

Thử nghiệm dự báo hạn mùa nhiệt độ trung bình tháng và lượng mưa tháng cho Việt Nam sử dụng mô hình cWRF

Vũ Thanh Hằng*, Nguyễn Thị Hạnh

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà nội

Nhận ngày 03 tháng 3 năm 2014

Chỉnh sửa ngày 18 tháng 3 năm 2014; Chấp nhận đăng ngày 31 tháng 3 năm 2014

Tóm tắt. Mô hình cWRF được sử dụng để thử nghiệm dự báo hạn mùa nhiệt độ trung bình tháng và lượng mưa tháng cho Việt Nam. Điều kiện biên cung cấp cho cWRF là sản phẩm đầu ra của mô hình dự báo khí hậu toàn cầu CFS của NCEP với độ phân giải là 1 độ. Dự báo khí hậu với hạn từ 1 đến 6 tháng tại thời điểm 00Z từ tháng 1/2012 đến tháng 5/2013. Kết quả dự báo của mô hình được đánh giá qua chỉ số ME, MAE và RE trước và sau khi hiệu chỉnh. Sai số nhiệt độ thể hiện ổn định hơn sai số lượng mưa ở các hạn dự báo. Việc thực hiện hiệu chỉnh kết quả dự báo cho thấy sai số đã giảm đi đáng kể.

Từ khóa: Dự báo mùa, mô hình cWRF, Việt Nam.

1. Mở đầu

Hiện nay, dự báo hạn mùa (seasonal forecast) đang là một vấn đề không chỉ được các nhà khoa học quan tâm mà còn có ý nghĩa ứng dụng lớn đối với các hoạt động kinh tế xã hội. Dự báo khí hậu hạn mùa khác với dự báo thời tiết hạn ngắn không chỉ ở đích dự báo mà còn ở cách tiếp cận và phương pháp sử dụng [1]. Những sản phẩm chính của dự báo hạn mùa thường là nhiệt độ trung bình mùa và tổng lượng giáng thủy mùa. Thời hạn trong dự báo hạn mùa thường từ qui mô tháng cho đến một năm trong đó các hạn dự báo phổ biến là 1, 3, 6, 9 tháng. Khi thời gian tích phân tăng lên, sự tương tác giữa khí quyển và đại dương sẽ đóng

một vai trò cực kỳ quan trọng trong việc điều khiển hoàn lưu khí quyển [1]. Do vậy, dự báo hạn mùa phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ mặt nước biển (SST) và các quá trình vật lý khác trên bề mặt trái đất hơn là các điều kiện ban đầu của khí quyển. Trên qui mô toàn cầu, nguyên nhân chính để khí hậu thay đổi từ năm này sang năm khác là sự thay đổi của SST toàn cầu [2]. SST có một chu kỳ mùa trung bình, tuy nhiên dị thường của SST có bậc đại lượng là 1°C, qui mô không gian có thể lên tới 1000km và qui mô thời gian cỡ từ một đến vài tháng. Đối với vùng nhiệt đới, dị thường SST là đặc biệt quan trọng vì nó liên quan đến hoạt động của đối lưu sâu điều khiển phần lớn hoàn lưu khí quyển toàn cầu.

Cho đến nay, bài toán dự báo hạn mùa thường được tiếp cận theo hai hướng: thống kê

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-903252170.
E-mail: hangvt@vnu.edu.vn

và động lực [2]. Cách tiếp cận cổ điển theo hướng kinh nghiệm (phương pháp thống kê) là sử dụng chuỗi số liệu quá khứ để xây dựng các mô hình dự báo cho tương lai. Ưu điểm của phương pháp này là đơn giản, không tốn nhiều tài nguyên tính toán tuy nhiên hạn chế của nó là không dự báo được sự biến đổi đột ngột của hiện tượng do không nắm bắt được bản chất động lực phức tạp bên trong của quá trình. Cách tiếp cận theo hướng lý thuyết (phương pháp động lực) sẽ tính toán trên cơ sở các nguyên lý vật lý hoặc thiết lập các gần đúng để xem xét sự biến đổi của hệ thống khí hậu. Đó chính là các mô hình hoàn lưu chung khí quyển hoặc sự kết hợp giữa mô hình khí quyển-đại dương được thiết lập trên bản chất vật lý của hiện tượng. Kết quả dự báo từ các mô hình động lực tuy tốn kém về tài nguyên máy tính nhưng có độ chính xác cao hơn cả trên qui mô toàn cầu và khu vực.

Bài toán dự báo hạn dài trước đây ở Việt Nam chủ yếu theo hướng thống kê với công trình nghiên cứu của Phạm Đức Thi (1987) đã xây dựng một số phương pháp dự báo nhiệt độ mùa đông và mưa mùa hè cho khu vực phía bắc Việt Nam [3]. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường đã xây dựng hệ thống dự báo nghiệp vụ dị thường tổng lượng mưa mùa và nhiệt độ trung bình trên cơ sở phương pháp thống kê. Dự báo khí hậu 3 tháng cho khu vực Việt Nam bao gồm nhiệt độ, lượng mưa, xoáy thuận nhiệt đới và không khí lạnh [4]. Cho đến nay, việc ứng dụng mô hình số trong bài toán dự báo hạn mùa ở Việt Nam còn khá mới. Phan Văn Tân và cộng sự (2009) đã bước đầu thử nghiệm sử dụng mô hình RegCM3 để dự báo nhiệt độ trung bình tháng và tổng lượng mưa tháng cho 3 tháng mùa hè 6-8/1996 với điều kiện ban đầu và điều kiện biên từ mô hình toàn cầu CAM [5]. Với mục đích ứng dụng tính ưu việt của mô hình số, bài báo này trình bày các

kết quả thử nghiệm sử dụng mô hình WRF phiên bản khí hậu (clWRF) để dự báo hạn mùa một số yếu tố khí hậu cơ bản.

2. Mô hình clWRF và thiết kế thí nghiệm

2.1. Mô hình clWRF

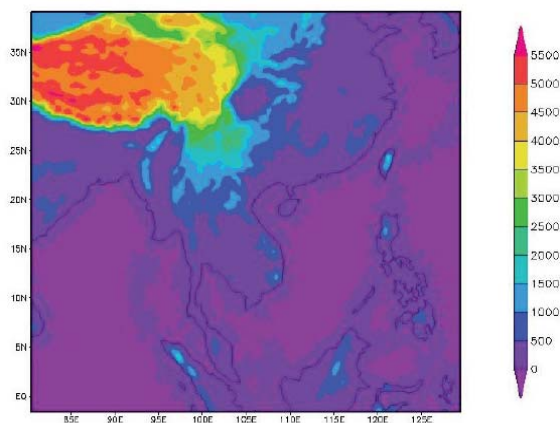
Mô hình dự báo và nghiên cứu thời tiết WRF (Weather Research and Forecasting) là một mô hình khu vực được sử dụng rộng rãi với mục đích chi tiết hóa động lực cho một khu vực nghiên cứu. Mô hình clWRF (Climate WRF model) là phiên bản cải tiến của mô hình WRF phiên bản 3.3.1 cho mô phỏng khí hậu khu vực, trong đó các 'module' của phiên bản thời tiết về cơ bản được giữ nguyên [6]. Điểm khác biệt là clWRF được cung cấp thêm các 'module' để sử dụng các kịch bản phát thải khí nhà kính SRES cũng như các kịch bản RCP nhằm phục vụ bài toán nghiên cứu khí hậu. Đối với nghiên cứu khí hậu, sơ đồ tham số hóa bức xạ CAM được sử dụng vì trong sơ đồ này có sự phân chia lớp ozôn biến đổi theo từng tháng và cho phép cập nhật nồng độ khí nhà kính theo các kịch bản phát thải khí nhà kính. Sơ đồ bề mặt đất Noah được lựa chọn để biểu diễn thông lượng giữa khí quyển và bề mặt. Sơ đồ tham số hóa đối lưu Kain-Fristch được sử dụng trong nghiên cứu này.

2.2. Thiết kế thí nghiệm

a) Chạy mô phỏng khí hậu quá khứ 1981-2000

Trong bài toán dự báo hạn mùa bằng phương pháp hạ thấp qui mô động lực sử dụng các mô hình khí hậu khu vực, sai số trong kết quả dự báo gồm sai số của chính mô hình sử dụng và sai số trong các trường số liệu đầu vào của mô hình toàn cầu. Do vậy, để có cơ sở hiệu chỉnh sản phẩm dự báo (loại bỏ sai số hệ thống

trong trường mô hình toàn cầu) cần thiết phải chạy mô hình khí hậu khu vực với trường dự báo từ mô hình toàn cầu đủ dài trong quá khứ (hindcast), và sau đó được sử dụng làm khí hậu mô hình (model climatology). Tuy nhiên, do số liệu dự báo quá khứ của CFS không còn được lưu trữ để có thể khai thác sử dụng làm đầu vào cho mô hình khu vực, nên trong nghiên cứu này số liệu tái phân tích từ hệ thống dự báo khí hậu NCEP (CFSR độ phân giải 0,5 x 0,5 độ) được dùng để thay thế. Mô hình cIWRF bắt thủy tĩnh được chạy với độ phân giải ngang 36km. Miền tính mô hình có tâm tại 20N và 105E, với 144 x 130 điểm lưới (Hình 1). Thời gian chạy mô phỏng khí hậu quá khứ là giai đoạn 1981-2000. Do điều kiện biên của cIWRF là số liệu tái phân tích NCEP CFSR nên sản phẩm mô phỏng của cIWRF sẽ được sử dụng để đánh giá kỹ năng mô phỏng của mô hình, đồng thời cũng được coi là khí hậu mô hình trong bài toán hiệu chỉnh sản phẩm dự báo.



Hình 1. Độ cao địa hình và miền tính chạy WRF.

b) Chạy dự báo

Điều kiện biên cung cấp cho cIWRF là sản phẩm đầu ra của mô hình dự báo khí hậu toàn cầu CFS của NCEP với độ phân giải là 1 độ. Trong hệ thống nghiệp vụ, CFS được chạy dự báo hàng ngày với hạn dự báo 9 tháng nhưng

sản phẩm dự báo chỉ được cung cấp miễn phí đến hạn 6 tháng tính từ tháng tiếp theo tháng làm dự báo. Do hạn chế về đường truyền và khả năng lưu trữ nên số liệu được tải về để chạy dự báo trong nghiên cứu này được thực hiện 7 ngày 1 lần, nghĩa là trung bình sẽ có 4 lần chạy trong một tháng. Mỗi lần dự báo như vậy mô hình được tích phân liên tục 6 tháng tiếp theo tháng hiện tại. Quy trình dự báo và hạn dự báo (lead-time) được minh họa trên Hình 2.

c) Số liệu quan trắc và hiệu chỉnh kết quả

Kết quả mô phỏng và dự báo của cIWRF được nội suy về 77 trạm quan trắc khí tượng bề mặt trên khu vực Việt Nam cho hai biến là nhiệt độ không khí bề mặt và lượng mưa. Sai số trung bình ME, sai số tuyệt đối MAE và sai số tương đối RE được sử dụng để đánh giá kết quả của mô hình.

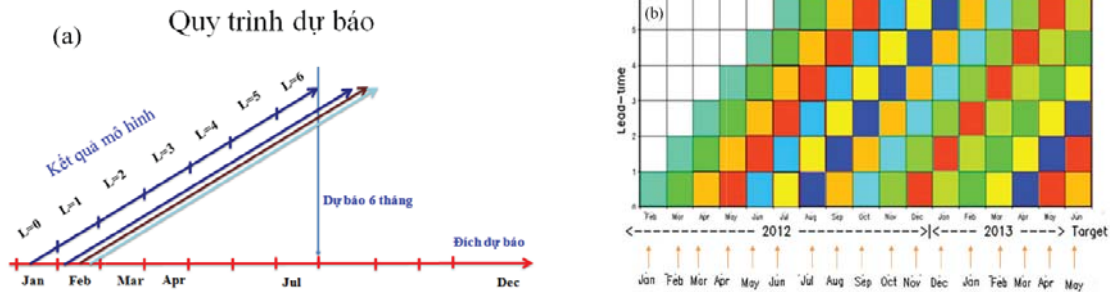
Nhằm nâng cao chất lượng dự báo của mô hình cIWRF, giá trị trung bình tháng thời kỳ (1981-2000) của quan trắc và mô phỏng được sử dụng để hiệu chỉnh sản phẩm mô hình. Cách thức hiệu chỉnh được thực hiện như sau:

- Chênh lệch giữa quan trắc và mô phỏng của từng tháng tại mỗi trạm được xác định theo công thức:

$$\Delta_{jk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n OBS_Cli_{ijk} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n MOD_Cli_{ijk}$$

Trong đó: OBS_Cli và MOD_Cli tương ứng là giá trị nhiệt độ trung bình tháng/tổng lượng mưa tháng của quan trắc và mô hình trong thời kỳ mô phỏng; n là số năm mô phỏng; j là chỉ số theo trạm và k là chỉ số theo tháng.

- Giá trị dự báo của mô hình sau khi hiệu chỉnh là: $FC_{jk} = MOD_FC_{jk} + \Delta_{jk}$ với MOD_FC_{jk} là giá trị dự báo của mô hình khi chưa hiệu chỉnh.



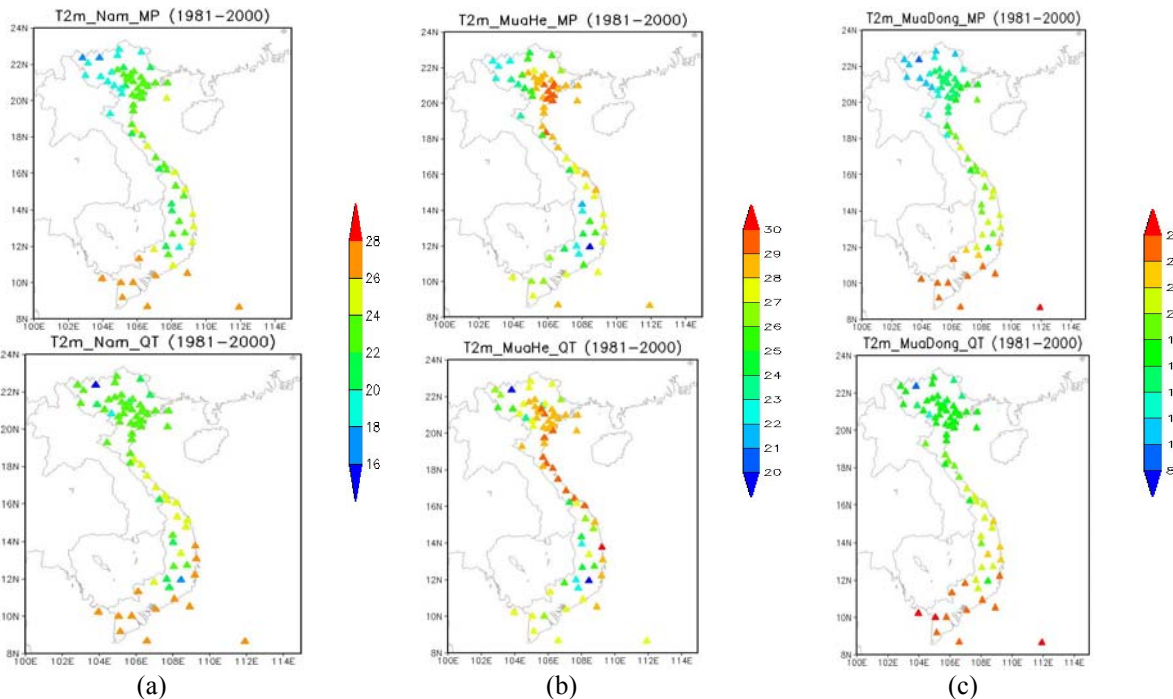
Hình 2. Sơ đồ minh họa qui trình dự báo (a) và hạn dự báo (b).

3. Kết quả và nhận xét

3.1. Kết quả mô phỏng

Hình 3 biểu diễn giá trị nhiệt độ không khí (T2m) trung bình năm, mùa hè, mùa đông tại các trạm quan trắc trong giai đoạn mô phỏng 1981-2000. Nhìn trên hình vẽ nhận thấy mô hình cIWRf đã mô phỏng tương đối phù hợp phân bố nhiệt độ trên toàn lãnh thổ Việt Nam. Xu thế chung của mô hình là mô phỏng nhiệt độ T2m thiên thấp so với thực tế, đặc biệt là ở

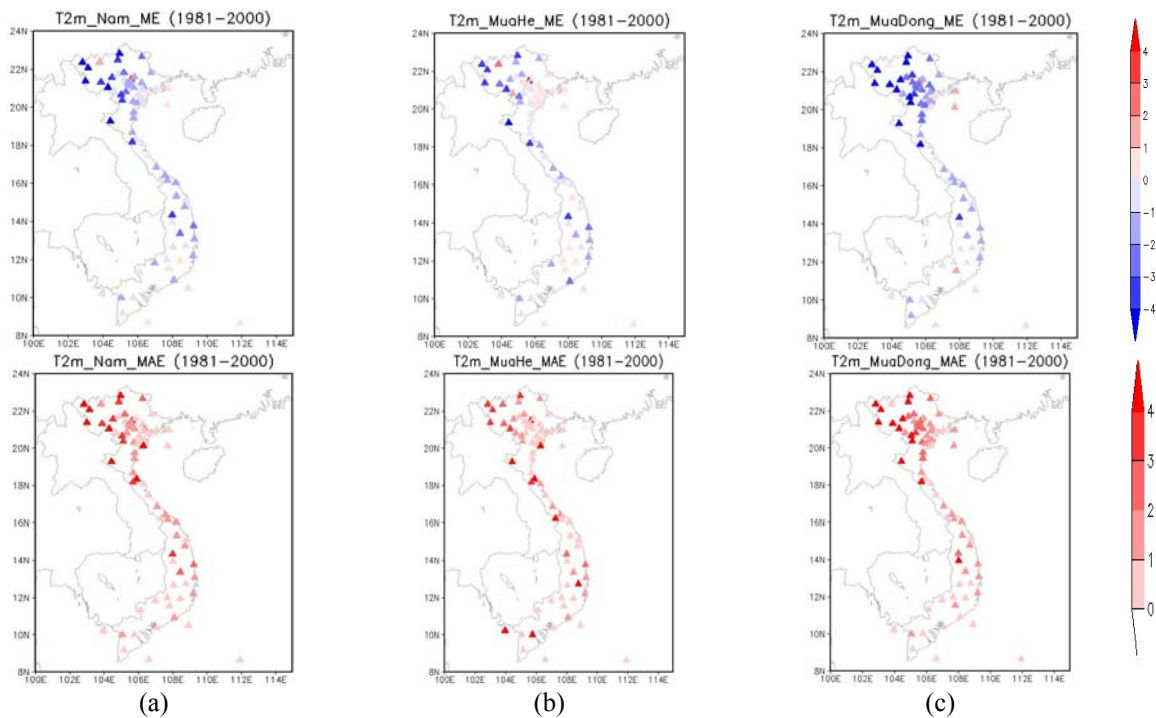
vùng Tây Bắc. Trong các tháng mùa hè, sự thiên thấp của mô hình so với quan trắc thể hiện rất rõ ở các trạm ven biển Miền Trung và ngược lại thiên cao ở một số trạm vùng đồng bằng Bắc Bộ. Trong thời kỳ mùa đông, các trạm vùng núi Tây Bắc có nhiệt độ bề mặt mô phỏng bởi mô hình thấp hơn so với quan trắc nhiều hơn so với các khu vực còn lại. Sự chênh lệch T2m giữa mô hình và quan trắc sẽ được đánh giá định lượng qua chỉ số ME và MAE biểu diễn trên Hình 4.



Hình 3. Nhiệt độ không khí T2m (°C) trung bình năm (a), mùa hè 6-8 (b), mùa đông 12-2 (c) của mô hình cIWRf (trên) và quan trắc (dưới) tại các trạm trong giai đoạn 1981-2000.

Phân bố của ME tại các trạm trên Hình 4 cho thấy hầu hết đều có giá trị âm, nghĩa là giá trị mô phỏng bởi mô hình thường thấp hơn so với quan trắc, nguyên nhân chủ yếu là do độ cao trạm của mô hình thường cao hơn so với thực tế. Đối với yếu tố nhiệt độ, ảnh hưởng của độ cao trạm là rất quan trọng nên hầu hết các trạm ở vùng núi Tây Bắc có sai lệch lớn hơn so với các vùng còn lại, có nơi chênh lệch tới hơn 4°C. Trong thời kỳ mùa hè, xu thế thiên âm vẫn thể hiện ở một số trạm phía Tây Bắc và thiên dương nhẹ ở vùng đồng bằng Bắc Bộ, một số trạm ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Trong thời kỳ mùa đông, các trạm đa phần có giá trị

mô phỏng thấp hơn so với thực tế, đặc biệt là ở phía bắc. Điều này hoàn toàn phù hợp vì ở nước ta trong thời gian này chịu ảnh hưởng của gió mùa mùa đông từ vùng vĩ độ cao gây ra các đợt xâm nhập lạnh vào Việt Nam dẫn đến nền nhiệt biến động rất mạnh nên sai khác giữa mô phỏng và quan trắc là khá lớn. Phân bố sai số MAE tại các trạm trên toàn Việt Nam cho thấy những sai số lớn tập trung ở vùng núi Tây Bắc, rải rác một vài trạm ở vùng Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên, sai số trong các tháng mùa đông lớn hơn trong các tháng mùa hè. Sai số trung bình cho bảy vùng khí hậu Việt Nam được trình bày ở Bảng 1.

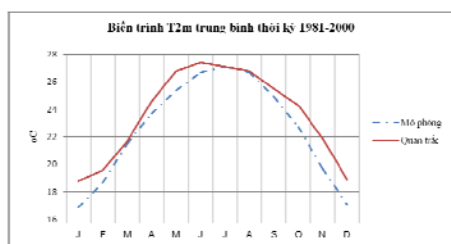


Hình 4. Giá trị ME (trên) và MAE (dưới) của T2m (°C) trung bình năm (a), mùa hè 6-8 (b), mùa đông 12-2(c) tại các trạm trong giai đoạn 1981-2000.

Bảng 1. Giá trị ME và MAE của T2m (°C) ở 7 vùng khí hậu và toàn Việt Nam trong giai đoạn 1981-2000

Vùng	ME (°C)			MAE (°C)		
	Mùa hè	Mùa đông	Cả năm	Mùa hè	Mùa đông	Cả năm
Tây Bắc (B1)	-2.6	-4.9	-3.6	3.0	4.9	3.6
Đông Bắc (B2)	0.0	-1.8	-1.0	1.3	2.4	1.8
ĐB Bắc Bộ (B3)	0.1	-1.8	-1.0	0.4	2.0	1.1
Bắc Trung Bộ (B4)	-1.2	-1.6	-1.4	1.2	2.2	1.5
Nam Trung Bộ (N1)	-1.0	-1.5	-1.5	1.2	1.5	1.5
Tây Nguyên (N2)	-0.5	-0.4	-0.7	0.9	1.0	1.1
Nam Bộ (N3)	-0.1	-0.7	-0.5	0.4	0.7	0.6
Việt Nam	-0.6	-1.7	-1.2	1.1	2.0	1.5

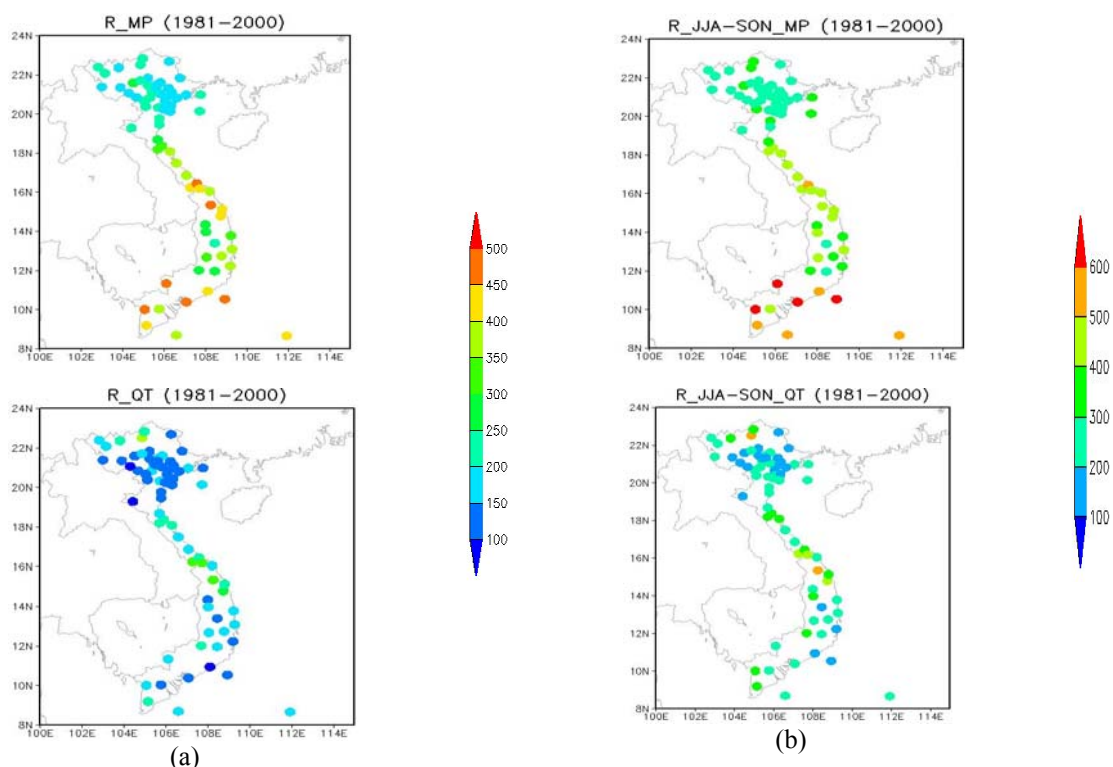
Từ Bảng 1 nhận thấy ở hầu hết các vùng khí hậu và trong năm giá trị T2m của mô hình thấp hơn thực tế, ngoại trừ vùng khí hậu B2-B3 là cao hơn không đáng kể. Xét chung trên cả nước các vùng khí hậu phía bắc luôn có sai số cao hơn các vùng khí hậu phía nam và trong các tháng mùa đông do biến đổi của nhiệt độ mạnh hơn. Những khác biệt này về T2m của mô hình so với thực tế cũng được nhận thấy trong biến trình năm như biểu diễn trên Hình 5.



Hình 5. Biến trình T2m trung bình thời kỳ 1981-2000 giữa mô phỏng và quan trắc.

Kết quả mô phỏng lượng mưa trung bình tháng (tổng lượng mưa năm chia 12 tháng) thời kỳ 1981-2000 và lượng mưa trung bình trong các tháng mưa nhiều từ tháng 6 đến tháng 11 tại các trạm được biểu diễn trên Hình 6.

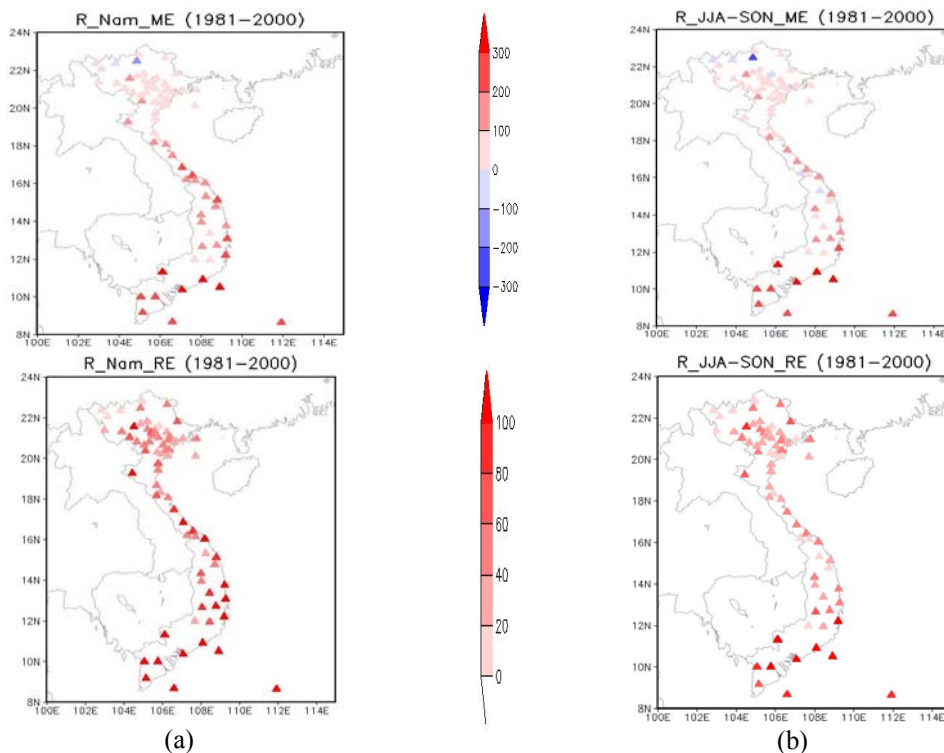
Từ hình vẽ nhận thấy, ngược lại với biến nhiệt độ, mô hình mô phỏng lượng mưa có xu thế thiên cao so với thực tế. Nhìn chung, lượng mưa trung bình tháng theo quan trắc ở các trạm dao động trong khoảng từ trên 100mm/tháng đến 400mm/tháng, trong khi đó theo kết quả mô hình là từ khoảng 150mm/tháng đến 500mm/tháng. Trong các tháng mưa nhiều, xu thế thiên cao này thể hiện rất rõ ở một số trạm phía nam.



Hình 6. Lượng mưa trung bình tháng (a) và các tháng mưa nhiều 6-11 (b) (mm/tháng) tại các trạm của mô hình cIWRf (trên) và quan trắc (dưới) trong giai đoạn 1981-2000.

Kết quả đánh giá của chỉ số ME và RE cho lượng mưa tại các trạm được biểu diễn trên Hình 7. Nhìn chung, xu thế thiên cao thể hiện ở hầu hết các trạm trên toàn Việt Nam ngoại trừ một vài trạm ở phía bắc hơi thiên âm. Mức độ chênh lệch của các trạm phía nam và ven biển miền Trung với quan trắc lớn hơn nhiều so với các trạm ở khu vực đồng bằng Bắc Bộ. Điều này cho thấy mô hình chưa mô phỏng được tốt

các nguyên nhân gây mưa ở khu vực gần xích đạo. Khi đánh giá trên chuỗi số liệu cả năm ta thấy giá trị RE lớn hơn so với khi chỉ tính riêng cho các tháng mưa nhiều. Điều này cho thấy đối với các tháng ít mưa thì mô hình cho dự báo không nhiều so với thực tế. Bảng 2 là các giá trị sai số ở từng vùng khí hậu cho thấy sai số lớn ở các vùng khí hậu N3 và N1, sai số nhỏ nhất ở vùng B1 khi tính trung bình cả năm.

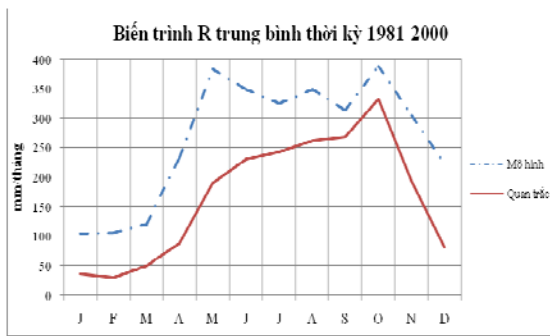


Hình 7. Giá trị ME (mm) (trên) và RE (%) (dưới) của lượng mưa trung bình tháng (a) và các tháng mưa nhiều 6-11 (b) tại các trạm trong giai đoạn 1981-2000.

Bảng 2. Giá trị ME (mm/tháng) và RE (%) của lượng mưa trung bình tháng và các tháng mưa nhiều ở 7 vùng khí hậu và toàn Việt Nam trong giai đoạn 1981-2000

Vùng	ME (mm/tháng)		RE (%)	
	Tháng 6-11	Cả năm	Tháng 6-11	Cả năm
Tây Bắc (B1)	34.5	45.4	22.3	36.8
Đông Bắc (B2)	26.6	33.5	34.4	41.4
ĐB Bắc Bộ (B3)	57.6	61.2	28.3	45.1
Bắc Trung Bộ (B4)	85.7	123.9	32.6	69.6
Nam Trung Bộ (N1)	147.8	202.9	88.3	153.2
Tây Nguyên (N2)	87.3	117.5	36.4	74.5
Nam Bộ (N3)	315.6	282.7	134	188.3
Việt Nam	95.6	112.7	46.8	76.2

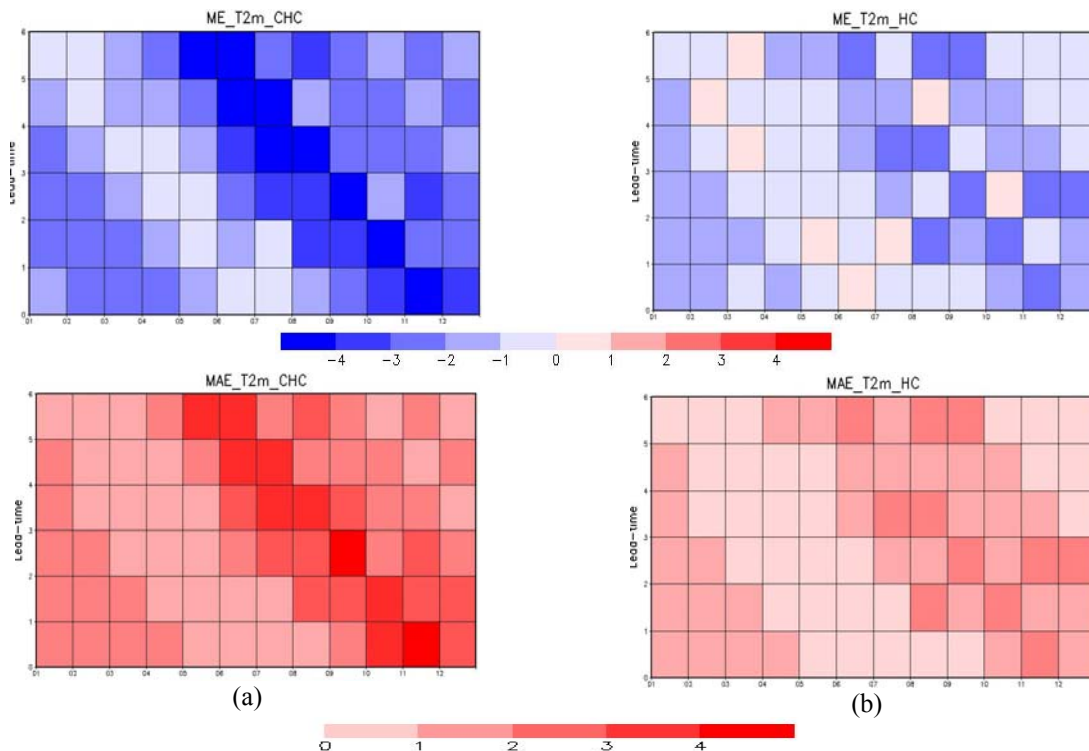
Hình 8 biểu diễn biến trình của lượng mưa trung bình toàn thời kỳ 1981-2000. Từ hình vẽ nhận thấy trong tất cả các tháng cIWRF luôn cho lượng mưa cao hơn so với thực tế. Chênh lệch lớn tập trung trong khoảng từ tháng 4 đến tháng 8. Nhìn chung mô hình chưa mô phỏng được tốt về lượng mưa và diễn biến mùa mưa trong năm. Nguyên nhân có thể do lựa chọn sơ đồ tham số hóa đối lưu chưa phù hợp cho khu vực Việt Nam nên cần được tiếp tục nghiên cứu.



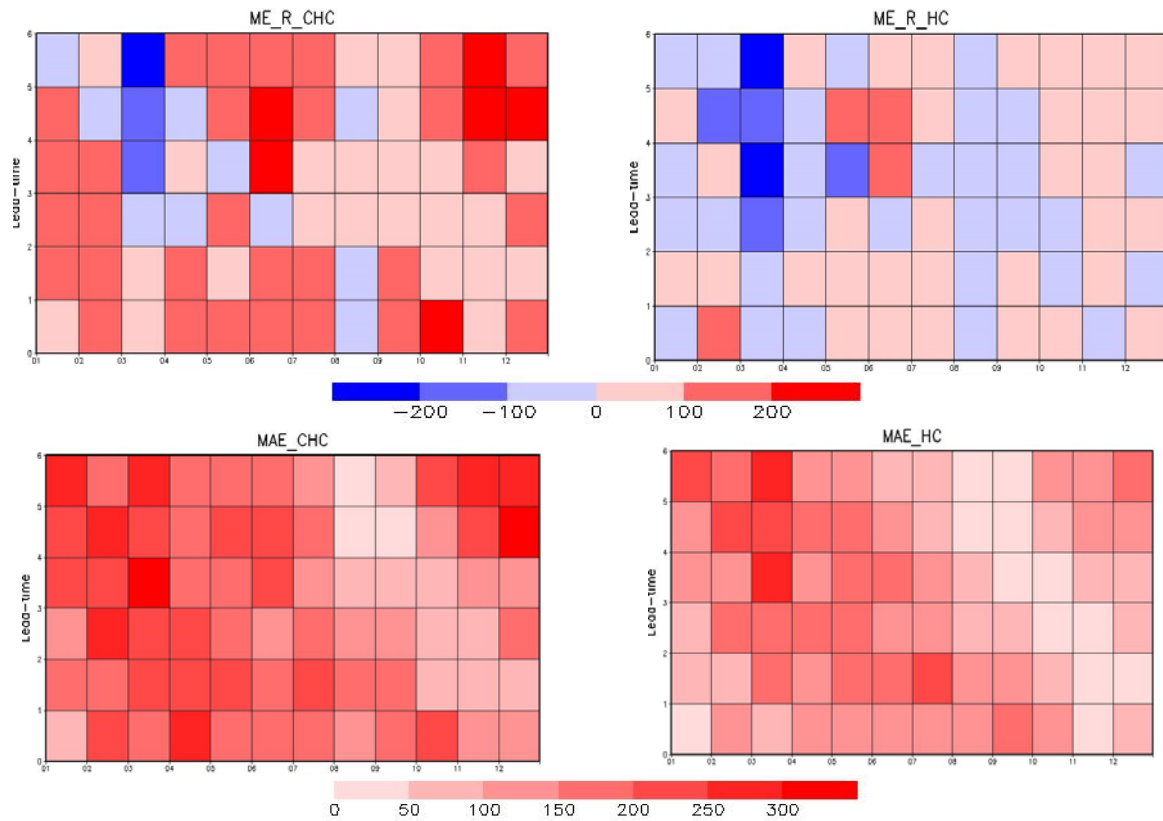
Hình 8. Biến trình mưa trung bình thời kỳ 1981-2000.

3.2. Kết quả dự báo

Trên cơ sở phân tích những kết quả mô phỏng ở trên, mô hình cIWRF được chạy thử nghiệm dự báo khí hậu với hạn từ 1 đến 6 tháng. Kết quả dự báo của mô hình sau đó được thực hiện hiệu chỉnh nhằm cải thiện chất lượng dự báo. Hình 9 biểu diễn giá trị ME và MAE của T2m trung bình tháng ở các hạn dự báo của mô hình cIWRF trước và sau hiệu chỉnh. Từ hình vẽ nhận thấy khi chưa hiệu chỉnh, ME đều có giá trị âm, nghĩa là phản ánh xu hướng dự báo nhiệt độ T2m thiên thấp của mô hình. Giá trị sai số lớn ở các tháng mùa đông với hạn dự báo 1 tháng vào khoảng trên 4°C và ở một số tháng khác với hạn dự báo dài hơn. Sai số nhỏ trong các tháng mùa hè chỉ khoảng dưới 0,5°C. Sau khi hiệu chỉnh, ME vẫn chủ yếu có giá trị âm ở hầu hết các tháng và các hạn dự báo tuy nhiên độ lớn sai số đã được cải thiện rõ rệt, giá trị MAE lớn giảm xuống chỉ còn khoảng 2,5°C. Sự biến động của sai số qua các hạn dự báo không thể hiện qui luật rõ rệt.



Hình 9. Giá trị ME (trên) và MAE (dưới) (°C) của nhiệt độ không khí T2m trung bình tháng ở các hạn dự báo của mô hình cIWRF trước hiệu chỉnh (a) và sau hiệu chỉnh (b).



Hình 10. Giá trị ME (trên) và MAE (dưới) (mm/tháng) của lượng mưa tháng ở các hạn dự báo của mô hình cIWRF trước hiệu chỉnh (a) và sau hiệu chỉnh (b).

Kết quả đánh giá sai số lượng mưa tháng được biểu diễn trên Hình 10. Nhìn trên hình sẽ nhận thấy kết quả dự báo mưa chủ yếu thiên cao ở hầu hết các tháng. Giá trị sai số lớn có thể lên tới 300mm/tháng thường rơi vào các tháng mùa đông và xuân tại các hạn dự báo xa. Sau khi hiệu chỉnh, giá trị ME chủ yếu nằm trong khoảng [-100, 100] (mm/tháng), giá trị MAE trong khoảng [100, 200] (mm/tháng). Như vậy, mặc dù cIWRF chưa cho kết quả mô phỏng và dự báo mưa phù hợp với thực tế nhưng sau khi áp dụng kỹ thuật hiệu chỉnh thì sai số của mô hình đã giảm đi rõ rệt.

4. Kết luận

Từ những kết quả phân tích ở trên có thể thấy cIWRF mô phỏng nhiệt độ tại các trạm

tương đối phù hợp với thực tế ngoại trừ khu vực Tây bắc, tuy nhiên kết quả mô phỏng lượng mưa còn kém, đặc biệt đối với các trạm ở khu vực phía nam. Sau khi thử nghiệm dự báo và hiệu chỉnh kết quả mô hình, sai số dự báo đã được cải thiện đáng kể. Sai số T2m trung bình < 2°C và sai số lượng mưa trung bình < 200mm/tháng.

Tuy nhiên, cần có thêm những nghiên cứu như lựa chọn tham số hóa vật lý phù hợp cho khu vực Việt Nam để nâng cao chất lượng dự báo mưa của cIWRF.

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Đề tài cấp Nhà nước Nghiên cứu cơ bản

định hướng ứng dụng, mã số ĐT.NCCB-ĐHUD.2011-G/09.

Tài liệu tham khảo

- [1] Wang S.W, A review on seasonal climate prediction, *Advances in Atmospheric sciences* 18 (2001) 197.
- [2] Stockdale T.N., An overview of techniques for seasonal forecasting, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 14 (2000) 305.
- [3] Phạm Đức Thi, Xây dựng một số phương pháp dự báo hạn vừa, hạn dài nhiệt độ mùa đông và mưa mùa hè khu vực phía bắc Việt Nam, Báo cáo đề tài Chương trình 42, Tổng cục Khí tượng Thủy văn (1987).
- [4] <http://www.imh.ac.vn>
- [5] Phan Văn Tân, Hồ Thị Minh Hà, Lương Mạnh Thắng, Trần Quang Đức, 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 Đại học Quốc gia Hà nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 25 (2009) 241.
- [6] Skamarock W.C et al., A description of the Advanced Research WRF version 3, NCAR Tech. Note (2008) 125p [http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/arw_v3.pdf]

Monthly Temperature and Precipitation Seasonal Forecast over Vietnam using cIWRF Model

Vũ Thanh Hằng, Nguyễn Thị Hạnh

VNU University of Science, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hanoi, Vietnam

Abstract: The cIWRF model is used to test seasonal forecast of monthly temperature and precipitation over Vietnam. The global Climate Forecast System-CFS output with 1 degree horizontal resolution is used as lateral boundary condition for cIWRF. The leadtime is from one month to six months starting from 00Z Jan 2012 to May 2013. Mean error (ME), mean absolute error (MAE) and relative error (RE) are calculated for non-corrected and corrected results. The temperature errors are more stable than rainfall errors in all leadtimes. The errors clearly reduce when the forecast results are corrected.

Keywords: Seasonal forecast, cIWRF model, Vietnam.