

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÀN CẦU TRONG DỰ BÁO KHÍ HẬU HẠN MÙA CHO VIỆT NAM

Mai Văn Khiêm*, Phạm Quang Nam, Hà Trường Minh, Vũ Văn Thăng
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 9/10/2017; ngày chuyển phản biện 10/10/2017; ngày chấp nhận đăng 27/10/2017

Tóm tắt: Bài báo này trình bày một số kết quả bước đầu về việc ứng dụng mô hình khí quyển toàn cầu bảo giác lập phương CCAM trong dự báo khí hậu hạn mùa cho toàn cầu và khu vực Việt Nam. Kết quả thử nghiệm dự báo khí hậu hạn mùa giai đoạn 2012-2014 với các điều kiện biên dưới (nhiệt độ bề mặt nước biển - SST) khác nhau được phân tích và đánh giá: Nguồn SST từ dự báo của mô hình khí hậu toàn cầu CFS của Mỹ (CCAM_CFS) và SST từ dự báo của Viện Nghiên cứu quốc tế về khí hậu và xã hội - IRI (CCAM_IRI). Kết quả cho thấy, trong cả hai trường hợp CCAM toàn cầu đều đã cho dự báo khá tốt các trường hoàn lưu quy mô lớn khi so sánh với số liệu phân tích CFSnl và số liệu dự báo của CFS. Trên khu vực Việt Nam, nhiệt độ dự báo có xu hướng thấp hơn quan trắc trong hầu hết các tháng, sai số trong các tháng mùa đông lớn hơn các tháng mùa hè, sai số ở phía Bắc lớn hơn phía Nam, sai số trung bình ở hạn 3 tháng trong cả hai trường hợp khoảng 2,5°C, sai số khá ổn định và có tính hệ thống. Lượng mưa dự báo thì biến động nhiều hơn, lượng mưa có xu hướng thấp hơn quan trắc trong các tháng mùa mưa. Sai số tương đối trong các tháng mùa mưa khoảng 35-70 % trên các vùng khí hậu phía Bắc, các vùng phía Nam sai số nhỏ hơn. Về kỹ năng dự báo, CCAM_IRI cho kỹ năng dự báo nhiệt độ tốt hơn CCAM_CFS và kỹ năng ở các hạn giữa tốt hơn các hạn đầu và cuối. Ngược lại, kỹ năng dự báo mưa ở các hạn gần tốt hơn và kỹ năng của CCAM_CFS tốt hơn đáng kể.

Từ khóa: CCAM, mô hình toàn cầu, SST dự báo, dự báo mùa, khu vực Việt Nam.

1. Mở đầu

Dự báo khí hậu hạn mùa hiện đang là một trong những bài toán được quan tâm hàng đầu vì các thông tin, lợi ích mang lại, và ứng dụng thực tiễn trong nhiều ngành nghề liên quan như nông nghiệp, xây dựng và các hoạt động kinh tế - xã hội. Thông tin dự báo mùa là căn cứ quan trọng để đưa ra những kế hoạch, quyết định cho các hoạt động sắp tới như mùa vụ sản xuất, ứng phó với thiên tai. Dự báo mùa thường cung cấp những thông tin về đặc trưng thống kê trung bình mùa, với hạn dự báo phổ biến trước 1, 3, 6 và 9 tháng. Để dự báo hạn mùa có hai cách tiếp cận chính được sử dụng là phương pháp thống kê và phương pháp động lực [1]. Trong đó, phương pháp động lực được chỉ ra là có nhiều ưu điểm hơn, do nắm bắt được tính phi tuyến của các trường. Cùng với sự phát triển

của khoa học công nghệ, đặc biệt là khả năng tính toán và lưu trữ, kéo theo sự phát triển của các mô hình động lực khí tượng, các quá trình động lực được mô tả chi tiết hơn trên cả quy mô toàn cầu và khu vực. Phương pháp động lực được ứng dụng nhiều trong cả nghiên cứu và nghiệp vụ dự báo, có thể kể đến như hệ thống dự báo mùa toàn cầu của Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa châu Âu (ECMWF) và hệ thống dự báo khí hậu CFS của Trung tâm Dự báo Môi trường Quốc gia Hoa Kỳ (NCEP) [3, 4]. Ở Việt Nam, đã có nhiều nghiên cứu về các mô hình khu vực như RegCM và clWRF được thực hiện [15-18], kết quả cho thấy tương đối triển vọng về dự báo nhiệt độ, với lượng mưa sai số còn lớn và biến động. Tuy nhiên, điều kiện ban đầu và biên cho các mô hình khu vực này chủ yếu lấy từ dự báo của các cơ quan khí tượng trên thế giới. Để chủ động hơn về nguồn số liệu trong dự báo nghiệp vụ, việc nghiên cứu xây dựng một mô hình dự báo toàn cầu cho Việt Nam là rất cần thiết. Nghiên cứu này sẽ thử nghiệm ứng dụng mô

*Liên hệ tác giả: Mai Văn Khiêm
Email: maikhiem77@gmail.com

hình khí quyển toàn cầu CCAM (Conformal Cubic Asmosptheric Model) cho Việt Nam. Đây là mô hình sử dụng hệ lưới ở dạng lập phương bảo giác. CCAM được nghiên cứu và phát triển bởi Tổ chức Nghiên cứu Khoa học và Công nghiệp liên bang Úc (CSIRO). Việc ứng dụng lưới lập phương bảo giác trong mô hình CCAM xuất phát từ ý tưởng của Sadourny (1972) [6]. Sau đó, trải qua nhiều nghiên cứu, thử nghiệm và phát triển của Rancic và nnk (1996) và McGregor (1993, 1996, 2005a, 2005b) trong việc xây dựng và đưa hệ các phương trình nguyên thủy lên lưới này, về cơ bản đã hoàn thiện và đang được áp dụng cho đến nay [7-13]. Ưu điểm đáng chú ý của hệ lưới này so với lưới kinh - vĩ thông thường là giải quyết được vấn đề tồn tại ở vùng cực và cận cực là phân giải của các ô lưới không đều và thu hẹp dần, mà có thể dẫn đến sự hạn chế nghiêm trọng về bước thời gian tích phân hoặc yêu cầu các kỹ thuật lọc đặc biệt. Mặc dù, CCAM là mô hình toàn cầu nhưng mô hình này vẫn có thể chạy mô phỏng hoặc dự báo với độ phân giải cao cho các khu vực xác định. Khái niệm “Lưới bị kéo” (Stretched grid) đã được đưa ra để thực hiện điều này [5]. Trong trạng thái lưới kéo, hệ lưới sẽ có dạng tựa như khối tháp cụt, với đáy nhỏ tương ứng là khu vực được chi tiết hoá có phân giải cao hơn, và các mặt còn lại ở những khu vực khác sẽ có phân giải thô hơn. Cũng chính nhờ đặc tính này, ngay cả khi chi tiết hóa cho một khu vực xác định, các mô phỏng hoặc dự báo của CCAM luôn là toàn cầu, và điều này giúp cho CCAM tránh được một số quá trình phức tạp khi tính toán trên biên của miền tính như đối với các mô hình khu vực khác.

CCAM vừa có thể sử dụng như là một mô hình toàn cầu, lại vừa có thể chi tiết hóa cho một khu vực cụ thể như các mô hình khu vực khác. Mặt khác, CCAM toàn cầu chỉ yêu cầu trường điều khiển bên dưới là nhiệt độ bề mặt biển (SST) trung bình tháng, theo thời gian và các trường điều kiện ban đầu. Thêm nữa, trên quy mô toàn cầu thì nguyên nhân chính dẫn đến sự thay đổi của khí hậu từ năm này sang năm khác là sự thay đổi của SST toàn cầu [1, 2]. Đây là một điểm quan trọng của CCAM, giúp mô hình này có thể dễ dàng thêm các lựa chọn về số liệu đầu vào hơn so với các mô hình khác, để phục

vụ cho việc mô phỏng, dự báo khí hậu hoặc dự tính khí hậu tương lai. Vì CCAM là mô hình toàn cầu nên đầu ra ngoài việc cung cấp trực tiếp cho CCAM khu vực thì còn có thể được chiết xuất cho các mô hình khu vực khác. Do đó, việc nghiên cứu và áp dụng CCAM như là mô hình toàn cầu trong bài toán dự báo hạn mùa ở Việt Nam là rất triển vọng.

Nghiên cứu này sẽ thử nghiệm sự ảnh hưởng của điều kiện biên dưới SST như thế nào tới kết quả dự báo mùa (hạn đến 6 tháng) của mô hình CCAM toàn cầu, và khả năng dự báo của CCAM cho các trường nhiệt độ mực 2 m (T2m) và lượng mưa tháng trên khu vực Việt Nam. Chi tiết về cấu hình mô hình, số liệu sử dụng và kết quả đánh giá được trình bày ở phần 2 và 3.

2. Phương pháp và số liệu

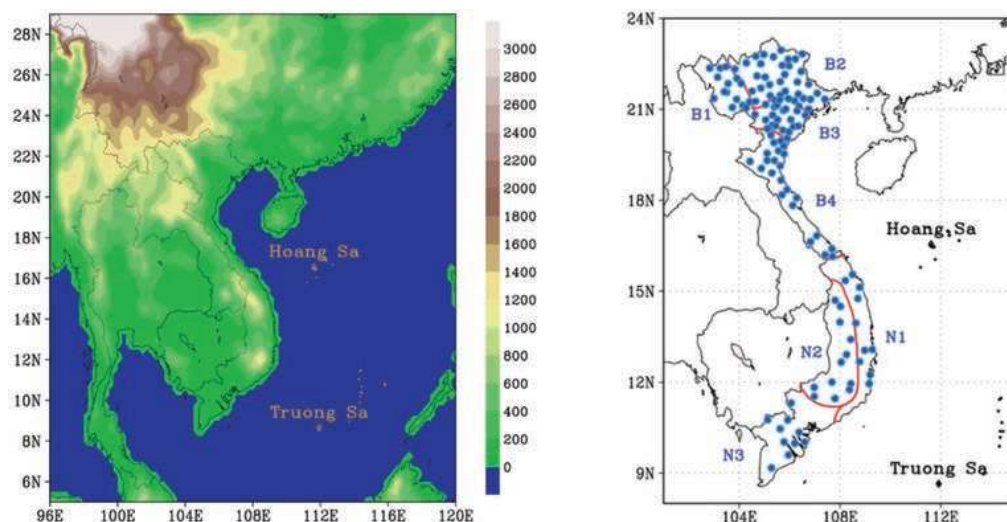
2.1. Thiết kế thí nghiệm

Để đánh giá xem ảnh hưởng của điều kiện biên dưới SST tới kết quả dự báo mùa của mô hình CCAM như thế nào cho toàn cầu và khu vực Việt Nam, CCAM sẽ được chạy thử nghiệm với hai nguồn số liệu dự báo SST trung bình tháng khác nhau là SST từ dự báo của mô hình khí hậu toàn cầu CFS của Mỹ và SST từ dự báo của IRI, các thử nghiệm dự báo sẽ được bắt đầu từ tháng 01/2012 cho đến tháng 11/2014. Cấu hình CCAM được sử dụng trong thí nghiệm như sau:

1) CCAM toàn cầu: Sử dụng lưới C96 với 96 x 96 điểm lưới mỗi mặt (phân giải ngang khoảng 100 km) và 27 mực thẳng đứng.

2) CCAM khu vực: Chính CCAM cũng là mô hình khu vực, nên trong thí nghiệm này CCAM sẽ được dùng để chi tiết cho khu vực Việt Nam, tọa độ tâm miền tính là 108,0 độ kinh Đông và 17,0 độ vĩ Bắc, phân giải ngang 25 km, và số mực thẳng đứng giữ nguyên như toàn cầu. Độ cao địa hình và độ rộng của miền tính khu vực cho trên Hình 1 (bên trái).

Các sơ đồ tham số hóa mô hình sử dụng gồm: Sơ đồ bức xạ sóng ngắn và sóng dài GFDL (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory) (Schwarzkopf và Ramaswamy, 1999; Freidenreich và Ramaswamy, 1999); sơ đồ trao đổi sinh - khí quyển CABLE (Kowalczyk và ccs, 2006); sơ đồ lớp xáo trộn thẳng đứng (Holtslag và Boville, 1993);



Hình 1. Địa hình và miền tính khu vực Việt Nam (bên trái); Vị trí trạm quan trắc (bên phải)

sơ đồ khuếch tán với sáu lớp nhiệt độ đất và độ ẩm đất, và ba lớp tuyết (Gordon và ccs, 2002); và những sơ đồ được phát triển riêng cho mô hình, xem chi tiết hơn trong bản mô tả của McGregor và ccs (2008) [13].

2.2. Số liệu sử dụng

Số liệu ban đầu cho mô hình gồm các trường hoàn lưu khí quyển (phân giải ngang 0,5 độ) và các trường bề mặt (phân giải 0,3 độ) lấy của số liệu phân tích CFS (ký hiệu là CFSnl). Số liệu biên dưới là SST trung bình tháng, với hạn dự báo 6 tháng của CFS và IRI. Trong đó, CFS có phân giải 1 x 1 độ, với hạn dự báo lên tới 9 tháng, nhưng dự báo cung cấp cho cộng đồng chỉ đến 6 tháng, và IRI là số liệu dự báo SST dị thường, phân giải 2,5 x 2,5 độ, với hạn dự báo 7 tháng, để có thể sử dụng được IRI cần cộng thêm giai đoạn khí hậu trung bình chuẩn mà IRI lấy làm cơ sở là tổng hợp của số liệu nhiệt độ mặt biển Reynolds từ năm 1961-1981 và số liệu nội suy tối ưu SST, phiên bản 2 của NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) từ năm 1982-1990 [19, 20]. Ký hiệu trường hợp CCAM chạy với SST của CFS là CCAM_CFS và với SST của IRI là CCAM_IRI.

Vì số liệu CFSnl là số liệu đồng hóa từ quan trắc nên trong nghiên cứu này CFSnl cũng được dùng để đánh giá kết quả dự báo toàn cầu các trường hoàn lưu của mô hình. Kết quả dự báo khu vực của mô hình cho nhiệt độ T2m (°C) được đánh giá với số liệu số liệu phân tích CRU (Center Research of Units) phân giải 0,5 độ, và

lượng mưa (mm/tháng) được đánh giá với số liệu mưa vệ tinh TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) 3B42 phiên bản 7, phân giải 0,25 độ. Kết quả khu vực cũng được nội suy về vị trí 128 trạm (nằm trên đất liền) để đánh giá so với quan trắc tại trạm (vị trí các trạm được thể hiện trên Hình 1, bên phải). Phương pháp đánh giá bao gồm: 1) Đánh giá theo không gian của trung bình thời gian, theo các hạn dự báo từ 1, 3 và 6 tháng; 2) Đánh giá dựa trên các chỉ số thống kê như sai số trung bình (ME), sai số tuyệt đối (MAE), sai số tương đối (RE), sai số tuyệt đối RE (ARE) và hệ số tương quan.

3. Kết quả và thảo luận

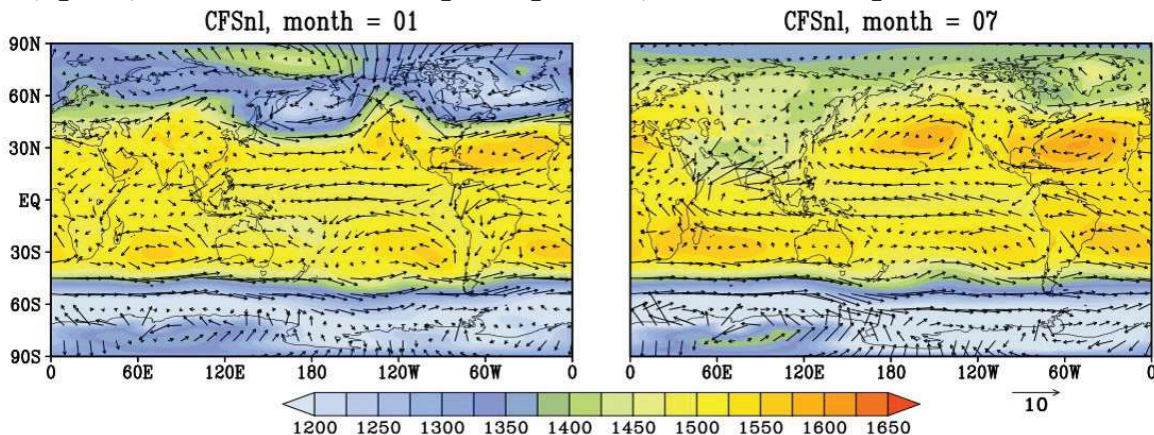
3.1. Đánh giá kết quả dự báo toàn cầu

Trước tiên, kết quả dự báo các trường hoàn lưu mực 850 mb của CCAM toàn cầu với hai trường hợp thí nghiệm là CCAM_CFS và CCAM_IRI sẽ được so sánh với dự báo của mô hình CFS và số liệu CFSnl cho dự báo tháng 1 và 7 theo các hạn dự báo 1, 3 và 6 tháng của giai đoạn 2012-2014.

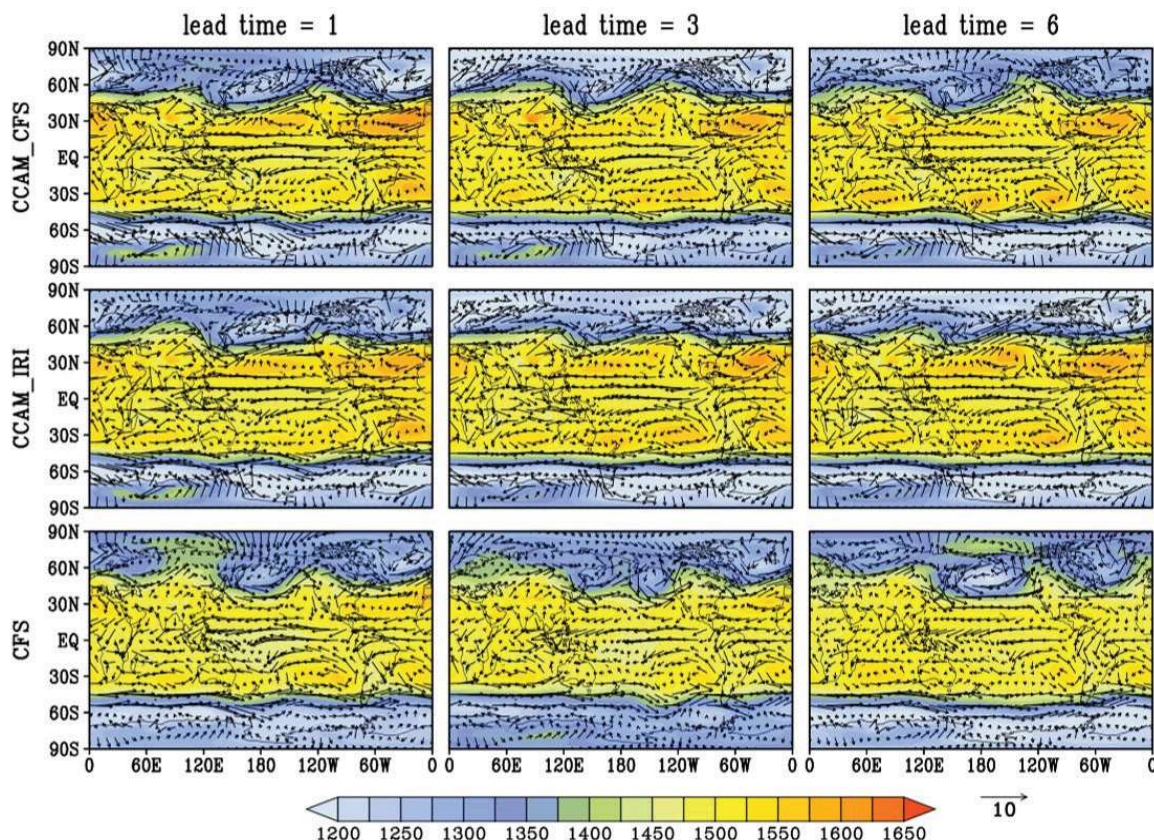
Xét tháng 1 cho trên Hình 2 (bên trái) và Hình 3, nhìn chung cả hai trường hợp CCAM_CFS và CCAM_IRI đều đã dự báo trường độ cao địa thế vị và gió mực 850 mb khá tương đồng với CFS và CFSnl trong cả 3 hạn dự báo 1, 3 và 6 tháng. So với CFS và CFSnl, CCAM cho dự báo trường độ cao địa thế vị cao hơn ở hầu hết các khu vực xích đạo và cận xích đạo, đặc biệt là ở khu vực Đại

Tây Dương. Nhưng, có xu thế thiên thấp hơn so với CFSnl ở khu vực phía Đông Bắc nước Nga. Đối với trường gió mực 850 mb, CCAM cũng dự báo tương đối tốt hướng gió chủ đạo trong tháng 1 tại hầu hết các khu vực trên toàn cầu, tốc độ gió dự báo của mô hình cũng không

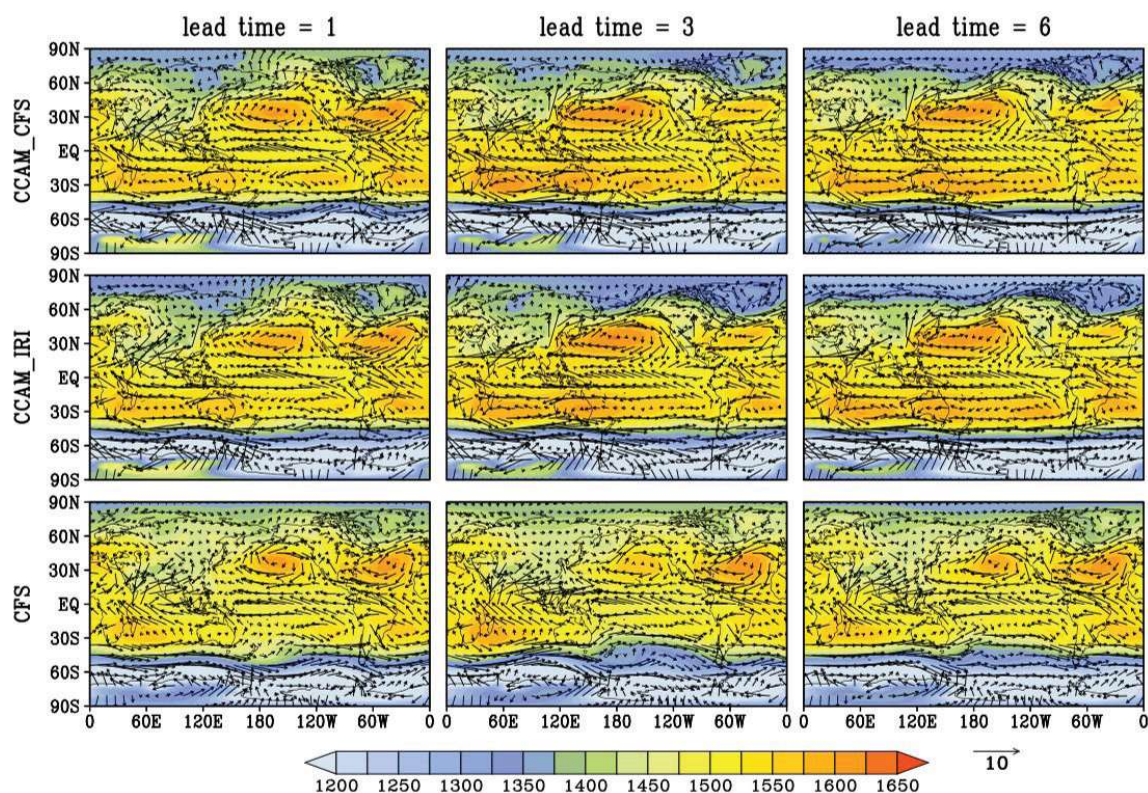
chênh lệch quá nhiều so với CFSnl. So sánh hai trường hợp thí nghiệm của CCAM cho thấy không có sự khác biệt quá lớn nhưng trường hợp CCAM_CFS có trường độ cao địa thế vị ít thiên cao so với trường hợp CCAM_IRI trên khu vực Thái Bình Dương.



Hình 2. Trường độ cao địa thế vị (m) và gió (m/s) mực 850 mb, cho tháng 1 và 7, giai đoạn 2012-2014 của số liệu phân tích CFSnl



Hình 3. Dự báo các trường độ cao địa thế vị (m) và gió (m/s) mực 850 mb, cho tháng 1 với hạn dự báo 1, 3 và 6 tháng (từ trái qua phải), giai đoạn 2012-2014 của CCAM_CFS (trên cùng), CCAM_IRI (giữa) và CFS (dưới cùng)



Hình 4. Tương tự như Hình 3 nhưng cho dự báo tháng 7

Xét tháng 7 cho trên Hình 2 (bên phải) và Hình 4, tương tự như tháng 1, CCAM với cả hai trường hợp thí nghiệm đều nắm bắt khá tốt phân bố không gian của trường độ cao địa thế vị cũng như trường gió mực 850 mb so với CFSnl. CCAM vẫn cho kết quả dự báo trường độ cao địa thế vị cao hơn so với CFSnl ở khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới nhưng mức độ chênh lệch đã rõ ràng hơn so với tháng 1. Xét khu vực vĩ độ cao của Bắc bán cầu, trường độ cao địa thế vị dự báo bởi CCAM có xu thế thấp hơn khá rõ ràng so với CFSnl. Trường gió mực 850 mb trong tháng 7 của CCAM vẫn khá phù hợp so với CFS và CFSnl tại hầu hết các khu vực trên toàn cầu, tuy nhiên tốc độ gió dự báo lại có xu thế lớn hơn so với CFSnl. So sánh hai trường hợp thí nghiệm của mô hình CCAM, không có nhiều sự khác biệt giữa trường hợp CCAM_CFS và CCAM_IRI.

3.2. Đánh giá kết quả dự báo khu vực

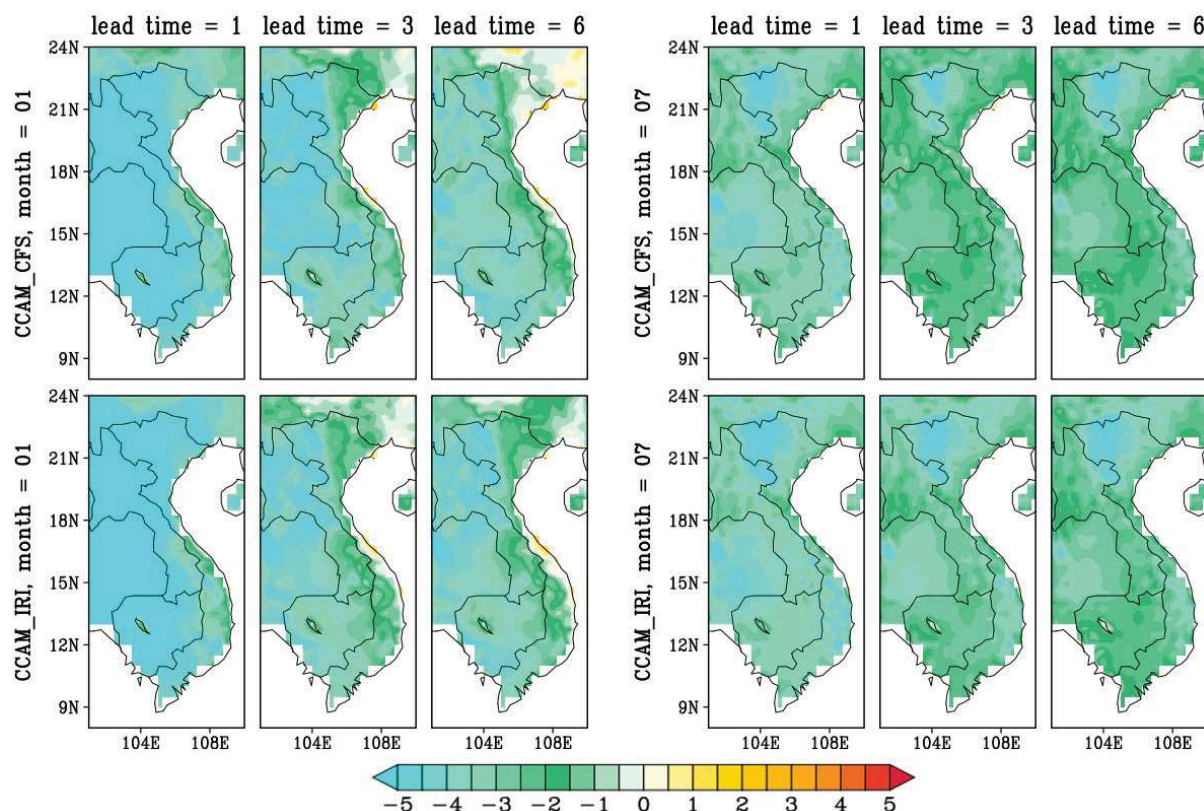
Tiếp theo, để phân định một cách định lượng xem trường hợp nào của CCAM cho kết quả dự báo tốt hơn, kết quả khu vực giai đoạn 2012-2014 sẽ được phân tích.

Trên Hình 5 là hiệu nhiệt độ T2m của CCAM_CFS và CCAM_IRI với CRU cho dự báo tháng 1 và 7 với các hạn dự báo 1, 3 và 6 tháng. Nhìn chung, nhiệt độ của hai trường hợp thiên thấp hơn CRU trong cả 3 hạn cho dự báo tháng 7, hạn dự báo 1 tháng cho tháng 1 cũng vậy, tuy nhiên ở các hạn dự báo 3 và 6 tháng, khu vực giáp biển của miền Trung lại có xu hướng cao hơn, và ở hạn dự báo 6 tháng của CCAM_CFS cũng thiên cao trên vùng gần biển và giáp ranh 2 vùng khí hậu Đông Bắc và đồng bằng Bắc Bộ. So với quan trắc tại trạm, nhiệt độ dự báo của mô hình trong cả hai trường hợp có xu hướng thiên thấp hơn quan trắc trong hầu hết các tháng, ngoài trừ các tháng 2, 3, 4 và 12 (với hạn 3 tháng) trên các vùng khí hậu Đông Bắc, đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ (Hình 6, nửa bên trái). Về sai số, thì nhiệt độ dự báo trong các tháng mùa đông lớn hơn các tháng mùa hè và ở các hạn dự báo xa hơn lại cho sai số nhỏ hơn, sai số ở phía Bắc lớn hơn phía Nam, sự chênh lệch sai số giữa hai trường hợp là không nhiều, trung bình khoảng 0,5°C (Hình 6, nửa bên phải). Trong đó, với hạn

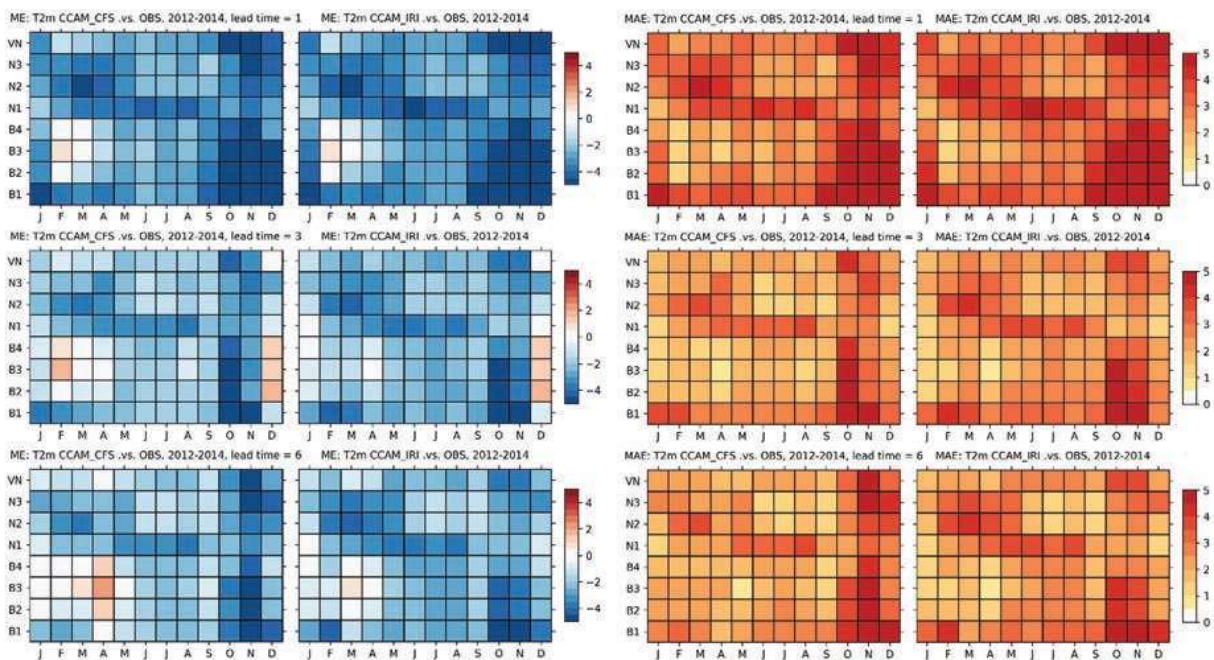
dự báo 1 tháng, sai số lớn nhất ở vùng khí hậu Tây Bắc vào tháng 11 (sai số khoảng $> 5^{\circ}\text{C}$), nhỏ nhất ở vùng Nam Trung Bộ vào tháng 1 (sai số khoảng 2°C), tính cho toàn Việt Nam thì sai số trong tháng 2 là nhỏ nhất (2°C) và lớn nhất là tháng 11 ($>5^{\circ}\text{C}$); với hạn dự báo 3 và 6 tháng sai số giảm đi khoảng từ 1 đến 2°C ; sai số trung bình ở hạn 3 tháng khoảng $2,5^{\circ}\text{C}$; sai số khá ổn định và có tính hệ thống.

Đối với lượng mưa, nhìn chung kết quả dự báo tháng 1 của CCAM trong cả hai trường hợp đều cao hơn so với số liệu mưa vệ tinh TRMM trên phần lớn diện tích Việt Nam, với cả 3 hạn dự báo 1, 3 và 6 tháng. Sự khác biệt ở một số nơi của các vùng khí hậu Tây Bắc, Tây Nguyên và Nam Bộ. Kết quả dự báo tháng 7, ngược lại với tháng 1, lượng mưa mô hình

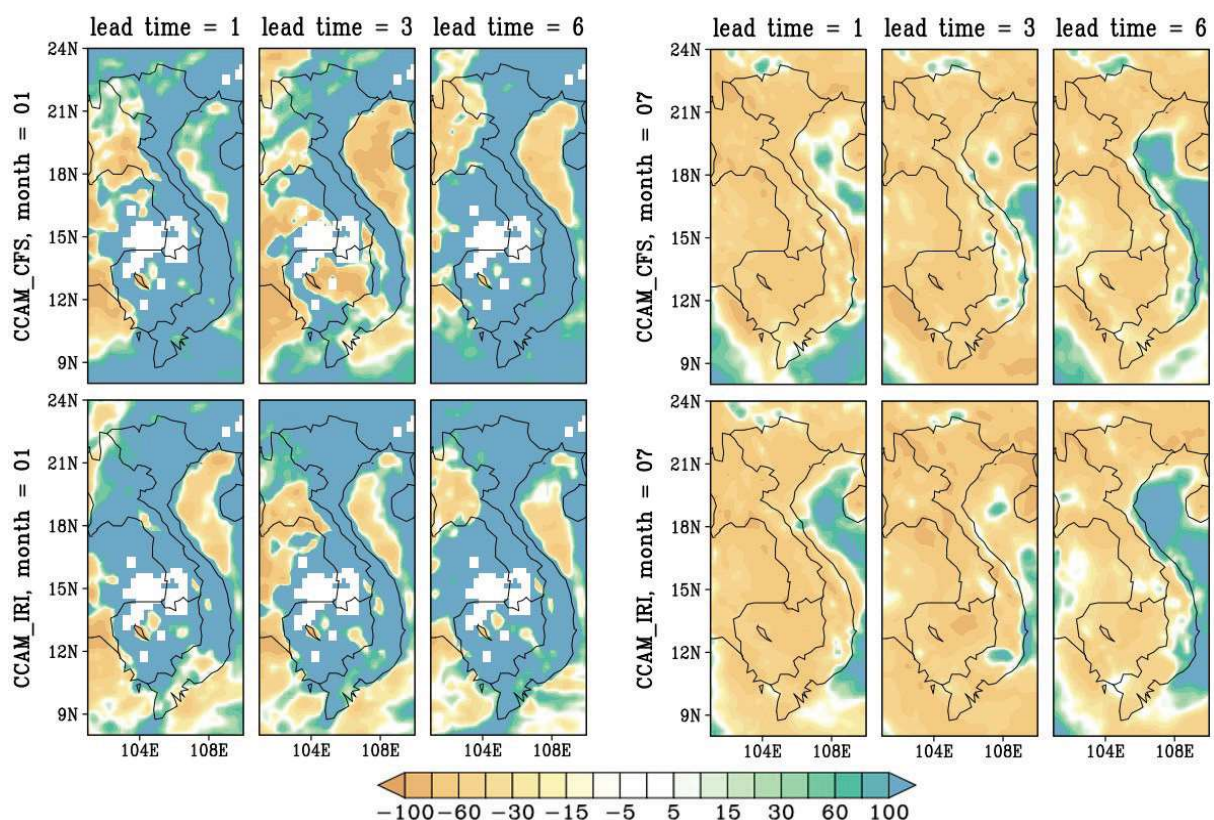
có xu thế thấp hơn. Riêng đối với hạn dự báo 6 tháng, lượng mưa mô hình có xu thế cao hơn ở khu vực ven biển Trung Bộ. So sánh hai trường hợp của CCAM, cũng không có quá nhiều sự khác biệt giữa CCAM_CFS và CCAM_IRI (Hình 7). Lượng mưa dự báo có xu hướng cao hơn số liệu quan trắc tại trạm trong các tháng mùa đông và thấp hơn trong các tháng mùa mưa, sai số trong các tháng mùa đông là lớn nhất và trên hầu hết các vùng khí hậu, nguyên nhân dễ hiểu là do mô hình đã cho dự báo khổng (Hình 8). Với hạn 1 tháng, sai số trong các tháng mùa mưa khoảng 35-70% trên các vùng khí hậu phía Bắc, các vùng phía Nam sai số nhỏ hơn. Ở các hạn 3 và 6 tháng sự khác biệt chủ yếu trên các vùng khí hậu phía Nam và trong các tháng mùa mưa.



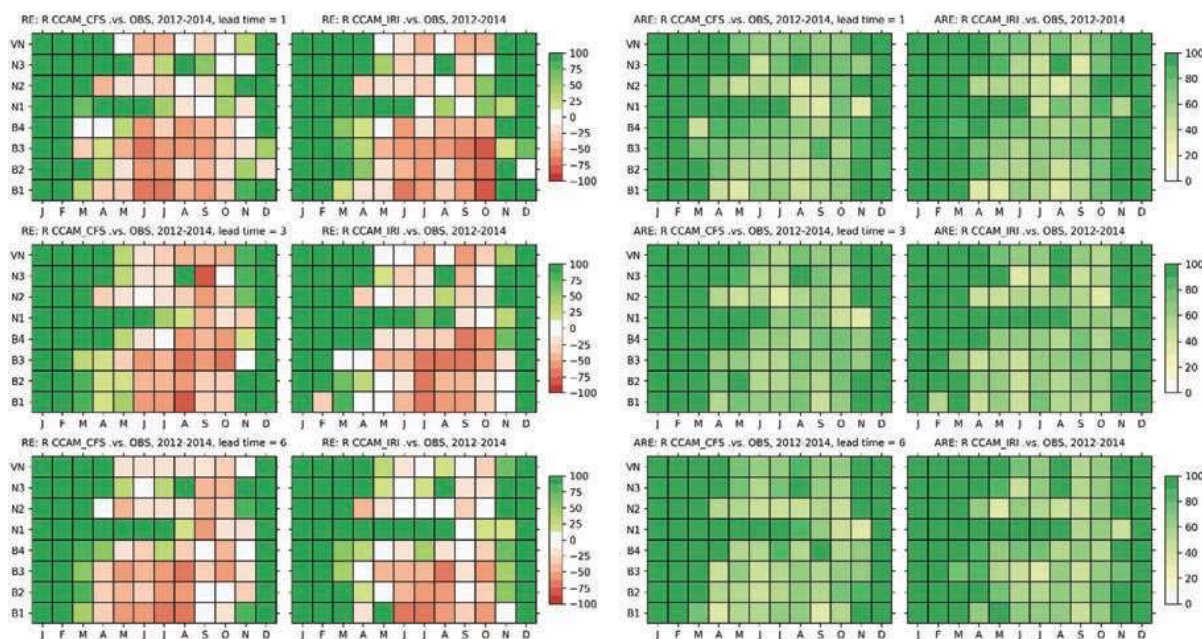
Hình 5. Hiệu nhiệt độ T2m ($^{\circ}\text{C}$) của CCAM_CFS (trên cùng) và CCAM_IRI (dưới cùng) so với số liệu CRU, dự báo cho tháng 1 (nửa bên trái) và tháng 7 (nửa bên phải), hạn dự báo 1, 3 và 6 tháng (thứ tự từ trái qua phải), giai đoạn 2012-2014



Hình 6. Sai số ME nhiệt độ T2m ($^{\circ}\text{C}$, nửa bên trái) và sai số MAE ($^{\circ}\text{C}$, nửa bên phải) của dự báo CCAM_CFS và CCAM_IRI so với quan trắc tại trạm, cho các tháng trong năm, theo các hạn dự báo 1, 3 và 6 tháng (thứ tự từ trên xuống dưới), giai đoạn 2012-2014, trên 7 vùng khí hậu và toàn Việt Nam



Hình 7. Tương tự Hình 5 nhưng là sai số RE (%) của lượng mưa tháng mô hình so với số liệu TRMM



Hình 8. Sai số RE lượng mưa (% , nửa bên trái) và sai số ARE (% , nửa bên phải) của dự báo CCAM_CFS và CCAM_IRI so với quan trắc tại trạm, cho các tháng trong năm, theo các hạn dự báo 1, 3 và 6 tháng (thứ tự từ trên xuống dưới), giai đoạn 2012-2014, trên 7 vùng khí hậu và toàn Việt Nam

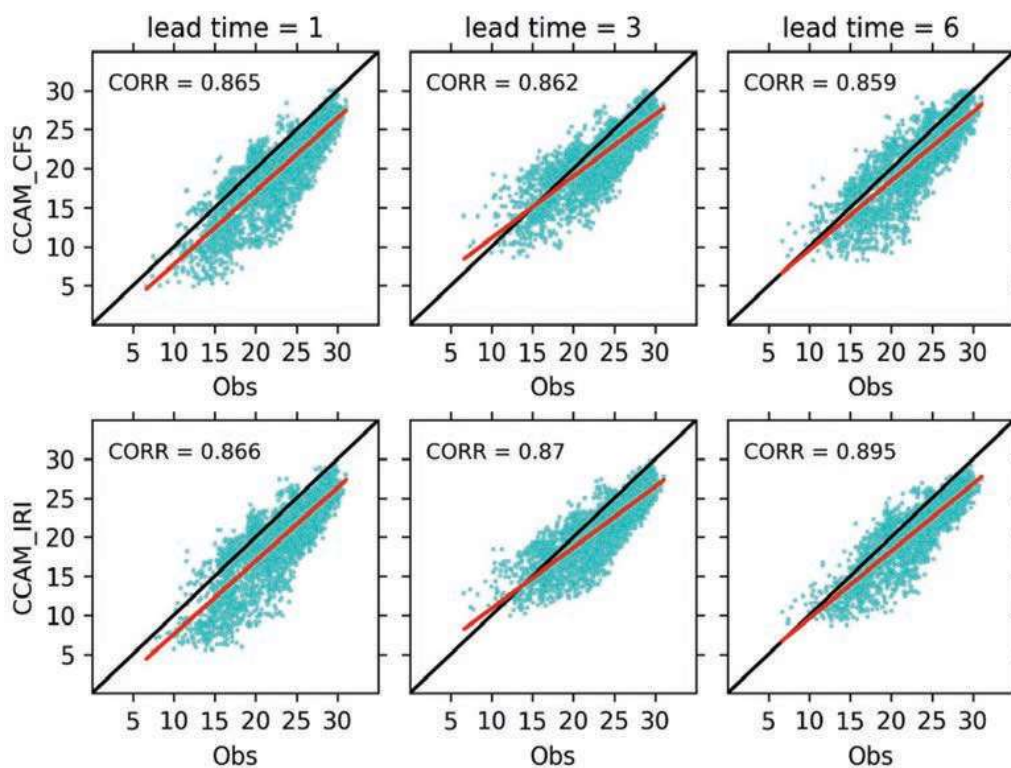
Trên Hình 9 và 10 là đồ thị tụ điểm của dự báo nhiệt độ T2m và lượng mưa mô hình CCAM của hai trường hợp so với số liệu quan trắc tại trạm trên toàn Việt Nam và theo các hạn dự báo 1, 3 và 6 tháng. Với nhiệt độ thì tương quan của hai trường hợp ở mỗi hạn dự báo là khác nhau không nhiều và hệ số tương quan đều đạt trên 0,85 trong cả 3 hạn dự báo. Với lượng mưa thì khác hơn, mưa CCAM_CFS ở hạn dự báo 1 tháng cho tương quan tốt nhất (hệ số tương quan 0,52), tương quan ở hạn 3 tháng là thấp hơn cả. Nhìn chung, tương quan mưa của CCAM_CFS là cao hơn CCAM_IRI.

Nhằm mục đích đánh giá kỹ năng dự báo của mô hình CCAM trong hai trường hợp và có thể đưa ra được kết luận cuối cùng xem trường hợp nào tốt hơn, nghiên cứu áp dụng phương pháp đánh giá kỹ năng mô hình dựa trên giản đồ Taylor [14], kỹ năng của mô hình được đánh giá dựa trên sự kết hợp của hệ số tương quan và độ lệch chuẩn, thước đo kỹ năng là khoảng cách từ điểm mô hình tới điểm quan trắc trên giản đồ. Giản đồ Taylor của dự báo nhiệt độ T2m và lượng mưa tháng của hai trường hợp CCAM, với các hạn dự báo

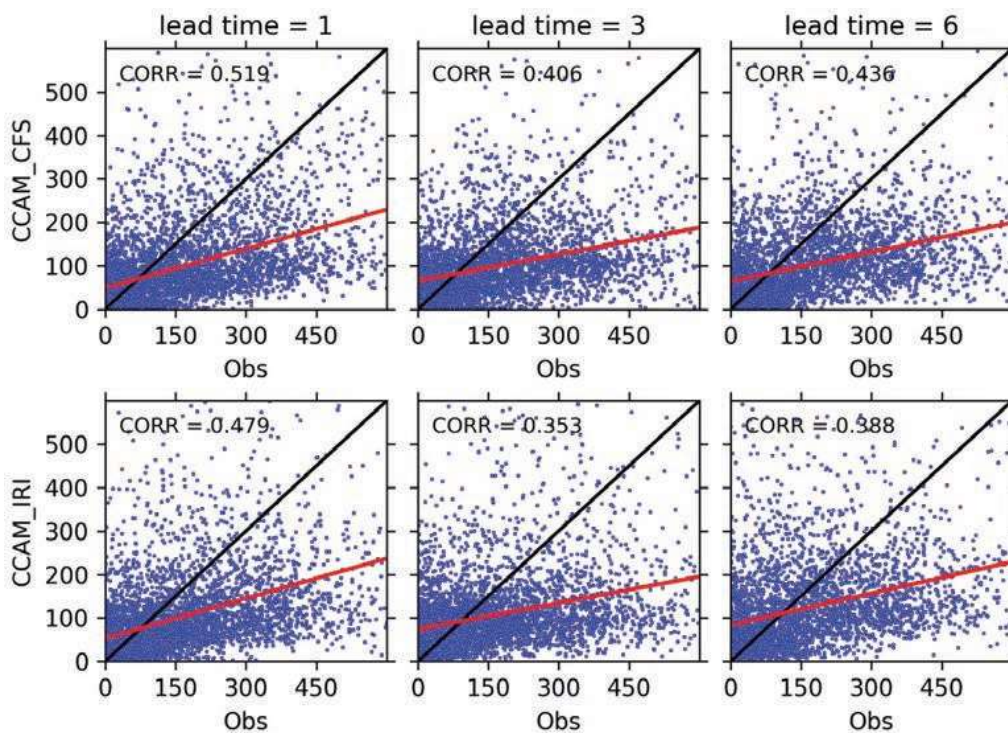
từ 1 đến 6 tháng, cho tất cả các tháng, so với quan trắc tại trạm trên toàn Việt Nam được thể hiện trên Hình 11. Kết quả cho thấy, với nhiệt độ thì kỹ năng dự báo của mô hình trong các hạn là không có sự khác nhau nhiều, tuy nhiên vẫn có thể chỉ ra rằng ở các hạn đầu và cuối cho kỹ năng kém hơn các hạn ở giữa, và CCAM_IRI cho kỹ năng nhỉnh hơn chút ít. Với lượng mưa thì nhận ra ngay là kỹ năng dự báo ở các hạn gần tốt hơn và kỹ năng của CCAM_CFS tốt hơn đáng kể.

Kết luận

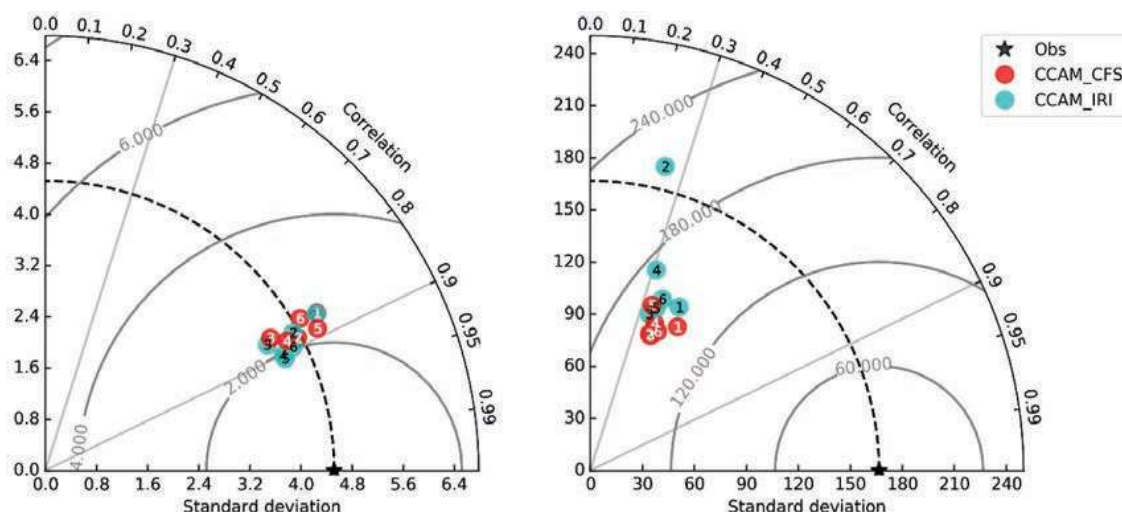
Nhằm hướng tới ứng dụng mô hình toàn cầu trong dự báo khí hậu hạn mùa ở Việt Nam, nghiên cứu này đã thử nghiệm chạy mô hình CCAM toàn cầu với 2 nguồn số liệu SST dự báo khác nhau là CFS và IRI để dự báo toàn cầu các trường hoàn lưu khí quyển mực 850 mb và dự báo về nhiệt độ trung bình tháng và lượng mưa tháng cho khu vực Việt Nam với hạn dự báo đến 6 tháng, giai đoạn 2012-2014. Mục đích, chỉ ra khả năng ứng dụng của mô hình CCAM toàn cầu, xem xét sự ảnh hưởng của SST đối với kết quả dự báo mùa như thế nào và kỹ năng dự báo của mô hình theo các hạn dự báo.



Hình 9. Đồ thị tự điểm nhiệt độ T2m (°C) dự báo của CCAM_CFS (trên cùng) và CCAM_IRI (dưới cùng) với quan trắc tại trạm theo các hạn dự báo 1, 3 và 6 tháng (thứ tự từ trái qua phải), giai đoạn 2012-2014 trên toàn Việt Nam



Hình 10. Tương tự như Hình 9 nhưng cho dự báo lượng mưa (mm/tháng)



Hình 11. Giảm đồ Taylor của dự báo CCAM_CFS và CCAM_IRI so với quan trắc của nhiệt độ T2m ($^{\circ}\text{C}$, bên trái) và lượng mưa (mm/tháng, bên phải), theo 6 hạn dự báo, giai đoạn 2012-2014

Một số nhận xét rút ra được từ kết quả nghiên cứu, như sau:

1) Nhìn chung dự báo của CCAM toàn cầu trong cả hai trường hợp đều đã cho kết quả dự báo khá tốt các trường hợp lưu khí quyển là độ cao địa thế vị và gió mực 850 mb khi so với CFS và CFSnl, dự báo độ cao địa thế vị cho cao hơn ở khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới.

2) Với nhiệt độ, dự báo có xu hướng thấp hơn quan trắc trong hầu hết các tháng, sai số trong các tháng mùa đông lớn hơn các tháng mùa hè, sai số ở phía Bắc lớn hơn phía Nam, sai số trung bình ở hạn 3 tháng trong cả hai trường hợp khoảng $2,5^{\circ}\text{C}$, sai số khá ổn định và có tính hệ thống. Lượng mưa dự báo thì biến động nhiều hơn, lượng mưa có xu hướng thấp

hơn quan trắc trong các tháng mùa mưa. Sai số tương đối trong các tháng mùa mưa khoảng 35-70% trên các vùng khí hậu phía Bắc, các vùng phía Nam sai số nhỏ hơn.

3) Về kỹ năng dự báo, CCAM_IRI cho kỹ năng dự báo nhiệt độ tốt hơn CCAM_CFS và kỹ năng ở các hạn giữa tốt hơn các hạn đầu và cuối. Ngược lại, kỹ năng dự báo mưa ở các hạn gần tốt hơn và kỹ năng của CCAM_CFS tốt hơn đáng kể.

4) Mặc dù vẫn còn nhiều vấn đề cần phải xem xét nghiên cứu thêm như lựa chọn các sơ đồ tham số hóa thích hợp cho khu vực Việt Nam, hiệu chỉnh sai số hệ thống của đầu vào (SST dự báo) và đầu ra mô hình, nhưng việc ứng dụng một mô hình toàn cầu như CCAM trong nghiệp vụ dự báo là hướng đi tương lai gần.

Tài liệu tham khảo

1. Stockdale, T. N. (2000), *An overview of techniques for seasonal forecasting*. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 14, 305-318.
2. Shukla, J., Marx, L., Paolino, D., Straus, D., Anderson, J., Ploshay, J., Baumhefner, D., Tribbia, J., Brankovic, C., Palmer, T. and Chang, Y. (2000), *Dynamical seasonal prediction*. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81, 2593-2606.
3. Kim, H. M., Webster, P. J., and Curry, J. A., (2012), *Seasonal prediction skill of ECMWF System 4 and NCEP CFSv2 retrospective forecast for the Northern Hemisphere Winter*. *Climate Dynamics*, 39, 2957-2973.
4. Saha, S., Moorthi, S., Wu, X., Wang, J., Nadiga, S., Tripp, P., Behringer, D., Hou, Y.T., Chuang, H.Y., Iredell, M. and Ek, M., (2014), *The NCEP climate forecast system version 2*. *Journal of Climate*, 27, 2185-2208.

5. Schmidt, F (1977), *Variable fine mesh in spectral global model*. *Beitrage Physical Atmosphere*, 50, 211-217.
6. Sadourny, R., (1972), *Conservative finite-difference approximations of the primitive equations on quasi-uniform spherical grids*. *Monthly Weather Review*, 100, 136-144.
7. McGregor, J. L., (1993), *Economical determination of departure points for semi-Lagrangian models*. *Monthly Weather Review*, 121, 221-230.
8. Rančić, M., Purser, R. J., and Mesinger, F., (1996), *A global shallow-water model using an expanded spherical cube: Gnomonic versus conformal coordinates*. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 122, 959-982.
9. McGregor, J. L., (1996), *Semi-Lagrangian advection on conformal-cubic grids*. *Monthly Weather Review*, 124, 1311-1322.
10. McGregor, J. L., (2005a), *C-CAM: Geometric aspects and dynamical formulation [electronic publication]*. CSIRO Atmospheric Research Tech Paper 70, 43 pp.
11. McGregor, J. L., (2005b), *Geostrophic adjustment for reversibly staggered grids*. *Monthly Weather Review*, 133, 1119-1128.
12. McGregor, J. L. and M. R. Dix (2001), *The CSIRO Conformal-Cubic Atmospheric GCM*. *IUTAM Symposium on advances in mathematical modelling of atmosphere and ocean dynamics*, Kluwer, Dordrecht, 197-202.
13. McGregor, J. L. and M. R. Dix (2008), *An Updated Description of the Conformal-Cubic Atmospheric Model*. *High resolution simulation of the atmosphere and ocean*, Springer New York, 51-75.
14. Taylor, K. E., (2001), *Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram*. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 106, 7183-7192.
15. Phan Văn Tân, Hồ Thị Minh Hà, Lương Mạnh Thắng, Trần Quang Đức (2009), “Về khả năng ứng dụng mô hình RegCM vào dự báo hạn mùa các trường khí hậu bề mặt ở Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 25, 241-251.
16. Phan Van, T., Van Nguyen, H., Trinh Tuan, L., Nguyen Quang, T., Ngo-Duc, T., Laux, P. and Nguyen Xuan, T., (2014), *Seasonal prediction of surface air temperature across Vietnam using the Regional Climate Model version 4.2 (RegCM4. 2)*. *Advances in Meteorology*, 2014.
17. Vũ Thanh Hằng, Nguyễn Thị Hạnh (2014), “Thử nghiệm dự báo hạn mùa nhiệt độ trung bình tháng và lượng mưa tháng cho Việt Nam sử dụng mô hình cIWRf”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 30, 31-40.
18. Nguyễn Thị Hạnh, Vũ Thanh Hằng, Phan Văn Tân (2016), “Dự báo mưa hạn mùa bằng mô hình cIWRf: Độ nhạy của các sơ đồ tham số hoá đối lưu”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 32, 25-33.
19. Reynolds R. W. (1988), *A real-time global sea surface temperature analysis*. *Journal of Climate*, 1, 75-87.
20. Reynolds, R.W., N.A. Rayner, T.M. Smith, D.C. Stokes, and W. Wang (2002), *An improved in situ and satellite SST analysis for climate*. *Journal of Climate*, 15, 1609-1625.
21. Schwarzkopf, M. D., and V. Ramaswamy (1999), *Radiative effects of CH₄, N₂O, halocarbons and the foreign-broadened H₂O continuum: A GCM experiment*. *Journal of Geophysical Research*, 104, 9467-9488.
22. Freidenreich, S. M., and V. Ramaswamy (1999), *A new multiple-band solar radiative parameterization for general circulation models*. *Journal of Geophysical Research*, 104, 31389-31409.
23. Kowalczyk, E. A., Y. P. Wang, R. M. Law, H. L. Davies, J. L. McGregor, and G. Abramowitz (2006), *The CSIRO Atmosphere Biosphere Land Exchange (CABLE) model for use in climate models and as an offline model*. *CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper* 13, 37 pp.
24. Holtslag, A. A. M., and Boville, B. A. (1993:), *Local versus nonlocal boundary-layer diffusion in a global climate model*. *Journal of Climate*, 6, 1825-1842.
25. Gordon, H. B., L. D. Rotstayn, J. L. McGregor, M. R. Dix, E. A. Kowalczyk, S. P. O’Farrell, L. J. Waterman,

A. C. Hirst, S. G. Wilson, M. A. Collier, I. G. Watterson, and T. I. Elliott (2002), *The CSIRO Mk3 climate system model. Technical Report 60, CSIRO Atmospheric Research*, 130 pp.

STUDY THE APPLICABILITY OF GLOBAL MODEL IN SEASONAL FORECASTING FOR VIET NAM

Mai Van Khiem, Pham Quang Nam, Ha Truong Minh, Vu Van Thang
Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Abstracts: *This article presents some experimental results of application of Conformal-Cubic Atmospheric Model (CCAM) in seasonal forecasting for the global and regional Viet Nam. The results of forecast in period 2012-2014 with different boundary conditions (sea surface temperature - SST) were analyzed and assessed, source SST forecast from global climate model CFS of the National Centers for Environmental Prediction (CCAM_CFS), and SST from the International Research Institute for Climate and Society (CCAM_IRI). The results show that model has well predicted large-scale circulation all over the global compared to CFS analysis data and CFS forecast for both cases. Over Viet Nam, the forecast of temperature tends to be lower than observed for most of the months, the error in winter months is greater than in summer months, the error in the north is greater than in the south. The average error of lead time 3 months of both cases is about 2.5°C, the error is quite stable and systematic. For rainfall, the forecast is more variability and tends to be lower in the rainy season. Relative error in the rainy season is about 35-70% in the northern climatic regions, the southern part is smaller. The predictive skill of temperature of CCAM_IRI gives better CCAM_CFS and at medium lead times are better than short and long. But with rainfall, the skill in short lead times are better than others and skill of CCAM_CFS is significantly better.*

Keywords: *CCAM, global model, SST forecasts, seasonal forecasting, Viet Nam region.*