

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ THỐNG DỰ BÁO TỔ HỢP THỜI TIẾT NGẮN CHO KHU VỰC VIỆT NAM DỰA TRÊN CÁCH TIẾP CẬN ĐA MÔ HÌNH ĐA PHÂN TÍCH

PHẦN II. KẾT QUẢ ĐÁNH GIÁ DỰ BÁO TRUNG BÌNH TỔ HỢP

NCS. Võ Văn Hòa, TS. Lê Đức, ThS. Đỗ Lệ Thủy, ThS. Dư Đức Tiến

CN Nguyễn Mạnh Linh, CN Nguyễn Thanh Tùng

Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương

Phần I của bài báo này đăng trên tạp chí số tháng 3/2012 đã trình bày về phương pháp luận xây dựng hệ thống dự báo tổ hợp thời tiết hạn ngắn (SREPS) cho khu vực Việt Nam. Bài báo này trình bày một số kết quả đánh giá dự báo trung bình tổ hợp (EM) dựa trên 20 dự báo thành phần của SREPS. Các kết quả đánh giá và phân tích kỹ năng dự báo trung bình tổ hợp được thực hiện cho một số yếu tố dự báo bề mặt như mưa, nhiệt độ ở độ cao 2 mét, ... và trên cao như độ cao địa thế vị, gió, độ ẩm, ... và cho dự báo quỹ đạo bão. Nói chung, các kết quả đánh giá cho thấy dự báo trung bình tổ hợp từ hệ thống SREPS có kỹ năng dự báo tốt hơn tất cả các dự báo thành phần tại hầu hết các hạn dự báo và biến dự báo. Tuy nhiên, đối với dự báo mưa, kỹ năng dự báo tốt chỉ được tìm thấy tại các ngưỡng mưa nhỏ và vừa. Dự báo quỹ đạo bão từ SREPS cũng cho thấy kỹ năng tốt và hứa hẹn có thể áp dụng vào dự báo nghiệp vụ.

1. Mô tả tập số liệu nghiên cứu và phương pháp đánh giá

Để phục vụ việc xây dựng, thử nghiệm và đánh giá chất lượng dự báo của hệ thống SREPS, trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành thu thập, xử lý và sao lưu các nguồn số liệu gồm số liệu quan trắc bề mặt (synop) và trên cao (temp) của tất cả các trạm quan trắc trên lãnh thổ Việt Nam và các nước lân cận (nằm trong miền dự báo của SREPS), số liệu tái phân tích JRA25 trên lưới 1.25 độ và số lượng mưa ước lượng từ vệ tinh QMORPH. Riêng các nguồn số liệu của 5 mô hình NWP toàn cầu được lựa chọn để phục vụ quá trình thử nghiệm dự báo của hệ thống SREPS trong 3 năm (2008-2010). Bên cạnh 4 nguồn số liệu nói trên, trong nghiên cứu này, chúng tôi cũng tiến hành thu thập số liệu quan trắc bão của JMA để phục vụ đánh giá chất lượng dự báo quỹ đạo bão từ hệ thống SREPS. Cụ thể, tổng số cơn bão trong 3 năm thử nghiệm là 34 (năm 2008 là 13, 2009 là 13 và 2010 là 8 cơn) với tổng số trường hợp được dự báo là 120 trường hợp (chỉ bắt đầu từ phiên 00UTC, năm 2008 là 42 trường hợp, 2009 là 47 trường hợp và 2010 là 31 trường hợp). Trên thực tế, số trường hợp nghiên cứu có thể nhiều hơn, nhưng trong nghiên cứu này chúng tôi chỉ thực hiện dự báo khi tọa độ tâm bão tại thời điểm ban đầu nằm trong miền địa lý từ 105°E-125°E; 5°N-25°N (bỏ vùng khoảng 5 độ xung quanh 4 biên để tránh

ảnh hưởng của các xoáy giả gần biên) và tại thời điểm dự báo cơn bão vẫn còn tồn tại trong 24 giờ tới. Trong 34 cơn bão thử nghiệm, có 9 cơn đổ bộ vào Việt Nam.

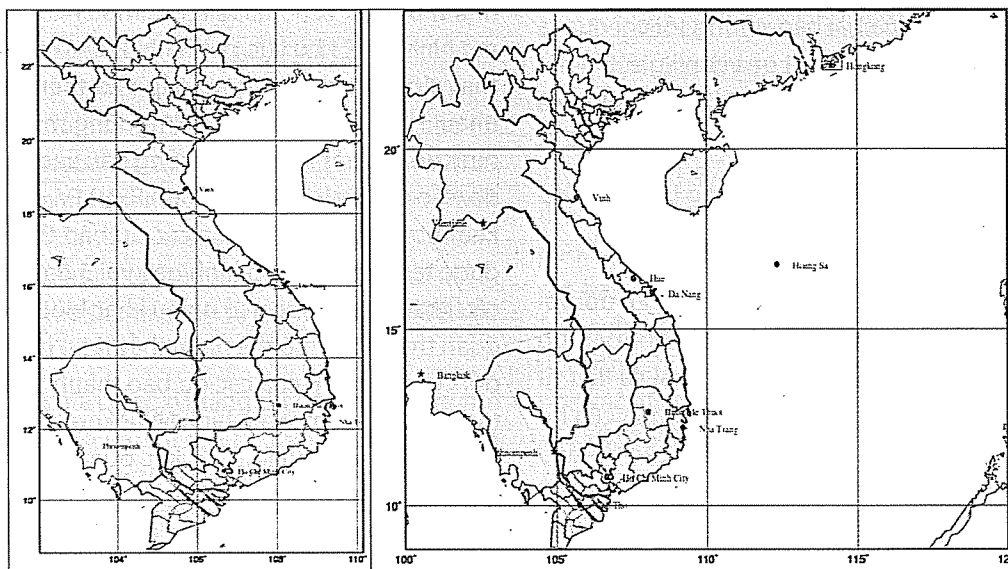
Để đánh giá được chất lượng dự báo trung bình tổ hợp (EM - là trung bình cộng của 20 dự báo thành phần) của hệ thống SREPS, trong nghiên cứu này chúng tôi lựa chọn cách tiếp cận đánh giá trên lưới thay vì điểm trạm cho tất cả các biến dự báo bề mặt và trên cao được lựa chọn (ngoại trừ cho dự báo quỹ đạo bão). Lý do để lựa chọn giải pháp này nhằm mục đích tạo ra các đánh giá cùng quy mô giữa quan trắc và dự báo, đồng thời hạn chế được sai số trong các giá trị quan trắc ảnh hưởng tới kết quả đánh giá. Với cách tiếp cận này, ngoại trừ yếu tố mưa sẽ được đưa lên lưới bằng phương pháp Barnes (xem hình 1 bên trái), đối với các yếu tố còn lại chúng tôi sẽ sử dụng nguồn số liệu tái phân tích JRA25. Tuy nhiên, do số liệu JRA25 có độ phân giải thô hơn nhiều so với các dự báo thành phần của hệ thống SREPS, nên số liệu dự báo của SREPS sẽ được đưa lên lưới số liệu JRA25 để đảm bảo cùng quy mô và bảo toàn nguyên vẹn giá trị quan trắc. Giải pháp nội suy từ lưới JRA25 về lưới dự báo chung của SREPS không được thực hiện do việc hạ quy mô này có thể sinh ra các sóng ngắn (sai số) giả tạo vì độ phân giải của SREPS cao hơn 8 lần so với độ phân giải của số liệu JRA25. Hình 1 bên phải minh họa

Người đọc phản biện: PGS. TS Nguyễn Viết Lành

miền đánh giá chung cho các biến bề mặt (ngoại trừ mưa) và trên cao dự báo từ hệ thống SREPS. Miền đánh giá chung này bao phủ vùng địa lý từ 100°E - 120°E ; 8.75°N - 23.75°N với số nút lưới tương ứng là 17×13 . Miền đánh giá chung này rộng hơn so với lưới đánh giá mưa (hình 1 bên trái) trong đó chủ yếu mở rộng về phía Đông và nhỏ hơn so với lưới sao lưu số liệu dự báo của hệ thống SREPS (xem phần 1 của bài báo). Trên thực tế, miền đánh giá chung này được lấy dịch từ biên miền sao lưu chung từ 2-30 để tránh ảnh hưởng của sai số vùng biên.

Do khối lượng tính toán là rất lớn, nên trong

nghiên cứu này, chúng tôi không tiến hành đánh giá cho tất cả các biến dự báo ra từ hệ thống SREPS, mà chỉ tập trung cho một số yếu tố cơ bản. Cụ thể, các biến bề mặt được đánh giá bao gồm lượng mưa tích lũy 6 giờ một, nhiệt độ tại độ cao 2 m (t_2m), độ ẩm riêng tại độ cao 2 m (q_2m), gió vĩ hướng (u_{10m}) và kinh hướng (v_{10m}) tại độ cao 10 m và khí áp trung bình mực biển ($pmsl$). Hai yếu tố là nhiệt độ cao nhất và thấp nhất ngày không được thực hiện do số liệu JRA25 không có số liệu của 2 yếu tố này. Các biến trên cao được lựa chọn tại các mực đẳng áp 850mb, 700mb, và 500mb bao gồm độ cao địa thể vị (H), nhiệt độ không khí (T), độ ẩm riêng (q), gió vĩ hướng (U) và gió kinh hướng (V).



Hình 1. Miền đánh giá chung cho mưa (bên trái) và cho các biến bề mặt và trên cao (bên phải) dự báo từ hệ thống SREF

Để đánh giá các biến liên tục, các chỉ số đánh giá sai số trung bình (ME), sai số quân phương (RMSE) và hệ số tương quan dị thường (AC) được sử dụng (AC chỉ áp dụng cho trường áp gồm các biến $pmsl$ và H). Đối với dự báo quỹ đạo bão, chỉ số sai số khoảng cách tâm bão (DPE) được sử dụng. Riêng đối với lượng mưa, phương pháp đánh giá khả năng dự báo sự xuất hiện của mưa tích lũy 6 giờ một (00-06Z tương đương mưa nửa đêm và sáng, 06-12Z: mưa sáng và trưa, 12-18Z: mưa trưa và chiều và 18-00Z: mưa chiều tối và đêm). Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng lượng mưa tích lũy 6 giờ thay vì 24 giờ nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của dao động ngày tới chất lượng dự báo lượng mưa. Về mặt thực hành, để khảo sát tác động này cần sử dụng lượng mưa tích lũy 1 giờ, nhưng

do Việt Nam không có nhiều trạm đo mưa cung cấp quan trắc mưa tích lũy 1 giờ hoặc 3 giờ nên lượng mưa tích lũy 6 giờ được sử dụng. Các ngưỡng mưa được lựa chọn để đánh giá dự báo mưa tích lũy 6 giờ dựa trên khuyến cáo của WMO gồm 0.1 mm, 0.2 mm, 0.5 mm, 1 mm (tương đương mưa nhỏ), 2 mm, 5 mm (tương đương mưa vừa), 10 mm, 20 mm và 50 mm (tương đương mưa lớn). Các chỉ số đánh giá được sử dụng bao gồm FB, POD, FAR, ETS, TS và TSS. Khác với các yếu tố khác, việc đánh giá mưa sử dụng các chỉ số nói trên không áp dụng cho trung bình tổ hợp mà cho từng dự báo thành phần do việc lấy trung bình trường mưa dự báo sẽ làm trơn đi rất nhiều giá trị cực trị. Do đó, kết quả đánh giá sẽ không phản ánh đúng kỹ năng dự báo mưa của hệ thống SREPS. Chi tiết về cách thức tính toán các chỉ

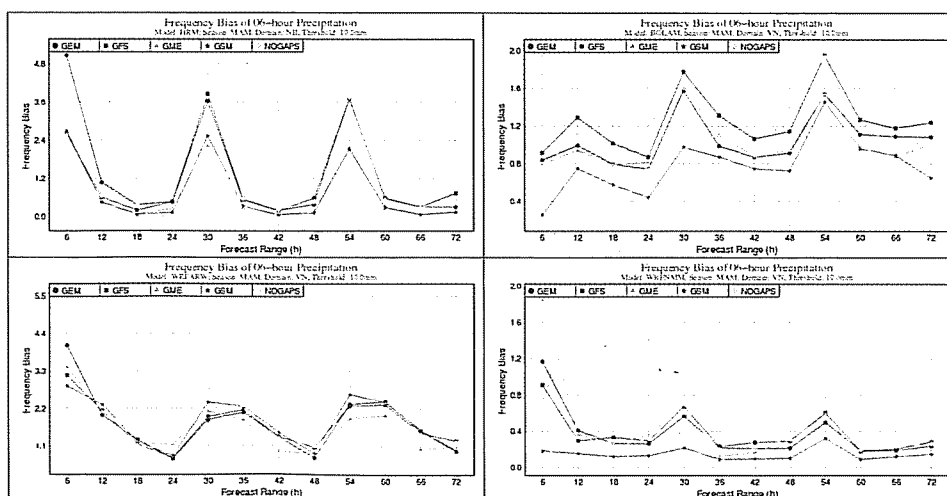
số đánh giá dự báo nói trên có thể tham khảo thêm trong các nghiên cứu của ông Võ Văn Hòa và cộng sự (2008) [2], bà Nguyễn Thị Bình Minh và cộng sự (2011) [1], Toàn bộ các chỉ số đánh giá được tính trung bình trên toàn miền đánh giá thay vì tính cho từng phân vùng khí hậu trong đó đánh giá mưa chỉ được thực hiện trên các nút lưới thuộc lãnh thổ Việt Nam. Để đánh giá được chất lượng dự báo của hệ thống SREPS theo mùa, các chỉ số đánh giá cho dự báo EM được tính toán riêng biệt cho 4 mùa gồm mùa xuân (ký hiệu là MAM, gồm các tháng 3, 4 và 5), mùa hạ (ký hiệu là JJA, gồm các tháng 6, 7 và 8), và mùa thu (ký hiệu là SON, gồm các tháng 9, 10 và 11) và mùa đông (ký hiệu là DJF, gồm các tháng 12, 1 và 2). Do khuôn khổ của bài báo, chúng tôi chỉ đưa ra một số hình minh họa các kết quả đánh giá. Chi tiết bạn đọc có thể tham khảo trong Võ Văn Hòa và cộng sự (2011) [3].

2. Kết quả đánh giá dự báo trung bình tổ hợp

a. Dự báo lượng mưa tích lũy 6 giờ

Hình 2 đưa ra kết quả tính toán chỉ số FB đối với ngưỡng mưa 10 mm/6h trung bình trên toàn bộ Việt Nam cho mùa MAM dựa trên chuỗi số liệu từ 2008-2010 và cho từng dự báo thành phần của hệ thống SREPS. Ở đây, chúng tôi nhóm các dự báo thành phần theo từng mô hình NWP khu vực được sử dụng để thuận tiện cho việc so sánh chất lượng dự báo mưa. Từ hình 2 có thể thấy vào mùa xuân,

ngoại trừ các thành phần dự báo từ mô hình WRFARW cho chỉ số FB lớn hơn 1 tại hầu hết các hạn dự báo, thì các dự báo thành phần còn lại từ 3 mô hình HRM, BoLAM và WRFNMM đều cho FB nhỏ hơn 1. Hay nói cách khác, tại ngưỡng mưa 10 mm/6h, các dự báo từ mô hình WRFARW là thiên cao trong khi các dự báo từ các mô hình còn lại là thiên thấp. Tuy nhiên, các dự báo từ mô hình HRM và BoLAM cho thấy chỉ số FB lớn hơn 1 tại các hạn dự báo +6h, +30h và +54h (lượng mưa nửa đêm và sáng). Các kết quả tương tự cũng được tìm thấy cho các mùa hè, mùa thu và mùa đông. Hình 2 này cũng cho thấy, dao động của chỉ số FB theo các hạn dự báo và đầu vào toàn cầu của mùa thu và đông mạnh hơn so với mùa xuân và mùa hè. Trong số 4 mô hình NWP khu vực, mô hình BoLAM có chỉ số FB thay đổi mạnh theo từng đầu vào toàn cầu khác nhau. Hay nói cách khác, tại ngưỡng mưa này mô hình BoLAM rất nhạy với trường đầu vào. Trong khi đó, các mô hình WRFARW và WRFNMM có độ nhạy kém hơn do chỉ số FB của các dự báo thành phần được tạo ra từ các mô hình này với 5 đầu vào toàn cầu khác nhau không có nhiều khác biệt. Một điểm quan trọng khác có thể nhận thấy là xu hướng biến đổi của chỉ số FB của các dự báo thành phần được tạo ra bởi cùng một mô hình NWP khu vực theo hạn dự báo là như nhau. Các kết quả tìm thấy cho ngưỡng mưa 10 mm/6h cũng được tìm thấy đối với các ngưỡng mưa lớn hơn là 20 mm/6h và 50 mm/6h.



Hình 2. Kết quả tính toán chỉ số FB trung bình trên toàn bộ Việt Nam trong 3 năm (2008-2010) với ngưỡng 10 mm/6h cho mùa xuân - MAM với các dự báo thành phần từ mô hình HRM (trên, trái), BoLAM (trên, phải), WRFARW (dưới, trái) và WRFNMM (dưới, phải)

Đối với các ngưỡng mưa vừa (2-5 mm/6h), vào mùa MAM ngoại trừ các dự báo thành phần từ mô hình HRM cho $FB < 1$ tại các hạn dự báo +18h, +24h, +42h và +48h, các dự báo thành phần từ 3 mô hình NWP khu vực còn lại đều cho $FB > 1$ tại hầu hết các hạn dự báo. Sang mùa JJA, hầu hết các dự báo thành phần cho $FB < 1$ tại các hạn dự báo +18h, +24h, +42h và +48h và > 1 cho các hạn dự báo còn lại. Các kết quả tương tự cũng được tìm thấy cho mùa SON. Đối với mùa DJF, chỉ số $FB > 1$ được tìm thấy trong tất cả các dự báo thành phần từ mô hình WRFARW và WRFNMM và $FB < 1$ cho hai mô hình HRM và BoLAM (ngoại trừ thành phần chạy với đầu vào từ mô hình toàn cầu GFS). Đối với các ngưỡng mưa nhỏ (0.1-1mm/6h), hầu hết các dự báo thành phần cho chỉ số FB lớn hơn 1 đối với các mùa MAM, JJA. Tuy nhiên, trong mùa SON, các dự báo thành phần của mô hình HRM và BoLAM thường cho FB nhỏ hơn 1 ngoại trừ tại các hạn dự báo +6, +30h và +54h, trong khi các mô hình WRFARW và WRFNMM cho $FB > 1$. Sang mùa đông, chỉ có mô hình HRM cho FB nhỏ hơn 1 tại hầu hết các hạn dự báo trong khi các dự báo thành phần từ các mô hình NWP khu vực còn lại cho $FB > 1$.

Để đánh giá được kỹ năng dự báo mưa tổng thể từ hệ thống SREPS, chỉ số ETS được sử dụng. Chỉ số ETS này cũng được tính toán riêng biệt cho từng dự báo thành phần, ngưỡng mưa và mùa dự báo. Hình 2 minh họa kết quả tính toán chỉ số ETS trung bình trên toàn khu vực Việt Nam cho ngưỡng mưa 10mm/6h và cho mùa SON. Các kết quả đánh giá 4 mùa nghiên cứu cho thấy, tại ngưỡng mưa này vào mùa MAM và JJA kỹ năng dự báo mưa rất thấp (ETS thường không quá 0,05), trong khi vào các mùa SON và DJF kỹ năng đã được cải thiện hơn (ETS thường dao động trong khoảng 0,05-0,15). Sự biến thiên của chỉ số ETS theo hạn dự báo cho thấy tác động của biến thiên ngày tới chất lượng dự báo của hệ thống SREPS. Vào mùa MAM, các dự báo từ mô hình HRM, BoLAM và WRFARW chạy với các đầu vào GSM, GFS và GEM thường cho kết quả tốt nhất trong đó đầu vào GFS dường như là tốt nhất. Đối với mô hình WRFNMM, các dự báo với đầu vào GEM, GME và GFS lại cho kết quả tốt hơn các đầu vào còn lại. Các kết quả tương tự cũng được tìm thấy trong mùa JJA. Tuy nhiên, sự khác biệt trong chỉ số ETS giữa các dự báo thành phần trong mùa MAM và JJA là không nhiều. Trong mùa SON, có thể thấy rõ các

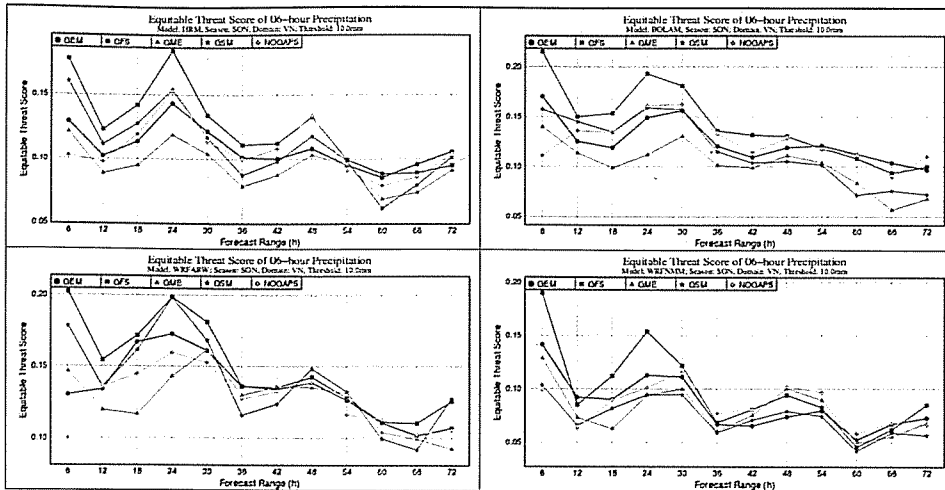
dự báo với đầu vào từ mô hình GFS thường cho kết quả tốt hơn so với các dự báo thành phần còn lại và đầu vào GME thường cho kết quả kém nhất. Đối với mùa DJF, sự phân kỳ trong chất lượng dự báo giữa các thành phần là rất lớn và rất khó để nói thành phần nào dự báo mưa tốt hơn thành phần nào. Một đặc điểm quan trọng khác có thể nhận thấy là, trong các mùa MAM, JJA và SON, theo hạn dự báo chỉ số ETS thường có xu hướng đạt cực tiểu tại các hạn dự báo +6h, +30h và +54h (mưa nửa đêm và sáng) và đạt cực đại tại các hạn dự báo +12h, +36h và +60h (mưa sáng và trưa). Các kết quả tương tự cũng được tìm thấy cho các ngưỡng mưa lớn hơn như 20 mm/6h và 50 mm/6h.

Đối với các ngưỡng mưa nhỏ (các ngưỡng từ 0,1-1 mm/6h), chỉ số ETS dao động trong khoảng từ 0,05-0,25 đối với hầu hết các mùa trong đó có vài trường hợp có thể lớn hơn 0,3 (xem hình 3). Như vậy, có thể thấy chất lượng dự báo mưa nhỏ từ hệ thống SREPS là tốt hơn so với mưa lớn. Trong mùa MAM, ETS của hầu hết các dự báo thành phần và tại các hạn dự báo dao động trong khoảng từ 0,1-0,2 trong đó các dự báo thành phần chạy với đầu vào từ các mô hình GFS, GEM và GSM là cho kỹ năng tốt hơn các đầu vào còn lại. Đặc biệt, trong mùa này chỉ số ETS dao động theo chu kỳ lên xuống, trong đó có xu hướng đạt cực đại tại các hạn dự báo +12h đến +72h và cực tiểu tại các hạn dự báo từ +6 đến +66 với khoảng cách 12 giờ một. Hay nói cách khác, các dự báo thành phần dự báo lượng mưa nửa đêm-sáng và mưa trưa-chiều tốt hơn lượng mưa sáng-trưa và tối-đêm. Sang mùa JJA, xu thế biến đổi ETS theo hạn dự báo đã thay đổi với chu kỳ 24 giờ một trong đó ETS tăng dần và đạt cực đại tại các hạn dự báo +24h, +48h và +72. Đối với mùa SON, xu hướng biến đổi của các dự báo thành phần từ mô hình WRFARW và WRFNMM giống như mùa MAM. Riêng đối với các dự báo từ các mô hình HRM và BoLAM có xu thế biến đổi ETS giống như mùa JJA nhưng các cực đại đạt tại các hạn dự báo +12h, +36h và +60h. Chuyển sang mùa DJF, hầu hết các dự báo thành phần cho xu thế ETS giảm dần theo hạn dự báo với dao động lên xuống nhỏ. Các kết quả tương tự cũng được tìm thấy cho các ngưỡng mưa nhỏ còn lại. Như vậy, tại các ngưỡng mưa nhỏ chất lượng dự báo thay đổi theo mùa phức tạp hơn so với ngưỡng mưa lớn. Một cách tương đối, tại các ngưỡng mưa này các dự báo thành phần với đầu vào từ mô hình

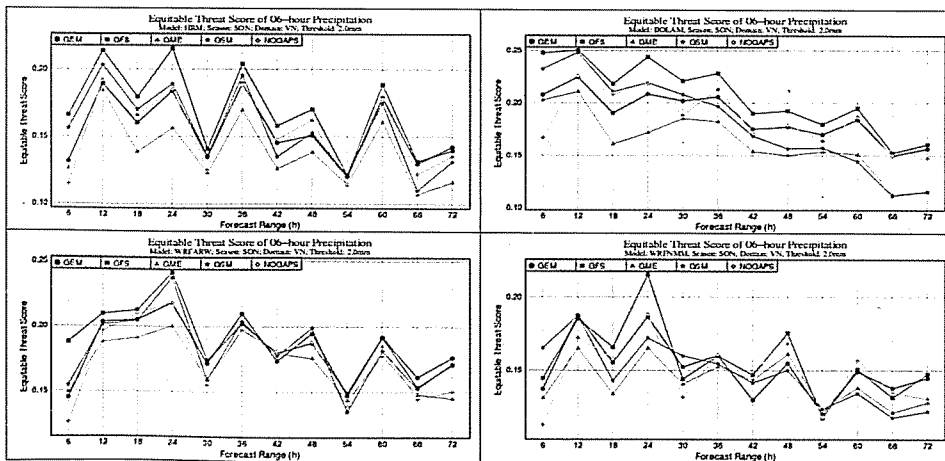
GSM và GFS thường cho kết quả tốt nhất.

Đối với mưa vừa (các ngưỡng từ 2-5 mm/6h), chỉ số ETS dao động trong khoảng từ 0,05-0,25 đối với hầu hết các. Trong đó, chất lượng dự báo cho các mùa SON và DJF là tốt hơn so với các mùa MAM và JJA. Nói chung, xu thế biến đổi ETS tại các ngưỡng

mưa này tại mùa MAM, JJA và DJF giống như các ngưỡng mưa nhỏ. Đối với mùa SON, các dự báo từ các mô hình HRM, WRFARW và WRFNMM cho xu hướng giống như mùa SON ở các ngưỡng mưa nhỏ ngoại trừ mô hình BoLAM cho xu thế giảm nhanh ETS theo hạn dự báo.



Hình 3. Tương tự hình 2 nhưng cho chỉ số ETS và vào mùa thu - SON



Hình 4. Tương tự hình 3 nhưng cho ngưỡng 2 mm/6h

b. Dự báo các trường bề mặt

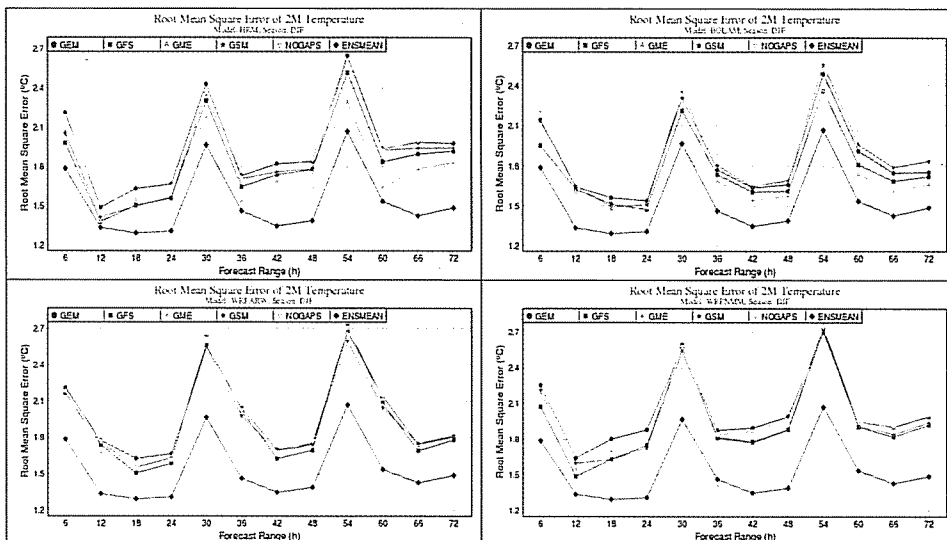
Tương tự như phần đánh giá mưa, do khuôn khổ của bài báo, chúng tôi chỉ tập trung phân tích các kết quả đánh giá dựa trên chỉ số đánh giá chính là RMSE và cho dự báo nhiệt độ tại độ cao 2 m (T2m). Hình 5 đưa ra kết quả đánh giá dự báo T2m dựa trên chỉ số RMSE được tính trung bình trên toàn miền đánh giá tương ứng cho EM và 20 dự báo thành phần của hệ thống SREPS đối với mùa DJF. Có thể thấy, tại tất cả các hạn dự báo sai số quân phương của EM nhỏ hơn so với tất cả các dự báo thành phần

của hệ thống SREPS. Đặc biệt là nhỏ hơn nhiều so với RMSE của các dự báo thành phần từ 2 mô hình WRFARW và WRFNMM. Điều này chứng tỏ cách tiếp cận đa mô hình đa phân tích đã có hiệu quả cao đối với dự báo T2m theo nghĩa tạo ra không gian nghiệm dự báo trung với không gian quan trắc, do đó EM sẽ gần với quan trắc hơn bất kỳ dự báo thành phần nào trong hệ thống SREPS. Khuynh hướng biến đổi của RMSE theo hạn dự báo của EM là tương tự như các dự báo thành phần. Nếu so sánh giữa các dự báo thành phần với nhau, về trung bình các

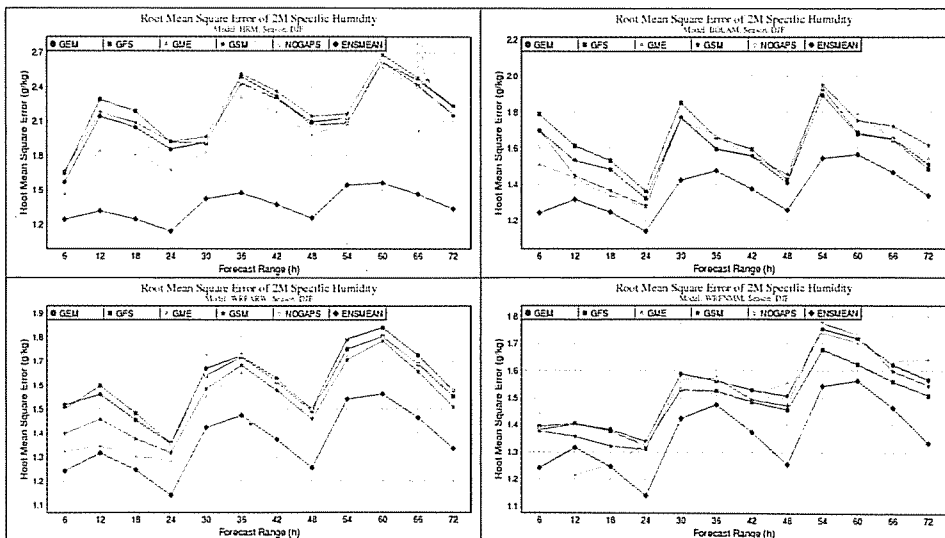
dự báo từ các mô hình NWP khu vực với đầu vào từ các mô hình toàn cầu GFS và GME thường cho RMSE nhỏ hơn so với các đầu vào còn lại. Với cùng một đầu vào, chất lượng dự báo T2m của 4 mô hình khu vực là gần tương đương nhau.

Tương tự hình 4, hình 5 đưa ra kết quả đánh giá dự báo độ ẩm riêng tại độ cao 2 m (q2m) dựa trên chỉ số RMSE được tính trung bình trên toàn miền đánh giá tương ứng cho EM và 20 dự báo thành phần của hệ thống SREPS đối với mùa DJF. Có thể thấy, RMSE của EM nhỏ hơn RMSE của tất cả các dự báo thành phần trong hệ thống SREPS tại hầu hết các hạn dự báo. Sự cải thiện nhiều nhất tìm thấy khi so với các dự báo thành phần tạo ra từ mô hình

HRM. Tương tự như T2m, khuynh hướng biến đổi RMSE của EM theo hạn dự báo cũng tương tự như 20 dự báo thành phần. Một cách tương đối, các thành phần chạy với đầu vào từ mô hình toàn cầu GME và GSM cho dự báo 2 m tốt hơn so với các đầu vào toàn cầu khác. Nếu so sánh giữa các mô hình NWP khu vực, mô hình HRM cho dự báo q2m kém nhất và dự báo q2m tốt nhất tìm thấy trong các dự báo thành phần của mô hình WRFNMM. Các kết quả tương tự cũng được tìm thấy cho các mùa MAM, JJA và SON. Các kết quả đánh giá cho pmsl, u10m và v10m cũng cho thấy RMSE của EM nhỏ hơn so với tất cả các dự báo thành phần tại tất cả các mùa và hạn dự báo.



Hình 5. Kết quả tính toán chỉ số RMSE trung bình trên lưới đánh giá cho dự báo T2m mùa DJF đối với dự báo EM và các dự báo thành phần từ mô hình HRM (trên, trái), BoLAM (trên phải), WRFARW (dưới, trái) và WRFNMM (dưới, phải)

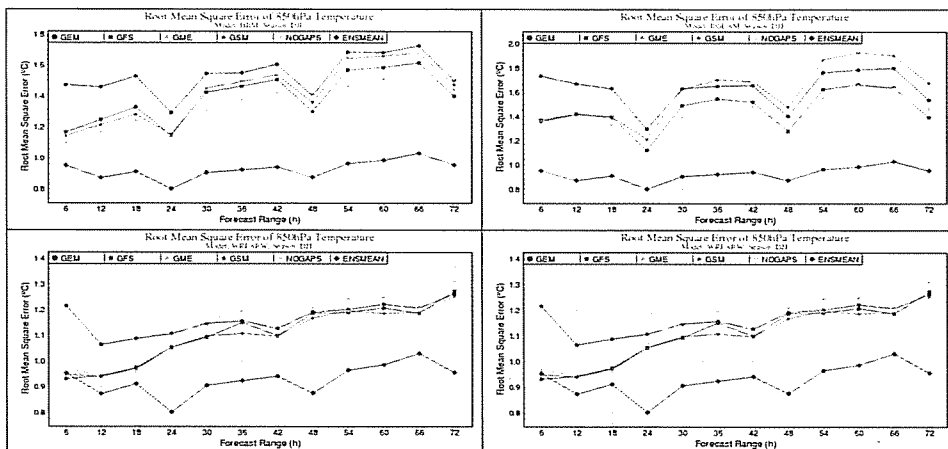


Hình 6. Tương tự hình 4 nhưng cho dự báo q2m

c. Dự báo các trường trên cao

Tương tự như các đánh giá cho một số yếu tố bề mặt, các kết quả đánh giá cho một số biến dự báo trên cao dưới đây chủ yếu dựa trên chỉ số RMSE và AC và cho các mực đẳng áp 850mb, 700mb và 500mb. Hình 7 đưa ra kết quả tính toán chỉ số RMSE trung bình trên toàn lưới đánh giá cho dự báo nhiệt độ không khí (T) tại mực 850mb trong mùa DJF đối với dự báo EM và 20 dự báo thành phần của hệ thống SREPS. Từ hình này có thể nhận thấy, RMSE của EM tại hầu hết các hạn dự báo nhỏ hơn so với 20 dự báo thành phần. Điều này chứng tỏ hệ thống SREPS đã dự báo tốt không gian nghiệm có thể của trường nhiệt độ trên mực đẳng áp này. Về mặt trung bình, RMSE của EM thường nhỏ hơn từ 0,5-1,5°C so với các dự báo thành phần đặc biệt là tại

các hạn dự báo lớn. Các kết quả tương tự cũng được tìm thấy cho các mùa MAM, JJA và SON và các mực đẳng áp còn lại. Sự cải thiện của EM trong chất lượng dự báo nhiệt độ thể hiện rõ nhất so với các dự báo thành phần từ mô hình WRFARW và WRFNMM. Nếu so sánh giữa 5 đầu vào toàn cầu, các dự báo thành phần với đầu vào GSM thường cho RSME dự báo nhiệt độ tại các mực nói trên nhỏ hơn so với các đầu vào toàn cầu khác. Nhưng với cùng một đầu vào toàn cầu, kỹ năng dự báo nhiệt độ tại các mực đẳng áp nói trên giữa 4 mô hình NWP khu vực trong hệ thống SREPS không có nhiều khác biệt. Về khuynh hướng sai số hệ thống, hầu hết các dự báo thành phần và EM cho khuynh hướng dự báo thiên cao tại hầu hết các mực, hạn dự báo và theo mùa dự báo trong đó biên độ ME dao động từ 0.2-1°C.



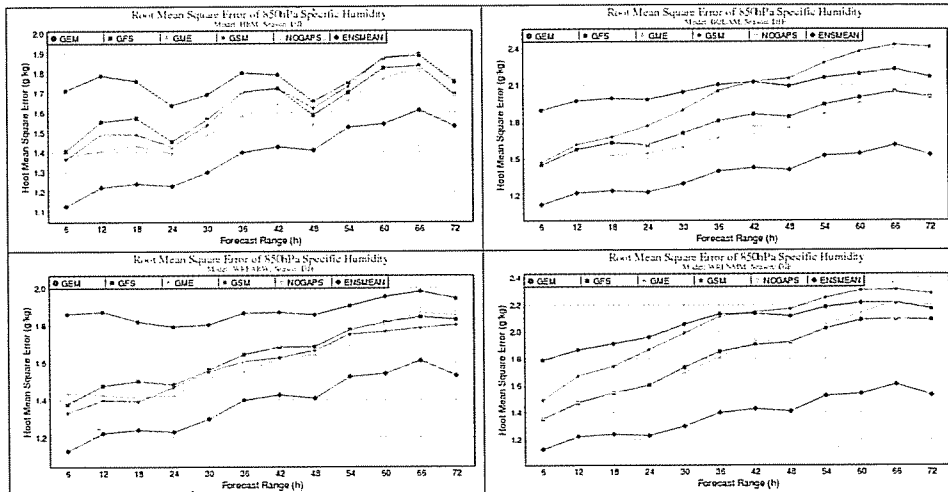
Hình 7. Kết quả tính toán chỉ số RMSE trung bình cho dự báo nhiệt độ mực 850mb mùa DJF đối với dự báo EM và các dự báo thành phần từ mô hình HRM (trên, trái), BoLAM (trên phải), WRFARW (dưới, trái) và WRFNMM (dưới, phải)

Hình 8 đưa ra kết quả tính toán chỉ số RMSE trung bình trên toàn lưới đánh giá cho dự báo độ ẩm riêng tại mực 850mb trong mùa DJF đối với dự báo EM và 20 dự báo thành phần của hệ thống SREPS. Tương tự như dự báo nhiệt độ, các kết quả đánh giá cho thấy RMSE của EM nhỏ hơn so với hầu hết các dự báo thành phần và hạn dự báo nghiên cứu. RMSE của EM thường nhỏ hơn RMSE của các dự báo thành phần vào khoảng 0,2-1,5 g/kg. Các kết quả tương tự cũng được tìm thấy cho các mùa MAM, JJA và SON tại các mực 850mb, 700mb, và 500mb. Về mặt trung bình, các dự báo thành phần với đầu vào từ mô hình toàn cầu GSM thường cho

RMSE nhỏ hơn so với các đầu vào toàn cầu khác trong khi đầu vào NOGAPS thường cho sai số RMSE lớn nhất, đặc biệt là tại các mực 700mb và 500mb. Tuy nhiên, với cùng một đầu vào toàn cầu, kỹ năng dự báo nhiệt độ tại các mực đẳng áp nói trên giữa 4 mô hình NWP khu vực trong hệ thống SREPS không khác nhau nhiều. Nói chung, giống như dự báo nhiệt độ, RMSE trong dự báo độ ẩm riêng tại các mực trên cao có xu thế tăng dần theo hạn dự báo do không chịu sự tác động của biến thiên ngày giống như các biến bề mặt. Tuy nhiên, tại mực 850mb có thể thấy có một số dự báo thành phần có thể hiện khá rõ sự biến thiên về RMSE theo thời

gian trong ngày. Về khuynh hướng sai số hệ thống, tại các mực 700mb và 500mb, dự báo EM và 20 dự báo thành phần thường cho xu hướng thiên cao từ 0,2-1 g/kg so với quan trắc vào tất cả các mùa. Tuy nhiên, tại mực 850mb, vào mùa JJA dự báo EM và

các dự báo thành phần có khuynh hướng dự báo thiên cao tại hầu hết các hạn dự báo nhưng lại thiên thấp trong các mùa DJF, MAM và SON. Tại cùng một mực, biên độ dao động của ME giữa các mùa cũng không có nhiều sự khác biệt.

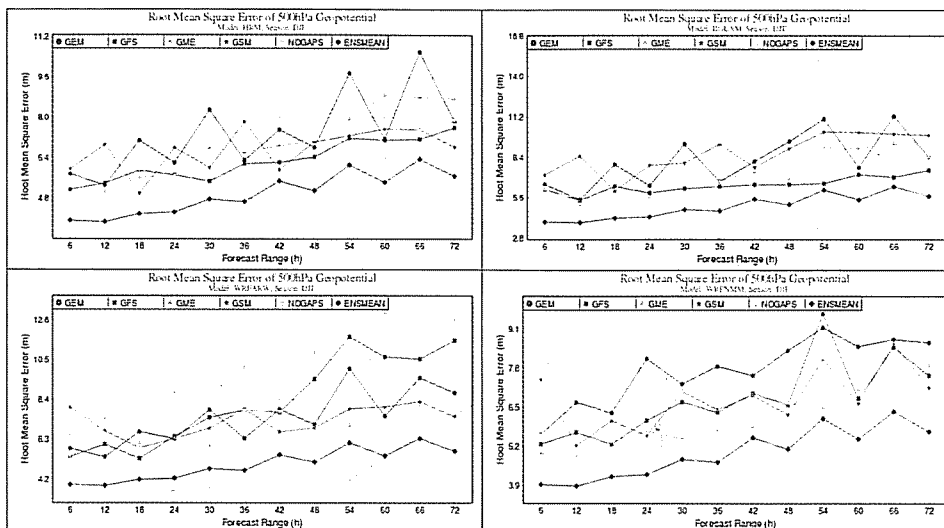


Hình 8. Tương tự hình 7 nhưng cho dự báo độ ẩm riêng tại mực 850mb

Đối với độ cao địa thế vị (H), hình 9 đưa ra kết quả tính toán chỉ số RMSE trung bình trên toàn lưới đánh giá cho dự báo độ cao địa thế vị tại 500mb trong mùa DJF đối với dự báo EM và 20 dự báo thành phần của hệ thống SREPS. Có thể thấy RMSE của EM nhỏ hơn so với hầu hết các dự báo thành phần và hạn dự báo với biên độ khoảng 2-10 m. Các kết quả tương tự cũng được tìm thấy cho các mùa MAM, JJA và SON trên các mực đẳng áp 850mb, 700mb, và 500mb. So với dự báo các trường nhiệt độ và độ ẩm, mức độ cải thiện của EM so với các dự báo thành phần là không đáng kể và rất khó để tìm dự báo là tốt nhất và kém nhất trong số 20 dự báo thành phần cũng như đầu vào toàn cầu nào và mô hình NWP khu vực nào là tốt nhất. Theo hạn dự báo, xu thế chung của RMSE trong dự báo độ cao địa thế vị về cơ bản là tăng nhưng trên thực tế có sự dao động lên xuống theo từng thời điểm trong ngày. Về khuynh hướng sai số hệ thống, EM thường có chỉ số ME dương hoặc gần như bằng không tại các mùa dự báo trong đó $ME > 0$ với biên độ lớn thể hiện rõ nhất vào mùa DJF. Trong khi đó, 20 dự báo thành phần có xu thế biến đổi ME phức tạp theo mùa và hạn dự báo nhưng thường cho ME dương vào các

mùa DJF và JJA, các mùa MAM và SON có ME dương/âm thay đổi theo từng hạn dự báo. Các kết quả đánh giá dựa trên chỉ số AC cũng cho thấy, hệ thống SREPS luôn có AC dương và lớn hơn so với 20 dự báo thành phần. Về biên độ, AC của EM dao động trong khoảng từ 0,8-0,97 tại hầu hết các hạn dự báo, mùa nghiên cứu và mực đẳng áp.

Đối với dự báo các thành phần gió vĩ hướng (u) và kinh hướng (v), các kết quả đánh giá dựa trên chỉ số RMSE cũng cho thấy EM có chất lượng dự báo tốt hơn so với 20 dự báo thành phần của hệ thống SREPS tại hầu hết các hạn dự báo, mực đẳng áp và mùa nghiên cứu. Chất lượng dự báo của EM giảm theo sự tăng mực áp suất. Về khuynh hướng sai số hệ thống của dự báo u, các kết quả tính toán dựa trên chỉ số ME cho thấy tại các mực 850mb và 700mb, EM và hầu hết các dự báo thành phần có chỉ số ME âm tại hầu hết các hạn dự báo vào các mùa DJF, MAM và SON và ngược lại cho mùa JJA. Đối với mực 500mb, cả EM và hầu hết các dự báo thành phần cho ME dương tại các mực dự báo và hạn dự báo. Các kết quả gần tương tự cũng được tìm thấy trong khuynh hướng sai số hệ thống của dự báo V từ hệ thống SREPS.

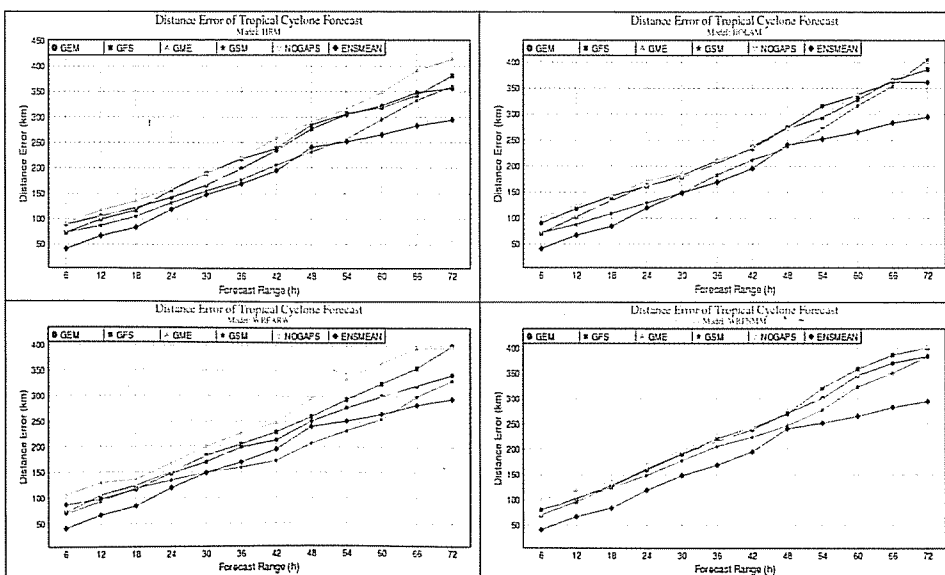


Hình 9. Tương tự hình 7 nhưng dự báo H tại mực 500mb

d. Dự báo quỹ đạo bão

Hình 10 đưa ra kết quả đánh giá sai số dự báo khoảng cách tâm bão (DPE) trung bình cho 3 mùa bão (2008-2010) của EM cho đến 72 giờ với khoảng cách 6 giờ một và so sánh với DPE tương ứng của 5 dự báo thành phần (chạy với 5 đầu vào từ 5 mô hình toàn cầu khác nhau) tạo ra từ mô hình HRM, BoLAM, WRFARW và WRFNMM. Hình vẽ này cho ta một cái nhìn chi tiết về chất lượng dự báo quỹ đạo bão của EM, 20 dự báo thành phần cũng cho biết độ nhạy của các mô hình NWP khu vực với các đầu vào toàn cầu khác nhau. Từ hình ta thấy EM có DPE nhỏ hơn so với phần lớn các dự báo thành phần, đặc biệt là các dự báo thành phần được tạo ra từ mô hình WRFNMM. Tuy nhiên, so với các dự báo

thành phần tạo ra từ mô hình WRFARW, các kết quả đánh giá cho thấy DPE của EM lớn hơn dự báo thành phần với đầu vào từ mô hình GSM tại các hạn dự báo từ 36 cho đến 60 giờ. Trong 3 mùa bão thử nghiệm, DPE trung bình của EM đối với các hạn dự báo 24 giờ, 48 giờ và 72 giờ tương ứng khoảng 120 km, 240 km và 290 km. Kết quả này cho thấy chất lượng dự báo quỹ đạo hạn 72 giờ của hệ thống SREPS là tương đối tốt. Trong số 20 dự báo thành phần, chất lượng dự báo quỹ đạo tốt nhất được tìm thấy trong dự báo được tạo ra bởi mô hình WRFARW với đầu vào từ mô hình toàn cầu GSM. Tuy nhiên, có thể thấy sự khác biệt trong chất lượng dự báo quỹ đạo bão giữa 4 mô hình NWP khu vực là không đáng kể.



Hình 10. Kết quả đánh giá sai số DPE trung bình cho 3 mùa bão (2008-2010) của EM (trung bình của 20 dự báo thành phần) và các dự báo thành phần tạo ra từ mô hình HRM (trên, trái), BoLAM (trên, phải), WRFARW (dưới, trái) và WRFNMM (dưới, phải)

Nếu so sánh giữa các đầu vào toàn cầu, thì dự báo quỹ đạo bão từ 4 mô hình NWP khu vực trong hệ thống SREPS với đầu vào từ mô hình GSM là tốt nhất, trong khi với đầu vào GME lại cho sai số lớn nhất. Ngoài ra, trong các hạn dự báo 24 giờ đầu tiên, chất lượng dự báo quỹ đạo bão của các dự báo thành phần hoặc giữa các mô hình NWP khu vực với các đầu vào toàn cầu khác nhau là không có nhiều sự khác biệt. Sự phân kỳ trong chất lượng dự báo chỉ bắt đầu từ các hạn dự báo 30 giờ trở lên và có sự chênh lệch lớn tại hạn dự báo 72 giờ. Sự phân kỳ mạnh của DPE tại các hạn dự báo 54 giờ trở lên thể hiện rõ đối với các mô hình HRM, BoLAM và WR-FARW, nhưng lại không rõ đối với mô hình WRFNMM. Hay nói cách khác, mô hình WRFNMM cho thấy độ nhạy kém với các đầu vào toàn cầu khác nhau, dẫn đến các dự báo thành phần gần tương tự như nhau.

3. Kết luận

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã xây dựng thành công hệ thống dự báo tổ hợp thời tiết hạn ngắn (SREPS) cho khu vực Việt Nam dựa trên cách tiếp cận đa mô hình đa phân tích, bao gồm 20 dự báo thành phần với độ phân giải $0,150 \times 01,50$ và triển khai thử nghiệm từ 2008-2010. Dựa trên những kết quả đánh giá và phân tích kỹ năng dự báo trung bình tổ hợp (EM), chúng tôi thu được một số kết quả khoa học như sau:

1. Dự báo trung bình tổ hợp cho hầu hết các biến dự báo bề mặt (T2m, q2m, pmsl, ...) và trên cao

(H, Q, u và v tại các mực 850mb, 700mb và 500mb) có sai số dự báo nhỏ hơn so với hầu hết các dự báo thành phần của SREPS tại hầu hết các hạn dự báo và mùa dự báo.

2. Đối với dự báo lượng mưa tích lũy 6 giờ từ hệ thống SREPS, chất lượng dự báo tất định chỉ tốt cho các ngưỡng mưa nhỏ và vừa. Theo không gian, chất lượng dự báo tốt nhất thường được tìm thấy tại khu vực Bắc Trung Bộ và kém nhất tại khu vực Nam Bộ. Theo mùa, dự báo mưa tích lũy 6 giờ cho các mùa SON và DJF thường cho tốt hơn các mùa MAM và JJA đối với ngưỡng mưa vừa và lớn, và ngược lại cho các ngưỡng mưa nhỏ.

3. Chất lượng dự báo mưa và một số yếu tố bề mặt cũng như trên cao tại các mực 850mb và 700mb bị ảnh hưởng lớn bởi sai số trong dự báo dao động ngày của 4 mô hình NWP khu vực được lựa chọn.

4. Đối với dự báo quỹ đạo bão, sai số của dự báo EM nhỏ hơn so với phần lớn các dự báo thành phần. Trong 3 mùa bão thử nghiệm, DPE trung bình của EM đối với các hạn dự báo +24h, +48h và +72h tương ứng khoảng 120 km, 240 km và 290 km. Kết quả này cho thấy chất lượng dự báo quỹ đạo hạn 72 giờ của hệ thống SREPS là tương đối tốt. Nếu so sánh giữa các đầu vào toàn cầu, dự báo quỹ đạo bão từ 4 mô hình NWP khu vực trong hệ thống SREPS với đầu vào từ mô hình GSM là tốt nhất, trong khi với đầu vào GME lại cho sai số lớn nhất.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thị Bình Minh và cộng tác viên, 2011: Nghiên cứu xây dựng và phát triển hệ thống đánh giá khách quan các sản phẩm dự báo của mô hình dự báo số trị cho khu vực Việt Nam. Báo cáo đề tài NCKH cấp Bộ, 158tr.

2. Võ Văn Hòa và các cộng tác viên, 2008: Nghiên cứu ứng dụng dự báo tổ hợp cho một số trường khí tượng dự báo bão. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, 117tr.

3. Võ Văn Hòa và các cộng tác viên, 2011: Nghiên cứu phát triển hệ thống dự báo tổ hợp thời tiết hạn ngắn cho khu vực Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, 181tr.