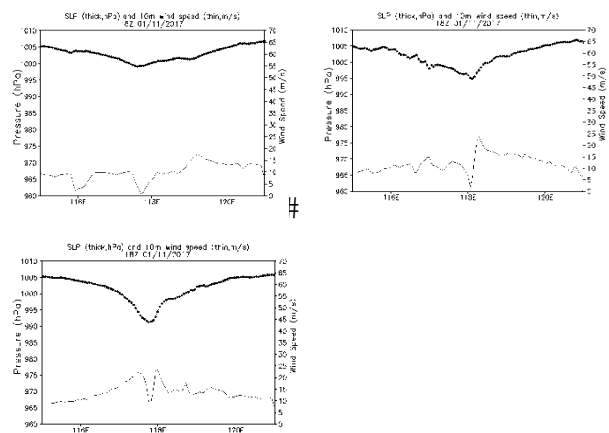


Hình 3. Bản đồ độ phản hồi vô tuyến của mô hình khi mô phỏng với lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF lúc 18Z ngày 01/11/2017



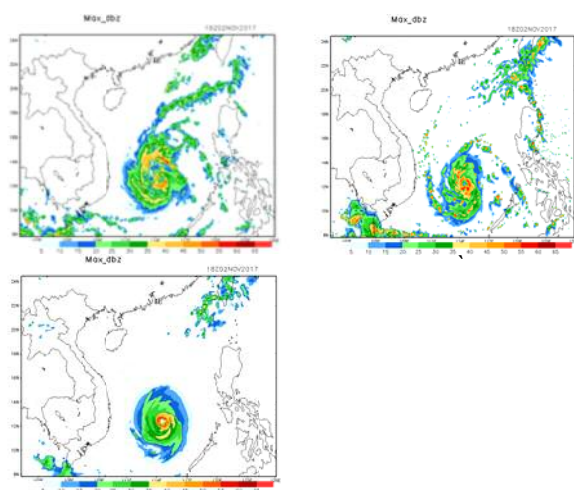
Hình 3. Bản đồ mặt cắt vĩ hướng của khí áp mực biển và tốc độ gió ở độ cao 10m lúc 18Z ngày 31/10/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF qua tâm áp thấp nhiệt đới

lưu dày kéo dài từ 8°N-14°N với độ phản hồi khá lớn từ 20-35dbz, vùng gần tâm có độ phản hồi lớn hơn từ 35 - 40dbz, đặc biệt có vùng lên tới 50 - 55dbz. Với dự báo sử dụng sơ đồ BMJ hoàn lưu của áp thấp nhiệt đới rộng hơn so với hai sơ đồ còn lại, tuy nhiên các khối mây đối lưu trong áp thấp nhiệt đới còn khá riêng rẽ, phát triển xen lẫn với những vùng không mây tạo thành dải có độ phản hồi từ 20 - 35dbz xung quanh tâm của áp thấp.



Hình 4. Bản đồ mặt cắt vĩ hướng trường khí áp mực biển và tốc độ gió ở độ cao 10m lúc 18Z ngày 01/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF qua tâm bão.

Phân tích bản đồ mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão lúc 18Z ngày 01/11/2017, trị số khí áp trung tâm tiếp tục sâu xuống. Trong trường hợp dự báo sử dụng sơ đồ BMJ, khí áp trung tâm đạt 998 mb, với sơ đồ GD là 995 mb, còn KF là 992 mb. Kết quả phân tích cho thấy, dự báo với sơ đồ KF bão mạnh hơn so với hai sơ đồ còn lại, gradient khí áp đạt 9 mb/ngày; với sơ đồ BMJ cho cường độ bão yếu nhất, gradient khí áp đạt 3mb/ngày. Tốc độ gió lớn nhất vùng gần trung tâm mạnh hơn so với ngày 31/10/2017. Phân tích trường



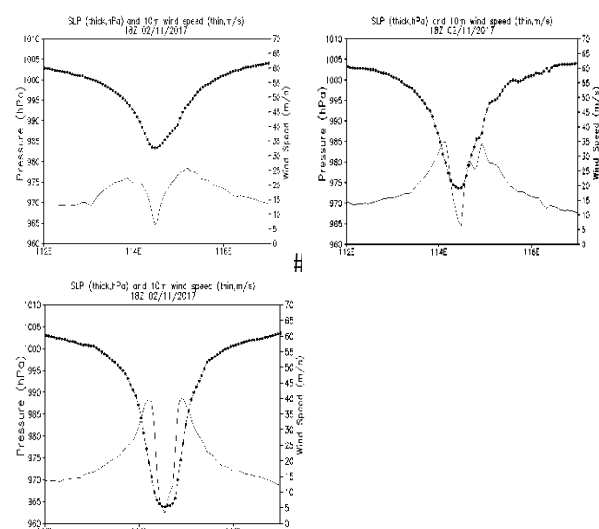
Hình 5. Bản đồ độ phản hồi vô tuyến của mô hình khi dự báo với lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF lúc 18Z ngày 02/11/2017

Phân tích hình 6, trị số khí áp tại tâm bão tiếp tục giảm xuống với tốc độ giảm nhanh hơn so với ngày 01/11. Mô phỏng với sơ đồ BMJ, trị số khí áp đạt 983 mb; sơ đồ GD đạt 973 mb; sơ đồ KF đạt 963mb. Trong ba sơ đồ, cấu trúc đối xứng hai bên thành mắt bão thể hiện khá rõ trên sơ đồ KF. Tốc độ gió cực đại tại độ cao 10m cũng tăng so với ngày 01/11. Với ba mô phỏng cũng có sự khác nhau, cụ thể sơ đồ BMJ cho kết quả tốc độ gió lớn nhất đạt 25 m/s, sơ đồ GD là 35m/s, sơ đồ KF là 40 m/s.

Lúc 12Z ngày 03/11/2017, bão số 12 di chuyển về phía tây, rìa phía tây hoàn lưu bão đã ảnh hưởng tới các tỉnh ven biển Nam Trung Bộ. Hoàn lưu bão khá tròn, tâm bão có thể nhìn khá

gió dự báo với sơ đồ GD và KF tốc độ gió mạnh lên đạt khoảng 24 m/s, với sơ đồ BMJ tốc độ gió mạnh nhất yếu hơn hai sơ đồ còn lại, đạt khoảng 17 m/s. Như vậy áp thấp nhiệt đới khi di chuyển vào biển Đông đã mạnh lên thành bão (Hình 4).

Lúc 18Z ngày 02/11/2017, bão di chuyển về phía tây, hoàn lưu bão có hình dạng tương đối tròn so với ngày 01/11. Vùng có độ phản hồi lớn từ 45 - 55dbz tập trung thành hình tròn xung quanh mắt bão (Hình 5).



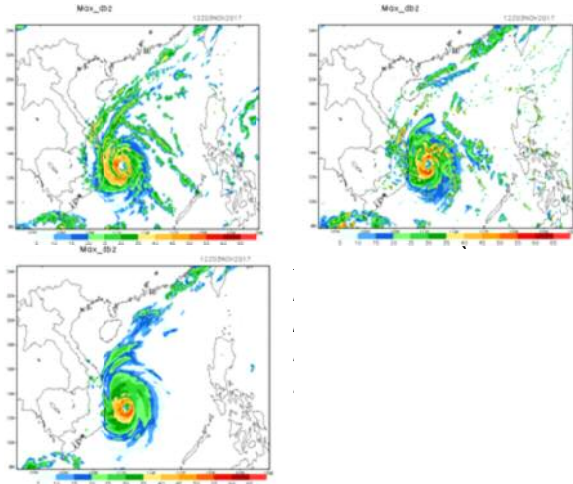
Hình 6. Bản đồ mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão trường khí áp mực biển và tốc độ gió ở độ cao 10m lúc 18Z ngày 02/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD– KF

rõ trên hình. Vùng có độ phản hồi lớn nhất từ 50 - 60 dbz nằm ở xung quanh mắt bão. Trường hợp dự báo với sơ đồ GD và KF vùng có độ phản hồi 55 - 60 dbz tập trung thành dải phía nam mắt bão, với sơ đồ BMJ vùng có độ phản hồi này chỉ phân bố ở phía tây mắt bão. Càng ra phía ngoài độ phản hồi càng nhỏ, dao động từ 25 - 40 dbz (Hình 7).

Lúc 12Z ngày 03/11/2017, trên mô phỏng với sơ đồ BMJ, bão số 12 tiếp tục mạnh lên được thể hiện qua trị số áp tiếp tục sâu xuống, vận tốc gió cực đại tại độ cao 10 m cũng tăng lên. Trị số khí áp trung tâm đạt 982 mb, tốc độ gió cực đại là 32 m/s. Trong khi đó tại mô phỏng với sơ đồ GD trị số khí áp và tốc độ gió cực đại hầu như không có

sự thay đổi so với ngày 02/11, ngoài ra cấu trúc đối xứng hai bên thành mắt bão ngày càng hoàn thiện. Mô phỏng bằng sơ đồ KF cho thấy bão đã

suy yếu. Khí áp trung tâm dày lên, đạt khoảng 972 mb, tốc độ gió cực đại vẫn duy trì 40 m/s (Hình 8).

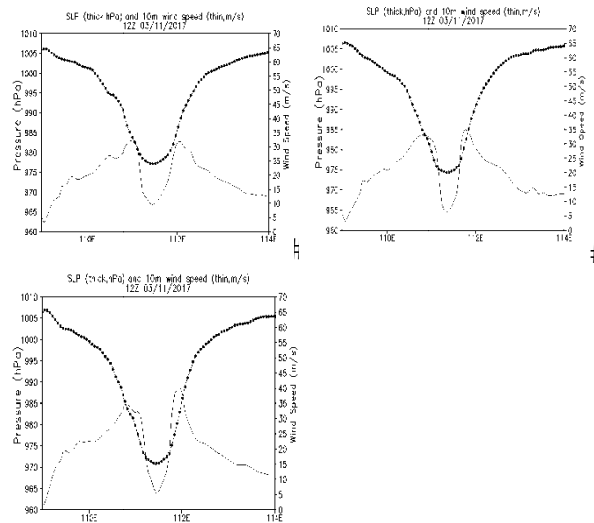


Hình 7. Bản đồ độ phản hồi vô tuyến của mô hình khi dự báo với lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF lúc 12Z ngày 03/11/2017

Lúc 06Z ngày 04/11/2017, bão số 12 tiếp tục di chuyển theo hướng tây, đổ bộ vào đất liền thuộc các tỉnh Tây Nguyên và duyên hải Nam Trung Bộ. Vùng có độ phản hồi lớn 40 - 50 dbz tập trung ở phía bắc của mắt bão, thuộc các tỉnh Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa (Hình 9). Khi bão đổ bộ vào đất liền do ma sát với địa hình và không còn được bổ sung tiềm nhiệt ngưng kết như trên đại dương nên bão đã nhanh chóng suy yếu, hoàn lưu bão không còn tròn như trong ngày 02/11 và 03/11, mắt bão cũng không còn rõ nét (Hình 9).

Khi đổ bộ vào đất liền bão số 12 đã suy yếu, cụ thể khí áp trung tâm dày lên nhanh chóng. Trong cả ba mô phỏng, khí áp tại tâm bão đạt khoảng 996, 997 mb. Tốc độ gió cũng giảm, tại cả ba mô phỏng đạt 15 m/s, đồng thời cấu trúc mắt bão tồn tại không rõ nét và sự phân bố gió hai bên thành mắt bão trở nên phức tạp khi có sự tương tác với địa hình (Hình 10).

Phân tích bản đồ mặt cắt kinh hướng qua tâm bão lúc 06Z ngày 04/11/2017 (Hình 11), trị số



Hình 8. Bản đồ mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão trường khí áp mực biển và tốc độ gió ở độ cao 10 m lúc 12Z ngày 03/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF

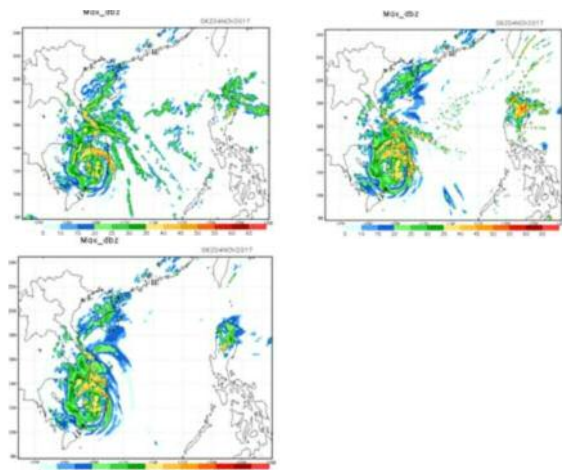
khí áp tại tâm bão tương tự như với mặt cắt vĩ hướng. Tuy nhiên, tốc độ gió phần phía bắc lớn hơn so với phần ở phía nam, đồng thời tốc độ gió cực đại không phân bố liên tục mà bị chia cắt bởi những vùng lặng gió hoặc có gió nhẹ.

3.2 Mô phỏng cấu trúc bão

Phân tích mặt cắt vĩ hướng qua tâm áp thấp nhiệt đới lúc 18Z ngày 31/10/2017 (Hình 12), tại cả ba mô phỏng tổng lượng nước ngưng kết trong mây tập trung chủ yếu ở phần phía tây. Từ 1000 mb đến 600 mb, tổng lượng ngưng kết trong mây chỉ là một cột khá nhỏ với lượng từ 0,1 - 0,4 g/kg. Từ mực 600 mb lên tới mực 100 mb, lượng nước ngưng kết trong mây tăng dần, mở rộng mạnh về phía tây. Phần phía đông chỉ là những cột mây với lượng nước ngưng kết 0,1 - 0,4 g/kg phát triển riêng rẽ, xen lẫn với những vùng không mây.

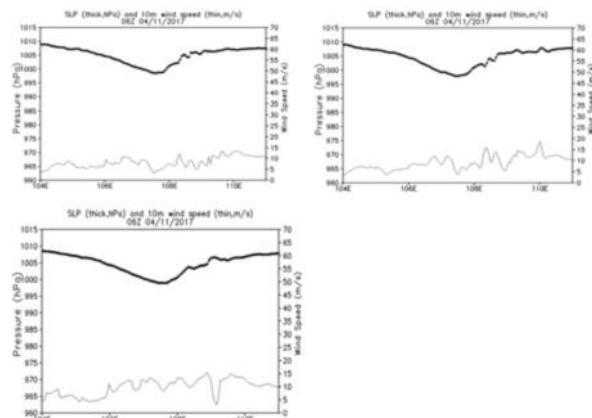
Trên mặt cắt kinh hướng (Hình 12), tổng lượng hơi nước ngưng kết trong mây chiếm phần lớn ở phần phía nam trong mô phỏng với sơ đồ BMJ và KF. Tại mô phỏng với sơ đồ GD, tổng

lượng nước ngưng kết trong mây phân bố khá đối xứng qua tâm áp thấp nhiệt đới. Tuy nhiên phần phía bắc lượng hơi nước ngưng kết lớn hơn, đặc biệt từ mực 400 - 100 mb, tồn tại vùng

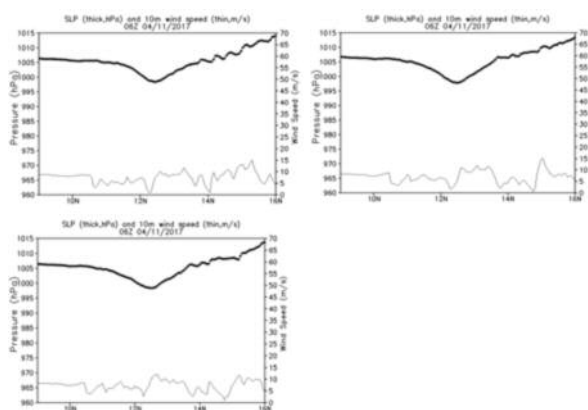


Hình 9. Bản đồ độ phân hồi vô tuyến của mô hình khi dự báo với lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF lúc 06Z ngày 04/11/2017

có lượng hơi nước ngưng kết khá lớn từ 3 - 6 g/kg. Trên cả hai mặt cắt, tốc độ gió lớn nhất đạt 15 m/s duy trì từ bề mặt tới mực 100 mb.



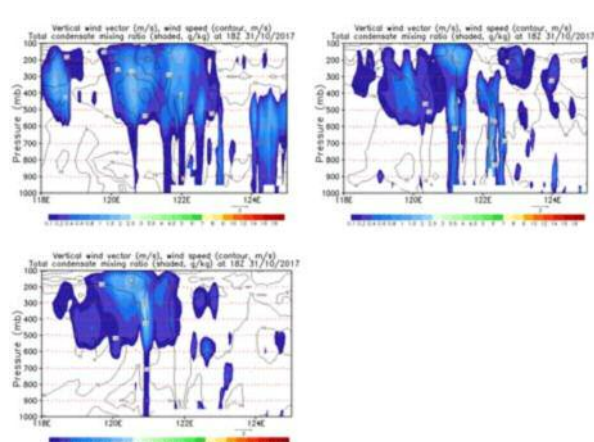
Hình 10. Bản đồ mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão trường khí áp mực biển và tốc độ gió ở độ cao 10 m lúc 06Z ngày 04/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF



Hình 11. Bản đồ mặt cắt kinh hướng qua tâm bão trường khí áp mực biển và tốc độ gió ở độ cao 10m lúc 06Z ngày 04/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF

Phân tích bản đồ mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão lúc 18Z ngày 01/11/2017 (Hình 14), mô phỏng với sơ đồ BMJ mắt bão chưa phát triển rõ rệt như với sơ đồ KF, đặc biệt là GD.

Phân tích bản đồ mặt cắt kinh hướng lúc 18Z ngày 01/11/2017 (Hình 15), ta thấy sự bất đối xứng giữa hai bên thành mắt bão ở cả ba mô

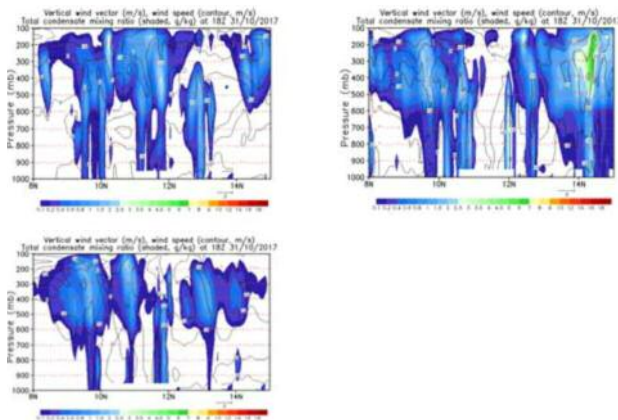


Hình 12. Bản đồ mặt cắt vĩ hướng qua tâm áp thấp nhiệt đới lúc 18Z ngày 31/10/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD - KF

phòng. Trong mô phỏng với sơ đồ tham số hóa đối lưu GD và KF, tổng hơi nước ngưng kết trong mây tập trung chủ yếu ở phần phía nam của mắt bão, được thể hiện qua cột khá dày phát triển từ bề mặt lên tới mực 100 mb. Trong sơ đồ KF, tỉ số xáo trộn ngưng kết phổ biến đạt từ 3 - 5 g/kg, còn sơ đồ GD cho kết quả tỉ số xáo trộn

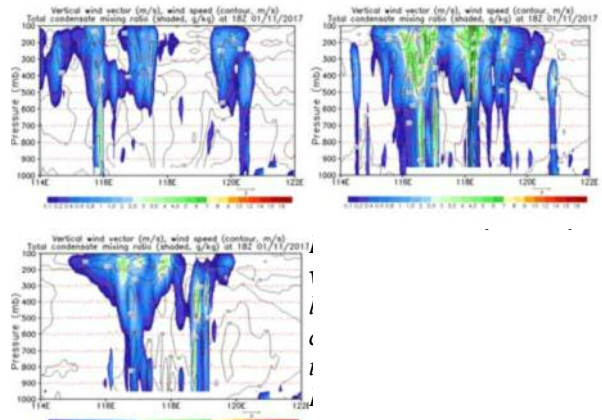
ngưng kết nhỏ hơn, đạt từ 0,4 - 1 g/kg. Vùng có tỉ số trên 3 g/kg chỉ tồn tại trên mực 400 mb tới mực 100 mb. Trong mô phỏng với sơ đồ BMJ, phần có tỉ số xáo trộn ngưng kết lớn ở phần phía bắc của mắt bão. Vùng có tỉ số xáo trộn ngưng kết đạt trên 3 g/kg phát triển từ mực 600 tới mực 100 mb. Phần phía nam của mắt bão, tỉ số xáo trộn dao động từ 0,1 - 1 g/kg. Tốc độ gió cực đại

đạt 25 m/s duy trì từ bề mặt tới trên mực 800 mb trong hai mô phỏng của sơ đồ BMJ. Trong mô phỏng với sơ đồ KF, tốc độ gió cực đại cũng đạt 20 m/s nhưng được duy trì từ bề mặt tới mực 100 mb. Trường hợp sử dụng sơ đồ GD, tốc độ gió cực đại đạt 25 m/s tại phía bắc của bão, phát triển từ mực 1000 - 700 mb.



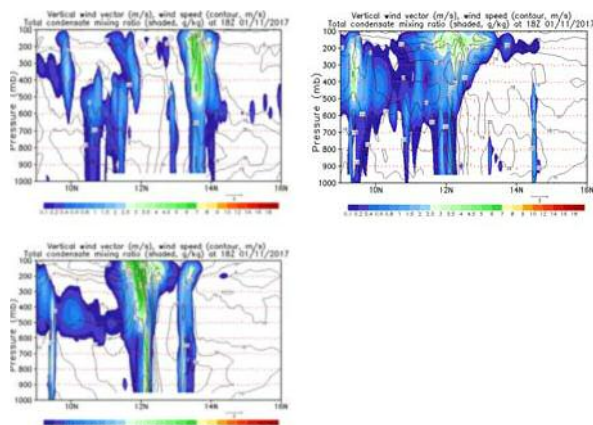
Hình 13. Bản đồ mặt cắt kinh hướng qua tâm áp thấp nhiệt đới lúc 18Z ngày 31/10/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF

Lúc 18Z ngày 02/11/2017, bão số 12 tiếp tục mạnh lên được thể hiện qua bản đồ mặt cắt kinh hướng (Hình 17) và mặt cắt vĩ hướng (3.16). Mắt bão thể hiện trên hình vẽ. Gần tâm bão các đường đẳng tốc ken xít nhau, vận tốc gió vùng gần tâm bão tăng lên. Trên mô phỏng với sơ đồ BMJ, tốc độ gió cực đại lên đến 35 m/s, sơ đồ

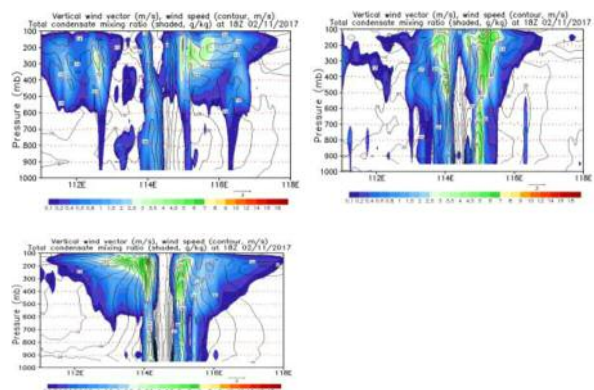


Hình 14. Bản đồ mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão lúc 18Z ngày 01/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF

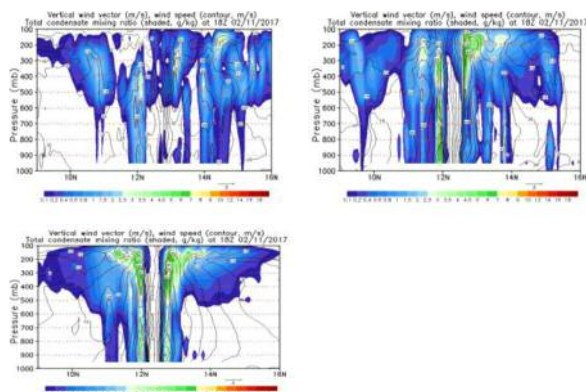
GD là 45 m/s, sơ đồ KF là 50 m/s. Cả ba mô phỏng đều cho thấy bão phát triển mạnh từ mực 600 đến 100 mb, hoàn lưu mở rộng và tổng lượng nước ngưng kết trong mây cũng tăng với lượng phổ biến từ 3 - 5 g/kg. Cấu trúc đối xứng hai bên mắt bão thể hiện rõ trên mô phỏng với sơ đồ KF.



Hình 15. Bản đồ mặt cắt kinh hướng qua tâm bão lúc 18Z ngày 01/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF

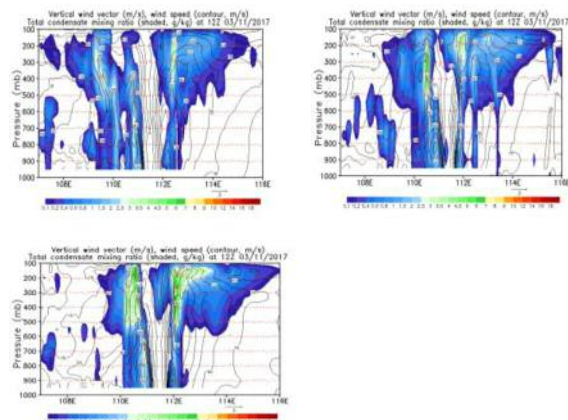


Hình 16. Bản đồ mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão lúc 18Z ngày 02/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ – GD – KF



Hình 17. Bản đồ mặt cắt kinh hướng qua tâm bão lúc 18Z ngày 02/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số đối lưu BMJ – GD – KF

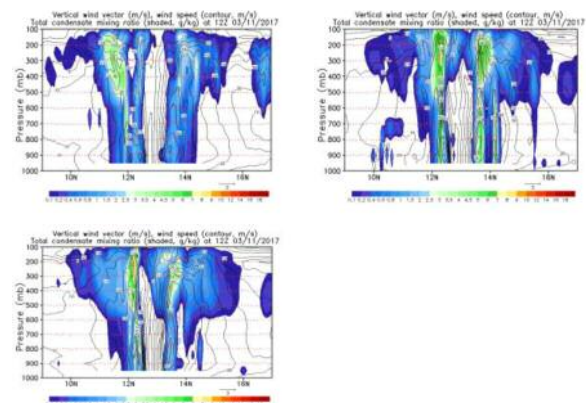
Phân tích mặt cắt kinh hướng lúc 12Z ngày 03/11/2017 (Hình 18), cấu trúc thẳng đứng của bão khá đối xứng ở cả ba mô phỏng, đặc biệt trong mô phỏng của sơ đồ BMJ. So với bản đồ mặt cắt vĩ hướng, trên bản đồ mặt cắt kinh hướng, lượng hơi nước ngưng kết trong mây lớn hơn từ bề mặt tới mực 100 mb. Với mô phỏng của sơ đồ BMJ và KF, hơi nước ngưng kết trong mây lớn hơn ở phía nam mắt bão. Cụ thể, với sơ đồ BMJ, tổng tỉ số xáo trộn ngưng kết đạt từ 1 - 2,5 g/kg từ bề mặt tới mực 800 mb. Từ mực 800 mb - 100 mb, tỉ số xáo trộn ngưng kết tăng dần, đặc biệt từ mực 500 mb - 100 mb tỉ số xáo trộn ngưng kết đạt 3 - 4,5 g/kg. Với mô phỏng bằng sơ đồ KF, tại thành mắt bão tồn tại vùng có tỉ số xáo trộn ngưng kết lớn 7 - 9 g/kg phát triển từ mực 300 mb đến 200 mb. Trên mô phỏng với sơ đồ GD, tỉ số xáo trộn ngưng kết phân bố gần đối



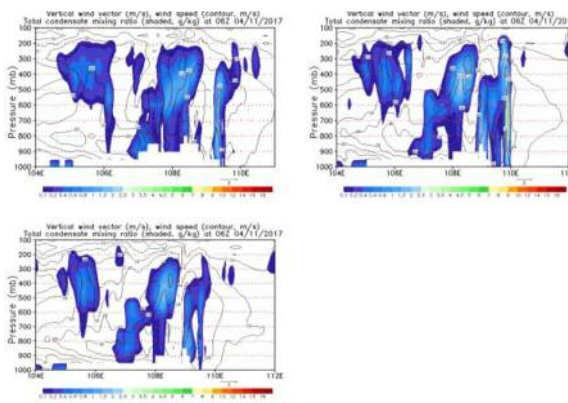
Hình 18. Bản đồ mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão lúc 12Z ngày 03/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số đối lưu BMJ – GD – KF

xứng tại hai bên thành mắt bão. Vùng gần tâm bão, tỉ số xáo trộn ngưng kết lớn nhất, đạt từ 5 - 7 g/kg phát triển từ bề mặt lên tới mực 100 mb. Phân tích trường gió, với mô phỏng bằng sơ đồ BMJ, tốc độ gió cực đại đạt 40 m/s, duy trì từ mặt đất tới trên mực 800 mb. Mô phỏng bằng sơ đồ GD, tốc độ gió cực đại lên tới 55 m/s, phát triển từ bề mặt tới mực 800 mb. Với mô phỏng sơ đồ KF, tốc độ gió cực đại đạt 55 m/s duy trì từ mặt đất tới gần mực 700 mb. Tại cả ba mô phỏng tốc độ gió cực đại đều ở vùng thành mắt bão và nằm ở phía bắc của mắt bão.

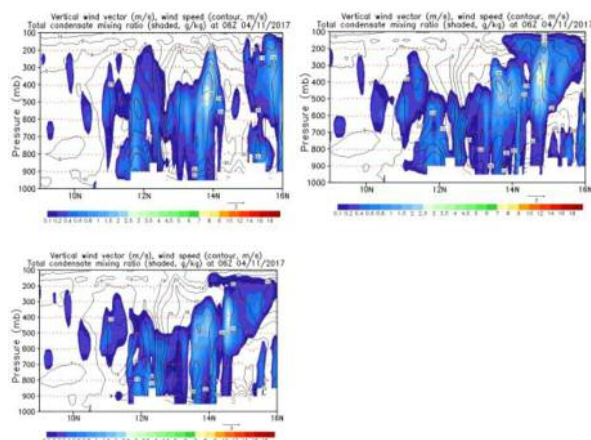
Lúc 06Z ngày 04/11/2017, hoàn lưu bão đã suy yếu, trên cả hai mặt cắt vĩ hướng (Hình 20) và kinh hướng (Hình 21) mắt bão không còn thể hiện rõ nét, sự đối xứng hai bên thành mắt bão mất đi thay vào đó là sự bất đối xứng của lượng nước ngưng kết trong mây.



Hình 19. Bản đồ mặt cắt kinh hướng qua tâm bão lúc 12Z ngày 03/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số đối lưu BMJ – GD – KF



Hình 20. Bản đồ mặt cắt vĩ hướng qua tâm bão lúc 06Z ngày 04/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số đối lưu BMJ – GD – KF



Hình 21. Bản đồ mặt cắt kinh hướng qua tâm bão lúc 06Z ngày 04/11/2017 của lần lượt ba sơ đồ tham số đối lưu BMJ – GD – KF

Trong mặt cắt kinh hướng, lượng nước ngưng kết phân bố khá lớn ở phần phía bắc của bão và phát triển lên khá cao (mức 100 mb) so với phần phía nam.

3.3 Đánh giá sai số dự báo

a. Sai số về khí áp cực tiểu (P_{min})

Phân tích bảng sai số giá trị P_{min} cho thấy, tại ngày 31/10/2017 (Bảng 1), giá trị sai số trung bình ME đều âm, trị số khí áp dự báo của mô hình đều nhỏ hơn so với quan trắc. Trong ba sơ đồ, sơ đồ BMJ cho kết quả sai số nhỏ hơn ba sơ đồ còn lại. Sai số tại các hạn dự báo đều nhỏ hơn 8mb, đặc biệt trong 24h giờ sai số đạt dưới 5 mb.

Bảng 1. Sai số của P_{min} tại các hạn dự báo của từng sơ đồ tham số hóa đối lưu trong ngày 31/10/2017

Hạn mô phỏng	ME			MAE		
	GD	KF	BMJ	GD	KF	BMJ
6h	-2	-2	-1	2	2	1
12h	-5	-5	-4	5	5	4
18h	-4	-6	-4	4	6	4
24h	-9	-10	-5	9	10	5
30h	-14	-21	-7	14	21	7
36h	-15	-26	-8	15	26	8
42h	-22	-37	-8	22	37	8
48h	-22	-46	-6	22	46	6

Phân tích bảng sai số P_{min} ngày 01/11 (Bảng 2) tại hầu hết các hạn dự báo đều cho kết quả sai số trung bình có giá trị âm, trừ kết quả hạn dự báo 42h và 48h với sơ đồ BMJ. Trong ba sơ đồ,

sơ đồ BMJ cho kết quả sai số nhỏ hơn cả. Trong hạn dự báo 6h - 42h sai số khí áp cực tiểu nhỏ hơn 5 mb, đặc biệt tại hạn 24h, 30h sai số 1mb, hạn dự báo 36h và 42h sai số là 2 mb.

Bảng 2. Sai số của P_{min} tại các hạn dự báo của từng sơ đồ tham số hóa đối lưu trong ngày 01/11/2017

Hạn mô phỏng	ME			MAE		
	GD	KF	BMJ	GD	KF	BMJ
6h	-6	-6	-5	6	6	5
12h	-4	-7	-3	4	7	3
18h	-8	-11	-3	8	11	3
24h	-8	-16	-1	8	16	1
30h	-15	-22	-1	15	22	1
36h	-19	-30	-2	19	30	2
42h	-19	-35	2	19	35	2
48h	-16	-38	9	16	38	9

Phân tích bảng sai số 3, sai số trung bình tại các hạn dự báo với sơ đồ GD và KF đều có giá trị âm, mô hình có xu hướng dự báo trị số khí áp cực tiểu nhỏ hơn so với quan trắc. Với sơ đồ BMJ sai số trung bình hầu hết có giá trị âm ngoại trừ hạn 24h đến 42h. Trong ba sơ đồ sai

số trung bình tuyệt đối của sơ đồ BMJ luôn đạt giá trị nhỏ nhất, đặc biệt trong hạn dự báo 18h và 42h, sai số là 2 mb.

Lúc 06Z ngày 04/11/2017 (Bảng 4), sai số tại các hạn dự báo hầu như đều có giá trị dương ở cả ba sơ đồ.

Bảng 3. Sai số của P_{min} tại các hạn dự báo của từng sơ đồ tham số hóa đối lưu trong ngày 02/11/2017

Hạn mô phỏng	ME			MAE		
	GD	KF	BMJ	GD	KF	BMJ
6h	-6	-8	-6	6	8	6
12h	-12	-15	-6	12	15	6
18h	-12	-21	-2	12	21	2
24h	-12	-26	6	12	26	6
30h	-17	-29	7	17	29	7
36h	-17	-31	5	17	31	5
42h	-24	-34	2	24	34	2
48h	-22	-27	-3	22	27	3

Bảng 4. Sai số của P_{min} tại các hạn dự báo của từng sơ đồ tham số hóa đối lưu trong ngày 03/11/2017

Hạn mô phỏng	ME			MAE		
	GD	KF	BMJ	GD	KF	BMJ
6h	6	5	9	6	5	9
12h	4	1	7	4	1	7
18h	-4	-6	4	4	6	4
24h	11	10	9	11	10	9
30h	6	5	7	6	5	7
36h	-3	-4	-3	3	4	3
42h	-4	-3	-3	4	3	3

b. Sai số tốc độ gió lớn nhất vùng gần tâm bão (v_{max})

Phân tích bảng 5, sai số trung bình tốc độ gió lớn nhất vùng gần tâm bão với sơ đồ BMJ tại hầu hết các hạn dự báo đều có giá trị âm, số liệu khi mô phỏng bởi mô hình đều nhỏ hơn giá trị quan trắc. Ngược lại với sơ đồ GD và KF, hầu hết các hạn dự báo đều có giá trị dương, số liệu mô

phỏng lớn hơn quan trắc. Trong ba mô phỏng, sơ đồ GD cho kết quả sai số nhỏ nhất, đặc biệt hạn 18h - 0,5 m/s, 30h - 0,7 m/s, 36h - 1 m/s.

Phân tích bảng 6, sai số tốc độ gió cực đại tại các hạn dự báo của mô hình hầu hết có giá trị âm, số liệu dự báo nhỏ hơn so với quan trắc với sai số khá lớn trừ hạn dự báo 36h hạn dự báo sai số của ba sơ đồ đều nhỏ, sai số đạt 0,2 - 0,3 m/s.

Bảng 5. Sai số tốc độ gió lớn nhất vùng gần tâm bão ngày 02/11/2017

Hạn mô phỏng	BMJ	GD	KF
6h	-11.2	-1.3	-1.9
12h	-6.3	5.9	12
18h	-18.6	0.5	10.4
24h	-23	2.6	10.7
30h	-20	0.7	7.1
36h	-25	-1	13.1
48h	-18.3	4.1	18.8

Bảng 6. Sai số tốc độ gió lớn nhất vùng gần tâm bão ngày 03/11/2017

Hạn mô phỏng	BMJ	GD	KF
6h	-16.4	-11.8	-12.6
12h	-14.5	-9	-8.4
18h	-11.7	3.2	-1.9
24h	-23.5	-22.9	-21.2
30h	-16.5	-14.4	-14.7
36h	0.2	-0.3	0.2

4. Kết luận

Qua nghiên cứu thử nghiệm mô phỏng cấu trúc cơn bão số 12 năm 2017, một số kết luận được rút ra như sau:

- Việc lựa chọn quá trình vật lý với sự tham gia của các dòng vào, dòng ra và quá trình đối lưu nông, đối lưu sâu thông qua các sơ đồ hóa đối lưu khác nhau có ảnh hưởng lớn đến chất lượng mô phỏng của mô hình. Nghiên cứu đã chỉ ra sự bất đối xứng trong trường gió và tổng lượng hơi nước ngưng kết trong mây trong giai đoạn hình thành, phát triển và tan rã của bão.

- Việc cung cấp trường ban đầu tốt hơn bao gồm tốc độ gió cực đại, giá trị khí áp cực tiểu, tọa độ tâm bão, bán kính vùng có tốc độ gió lớn nhất đã cải thiện được khả năng mô phỏng của mô hình. Giá trị sai số khi mô phỏng trường khí áp cực tiểu khá tốt với sơ đồ BMJ. Tại các hạn dự báo, sai số của sơ đồ BMJ đều có giá trị nhỏ nhất. Khi mô phỏng trường gió cực đại, sơ đồ GD cho sai số nhỏ hơn hai sơ đồ còn lại.

- Trong giai đoạn hình thành, phát triển và chín muồi của bão, mô phỏng luôn cho kết quả bão mạnh hơn so với thực tế, giá trị khí áp cực tiểu nhỏ hơn so với quan trắc, tốc độ gió cực đại lớn hơn quan trắc. Trong giai đoạn tan rã của bão, mô phỏng của mô hình cho kết quả bão yếu hơn so với quan trắc.

- Trong cấu trúc thẳng đứng của bão, hai bên thành mắt bão tập trung lượng hơi nước lớn với tốc độ gió mạnh nhất. Càng lên cao (từ mực 600 mb) lượng hơi nước ngưng kết trong mây càng lớn cho tới khoảng 300 mb, quy mô theo phương ngang càng được mở rộng. Trong giai đoạn phát triển và chín muồi của bão, tốc độ gió cực đại và tổng lượng hơi nước ngưng kết trong bão lớn, phát triển mạnh theo chiều thẳng đứng, có thể lên tới mực 200, 100 mb. Trong giai đoạn tan rã, tổng lượng hơi nước ngưng kết và tốc độ gió cực đại trong bão giảm, phát triển đến độ cao thấp hơn.

- Mô hình đã mô phỏng được cấu trúc phi đối

xứng của bão khi có sự tương tác với địa hình và không khí lạnh. Khi có sự tương tác của địa hình, không khí bị thăng lên cường bức. Nơi có sự tương tác của bão với địa hình và không khí lạnh, mây phát triển đến độ cao lớn hơn so với phần không có tương tác này.

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Hoàng Hải, Phan Văn Tân (2002), *Khảo sát ảnh hưởng của trường ban đầu hóa đến sự chuyển động của bão trong mô hình chính áp dự báo bão khu vực biển Đông*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 8 (500).
2. Bùi Hoàng Hải, Phan Văn Tân, Nguyễn Minh Trường (2005), “*Nghiên cứu lý tưởng sự tiến triển của xoáy thuận nhiệt đới bằng mô hình WRF*”, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 4 (532).
3. Bùi Hoàng Hải (2008), “*Nghiên cứu phát triển và ứng dụng sơ đồ phân tích xoáy cho mục đích dự báo chuyển động bão ở Việt Nam*”. Luận văn Tiến sĩ Khí tượng.
4. Lê Thị Hồng Vân (2009), “*Tìm hiểu và áp dụng phương pháp đồng hóa số liệu xoáy giả đối với mô hình WRF*”. Luận văn Thạc sĩ Khí tượng.
5. Nguyễn Thị Hoan (2013), “*Đánh giá vai trò ban đầu hóa xoáy trong mô hình HWRF đối với dự báo bão trên biển Đông*”, Luận văn Thạc sĩ Khí tượng.
6. Phan Văn Tân, Bùi Hoàng Hải (2004), “*Ban đầu hóa xoáy ba chiều cho mô hình MM5 và ứng dụng trong dự báo quỹ đạo bão*”. Tạp chí khí tượng thủy văn. Số 10 – 2004, tr 14 – 25.
7. Phan Văn Tân, Nguyễn Lê Dũng (2008), “*Thử nghiệm ứng dụng hệ thống WRF-VAR kết hợp với ban đầu hóa xoáy vào dự báo bão quỹ đạo bão trên biển Đông*”, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 7 (583).
8. Anderson, J. L. (2007), “*An adaptive covariance inflation error correction algorithm for ensemble filters*”. Tellus, 59A, 210–224.
9. Baek, S.-J., Hunt B. R., Kalnay E., Ott E. and Szunyogh I. (2006), “*Local ensemble Kalman filtering in the presence of model bias*”. Tellus, 58A, 293-306.
10. Byun, K.-Y., Yang J. and Lee T.-Y. (2007), *Numerical Simulation of Winter Precipitation and Its Sensitivity to Microphysics Schemes*, Asia-Pacific J. Atmos. Sci., 43, 59-75.
11. Chou, K.-H., and C.-C. Wu, Mon. Wea. Rev., 136, 865-879., (2008), *Typhoon initialization in a meoscale model-Combination of the bogused vortex and the dropwindsonde data in DOTSTAR*. Monthly wether review, 136.
12. Chih-Ying Chen, Yi-Leng Chen and Hiep Van Nguyen (2014), *The Spin-up Process of a Cyclone Vortex in a Tropical Cyclone Initialization Scheme and Its Impact on the initial TC Structure*, SOLA, Vol.X, 000-000, doi: 10.2151/sola.2013-000.
13. Du Duc Tien, Thanh Ngo-Duc, Hoang Thi Mai and Chanh Kieu (2013), *A study of the connection between tropical cyclone track and intensity errors in the WRF model*, Meteorology and Atmospheric Physics., 121: 278-300.
14. Houtekamer, P. L., Mitchell H. L., Pellerin G., Buehner M., Charron M., Spacek L. and Hansen B, (2005), *Atmospheric data assimilation with an ensemble Kalman filter: Results with real observations*. Mon. Wea. Rev., 133, 604-620.
15. Hiep Van Nguyen and Yi-Leng Chen (2011), *High-Resolution Initialization and Simulations of Typhoon Morakot (2009)*, Mon. Wea. Rev., Vol 139, DOI: 10.1175/2011MWR3505.1
16. H. G. Takahashi, Y. Fukutomi and J. Matsumoto, (2011), *The Impact of Long-lasting Northerly Surges of the East Asian Winter Monsoon on Tropical Cyclogenesis and its Seasonal March*. J. Meteor. Soc. Japan, 89A, 181 - 200.
17. Hunt BR, Kostelich E, Szunyogh I (2005), “*Efficient data assimilation for spatiotemporal*

chaos: a local ensemble transform Kalman filter”, Physica D. 230: 112-126.

18. Kieu, C. Q., and Zhang D.-L, (2010), *Genesis of Tropical Storm Eugene (2005) Associated with the ITCZ Breakdowns. Part III: Sensitivity to different genesis parameters*. J. Atmos. Sci., 67, 1745-1758.

19. Kieu Chanh, Pham Thi Minh & Hoang Thi Mai, (2013), “*An Application of the Multi-Physics Ensemble Kalman Filter to Typhoon Forecast*”. Pure Appl. Geophys. 170: 745-954.

20. Kurihara, Y., M. A. Bender, and R. J. Ross (1993), “*An initialization scheme of hurricane models by vortex specification*”, Mon. Wea. Rev., 121: 2030–2045.

21. Li, Hong, Kalnay E, Miyoshi T, Danforth CM. (2009), “*Accounting for model errors in ensemble data assimilation*”. Mon. Weather Rev. 137: 3407–3419.

22. Pu, Z. X., and S. A. Braum, (2001), *Ecaluation of bogus vortex techniques with four-dimensional variational data assimilation*. Mon. Wea. Rev., 129, 2023-2039.

23. Szunyogh I, Kostelich EJ, Gyarmati G, Kalnay E, Hunt BR, Ott E, Satterfield E, Yorke JA. (2008), “*A local ensemble transform Kalman filter data assimilation system for the NCEP global model*”. Tellus A. 60: 113-130.

24. Y. Lin and C. Lee, *Tropical Cyclone Formations in the South China Sea during the Late Season*.

25. Zou, X., and Q. Xiao, (2000), “*Studies on the initialization and simulation of mature hurricane using a variational bogus data assimilation scheme*”, J. Atmos. Sci., 57, 836-860.

Research On The Hurricane Initialization Scheme NC2011 In WRF Model To Investigate The Probability To Forecast The Intensity Of DAMREY Storm In 2017

Nguyen Binh Phong¹, Nguyen Tien Manh¹, Nguyen Van Hiep², Nguyen Van Thang³

¹Hanoi University of Natural Resources and Environment

²Institute of Geophysics

³Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

Abstract: In this paper we present some experimental results by using high-resolution initial conditions for tropical cyclone simulations (NC2011 hurricane initialization scheme) in WRF model to simulate tropical storm Damrey's structure in 2017. Three separate simulations using three different cumulus parameterizations including Betts-Miller Janjic, Kain-Fritsch and Grell-Devenyi. The results show that the minimum atmospheric pressure at the center of the storm is qualified especially with the Betts-Miller-Janjic scheme. In the development stage and maturation of the storm, the simulation model is stronger than the reality, when the storm weakened and disintegrated, simulation of the model results in weaker than reality. Studies have also shown asymmetry in the vertical structure of storms when interacting with terrain and cold air. The storm circulation interacts with the terrain, the amount of condensate water will grow to a higher altitude.

Keyword: Tropical storm, initialization scheme.