

ĐÁNH GIÁ VÀ SO SÁNH KỸ NĂNG MÔ PHÒNG HẠN MÙA CỦA MÔ HÌNH KHÍ HẬU KHU VỰC RegCM VÀ REMO

NCS. Đỗ Huy Dương - Vụ Khoa học và Công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường

NCS. Võ Văn Hòa, CN. Nguyễn Mạnh Linh, CN. Nguyễn Thanh Tùng

Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Trung ương

ThS. Nguyễn Lê Dũng - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học QGHN

Mục đích của bài báo này là đánh giá và so sánh khả năng mô phỏng một số yếu tố hạn mùa của mô hình khí hậu khu vực RegCM và REMO. Các yếu tố hạn mùa được đánh giá bao gồm tổng lượng mưa tháng, nhiệt độ trung bình tháng, nhiệt độ tối cao trung bình tháng và nhiệt độ tối thấp trung bình tháng. Từ chuỗi số liệu mô phỏng từ năm 1991-2000 của hai mô hình nói trên với số liệu đầu vào là các trường tái phân tích ERA40, các đánh giá kỹ năng mô phỏng các yếu tố hạn mùa được thực hiện cho 57 trạm quan trắc khí hậu trên lãnh thổ Việt Nam dựa trên chỉ số kỹ năng bình phương trung bình MSSS. Các kết quả đánh giá đã cho thấy cả hai mô hình có kỹ năng mô phỏng tốt cho các yếu tố nhiệt độ tại hầu hết các trạm, nhưng kỹ năng mô phỏng yếu tố mưa không tốt, thậm chí kém hơn dự báo khí hậu. Trong số hai mô hình, khả năng mô phỏng của REMO nói chung tốt hơn RegCM tại hầu hết các phân vùng khí hậu và yếu tố đánh giá.

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, điều kiện thời tiết và khí hậu có chiều hướng diễn biến ngày càng phức tạp. Những biến đổi bất thường của thời tiết, khí hậu, như hạn hán, bão, lũ mưa lớn,... đã gây không ít khó khăn, thậm chí thiệt hại lớn, cho sản xuất, kinh doanh trong nhiều lĩnh vực hoạt động kinh tế - xã hội. Mặt khác, những biến động thất thường của khí hậu, thời tiết đã làm cho công tác dự báo gặp nhiều khó khăn. Việc thiếu các thông tin dự báo thời tiết, khí hậu hạn dài là một trở ngại lớn cho các nhà hoạch định chính sách, các nhà quản lý trong việc đề xuất, qui hoạch, xây dựng các kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội ở cấp quốc gia và địa phương, làm cho các nhà lãnh đạo và cả những người dân ở các địa phương phải đối phó một cách thụ động với thiên nhiên. Điều đó thực sự đã tác động rất lớn tới đời sống kinh tế, xã hội của đất nước. Sự nguy hiểm của những biến động này là từ những thiên tai cực đoan có thể dẫn đến những thảm họa khôn lường. Chính vì vậy, trong những năm gần đây trên thế giới

và cả ở trong nước đã xuất hiện nhiều công trình nghiên cứu chú trọng vào bài toán dự báo khí hậu trong mối quan hệ với sự biến đổi khí hậu. Trong đó, hướng nghiên cứu ứng dụng các mô hình khí hậu toàn cầu và khu vực để mô phỏng khí hậu quá khứ, qua đó đánh giá khả năng nắm bắt và dự báo các hiện tượng khí hậu của các mô hình.

Trên thế giới hiện nay có khá nhiều mô hình khí hậu khu vực (RCM) đang được lưu hành và ứng dụng. Có những RCM được cung cấp miễn phí và có thể nhận về từ Internet, có những RCM mặc dù có thể được cung cấp miễn phí nhưng phải có giấy phép (license), cũng có những RCM thương mại, phải mua bản quyền sử dụng. Ngoài ra, hầu hết các RCM nếu được sử dụng đều có thể có cả chương trình nguồn, nhưng cũng có những RCM chỉ được cung cấp các file thực hiện, không thể can thiệp sâu và thay đổi cấu trúc bên trong.

Tại Việt Nam, hầu hết các RCM được sử dụng là các RCM miễn phí với chương trình nguồn đầy đủ. Trên cơ sở đó, các cán bộ nghiên cứu có thể thay

đổi, chỉnh sửa, cải tiến sao cho phù hợp với điều kiện khí hậu khu vực. Hiện tại, các RCM đang được sử dụng trong nghiên cứu khí hậu ở Việt Nam phải kể đến gồm RegCM, REMO và MM5CL. Bài báo này sẽ trình bày một số kết quả đánh giá khả năng mô phỏng hạn mùa của mô hình RegCM và REMO dựa trên chuỗi số liệu mô phỏng trong 10 năm từ 1991 đến 2000. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng kết quả chạy mô hình được cung cấp bởi đề tài nghiên cứu khoa học cấp nhà nước: "Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược" có mã số KC.08.29/06-10 do PGS.TS Phan Văn Tân làm chủ nhiệm. Các yếu tố hạn mùa được đánh giá bao gồm tổng lượng mưa tháng (), nhiệt độ trung bình tháng (), nhiệt độ tối cao trung bình tháng () và nhiệt độ tối thấp trung bình (). Phần 2 của bài báo sẽ giới thiệu sơ bộ về cấu hình nghiên cứu của hai mô hình nói trên và phương pháp đánh giá. Các kết quả đánh giá và so sánh kỹ năng mô phỏng dự báo hạn mùa sẽ được trình bày trong phần 3. Cuối cùng là một số kết luận và kiến nghị cho hướng nghiên cứu tiếp theo.

2. Mô tả tập số liệu nghiên cứu

a. Cấu hình mô hình RegCM và REMO

Như đã đề cập ở trên, trong nghiên cứu này chúng tôi tiến hành đánh giá kỹ năng dự báo hạn mùa cho một số yếu tố như tổng lượng mưa tháng, nhiệt độ trung bình tháng, nhiệt độ tối cao trung bình tháng và nhiệt độ tối thấp trung bình tháng từ sản phẩm dự báo tất định của mô hình RegCM và REMO. Chi tiết về hai mô hình khí hậu khu vực RegCM và REMO đã được trình bày ở nhiều công trình nghiên cứu khác nên sẽ không được trình bày ở đây. Chi tiết có thể tham khảo trong các nghiên cứu Hồ Thị Minh Hà và cộng sự (2008a, b); Phan Văn Tân và cộng sự (2009, 2010). Bảng 2.1 đưa ra cấu hình tính toán, độ phân giải, số liệu đầu vào, các tham số hóa vật lý, ... của mô hình RegCM và REMO. Từ bảng 2.1 có thể thấy về cơ bản cấu hình miền tính toán và nguồn số liệu đầu vào cho hai mô hình là như sau. Sự khác biệt chủ yếu nằm ở các tùy chọn sơ đồ tham số hóa vật lý. Chuỗi số liệu mô phỏng bao gồm 10 năm (từ 1991 đến 2000) với khoảng thời gian chiết xuất kết quả là 3 tiếng một.

b. Phương pháp đánh giá

Bảng 1. Một số đặc trưng chính trong cấu hình chạy mô phỏng của mô hình RegCM và REMO

Cấu hình mô hình	Mô hình RegCM	Mô hình REMO
Miền tích phân	5°S - 27°N; 84°E - 130°E	
Độ phân giải ngang	36km	
Độ phân giải thẳng đứng	18 mực	20 mực
Bước thời gian tích phân	90 giây	
Điều kiện ban đầu và điều kiện biên	ERA40	
Chu kỳ cập nhật biên	6 tiếng	
Các sơ đồ tham số hóa	Sơ đồ Grell cho đối lưu, sơ đồ CAM cho bức xạ, sơ đồ BAT cho thông lượng bề mặt và đất, sơ đồ SUBEX cho giáng thủy quy mô lưới	Sơ đồ Tiedkle cho đối lưu, sơ đồ bức xạ Mocrette, sơ đồ tương tự cho thông lượng bề mặt và đất, sơ đồ giáng thủy qua mô lưới Sundquist
Thời gian tích phân	10 năm (từ 1991 đến 2000)	

Để đánh giá kỹ năng dự báo hạn mùa của mô hình RegCM và REMO, chỉ số đánh giá kỹ năng bình phương trung bình MSSS (Mean Square Skill Score) được sử dụng trong nghiên cứu này. Đây là chỉ số đánh giá được Tổ chức khí tượng thế giới khuyến cáo sử dụng trong đánh giá sản phẩm dự báo tất định từ các hệ thống mô hình hóa khí hậu

(WMO-No. 485). Chỉ số đánh giá MSSS được tính toán như sau: giả sử x_{ij} và f_{ij} (với $i = 1, \dots, N$) là chuỗi số liệu quan trắc và dự báo có độ dài N (chu kỳ đánh giá) của trạm thứ j hoặc điểm nút lưới thứ j . Khi đó, giá trị trung bình và phương sai mẫu của x_{ij} và f_{ij} trong chu kỳ đánh giá tương ứng sẽ là $\bar{x}_j$, $\bar{f}_j$, $s_{x_j}^2$ và $s_{f_j}^2$, trong đó:

$$\bar{x}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ij}; \quad \bar{f}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_{ij}; \quad s_{x_j}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_{ij} - \bar{x}_j)^2; \quad s_{f_j}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (f_{ij} - \bar{f}_j)^2$$

Như vậy, sai số bình phương trung bình của dự báo tại trạm thứ j sẽ được tính như sau:

$$MSE_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (f_{ij} - x_{ij})^2$$

Theo Murphy (1988), nếu chuỗi số liệu quan trắc và dự báo độc lập về mặt không gian và thời gian, thì sai số bình phương trung bình của dự báo khí hậu có thể xác định thông qua phương sai mẫu của quan trắc như sau:

$$MSE_{ej} = \left(\frac{N}{N-1} \right)^2 s_{x_j}^2$$

Từ (1) và (2), chỉ số MSSS cho trạm thứ j được xác định như sau:

$$MSSS_j = 1 - \frac{MSE_j}{MSE_{ej}}$$

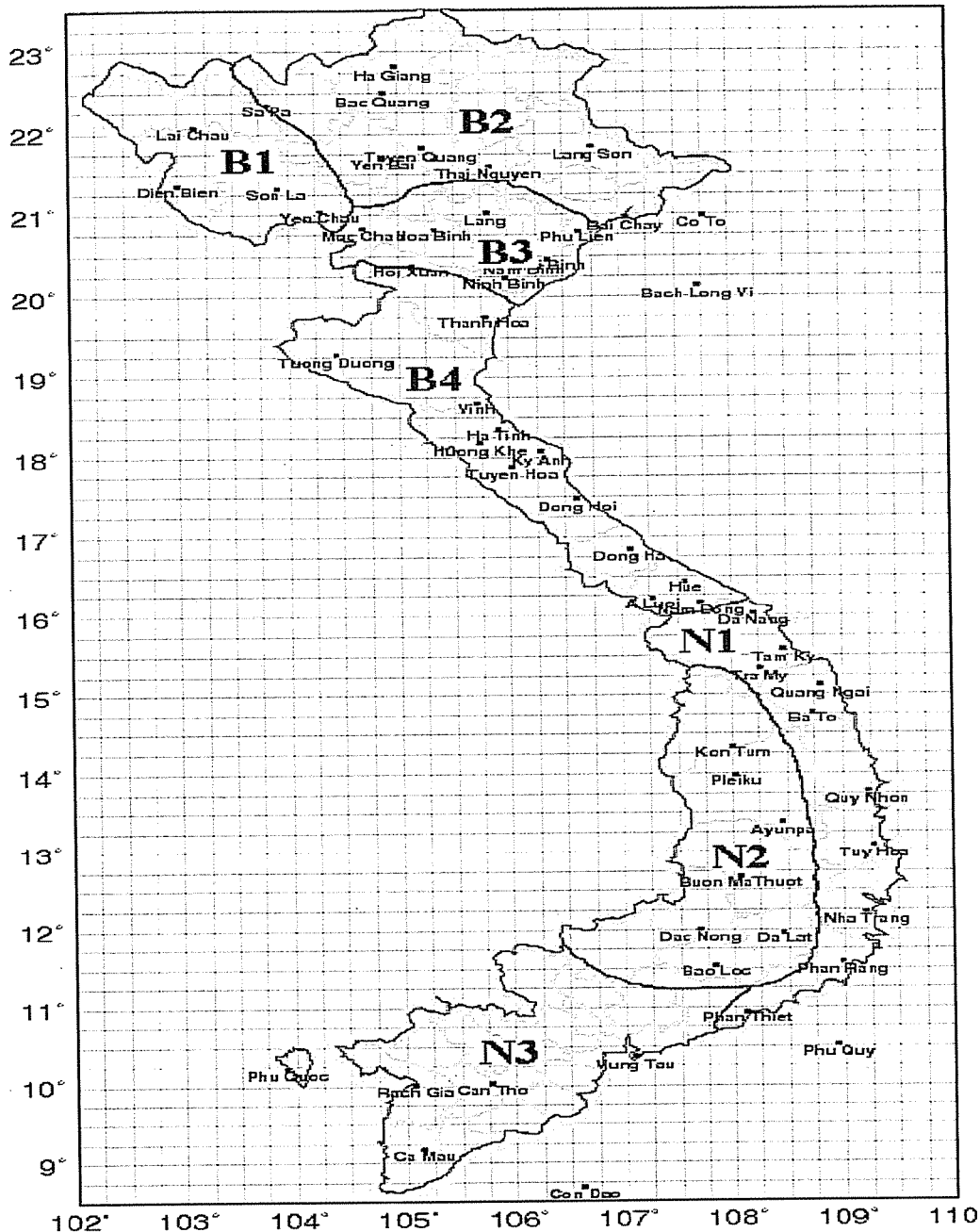
Từ công thức (3) có thể thấy chỉ số MSSS_j sẽ có giá trị trong khoảng $[-\infty, 1]$. Do đó, nếu MSSS_j nhỏ hơn hoặc bằng 0, thì dự báo từ mô hình có kỹ năng kém hơn hoặc bằng dự báo khí hậu. Hay nói cách khác, mô hình đó không có kỹ năng dự báo bởi vì dự báo khí hậu là phương pháp dự báo đơn giản nhất. Ngược lại, nếu $0 < MSSS_j \leq 1$ thì mô hình dự báo là có kỹ năng dự báo, giá trị MSSS_j càng gần 1 thì mô hình có kỹ năng dự báo càng cao. Đối với toàn bộ vùng khí hậu hoặc lưới tính toán bao gồm M trạm/nút lưới, chỉ số MSSS tổng thể sẽ được tính theo công thức sau:

$$MSSS = 1 - \frac{\sum_{j=1}^M w_j MSE_j}{\sum_{j=1}^M w_j MSE_{ej}}$$

Trong đó w_j là trọng số và có giá trị bằng 1 nếu đánh giá cho điểm trạm và bằng $\cos(\theta_j)$ với θ_j là vĩ độ của nút lưới thứ j trên lưới tính toán kinh vĩ. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành đánh giá tại điểm trạm và không đánh giá trên lưới dự báo của mô hình RegCM và REMO. Do đó, các yếu tố đánh giá sẽ được tính toán trên lưới trước, sau đó nội suy về điểm trạm bằng phương pháp nội suy tuyến tính. Tổng cộng có 57 trạm quan trắc (trong đó có 5 trạm đảo) thuộc 7 phân vùng khí hậu (xem hình 1, trong đó Tây Bắc: B1; Đông Bắc: B2; Đồng bằng Bắc Bộ: B3; Bắc Trung Bộ: B4; Nam Trung Bộ: N2; Tây

Nguyên: N2 và Nam Bộ: N3) được lựa chọn để đánh giá (thông tin chi tiết về các trạm được sử dụng có thể tham khảo trong [4]).

Ngoài chỉ số đánh giá MSSS để đánh giá kỹ năng mô phỏng, trong nghiên cứu này chúng tôi còn sử dụng chỉ số BIAS để đánh giá khuynh hướng sai số của mô hình nghiên cứu. Theo Murphy (1988), chỉ số BIAS cho trạm hoặc điểm nút lưới thứ j có thể được xác định đơn giản bằng hiệu giữa $\bar{f}_j$ và $\bar{x}_j$. Dấu của chỉ số BIAS sẽ cho biết mô hình cho kết quả mô phỏng thiên cao hay thiên thấp.



Hình 1. Phân bố không gian của 57 trạm quan trắc trên 7 vùng khí hậu Việt Nam

3. Một số kết quả đánh giá và so sánh kỹ năng mô phỏng

Bảng 1 đưa ra kết quả tính toán chỉ số MSSS cho 4 yếu tố hạn mùa được mô phỏng từ hai mô hình RegCM và REMO và tương ứng cho 7 phân vùng khí hậu. Từ bảng 1 có thể thấy đối với các yếu tố liên quan đến nhiệt độ ($\bar{T}$, $\bar{T}_{max}$, $\bar{T}_{min}$), MSSS có giá trị dương và gần 1 từ phân vùng khí hậu B1 cho đến N1, trong khi có giá trị âm tại phân vùng khí hậu

N2 và N3. Đối với tổng lượng mưa tháng (), chỉ có mô hình RegCM cho chỉ số MSSS dương tại phân vùng B1-B3, nhưng giá trị không lớn, các phân vùng khác đều cho giá trị MSSS âm. Như vậy, có thể thấy cả hai mô hình nói chung đều có kỹ năng mô phỏng tốt các yếu tố ($\bar{T}$, $\bar{T}_{max}$, $\bar{T}_{min}$), cho các phân vùng B1-N1. Riêng đối với yếu tố $\sum R$, nói chung cả hai mô hình đều có kỹ năng mô phỏng thấp. Ngoài ra, nếu so sánh giữa hai mô hình khí hậu, thì nói chung mô hình REMO có kỹ năng mô phỏng tốt hơn so với

mô hình RegCM, đặc biệt là cho các yếu tố $\bar{T}$, $\bar{T}_{\max}$, $\bar{T}_{\min}$. Các kết quả tính toán chỉ số MSSS cho từng điểm trạm được đưa ra trong các hình vẽ dưới đây (từ hình 1 cho đến 4).

Để hiểu thêm về bản chất sai số trong các mô phỏng của mô hình RegCM và REMO, bảng 3.2 đưa ra kết quả đánh giá chỉ số BIAS cho 4 yếu tố đánh giá và tương ứng cho từng mô hình cũng như phân vùng khí hậu. Từ bảng 2 có thể nhận thấy chỉ số BIAS là thay đổi theo từng phân vùng khí hậu. Đối

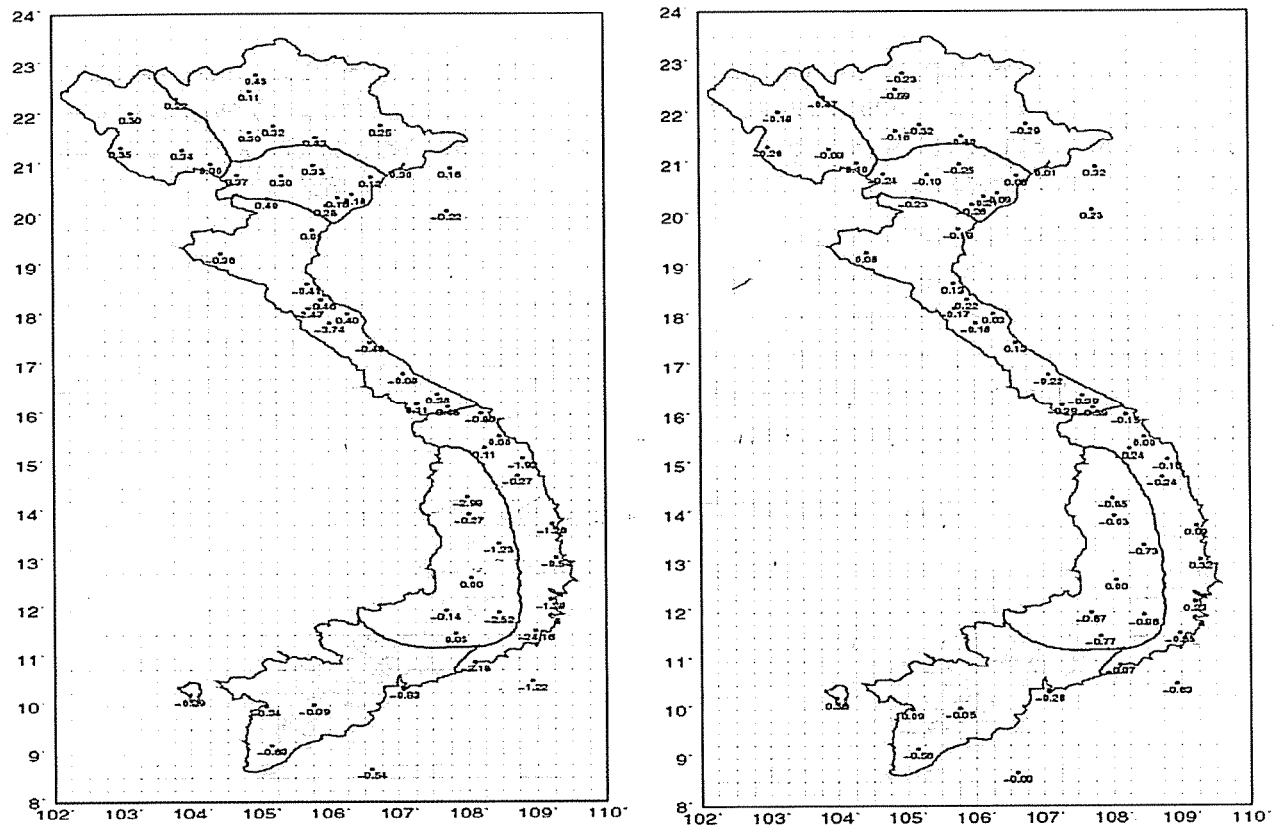
với , mô hình RegCM cho thường cho mô phỏng thiên cao trong khi REMO cho mô phỏng thiên thấp. Sự trái ngược giữa hai mô hình cũng được tìm thấy trong kết quả mô phỏng các yếu tố $\bar{T}$, $\bar{T}_{\max}$, $\bar{T}_{\min}$. Cụ thể, REMO thường cho mô phỏng thiên cao trong khi RegCM lại cho mô phỏng thiên thấp. Nếu xét về biên độ của chỉ số BIAS, có thể thấy RegCM có biên độ sai số hệ thống nhỏ hơn REMO đối với mô phỏng $\sum R$, nhưng lại cao hơn rất nhiều trong các mô phỏng $\bar{T}$, $\bar{T}_{\max}$, $\bar{T}_{\min}$. Đặc biệt là 2 yếu tố đầu tiên.

Bảng 2. Chỉ số MSSS cho từng phân vùng khí hậu

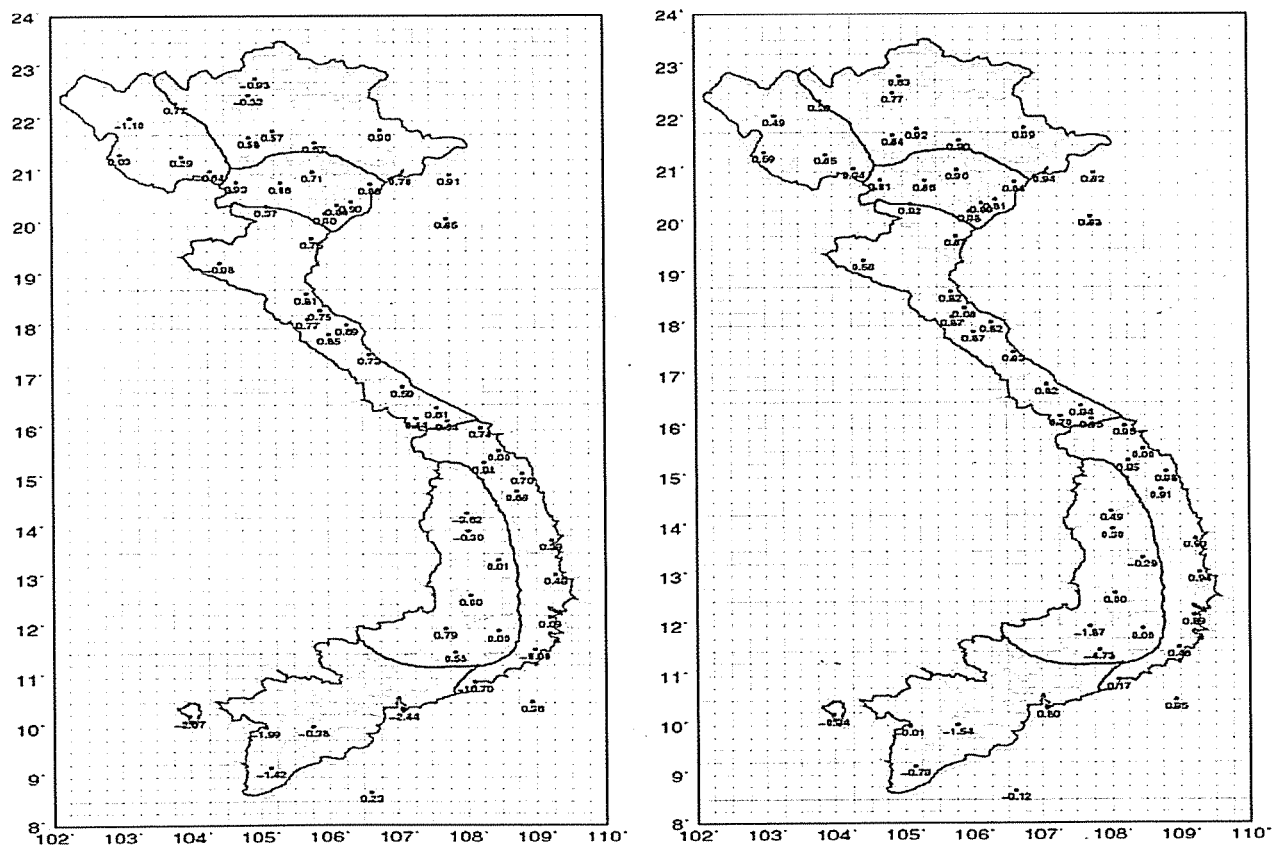
Phân vùng khí hậu	$\sum R$		$\bar{T}$		$\bar{T}_{\max}$		$\bar{T}_{\min}$	
	RegCM	REMO	RegCM	REMO	RegCM	REMO	RegCM	REMO
B1	0.326	-0.159	-0.077	0.573	-0.655	0.073	-0.015	0.672
B2	0.211	-0.381	0.456	0.79	0.468	0.599	0.206	0.771
B3	0.122	-0.156	0.806	0.857	0.803	0.880	0.581	0.843
B4	-0.28	-0.179	0.57	0.752	0.449	0.741	0.29	0.772
N1	-0.862	-0.145	-0.043	0.86	0.029	0.701	-0.78	0.435
N2	-0.825	-0.59	-0.756	-0.396	-1.927	-0.446	-0.258	-0.231
N3	-0.606	-0.077	-1.278	-0.153	-1.048	-0.128	-3.794	-3.586

Bảng 3. Kết quả tính toán chỉ số BIAS cho từng phân vùng khí hậu

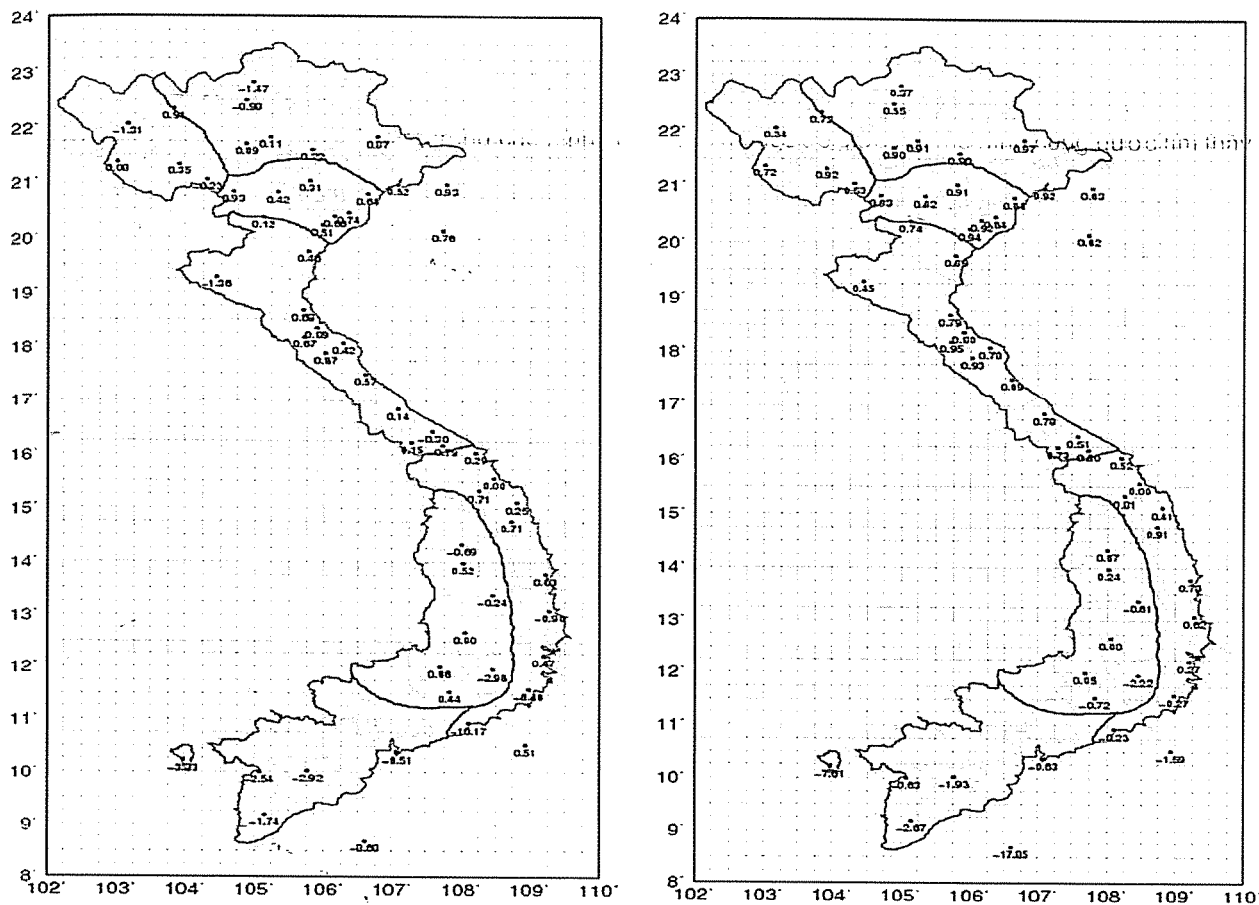
Phân vùng khí hậu	R		$\bar{T}$		$\bar{T}_{\max}$		$\bar{T}_{\min}$	
	RegCM	REMO	RegCM	REMO	RegCM	REMO	RegCM	REMO
B1	-24.52	-95.09	-3.201	-0.672	-3.383	-0.974	-3.562	-1.104
B2	-42.81	-137.67	-2.293	0.304	-1.778	0.557	-3.065	-0.191
B3	-16.93	-91.94	-1.206	0.85	-0.628	0.463	-2.04	0.743
B4	106.21	-149.08	-0.538	0.711	-2.119	-0.175	-0.174	0.749
N1	154.47	-141.76	-1.379	0.3	-2.215	-0.872	-0.9	1.067
N2	27.27	-148.20	-1.422	1.384	-0.9	1.451	-0.325	1.918
N3	-10.89	-109.96	-1.123	0.814	-1.288	-0.64	-1.05	1.88



Hình 2. Chỉ số MSSS cho dự báo tổng lượng mưa tháng từ mô hình RegCM (bên trái) và REMO (bên phải)



Hình 3. Tương tự hình 1 nhưng cho nhiệt độ trung bình tháng



Hình 4. Tương tự hình 1 nhưng cho nhiệt độ tối thấp trung bình tháng

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành đánh giá và so sánh kỹ năng mô phỏng một số yếu tố hạn mùa từ sản phẩm của mô hình khí hậu khu vực RegCM và REMO dựa trên chuỗi số liệu mô phỏng từ 1991 đến 2000 cho 57 trạm khí hậu thuộc 7 khu vực khí hậu. Các kết quả đánh giá dựa trên các chỉ số MSSS và BIAS cho từng khu vực cho thấy cả hai mô hình đều có kỹ năng mô phỏng tốt cho các yếu tố nhiệt độ trung bình tháng, nhiệt độ tối cao trung bình tháng và nhiệt độ tối thấp trung bình tháng. Riêng đối với yếu tố tổng lượng mưa tháng, nói chung cả hai mô hình đều không mô phỏng tốt. Nếu so sánh giữa hai mô hình, thì mô hình REMO nói chung có kỹ năng mô phỏng tốt hơn so với mô hình RegCM. Nếu so sánh kỹ năng mô

phỏng giữa các phân vùng khí hậu, thì cả hai mô hình đều mô phỏng tốt cho các phân vùng phía Bắc, còn các phân vùng phía Nam nói chung là chưa tốt. Các kết quả đánh giá sai số hệ thống cũng cho thấy cả hai mô hình đều có khuynh hướng sai số hệ thống rõ ràng và có biên độ lớn, đặc biệt là mô hình RegCM. Đây là một dấu hiệu tốt để áp dụng các phương pháp thống kê sau mô hình như phương pháp trung bình trượt, lọc Kalman để loại bỏ sai số hệ thống và qua đó nâng cao chất lượng dự báo. Do đó, nhóm nghiên cứu đề xuất áp dụng một số phương pháp thống kê để nâng cao chất lượng dự báo các yếu tố hạn mùa từ mô hình RegCM và REMO. Ngoài ra, cần tiếp tục đánh giá thêm cho nhiều yếu tố hạn mùa khác và tiến hành đánh giá trên lưới thay vì tại điểm trạm.

Tài liệu tham khảo

1. Phan Văn Tân, Hồ Thị Minh Hà, 2008a: Nghiên cứu độ nhạy của mô hình khí hậu khu vực RegCM3. Phần I: Ảnh hưởng của điều kiện biên đến kết quả mô phỏng khí hậu hạn mùa khu vực Việt Nam và Đông Nam Á. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Hà Nội, 9(573), tr. 1-12.
2. Phan Văn Tân, Hồ Thị Minh Hà, 2008b: Nghiên cứu độ nhạy của mô hình khí hậu khu vực RegCM3. Phần II: Ảnh hưởng của các sơ đồ tham số hóa đối lưu đến kết quả mô phỏng khí hậu hạn mùa khu vực Đông Nam Á. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Hà Nội, 10(574), tr. 1-11.
3. 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. Đã được chấp nhận đăng ở Tạp chí Đại học Quốc gia Hà Nội.
4. Phan Văn Tân và các cộng tác viên, 2010: Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược. Bản dự thảo báo cáo tổng kết đề tài KC.08.29/06-10, 300 trang.
5. Murphy A. H., 1988: Skill scores based on the mean square error and their relationships to the correction coefficient. Mon. Wea. Rev., 16, 2417-2424.
6. WMO: Standardised Verification System (SVS) for Long-range forecasts (LRF). WMO-No.485, 1, 1-84.