KHẢO SÁT VAI TRÒ CỦA BỘ LỌC KALMAN TỔ HỢP ĐỒNG HÓA SỐ LIỆU VỆ TINH VÀ CAO KHÔNG TRONG MÔ HÌNH WRF ĐỂ DỰ BÁO QUỸ ĐẠO VÀ CƯỜNG ĐỘ BÃO MEGI 2010 HẠN 5 NGÀY

GS. TS. **Trần Tân Tiến** - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội
ThS. **Phạm Thị Minh**, ThS. **Bùi Thị Tuyết** - Trường Đại học Tài Nguyên và Môi trường Tp. HCM
CN. **Nguyễn Văn Tín** - Phân Viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

Bài báo này trình bày các kết quả chính trong việc khảo sát vai trò của bộ lọc Kalman tổ hợp (EnKF) trong đồng hóa số liệu vệ tinh và số liệu hỗn hợp (vệ tinh+cao không) của mô hình WRF để dự báo quỹ đạo và cường độ bão Megi 2010. Kết quả thu được cho thấy, hiệu quả của bộ lọc Kalman trên bộ số liệu hỗn hợp được thể hiện rõ nhất trong việc duy trì cường độ bão sau 72 giờ và sai số quĩ đạo cũng giảm đáng kể ở hạn dự báo 120 giờ so với dùng bộ lọc Kalman trên số liệu vệ tinh. Ngoài ra, bài báo đã tiến hành các thử nghiệm khảo sát hiệu quả của bộ lọc Kalman trên yếu tố gió quan trắc. Kết quả cho thấy với bộ số liệu hỗn hợp đầy đủ gió, ẩm, nhiệt dự báo quĩ đạo bão tốt hơn và duy trì cường độ bão sau 72 giờ gần với thực hơn khi sử dụng bộ số liệu chỉ có gió. Do vậy, nếu bổ sung thêm các loại số liệu quan trắc bề mặt (trạm, trên thuyền..), số liệu rada… vào quá trình đồng hóa của bộ lọc Kalman sẽ có khả năng cải thiện được chất lượng dự báo bão ở Việt Nam.

1. Mở đầu

Các nghiên cứu gần đây về LETKF đã chứng minh khả năng đồng hóa nhiều loại quan trắc ở các qui mô khác nhau của sơ đồ đồng hóa Kalman tổ hợp [3, 4, 5, 6, 7]. Số liệu vệ tinh đồng hóa bằng LETKF ứng dụng trong mô hình WRF cải thiện đáng kể kết quả dự báo.

Mặt khác, số liệu quan trắc cao không thu thập trên các mực: 1000, 925, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100, 70, 50, 30, 20 và 10 hPa là số liệu có giá trị nó là nguồn bổ sung các thông tin quan trắc cần thiết trong quá trình đồng hóa.

Ngoài ra, bão là hiện tượng thời tiết có tính bất định cao, nên việc dự báo quỹ đạo và cường độ bão vẫn còn là thách thức đối với các nhà khí tượng, nhất là dự báo bão hạn 5 ngày. Do vậy, chúng tôi bổ sung thêm số liệu cao không vào quá trình đồng hóa số liệu gió vệ tinh của hệ thống LETKF ứng dụng trong mô hình WRF để dự báo quĩ đạo và cường độ cơn bão Megi hạn 5 ngày.

2. Thuật toán LETKF

Ý tưởng chính của thuật toán LETKF là sử dụng ma trận tổ hợp nền như một toán tử chuyển đổi từ không gian mô hình được căng bởi các điểm lưới trong khu vực địa phương đã chọn sang không gian tổ hợp được căng bởi các thành phần tổ hợp, và thực hiện phân tích trong không gian tổ hợp này ở mỗi điểm lưới.

Tổ hợp phân tích x^a cuối cùng được thực hiện:

$$\mathbf{x}^{a(i)} = \bar{\mathbf{x}}^b + \mathbf{X}^b\{\overline{\mathbf{w}}^a + [(k-1)\widehat{\mathbf{P}}^a]^{1/2}\}$$

Trong đó, $\bar{\mathbf{x}}^b$ ma trận trung bình tổ hợp; $\mathbf{X^b}$ ma trận nhiễu tổ hợp; $\widehat{\mathbf{P}}^a$ ma trận tương quan sai số phân tích và $\overline{\mathbf{w}}^a$ là ma trận trọng số trong không gian tổ hợp.

3. Mô tả thí nghiệm

Miền lưới thiết kế cho thử nghiệm dự báo cơn bão Megi là lưới lồng gồm 2 miền (36/12 km), miền lưới 1 gồm 203x203 điểm lưới và miền lưới 2 là 181x181 với tâm miền tính cố định ở 120^0E và 18^0N, sử dụng trong mô hình WRF phiên bản 3.1.1. Điều kiện biên được cập nhật 6 giờ một lần từ mô hình dự báo toàn cầu GFS. Ngoài ra số liệu cao không và số liệu vệ tinh được lấy trên internet [9] trong đó bổ sung thêm một số trạm cao không trên khu vực Việt Nam.

Để đánh giá vai trò của lọc Kalman tổ hợp đồng hóa số liệu vệ tinh và cao không trong dự báo bão, bái báo tiến hành thử nghiệm dự báo cơn bão Megi 2010 với hạn 5 ngày theo 2 trường hợp: a) dự báo tất định với điều kiện ban đầu và điều kiện biên từ mô hình toàn cầu GFS (CTL); b) dự báo tổ hợp với điều kiện ban đầu được tạo ra từ LETKF đồng hóa số liệu vệ tinh (CIMSS) và đồng hóa số liệu hỗn hợp vệ tinh và cao không (MIX).

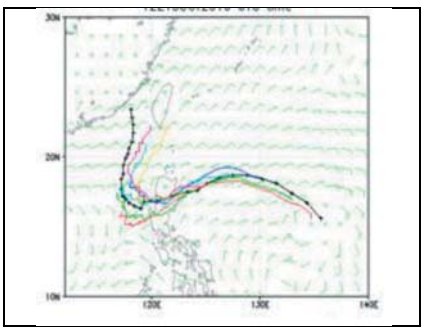
4. Kết quả và thảo luận

a. Dự báo tất định

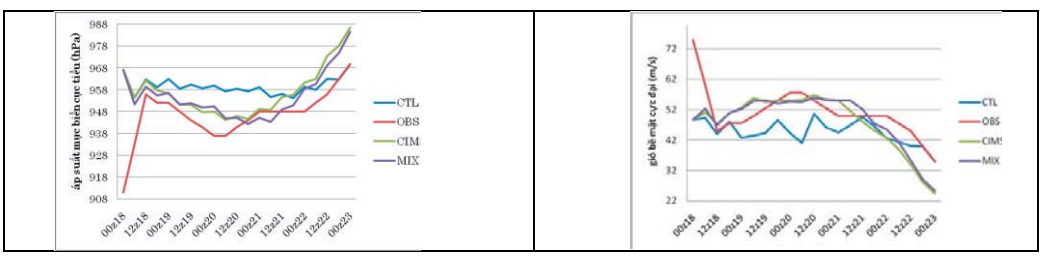
Trong dự báo tất định, chúng tôi tiến hành dự báo cơn bão Megi hạn 5 ngày với thời điểm bắt đầu dự báo là 12 giờ ngày 15, đến 00 giờ ngày 18/10/2010 (cách nhau 12 giờ). Trong chuỗi thử nghiệm trên, sai số quĩ đạo bão lúc 00 giờ ngày 18 là 340 km, trường hợp có sai số lớn nhất (hình 1) và lệch đông so với quỹ đạo thực. Sai số dự báo lớn trong trường hợp CTL là do dòng môi trường qui mô lớn không được mô phỏng tốt trong mô hình và một phần do sai số nội tại của mô hình [4]. Còn độ lệch đông của quỹ đạo dự báo là đặc điểm chung của sản phẩm dự báo trong hầu hết các mô hình dự báo toàn cầu [8].

Như vậy, để giảm sai số dự báo quỹ đạo bão cần hiệu chỉnh lại dòng môi trường qui mô lớn thông qua việc bổ sung các thông tin quan trắc vào trường ban đầu của mô hình. Vấn đề này sẽ được thực hiện được trong việc đồng hóa đồng thời số liệu vệ tinh và số liệu cao không.

Về cường độ bão của trường hợp CTL được thể hiện qua giá trị áp suất mực biển cực tiểu tại tâm bão (PMIN) và tốc độ gió bề mặt cực đại (VMAX) trên hình 2.



Hình 1. Quĩ đạo cơn bão Megi quan trắc (màu đen) và dự báo tất định với thời điểm bắt đầu dự báo lúc 12Z15 (đỏ); 00Z16 (xanh lá cây); 12Z16 (xanh dương); 00Z17 (xanh da trời); 12z17 (hồng); và 00Z18 (vàng)



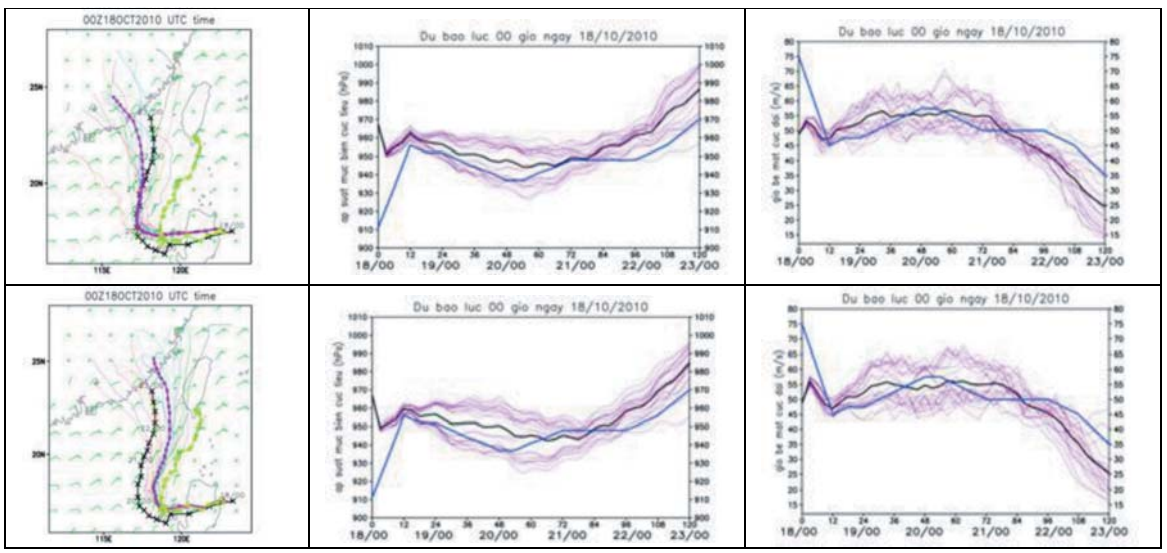
Hình 2. Biến trình áp suất mực biển cực tiểu, quan trắc (đỏ) và dự báo tất định (CTL- xanh dương) và dự báo tổ hợp (CIMSS-xanh lá cây; MIX-tím)(trái); (phải) tương tự hình (a) với biến trình gió bề mặt cực đại. Thời điểm bắt đầu dự báo 00 giờ ngày 18/10/2010

Hình 2 cho thấy khoảng 12 giờ đầu tiên, chênh lệch giữa giá trị PMIN dự báo và quan trắc lớn. Đối với giá trị VMAX cũng tương tự, điều này là do xoáy ban đầu được dự báo từ mô hình toàn cầu là thiên thấp khá nhiều so với quan trắc, cụ thể ở Tây Bắc Thái Bình Dương kết quả dự báo cường độ trung bình của mô hình toàn cầu thấp hơn từ 30% -35% so với quan trắc. Từ hạn dự báo 2 trở lên, kết quả dự

báo cường độ của CTL phản ánh sự mạnh lên cũng như yếu đi của bão không rõ (hình 2).

b. Dự báo với hệ thống đồng hóa LETKF

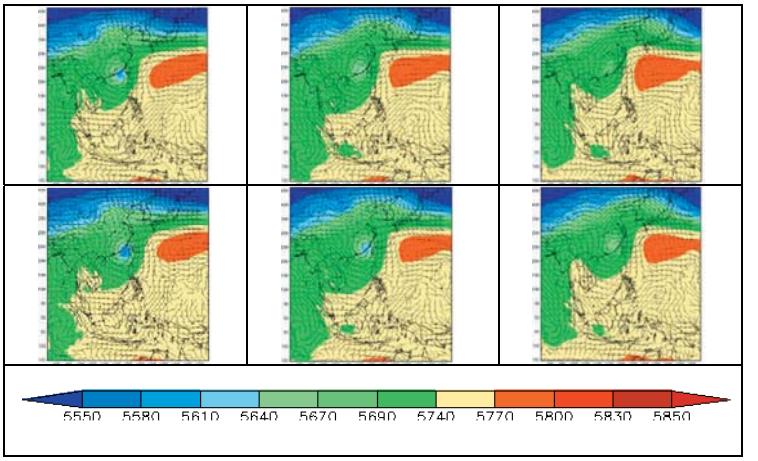
Hình 3 chỉ ra kết quả dự báo quĩ đạo cơn bão Megi của CIMSS và MIX với thời điểm bắt đầu dự báo lúc 00 giờ (UTC) ngày 18/10/2010. Qua đó cho thấy trong cả 2 trường hợp quỹ đạo bão đều giảm độ lệch đông và có sai số nhỏ hơn CTL. Trong đó, CIMSS sau hạn dự báo 3 ngày, quỹ đạo bão lệch về phía tây so với thực tế và có sai số hạn dự báo 5 ngày là 259 km. Còn quỹ đạo bão của MIX sau khi đổi hướng, quỹ đạo bão gần như song song với quỹ đạo thực với sai số quỹ đạo hạn 5 ngày là 179 km. Tuy nhiên, ở hạn dự báo 3 ngày sai số quỹ đạo CIMSS nhỏ hơn so với MIX. Như vậy, số liệu vệ tinh được đồng hóa trong hệ thống LETKF có thể giúp cải thiện kỹ năng dự báo quỹ đạo ở hạn 3 ngày. Do vậy số liệu cao không tuy chỉ phân bố trên đất liền nhưng ngoài trường gió còn có trường nhiệt và ẩm, nên việc bổ sung thêm số liệu cao không vào quá trình đồng hóa số liệu vệ tinh có thể tác động đến kết quả dự báo quỹ đạo bão ở hạn 5 ngày. Để làm sáng tỏ điều này, chúng tôi so sánh sự khác biệt trong dòng môi trường quy mô lớn giữa CIMSS và MIX.



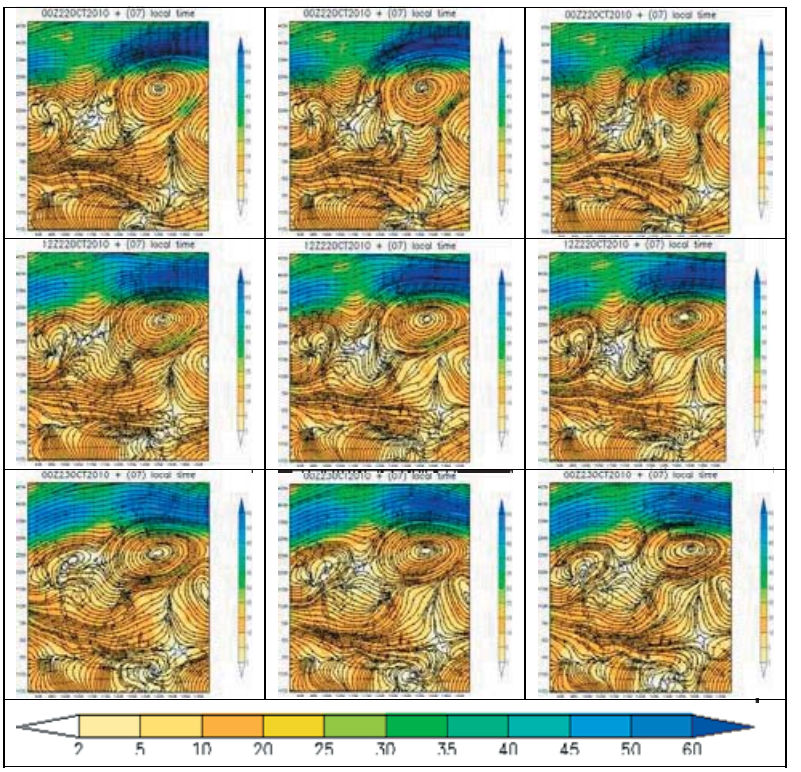
Hình 3. Quỹ đạo bão trung bình tổ hợp (tím), quan trắc (đen), các thành phần tổ hợp (mảnh tím), và CTL (xanh lá cây) của cơn bão Megi của CIMSS (hình(a) và của MIX (hình b), và biến trình khí áp mực biển cực tiểu của các thành phần tổ hợp (mảnh tím), trung bình tổ hợp (đen), và quan trắc (xanh dương), CIMSS (hình a giữa) và của MIX (hình b giữa). Hình (a phải) tương tự hình (a giữa) với gió bề mặt 10 m cực đại. Bắt đầu dự báo lúc 00 giờ ngày 18/10/2010

Do phần lớn quỹ đạo bão trong vùng Tây Bắc Thái Bình Dương được quyết định bởi sự tranh chấp giữa rãnh vĩ độ trung bình trên miền trung Trung Quốc đến phía đông của cao nguyên Tây Tạng và áp cao đới Thái Bình Dương nên chúng tôi xem xét sự khác biệt của áp cao này cũng như rãnh gió tây ở miền trung của Trung Quốc của CIMSS và MIX. Mặt khác, do quỹ đạo bão CIMSS lệch tây so với thực tế sau hạn dự báo 3 ngày, trong khi quỹ đạo bão của MIX vẫn lệch đông so với thực tế. Vì vậy, sự khác biệt về dòng môi trường giữa CIMSS và MIX sẽ thấy rõ nhất ở hạn dự báo dài hơn 3 ngày.

Hình 4 biểu diễn trường độ cao địa thế vị mực 500 hPa của CIMSS (hình 4 trên) và MIX (hình 4 dưới) tại các thời điểm dự báo 00 UTC 22, 12 UTC 22, và 00 UTC 23. Từ hình 4 ta thấy, CIMSS mô phỏng áp cao Thái Bình Dương lấn về phía tây nhiều hơn so với MIX. Cụ thể, lúc 12 UTC 22 và 00 UTC 23 đường đẳng cao 580 dam đạt tới kinh tuyến 127^0Eở trường hợp CIMSS, trong khi đó sống của đường đẳng cao này chỉ đạt tới kinh tuyến 130^0E trong trường hợp MIX.



Hình 4. Trường độ cao địa thế vị mực 500 hPa, của CIMSS (trên) và của MIX (dưới), lúc 00 UTC 22 (trái), 12 UTC 22 (giữa) , và 00 UTC 23(phải) . Và trường gió ở mực tương ứng



Hình 5. Bản đồ đường dòng mực 200 hPa của CIMSS (trái) và của MIX (giữa), của MIXNO (phải), lúc 00 UTC 22 (a), 12 UTC 22 (b), và 00 UTC 23 (c). Cùng độ lớn tốc độ gió ở mực tương ứng

Như vậy sự mở rộng hoạt đọng của áp cao Tây Thái Bình Dương sang phía tây của CIMSS tương ứng với gió đông nam ở rìa phía nam của áp cao này tác động trực tiếp đến hướng di chuyển của bão làm cho quỹ đạo bão của CIMSS lệch về phía tây so với thực tế. Ngược lại, đối với MIX, áp cao đới Thái Bình Dương không lấn nhiều về phía tây, nên quỹ đạo của bão vẫn giữ được độ lệch đông so với thực tế. Còn trường hợp CTL thì từ hạn dự báo 3 ngày trở đi không còn thể hiện ảnh hưởng của áp cao Thái Bình Dương. Điều này giải thích cho độ lệch đông lớn của quỹ đạo bão của CTL (hình 1).

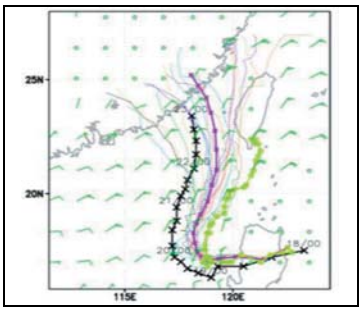
Ở mực 200 hPa chúng ta thấy rõ ảnh hưởng của rãnh gió tây đang lấn sâu về phía nam trong cả CIMSS và MIX. Tuy nhiên, rãnh gió tây của MIX lấn về phía đông nam nhiều hơn so với CIMSS, cụ thể từ lúc 00 UTC 22, rãnh gió tây trong của MIX liên tục lấn về phía đông nam, xuống gần 15^0N và 110^0E,

trong khi rãnh gió tây của CIMSS chỉ đạt tới 18^0N và 107^0E. Chính vì sự ảnh hưởng của rãnh gió tây trên cao này đã góp phần làm giảm độ lệch tây quỹ đạo dự báo của MIX.

Trong dự báo cường độ, hình 3a (giữa và phải), 3b (giữa và phải) cho thấy cường độ dự báo trung bình tổ hợp mạnh lên đáng kể trong cả 2 trường hợp CIMSS và MIX so với CTL. Một điều dễ thấy là các dự báo thành phần được phân đôi (cường độ mạnh và yếu) bắt đầu sau 24 giờ dự báo đầu tiên. Trong đó các thành phần cho kết quả dự báo cường độ cao có điểm chung là sự tham gia của sơ đồ tham số hóa đối lưu Kain-Fritsch (kết hợp với các sơ đồ vật lý khác nhau), còn ½ thành phần tổ hợp cho dự báo cường độ yếu là có sự hiện diện của sơ đồ tham số hóa đối lưu BMJ. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của tác giả Kiều và cộng sự 2012 [4] và các nghiên cứu trước đây về độ nhạy dự báo cường độ xoáy thuận nhiệt đới [1]. Ngoài ra, ta có thể thấy cường độ trung bình tổ hợp trong trường hợp MIX mạnh lên đáng kể so với trường hợp CIMSS từ lúc 12 UTC ngày 20 trở đi. Sự tăng lên đáng kể trong dự báo cường độ trường hợp MIX sẽ được thấy rõ hơn ở hình 2.

Trên hình 2, biến trình của PMIN cũng như VMAX trong các thử nghiệm tổ hợp thể hiện được sự mạnh lên và yếu đi của bão rõ hơn so với CTL. Trong đó, trước hạn dự báo 3 ngày thì biến trình PMIN và VMAX của CIMSS và MIX chênh lệch ít. Kết quả này có thể là vì ở hạn dự báo 3 ngày và trước hạn dự báo 3 ngày ảnh hưởng của số liệu cao không dường như không nhiều. Nhưng sau hạn dự báo 3 ngày ta thấy cường độ bão trung bình tổ hợp của MIX mạnh lên đáng kể và có xu thế và độ lớn gần với giá trị quan trắc hơn so với CIMSS (hình 2). Mặc dù trong cả CIMSS và MIX đều không có ban đầu hóa xoáy (cài xoáy giả) và sai số nội tại của mô hình được khắc phục bằng việc sử dụng các thành phần tổ hợp đa vật lý, nhưng MIX cho thấy dự báo cường độ tốt hơn so với dự báo cường độ của CIMSS ở các dự báo hạn dài. Như vậy, số liệu nhiệt và ẩm trong số liệu cao không có tác động đến kỹ năng dự báo cường độ cũng như quỹ đạo cơn bão Megi.

Để phân biệt vai trò nhiệt, ẩm trong số liệu cao không đến kỹ năng dự báo cường độ và quỹ đạo bão, chúng tôi tiến hình một thử nghiệm khác, trong đó số liệu nhiệt, ẩm của số liệu cao không được loại bỏ hoàn toàn, chỉ giữ lại số liệu gió và đồng hóa đồng thời gió vệ tinh và gió cao không dự báo cơn bão Megi hạn 5 ngày (ký hiệu: MIXNO).



Hình 6. Quỹ đạo bão trung bình tổ hợp của MIXNO (tím), quan trắc (đen), các thành phần tổ hợp (mảnh tím), dự báo tất định (xanh lá cây)

Kết quả dự báo quỹ đạo của MIXNO được đưa ra trong hình 6. Nhìn chung, quỹ đạo dự báo bão trong trường hợp MIXNO có hướng di chuyển và độ lệch đông gần tương đồng với MIX, nhưng sai số quỹ đạo lớn hơn so với MIX. Kết quả này là do ảnh hưởng của rãnh gió tây (mực 200 hPa) trường hợp MIXNO (hình 5- phải) lấn về phía đông nam nhiều hơn so với rãnh gió tây trường hợp MIX (hình 5 – giữa), do đó làm quỹ đạo bão trường hợp MIXNO lệch đông nhiều hơn so với quỹ đạo bão trường hợp MIX. Nhưng sai số quỹ đạo trường hợp MIXNO nhỏ hơn so với sai số quỹ đạo trong trường hợp CIMSS ở hạn 5 ngày. Kết quả này cho thấy, việc bổ sung thêm gió của số liệu cao không vào quá trình đồng hóa đã cải thiện phần nào kết quả dự báo quỹ đạo cơn bão Megi ở hạn 5 ngày. Còn cường độ bão trong trường hợp MIXNO tăng nhẹ so với cường độ bão trong trường hợp MIX (hình 7).

Hình 7 cho thấy, biến trình PMIN và VMAX của MIXNO thay đổi một chút so với biến trình PMIN và VMAX của MIX. Nhưng ở một số thời điểm MIXNO dự báo cường độ bão mạnh lên nhẹ so với MIX, đặc biệt là ở hạn dự báo 1 ngày, 2 ngày và 3 ngày. Như vậy ở các hạn dự báo ngắn số liệu cao không vẫn tác động đến kết quả dự báo bão, đặc biệt là dự báo cường độ. Tuy nhiên về độ lớn, cường độ bão của MIX vẫn gần với giá trị quan trắc hơn so với MIXNO ở các hạn dự báo ngắn. Còn đối với các hạn dự báo dài hơn 3 ngày, kết quả dự báo cường độ của MIXNO và MIX không khác nhau nhiều cả về xu thế lẫn độ lớn (hình 7).



Hình 7. Tương tự hình 2, thêm biến trình PMIN (trái) và VMAX (phải) trong trường hợp MIXNO (xanh da trời)

Hình 7 cho thấy, biến trình PMIN và VMAX của MIXNO thay đổi một chút so với biến trình PMIN và VMAX của MIX. Nhưng ở một số thời điểm MIXNO dự báo cường độ bão mạnh lên nhẹ so với MIX, đặc biệt là ở hạn dự báo 1 ngày, 2 ngày và 3 ngày. Như vậy ở các hạn dự báo ngắn số liệu cao không vẫn tác động đến kết quả dự báo bão, đặc biệt là dự báo cường độ. Tuy nhiên về độ lớn, cường độ bão của MIX vẫn gần với giá trị quan trắc hơn so với MIXNO ở các hạn dự báo ngắn. Còn đối với các hạn dự báo dài hơn 3 ngày, kết quả dự báo cường độ của MIXNO và MIX không khác nhau nhiều cả về xu thế lẫn độ lớn (hình 7).

5. Kết luận

Bài báo này đã khảo sát vai trò của bộ số liệu hỗn hợp cao không và vệ tinh trong dự báo quỹ đạo và cường độ cơn bão Megi. Các kết quả phân tích cho thấy, khi đồng hóa bộ số liệu hỗn hợp bằng lọc Kalman tổ hợp ứng dụng trong mô hình WRF, đã cho phép cải thiện dòng môi trường qui mô lớn, nên kết quả dự báo quỹ đạo bão được cải thiện đáng kể. Đồng hóa đồng thời hai loại số liệu vệ tinh và cao không có tác động tích cực trong việc nâng cao kỹ năng dự báo cường độ bão ở các hạn dự báo dài hơn 3 ngày. Như vậy, ngoài tác động của các thành phần tổ hợp đa vật lý, cường độ bão còn chịu ảnh hưởng của các thông tin quan trắc được bổ sung trong trường đầu vào của mô hình. Kết quả này mở ra một thuận lợi mới trong việc nâng cao kỹ năng dự báo cường độ bão, khi sử dụng lọc Kalman tổ hợp đồng hóa hầu hết các loại số liệu quan trắc hiện có.

Yếu tố nhiệt và ẩm có tác động đến kết quả dự báo quỹ đạo bão là chính còn tác động đến cường độ bão không lớn. Một cách tổng thể, bộ số liệu hỗn hợp đủ nhiệt ẩm gió (vệ tinh và cao không) cải thiện đáng kể kết quả dự báo quỹ đạo và cường độ bão trên biển Đông.

Tài liệu tham khảo

1. Davis, C., L. F. Bosart, 2002: Numerical simulations of the genesis of Hurricane Diana (1984). Part II: sensitivity of track and intensity prediction. Mon. Wea. Rev., 130, 1100–1124.

2. Hunt BR, Kostelich E, Szunyogh I. 2005. Efficient data assimilation forspatiotemporal chaos: a local ensemble transform Kalman filter. Physica D. 230:112-126.

3. Hunt, B. R., E. J. Kostelich, and I. Szunyogh, 2007: Efficient data assimilation for spatiotemporal chaos: A local ensemble transform Kalman Filter. Physica D, 230, 112–126.

4. Kieu, C.Q., Truong, N.M., Mai, H.T., and Ngo-Duc, T. (2012). Sensitivity of the Track and Intensity Forecasts of Typhoon Megi (2010) to Satellite-Derived Atmosphere Motion Vectors with the Ensenble Kalman filter. J. Atmos. Oceanic Technol., 29, 1794-1810.

5. Li, Hong, Kalnay E, Miyoshi T, Danforth CM. 2009. Accounting for model errors in ensemble data assimilation. Mon. Weather Rev.137: 3407–3419.

6. Miyoshi T., and Yamane, S. 2007. The Gaussian Approach to Adaptive Covariance Inflation and Its Implementation with the Local Ensemble Transform Kalman Filter. Mon. Weather Rev.139: 1519-1535.

7. Miyoshi T., and Kunii, M. 2012. The Local Ensenble Transform Kalman Filter with the Weather Rearch and Forecasting Model: Experiments with Real Observation. Pure Appl. Geo-phy., 169, 321-333.

8. Peng, J., Y. Zhu, and R. Wobus, 2011: EMC multi-model ensemble TC track forecast. The 5th NCEP Ensemble User Workshop, May 11-15, Maryland.

9. http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html và http://tropic.ssec.wisc.edu/archive/

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ NHẬN THỨC VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI TỈNH THANH HÓA NHẰM GÓP PHẦN ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ CHO KHU VỰC VEN BIỂN

Bảo Thạnh, CN. **Lê Ánh Ngọc**, ThS. **Phạm Thanh Long**
Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường Phía Nam

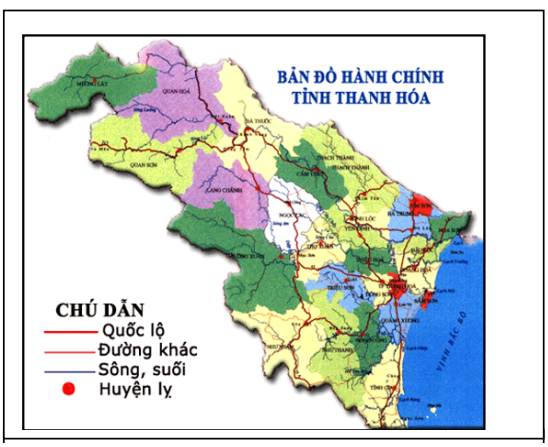
Thanh Hóa là tỉnh ven biển có đường bờ biển dài và đang có mức độ tăng trưởng kinh tế đáng kể. Trong thời gian vừa qua, biến đổi khí hậu (BĐKH) đã tác động đối với tỉnh Thanh Hóa như sự tăng lên của nhiệt độ, xâm nhập mặn do nước biển dâng, sự gia tăng các hiện tượng thời tiết cực đoan. Song song với việc c nghiên cứu khoa học về tác độngcủa BĐKH đối với các lĩnh vực của tỉnh, cần phải đánh giá mức độ nhận thức của người dân về BĐKH và tác động của BĐKH.

1. Một số tác động của BĐKH đối với tỉnh Thanh Hóa

Thanh Hoá là tỉnh nằm ở vùng Bắc Trung Bộ có tọa độ địa lý từ 19^{0}23' đến 20^{0}30' vĩ độ Bắc, 104^{0}23' đến 106^{0}30' kinh độ Đông. Diện tích tự nhiên 1.112.032,83 ha, chiếm 3,37% tổng diện tích tự nhiên của cả nước.

Hiện tại quy mô nền kinh tế tỉnh chưa tương xứng với quy mô và tiềm năng phát triển của tỉnh; thu nhập của dân cư thấp, đời sống của nhiều khu vực dân cư, đặc biệt là ở các vùng cao, vùng xa còn nhiều khó khăn. Năm 2010 tổng sản phẩm trong tỉnh mới đạt 51,392 tỷ đồng, chiếm 3% tổng GDP cả nước.

Cùng với tốc độ tăng trưởng, cơ cấu kinh tế của Thanh Hoá cũng từng bước chuyển dịch theo hướng tiến bộ hơn, tỷ trọng công nghiệp - xây dựng trong tổng GDP có xu hướng tăng lên và tỷ trọng nông lâm ngư nghiệp giảm dần.



Hình 1. Bản đồ hành chính tỉnh Thanh Hóa

a. Tác động của BĐKH

- Nhiệt độ: Theo số liệu quan trắc từ năm 1980-2009, nhiệt độ trung bình tại Thanh Hóa có xu hướng tăng với tốc độ 0,011^{0}C/năm.

Kết quả tính toán kịch bản BĐKH B2 và A1FI cho thấy nhiệt độ có xu hướng tăng dần theo các giai đoạn năm với mức tăng từ 1,3 – 2,2^{0}C vào năm 2050 và tăng từ 2,4 - 3,3^{0}C vào năm 2100. Về phân bố thay đổi nhiệt độ trung bình trong tương lai,có sự khác nhau giữa các khu vực trong tỉnh, tăng dần từ khu vực ven biển đến khu vực miền núi của tỉnh.