

Dự tính sự biến đổi của một số chỉ số mưa lớn trên lãnh thổ Việt Nam bằng mô hình khí hậu khu vực RegCM3

Lê Như Quân^{1,*}, Phan Văn Tân²

¹ Viện Vật lý Địa cầu, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội

² Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

Nhận ngày tháng năm

Tóm tắt. Trong bài này, mô hình RegCM3 được ứng dụng để mô phỏng và dự tính sự biến đổi của hai chỉ số khí hậu cực đoan liên quan đến sự kiện mưa lớn là lượng mưa ngày lớn nhất năm (*Rx1day*) và tổng lượng mưa của những ngày trong năm có lượng mưa vượt quá phân vị 95 của thời kỳ chuẩn (*R95p*). Mô hình được chạy với độ phân giải ngang 36km, sử dụng điều kiện biên là sản phẩm của mô hình toàn cầu CCSM3.0 cho thời kỳ chuẩn (1980-1999) và nửa đầu thế kỷ 21. Sự biến đổi của các chỉ số *Rx1day* và *R95p* được dự tính cho hai thời kỳ tương lai là 2011-2030 và 2031-2050. Kết quả nhận được cho thấy mô hình đã tái tạo được những đặc điểm cơ bản của phân bố không gian của hai chỉ số *Rx1day* và *R95p* cho thời kỳ chuẩn. Biến đổi của *Rx1day* và *R95p* trong các thời kỳ tương lai thể hiện sự giảm đi trên hầu khắp lãnh thổ Việt Nam trong giai đoạn 2011-2030 và tăng lên ở nhiều nơi trong giai đoạn 2031-2050. Phân bố không gian của biến đổi của *Rx1day* và *R95p* trong giai đoạn 2031-2050 có sự xen kẽ giữa các vùng tăng và giảm nhưng xu thế tăng vẫn chiếm ưu thế.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, xu thế, chỉ số khí hậu cực đoan, mưa lớn, Việt Nam

1. Mở đầu

Mưa lớn kết hợp với địa hình dốc gây nên những trận lũ quét có sức tàn phá lớn. Mưa lớn kéo dài tạo ra những trận lụt hủy hoại mùa màng, gây ảnh hưởng lớn đến đời sống của con người cũng như môi trường. Dưới tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH), diễn biến của các

hiện tượng thời tiết, khí hậu cực đoan, trong đó có mưa lớn, dường như ngày càng phức tạp hơn, thể hiện ở sự gia tăng về tần suất và cường độ. Chính vì vậy, nghiên cứu biến đổi của hiện tượng mưa lớn là một trong những bài toán thu hút được sự quan tâm của nhiều nhà khoa học trên thế giới, nhất là trong những năm gần đây [1-7]. Các phân tích dựa trên số liệu mưa quan trắc trong quá khứ cho thấy độ dài của các đợt mưa và số lượng sự kiện mưa lớn tăng lên đáng kể. Tần suất mưa lớn tăng trên một số khu vực

* Lê Như Quân, ĐT: 04.37562801
E-mail: quanln@igp-vast.vn

trên thế giới, tổng lượng mưa năm trong các sự kiện mưa lớn tăng lên trên nhiều vùng thuộc nước Mỹ, trung Âu và nam Australia [5]. Sự thay đổi của tần suất mưa lớn luôn lớn hơn sự thay đổi của tổng lượng mưa. Trên một số khu vực, xuất hiện xu thế tăng của mưa lớn trong khi tổng lượng mưa quan trắc được thậm chí giảm [6,7]. Khi phân tích số liệu giáng thủy ngày ở các nước khu vực Đông Nam Á trong thời kỳ từ 1950 đến 2000, Endo và CS [4] cũng đã chỉ ra rằng số ngày ẩm ướt (ngày có giáng thủy trên 1mm) có xu hướng giảm, trong khi đó cường độ giáng thủy trung bình của những ngày ẩm ướt lại có xu hướng tăng lên. Mưa lớn tăng lên ở phía nam Việt Nam, phía bắc Myanma và ở đảo Visayas và Luzon của Philipin trong khi đó lại giảm ở phía bắc Việt Nam. Gần đây hơn, Vũ Thanh Hằng và CS [19] đã sử dụng số liệu lượng mưa ngày tại các trạm quan trắc trên 7 vùng khí hậu Việt Nam thời kỳ 1961-2007 để xác định xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại. Kết quả nhận được cho thấy, trong thời kỳ 1961-2007, lượng mưa ngày cực đại có xu thế tăng hầu như trên mọi vùng khí hậu, ngoại trừ vùng Đồng bằng Bắc Bộ (B3), tuy nhiên sự biến đổi đó cũng có những khác biệt giữa các thời đoạn. Trong giai đoạn 1961-1990, xu thế tăng của lượng mưa ngày cực đại biểu hiện rõ ở hầu hết các vùng khí hậu, ngoại trừ vùng Tây Bắc (B1), tăng mạnh nhất là vùng Bắc Trung Bộ (B4) và Nam Trung Bộ (N1). Trong thời đoạn 1991-2000, ở các vùng khí hậu B1 và B2 (Đông Bắc) lượng mưa ngày cực đại có xu thế giảm, các vùng khí hậu khác có xu thế ngược lại. Những năm 2001-2007 là thời kỳ có lượng mưa ngày cực đại tăng mạnh ở tất cả các vùng khí hậu trên cả nước.

Dự tính khí hậu tương lai nói chung, dự tính các hiện tượng khí hậu cực đoan nói riêng không thể dựa trên số liệu quan trắc thực tế. Hơn nữa, do các hiện tượng khí hậu cực đoan thường chỉ được xác định thông qua các yếu tố

quan trắc được nên việc dự tính chúng trong tương lai dựa trên sản phẩm mô hình là cần thiết [14]. Do đó, bên cạnh những công trình nghiên cứu, khảo sát sự biến đổi của mưa lớn dựa trên các chuỗi số liệu quan trắc, hướng tiếp cận sử dụng các mô hình động lực để mô phỏng và dự tính hiện tượng này cũng được phát triển khá mạnh [11,12,13,16,18]. Trong nghiên cứu mô phỏng, cả mô hình toàn cầu và mô hình khu vực đều được sử dụng. Nói chung, các kết quả đánh giá cho thấy phân bố mưa trong trường hợp sử dụng mô hình có độ phân giải cao đáng tin cậy hơn độ phân giải thô. Emori và CS (2005) [3] đã chỉ ra rằng các mô hình hoàn lưu chung khí quyển (AGCM) với độ phân giải cao có thể mô phỏng tốt các cực trị mưa nếu mô hình có khả năng kim hãm đối lưu khi độ ẩm tương đối tại các vùng lân cận nhỏ hơn 80%. Hay nói cách khác, cực trị mưa được mô phỏng từ các mô hình khí hậu toàn cầu (GCM) rất nhạy với các sơ đồ tham số hóa đối lưu, và không phải lúc nào độ phân giải cao cũng tạo ra kết quả mô phỏng mưa tốt mà phải kết hợp sự cải tiến trong các sơ đồ tham số hóa đối lưu và mây [9].

Đặc biệt hướng tiếp cận ứng dụng mô hình khí hậu khu vực (RCM) để mô phỏng các hiện tượng khí hậu cực trị nói chung, mưa lớn nói riêng đã phát triển rất mạnh và thu được những thành quả đáng ghi nhận. Chẳng hạn, Halenka T. và CS [8] đã mô phỏng các cực trị giáng thủy và nhiệt độ trên khu vực Cộng hòa Czech thời kỳ 40 năm từ 1961-2000 bằng mô hình RegCM3; Boroneant C. và CS [2] đã khảo sát khả năng biến đổi của cường độ giáng thủy và cực trị mưa trên khu vực Alps gần bờ biển nước Pháp bằng RegCM trong bối cảnh BĐKH toàn cầu, v.v. Ngoài việc mô phỏng khí hậu quá khứ, các RCM cũng đã được ứng dụng như là công cụ hạ thấp qui mô động lực (Dynamical Downscaling) để nghiên cứu BĐKH tương lai. Theo hướng này nhiều công trình đã sử dụng

sản phẩm dự tính khí hậu tương lai của các GCM theo các kịch bản phát thải khí nhà kính làm điều kiện biên cho các RCM để nhận được kết quả dự tính khí hậu chi tiết hơn trên qui mô khu vực và địa phương. Chẳng hạn, Islam Sirajul và CS [10] đã ứng dụng mô hình PRECIS để nghiên cứu biến động tương lai của các chỉ số cực đoan nhiệt độ mà cụ thể là biến đổi trong tần suất kéo dài các đợt nóng và lạnh trên Pakistan. Boroneant C. và CS [2] đã ứng dụng mô hình RegCM để nghiên cứu sự biến đổi của cường độ giáng thủy và cực trị mưa trên khu vực Alps thời kỳ 1961-1990 và dự tính khí hậu tương lai (thời kỳ 2071-2100) theo hai kịch bản phát thải khí nhà kính A2 và B2.

Có nhiều cách tiếp cận trong nghiên cứu sự biến đổi của các hiện tượng cực đoan, trong đó cách tiếp cận dựa trên các chỉ số khí hậu cực đoan do Chương trình nghiên cứu khí hậu thế giới (World Climate Research Programme - WCRP) và nhóm chuyên gia giám sát và phát hiện BĐKH (Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices - ETCCDMI) được sử dụng khá rộng rãi [17]. Có tất cả 27 chỉ số được đề xuất, trong đó 16 chỉ số liên quan đến nhiệt độ và 11 chỉ số liên quan đến mưa.

Trong bài này sẽ trình bày một số kết quả dự tính sự biến đổi của các chỉ số $Rx1day$ (lượng mưa ngày lớn nhất) và $R95p$ (tổng lượng mưa lớn) thường được sử dụng trong các nghiên cứu về dự tính biến đổi mưa lớn [1, 20] ở Việt Nam trong nửa đầu thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải A1B bằng mô hình RegCM. Mục 2 dưới đây sẽ mô tả phương pháp và nguồn số liệu. Kết quả mô phỏng cho thời kỳ chuẩn và dự tính cho tương lai được dẫn ra trong các mục 3 và 4. Một số kết luận sẽ được trình bày trong mục 5.

2. Mô hình và số liệu

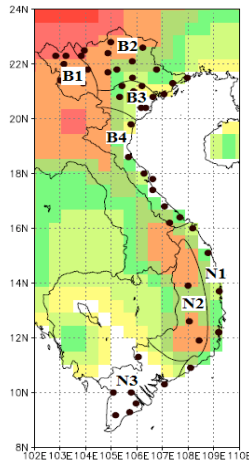
Mô hình khí hậu khu vực RegCM phiên bản 3 của trung tâm quốc gia nghiên cứu khí quyển (National Center of Atmospheric Research – NCAR) được sử dụng để mô phỏng các điều kiện khí hậu trên khu vực Việt Nam trong thời kỳ chuẩn (1980-1999) và dự tính khí hậu trong thế kỷ 21 (2001-2050). Điều kiện biên và điều kiện ban đầu cho RegCM3 là từ mô hình CCSM3 của NCAR với điều kiện phát thải thực trong thời kỳ chuẩn và theo kịch bản A1B trong thế kỷ 21.

Mô hình được chạy với độ phân giải ngang là 36 km với 18 mực thẳng đứng. Miền tính từ 85 độ Đông đến 130 độ Đông và 5 độ Nam đến 27 độ Bắc, tương ứng với 142x103 nút lưới. Các tham số vật lý cơ bản được lựa chọn bao gồm: sơ đồ tham số hóa đối lưu Grell-Arakawa & Schubert (Grell-AS), sơ đồ bề mặt và tham số hóa thông lượng đại dương BATS.

Để đánh giá khả năng mô phỏng của mô hình đã sử dụng bộ số liệu mưa ngày tại 58 trạm trên lãnh thổ Việt Nam trong khoảng thời gian 1980-1999. Số liệu quan trắc này sẽ được thực hiện kiểm tra chất lượng để loại bỏ các giá trị không hợp lý. Cũng cần nhấn mạnh rằng, chất lượng và tính đầy đủ của số liệu quan trắc có vai trò hết sức quan trọng đối với việc phân tích, đánh giá các sự kiện cực đoan như mưa lớn. Nếu số liệu bị khuyết thiếu hoặc sai vào những ngày xảy ra mưa lớn sẽ dẫn đến những kết luận không chính xác. Do vậy, trong quá trình kiểm tra chất lượng số liệu đã áp dụng tiêu chuẩn là một tháng (hoặc một năm) được coi là đủ số liệu nếu có dưới 10% (hoặc dưới 5%) số liệu khuyết thiếu hoặc không đáp ứng được yêu cầu. Sơ đồ phân bố mạng lưới trạm và các vùng khí hậu Việt Nam được dẫn ra trên hình 1.

Sau khi tiến hành kiểm tra chất lượng, bộ số liệu quan trắc tại trạm được kết hợp với số liệu mưa tái phân tích ERA40 từ năm 1980-1999 để

xây dựng thành bộ số liệu quan trắc trên lưới mô hình. Việc này được tiến hành qua hai bước. Trước hết số liệu mưa tái phân tích ERA40 độ phân giải 2,5 độ được nội suy về lưới mô hình RegCM3 (độ phân giải 36 km) bằng phương pháp nội suy song tuyến tính. Tiếp theo, số liệu quan trắc tại trạm cũng sẽ được nội suy về lưới mô hình bằng phương pháp Cressman khi sử dụng kết quả bước trước làm trường phông đoán ban đầu. Số liệu sau khi kết hợp được sử dụng để so sánh với kết quả mô phỏng mưa trong thời kỳ chuẩn.



Hình 1. Phân bố mạng lưới 58 trạm quan trắc khí tượng (dấu tròn •) trên 7 vùng khí hậu B1, B2, B3, B4, N1, N2 và N3 (đường phân cách nét liền) và độ cao địa hình (m) (phần tô màu) [19].

3. Đánh giá khả năng mô phỏng của mô hình cho thời kỳ chuẩn (1980-1999)

Để đánh giá khả năng mô phỏng của mô hình cho thời kỳ chuẩn, các chỉ số $Rx1day$ và $R95p$ được định nghĩa như sau:

1) $Rx1day$ là lượng mưa ngày lớn nhất trong năm (mỗi năm có một giá trị), được xác định theo công thức:

$$Rx1day = \underset{i=1}{MAX}(r_i) \quad (1)$$

trong đó, r_i là lượng mưa ngày thứ i ; N là số ngày trong năm.

2) $R95p$ là tổng lượng mưa của những ngày trong năm có lượng mưa lớn hơn phân vị thứ 95 của chuỗi số liệu mưa ngày trong thời kỳ chuẩn. $R95p$ được xác định theo công thức:

$$R95p = \sum_{i=1}^N r_i, (r_i > P95) \quad (2)$$

trong đó, r_i là lượng mưa ngày thứ i ; N là số ngày trong năm; $P95$ là phân vị thứ 95 của chuỗi lượng mưa ngày thời kỳ chuẩn.

Các chỉ số $Rx1day$ và $R95p$ được tính cho từng ô lưới và từng năm trong thời kỳ chuẩn cho cả kết quả mô phỏng của mô hình và số liệu quan trắc. Khả năng mô phỏng của mô hình được đánh giá thông qua hệ số tương quan không gian (C_s) và hệ số tương quan thời gian (C_t):

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^N (idx_t^m - \overline{idx_t^m})(idx_t^o - \overline{idx_t^o})}{\left[\sum_{i=1}^N (idx_t^m - \overline{idx_t^m})^2 \sum_{i=1}^N (idx_t^o - \overline{idx_t^o})^2 \right]^{1/2}}$$

trong đó idx_t là các chỉ số $Rx1day$ và $R95p$ đã được tính trung bình theo chuỗi thời gian; $\overline{idx_t}$ là trung bình của idx_t theo không gian; N là tổng số ô lưới trong khu vực nghiên cứu; các chỉ số trên m, o tương ứng là mô hình và quan trắc.

$$C_t = \frac{\sum_{i=1}^N (idx_v_i^m - \overline{idx_v_i^m})(idx_v_i^o - \overline{idx_v_i^o})}{\left[\sum_{i=1}^N (idx_v_i^m - \overline{idx_v_i^m})^2 \sum_{i=1}^N (idx_v_i^o - \overline{idx_v_i^o})^2 \right]^{1/2}}$$

trong đó idx_v là các chỉ số $Rx1day$ và $R95p$ đã tính được trung bình không gian, $\overline{idx_v}$ là trung bình của idx_v theo thời gian; N là tổng số năm trong thời kỳ chuẩn; các chỉ số trên m, o tương ứng là mô hình và quan trắc.

Trên thực tế 7 vùng khí hậu Việt Nam được phân chia theo ranh giới như trên hình 1. Tuy nhiên, trong bài này, các vùng được xác định

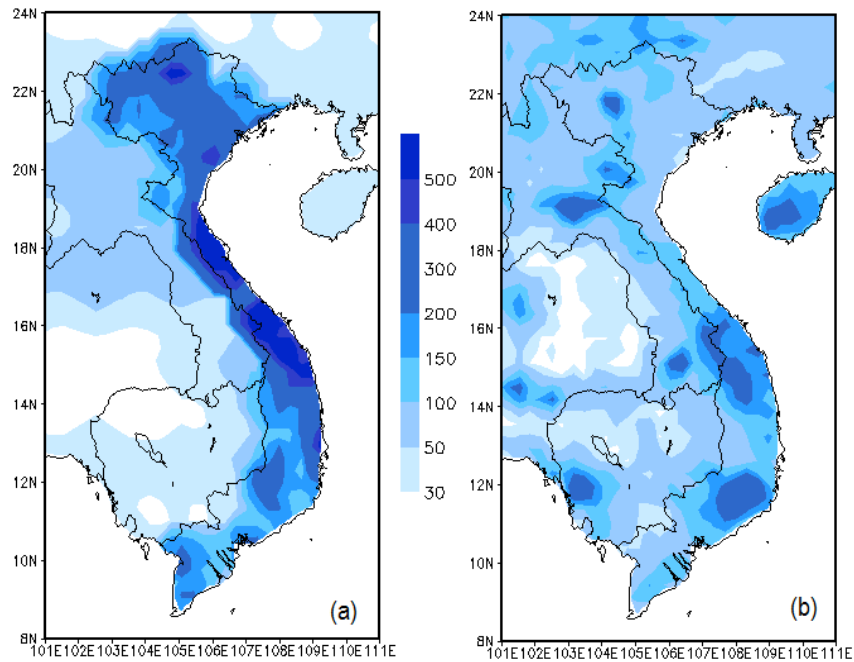
một cách tương đối bởi các hình chữ nhật như mô tả trong bảng 1.

Chỉ số lượng mưa ngày lớn nhất $Rx1day$ tính trung bình trong thời kỳ chuẩn được biểu diễn trên hình 2. Có thể nhận thấy trên toàn khu vực nghiên cứu, mô hình thể hiện xu thế mô phỏng thiên thấp. Trị số chênh lệch giữa quan trắc và mô hình khá lớn. Phân bố không gian

của $Rx1day$ theo số liệu quan trắc thể hiện các cực đại ở phía bắc của vùng B2, phía nam của vùng B4, phía bắc của vùng N1 và vùng N2. Kết quả mô phỏng của mô hình tuy không hoàn toàn trùng khớp với quan trắc nhưng đã phần nào tái tạo được những đặc điểm cơ bản về phân bố không gian của $Rx1day$.

Bảng 1. Ranh giới qui ước phân chia các vùng khí hậu

	B1	B2	B3	B4	N1	N2	N3
Kinh độ	102,0- 104,5	104,0- 107,5	104,5- 107,0	104,0-108,0	108,0-109,5	106,5-108,6	104,5-108,0
Vĩ độ	20,5-23,0	21,0-23,5	20,0-21,5	16,0-20,5	10,5-16,0	11,0-15,5	8,5-12,0



Hình 2. Trung bình thời kỳ chuẩn 1980-1999 của chỉ số $Rx1day$ theo số liệu quan trắc (a) và kết quả mô phỏng của mô hình (b)

Bảng 2 biểu diễn hệ số tương quan không gian và tương quan thời gian của chỉ số $Rx1day$ giữa mô phỏng và quan trắc trên từng vùng khí hậu và toàn bộ khu vực nghiên cứu.

Tương quan không gian giữa mô hình và quan trắc trên toàn vùng nghiên cứu là 0,207 và về thời gian là 0,107. Trên các vùng khí hậu

và toàn bộ miền tính, mối tương quan về không gian luôn tốt hơn tương quan thời gian. Tương quan không gian tốt nhất là vùng B4 với hệ số tương quan đạt 0,476 và thấp nhất là vùng B1 (0,027). Hệ số tương quan thời gian đạt giá trị lớn nhất bằng 0,207 trên vùng N3.

Nói chung, quan hệ tương quan tuyến tính, cả tương quan không gian và tương quan thời gian, giữa mô hình và quan trắc là thấp, phản ánh một thực tế khách quan về năng lực của các mô hình trong việc mô phỏng mưa, nhất là các cực trị mưa.

Trong một số trường hợp hệ số tương quan có trị số âm, thậm chí âm lớn như C_s trên vùng B3 chẳng hạn (-0,512), thể hiện tính bất định lớn trong việc mô phỏng các hiện tượng cực đoan.

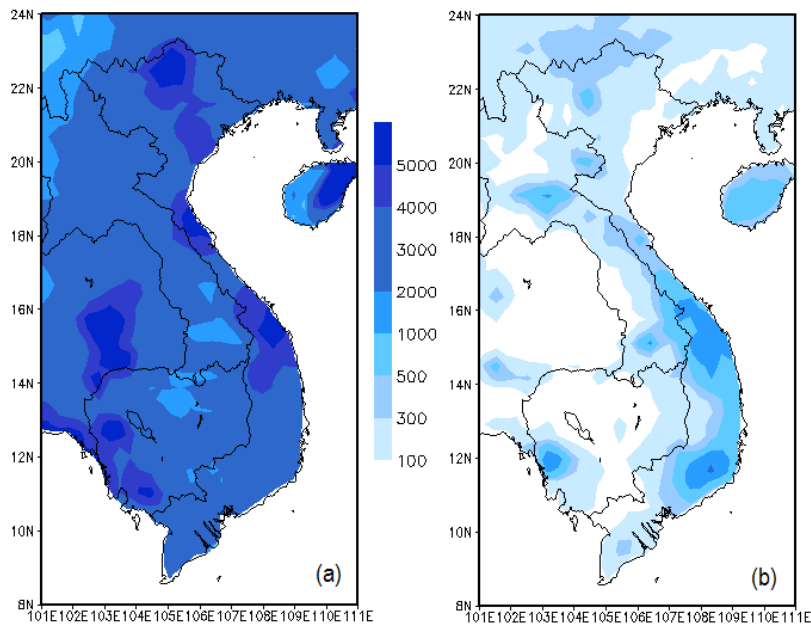
Tóm lại, kết quả mô phỏng $Rx1day$ của mô hình trên các vùng B1, B2, B3 và N1 kém hơn so với các vùng còn lại do tồn tại giá trị tương quan âm về không gian hoặc thời gian và giá trị tương quan dương trên các vùng khí hậu này cũng thấp. Vùng N2 và N3 cả tương quan không gian và tương quan thời gian đều có giá trị cao hơn so với các vùng khí hậu khác. Vùng B4 tuy có tương quan không gian tốt nhất nhưng hệ số tương quan thời gian thấp.

Bảng 2. Hệ số tương quan không gian (C_s) và tương quan thời gian (C_t) của chỉ số $Rx1day$

	B1	B2	B3	B4	N1	N2	N3	VN
C_s	0,027	-0,133	-0,512	<u>0,476</u>	0,220	0,465	0,371	0,207
C_t	-0,264	0,064	0,028	-0,094	-0,020	0,133	<u>0,207</u>	0,107

Trên hình 3 biểu diễn phân bố không gian của chỉ số $R95p$ tính trung bình thời kỳ chuẩn theo số liệu quan trắc và mô phỏng của mô hình. Rõ ràng mô hình cũng thể hiện xu thế mô phỏng thiên thấp đối với chỉ số $R95$. Mức độ

phù hợp về phân bố không gian của chỉ số $R95$ giữa mô phỏng của mô hình và quan trắc trên vùng khí hậu B1, khu vực phía bắc của vùng N1 và vùng N2 là tốt hơn đối với các vùng khác.



Hình 3. Trung bình thời kỳ chuẩn 1980-1999 của chỉ số $R95p$ theo số liệu quan trắc (a) và kết quả mô phỏng của mô hình (b)

Hệ số tương quan không gian và tương quan thời gian giữa mô phỏng của mô hình với quan trắc đối với chỉ số *R95p* được thể hiện trong bảng 3. Trên toàn vùng nghiên cứu, hệ số tương quan không gian là 0,115 và tương quan thời gian là 0,082. Hệ số tương quan không gian toàn vùng tính cho chỉ số *R95p* thấp hơn so với *Rx1day*. Tuy nhiên, hệ số tương quan không gian trên từng vùng của chỉ số *R95p* tốt hơn so với *Rx1day*. Hai vùng có hệ số tương quan âm là vùng B3 (-0,332) và vùng N1 (-0,085). Hệ số tương quan không gian tốt nhất là vùng N2 với

giá trị 0,464 và tương quan thời gian tốt nhất là vùng B1 với giá trị 0,406. Vùng có hệ số tương quan không gian thấp nhất là B2 (0,156) và vùng có hệ số tương quan thời gian thấp nhất là vùng B4 (0,067).

Tóm lại, mô hình có xu thế mô phỏng thiên thấp với cả hai chỉ số *Rx1day* và *R95p*. Tuy vậy, phân tích các hệ số tương quan không gian và thời gian trên các vùng khí hậu cho thấy sự phù hợp nhất định về phân bố không gian cũng như thời gian giữa kết quả mô phỏng và quan trắc.

Bảng 3. Hệ số tương quan không gian (Cs) và tương quan thời gian (Ct) của chỉ số *R95p*

	B1	B2	B3	B4	N1	N2	N3	VN
Cs	0.413	0.156	-0.332	0.452	0.306	<u>0.464</u>	0.165	0.115
Ct	<u>0.406</u>	0.342	0.268	0.067	-0.085	0.149	0.14	0.082

4. Sự biến đổi của các chỉ số *Rx1day* và *R95p*

Kết quả tích phân mô hình RegCM3 liên tục 50 năm, từ 2000-2050 khi sử dụng điều kiện biên là số liệu của mô hình toàn cầu CCSM3.0 theo kịch bản phát thải A1B được sử dụng để dự tính các chỉ số *Rx1day* và *R95p*. Sự biến đổi của chỉ số *Rx1day* và *R95p* trong tương lai được xác định cho hai giai đoạn 20 năm, từ 2011-2030 (kí hiệu là SC1) và từ 2031-2050 (kí hiệu là SC2) khi so sánh với thời kỳ chuẩn theo công thức:

$$\Delta(I_{dx}) = \frac{(\overline{I_{dx_{SCi}}} - \overline{I_{dx_{BA}}})}{\overline{I_{dx_{BA}}}} \times 100\% \quad (3)$$

trong đó $\Delta(I_{dx})$ là biểu thị mức độ biến đổi của các chỉ số trong tương lai; I_{dx} là kí hiệu các chỉ số *Rx1day* hoặc *R95p*; chỉ số dưới SCi biểu thị các thời kỳ tương lai $SC1$ hoặc $SC2$; BA biểu thị thời kỳ chuẩn (1980-1999).

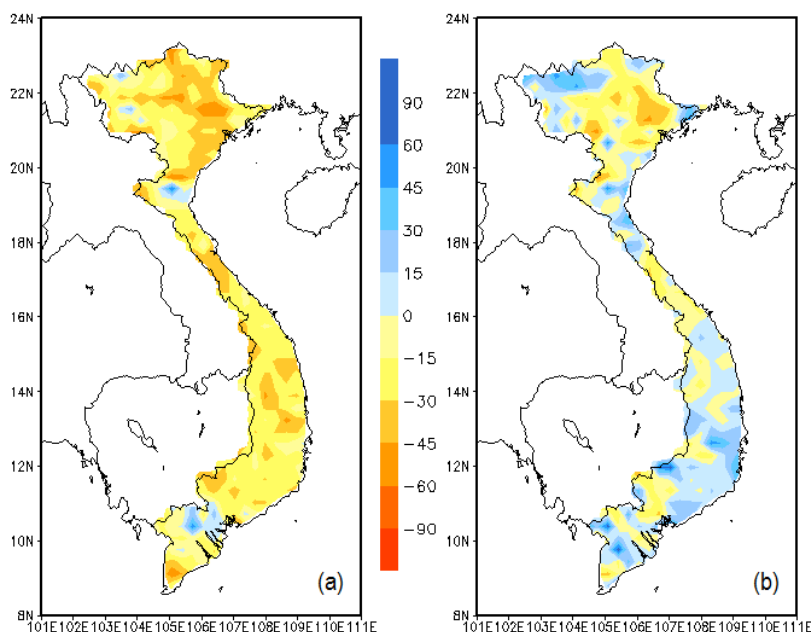
Trên hình 4 là phân bố không gian của $\Delta(Rx1day)$ tính cho hai giai đoạn 2011-2030

(SC1) và 2031-2050 (SC2). Có thể nhận thấy, sự biến đổi của *Rx1day* trong thời kỳ SC1 có giá trị âm trên hầu hết các vùng khí hậu. Phạm vi biến thiên của $\Delta(Rx1day)$ chủ yếu trong khoảng từ 15-30%. Giá trị của của $\Delta(Rx1day)$ lớn nhất rơi vào vùng B2 (khoảng 50%), rìa phía đông của vùng B3 và rải rác ở một số nơi khác thuộc Trung Bộ (khoảng trên 30%). Một số nơi đạt giá trị dương, tuy nhiên diện tích bao phủ không lớn, như trên vùng B1, phía bắc của vùng B4 và trung tâm vùng N3. Nhìn chung trong giai đoạn SC1 chỉ số *Rx1day* giảm so với trong thời kỳ chuẩn. Mức độ giảm của $Rx1$ mạnh nhất ở vùng B2.

Khác với sự phân bố của $\Delta(Rx1day)$ giai đoạn SC1, ở SC2 diện tích có $\Delta(Rx1day)$ dương hầu như chiếm ưu thế mặc dù có sự đan xen giữa các vùng trái dấu của $\Delta(Rx1day)$. Vùng có chỉ số *Rx1day* giảm so với thời kỳ chuẩn vẫn tập trung chủ yếu tại B2. Các khu vực có *Rx1day* tăng so với thời kỳ chuẩn là phía bắc vùng B1, phía bắc vùng B4, vùng N1, N2 và một số nơi thuộc vùng N3.

Sự tăng, giảm của $Rx1day$ đồng nghĩa với việc tăng, giảm cường độ mưa lớn. Do đó có thể nói cường độ mưa lớn có xu hướng giảm

trong giai đoạn SC1 (2011-2030) trên hầu khắp lãnh thổ Việt Nam và hầu như tăng trên nhiều vùng lãnh thổ trong giai đoạn SC2 (2031-2050).



Hình 4. Biến đổi của $Rx1day$ trong giai đoạn 2011-2030 (a) và 2031-2050 (b) so với thời kỳ chuẩn (1980-1999)

Hình 5 biểu diễn phân bố không gian của $\Delta(R95p)$ trong các giai đoạn 2011-2030 (SC1) và 2031-2050 (SC2) so với thời kỳ chuẩn (1980-1999). Nhìn chung, trừ một số nơi ở rìa phía đông của vùng B2 và B3 và khu vực biên giới giáp Campuchia thuộc vùng N3, so với thời kỳ chuẩn, trong giai đoạn SC1 (2011-2030) $R95p$ giảm trên hầu khắp lãnh thổ. Mức độ giảm của chỉ số $R95p$ lớn nhất trên khu vực B1 (khoảng 50%). Phía tây của vùng B3 và phía bắc của vùng B4 cũng thể hiện sự giảm khá mạnh của $R95p$ (khoảng 30%).

trong khoảng 100-300mm, thấp hơn nhiều so với khu vực phía bắc của vùng N1 hay vùng N2. Sự giảm đi của $R95p$ trong giai đoạn SC1 (2011-2030) và tăng lên trong giai đoạn SC2 (2031-2050) thể hiện sự biến động mạnh của chỉ số này trong tương lai.

Tuy nhiên, $R95p$ lại có xu hướng tăng trong giai đoạn SC2 (2031-2050) trên nhiều vùng lãnh thổ Việt Nam, trong đó đặc biệt tăng mạnh ở phía đông của B2, B3, phía tây N3 (50-80%) và rải rác trên các vùng khí hậu còn lại.

5. Kết luận

Trên các vùng B2, B3 giá trị của $R95p$ trong thời kỳ chuẩn tương đối thấp (hình 3), nằm

Trong bài này, mô hình khí hậu khu vực RegCM3 với điều kiện biên và điều kiện ban đầu từ mô hình CCSM3.0 được sử dụng để dự tính sự biến đổi của hai chỉ số liên quan đến hiện tượng mưa lớn $Rx1day$ và $R95p$ trên khu vực Việt Nam cho hai giai đoạn 2011-2030 và 2031-2050 của thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải A1B. Sự biến đổi của $Rx1day$ và $R95p$ được xác định bằng cách so sánh với kết quả mô phỏng của mô hình trong thời kỳ chuẩn (1980-

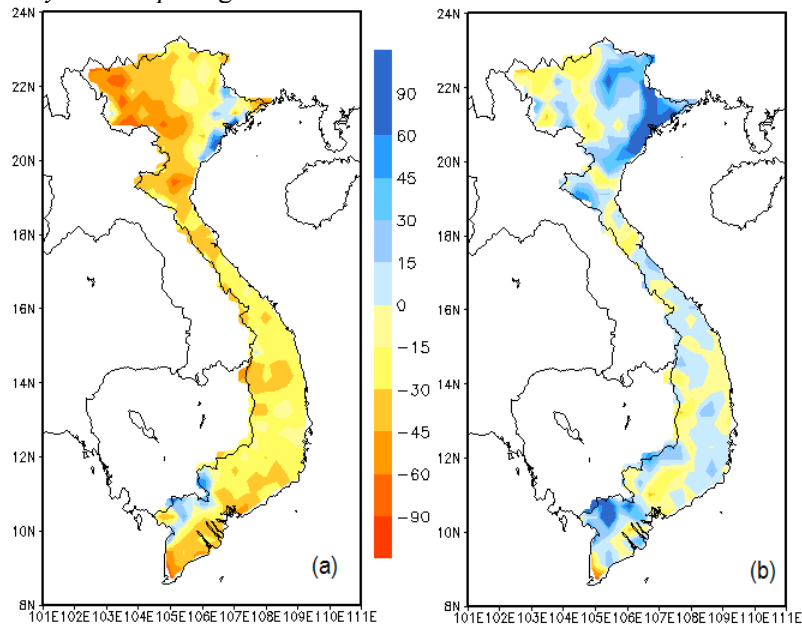
1999). Từ việc phân tích những kết quả nhận được cho phép rút ra một số nhận xét sau:

1) Nhìn chung, so với quan trắc, mô hình có xu thế mô phỏng thiên thấp cả hai chỉ số *Rx1day* và *R95p*. Tương quan không gian giữa mô phỏng của mô hình và quan trắc tốt hơn so với tương quan thời gian. Hệ số tương quan không gian và tương quan thời gian của chỉ số *Rx1day* đạt giá trị cao trên vùng khí hậu Tây Nguyên (N2) và Nam Bộ (N3), còn đối với chỉ số *R95p* là vùng khí hậu Tây Bắc (B1).

2) So với thời kỳ chuẩn, xu thế biến đổi của cả hai chỉ số *Rx1day* và *R95p* là giảm đi trên

hầu hết các vùng lãnh thổ Việt Nam trong giai đoạn 2011-2030 và tăng lên trên nhiều vùng trong giai đoạn 2031-2050. Tuy nhiên, sự tăng lên của các chỉ số này trong giai đoạn 2031-2050 không hoàn toàn đồng nhất về không gian mà có sự xen kẽ giữa những vùng tăng và vùng giảm.

3) Sự tăng, giảm của các chỉ số *Rx1day* và *R95p* trong các giai đoạn khác nhau có thể là dấu hiệu của sự biến đổi phức tạp trong các sự kiện mưa lớn trên lãnh thổ Việt Nam. Do đó, để có những kết luận chắc chắn hơn cần thiết phải tiến hành nghiên cứu sâu hơn.



Hình 4. Biến đổi của *R95p* trong giai đoạn 2011-2030 (a) và 2031-2050 (b) so với thời kỳ chuẩn (1980-1999)

Tài liệu tham khảo

[1] Bell, J. L., Sloan, L. C., & Snyder, M. A., **2004**: Regional changes in extreme climatic events: a future climate scenario. *Journal of Climate*, 17(1), 81-87

[2] Boroneant C., G. Plaut, F. Giorgi, and X. Bi, **2006**: Extreme precipitation over the Maritime Alps and associated weather regimes simulated

by a regional climate model: Present-day and future climate scenarios. *Theor Appl Climatol.* 86, 81-99.

[3] Emori, S., A. Hasegawa, T. Suzuki, and K. Dairaku, **2005**: Validation, parameterization dependence, and future projection of daily precipitation simulated with a high-resolution atmospheric GCM. *Geophys. Res. Lett.*, 32, L06708, doi:10.1029/2004GL022306.

- [4] Endo N., J. Matsumoto, T. Lwin, **2009**: Trends in precipitation extremes over Southeast Asia, SOLA 5, 168.
- [5] Frich, P., Alexander, L., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein Tank, A., et al. (2002). Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, 19(3), 193–212.
- [6] Groisman, P., Knight, R., Easterling, D., Karl, T. R., Hegerl, G. C., & Razuvaev, V. N. (2005). Trends in intense precipitation in the climate record. *Journal of Climate*, 18(9), 1326–1350.
- [7] Groisman, PY., Knight, RW., Easterling, DR., Karl, T.R., Hegerl, G.C. and others. (2001). Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961–1998. *International Journal of Climatology*, 21(3), 269–284.
- [8] Halenka T., J. Kalvova, Z. Chladova, A. Demeterova, K. Zemankova, and M. Belda, **2006**: On the capability of RegCM to capture extremes in long term regional climate simulation – comparison with the observations for Czech Republic. *Theor Appl Climatol.* 86, 125–145
- [9] Iorio J. P., P. B. Duffy, B. Govindasamy, S. L. Thompson, M. Khairoutdinov, D. Randall, **2004**: Effects of model resolution and subgrid-scale physics on the simulation of precipitation in the continental United States. *Clim Dyn*, 23: 243–258, DOI 10.1007/s00382-004-0440-y
- [10] Islam Siraj ul, Nadia Rehman, Muhammad Munir Sheikh, **2009**: Future change in the frequency of warm and cold spells over Pakistan simulated by the PRECIS regional climate model. *Climatic Change*, 94:35-45, DOI 10.1007/s10584-009-9557-7
- [11] Kharin, Viatcheslav V., Francis W. Zwiers, **2005**: Estimating Extremes in Transient Climate Change Simulations. *J. Climate*, **18**, 1156–1173
- [12] Kiktev, D., D. M. H. Sexton, L. Alexander, and C. K. Folland, **2003**: Comparison of modeled and observed trends in indices of daily climate extremes. *J. Climate*, 16, 3560–3571
- [13] May W., **2004**: Simulation of the variability and extremes of daily rainfall during the Indian summer monsoon for present and future times in a global time-slice experiment. *Clim Dyn*, 22: 183-204, DOI 10.1007/s00382-003-0373-x
- [14] Nazrul Islam Md., 2009: Understanding the rainfall climatology and detection of extreme weather events in SAARC region: Part II-Utilization of RCM data. SMRC Report No. 29, Bangladesh
- [15] Su, B., Kundzewicz, Z. W., & Jiang, T. (2008). Simulation of extreme precipitation over the Yangtze River Basin using Wakeby distribution. *Theoretical and Applied Climatology*, 96(3-4), 209-219
- [16] Sun, Y., S. Solomon, A. Dai, and R. Portmann, **2006**: How often does it rain? *J. Clim.*, 19, 916–934
- [17] Thomas C. Peterson, Christopher Folland, George Gruza, William Hogg, Abdallah Mokssit, Neil Plummer, 2001: Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001
- [18] Vavrus, S., J.E. Walsh, W.L. Chapman, and D. Portis, **2006**: The behavior of extreme cold air outbreaks under greenhouse warming. *Int. J. Climatol.*, 26, 1133–1147
- [19] Vũ Thanh Hằng, Chu Thị Thu Hương, **Phan Văn Tân**, 2009: Xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại ở Việt Nam giai đoạn 1961-2007. *Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội*, tập 25, số 3S, tr. 423-430
- [20] Wehner, M. F. (2004). Predicted twenty-first-century changes in seasonal extreme precipitation events in the parallel climate model. *Journal of climate*, 17(21), 4281–4290. Retrieved April 29, 2011, from <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/JCLI3197.1>.

Projected changes of heavy rainfall indices over Vietnam using Regional Climate Model (RegCM3)

Le Nhu Quan¹, Phan Van Tan²

¹ *Institute of Geophysics, Vietnam Academy of Science and Technology*

² *Faculty of Hydro-Meteorology and Oceanography, Hanoi University of Science*

334 Nguyen Trai Street, Thanh Xuan District, Hanoi, Vietnam

Abstract. In this study the RegCM3 model was employed for simulating and projecting changes in two extreme climate indices related to heavy rainfall, annual maximum of daily rainfall (*Rx1day*) and annual total rainfall of very wet days (*R95p*). Model was run with 36km horizontal resolution using boundary conditions from the CCSM3.0 model for the baseline period of 1980-1999 and for the first half of the 21st century. Changes of the *Rx1day* and *R95p* indices were projected for two periods of 2011-2030 and 2031-2050. The results show that RegCM3 can reproduce the main features of spatial distributions of *Rx1day* and *R95p* for the baseline period. Changes of the *Rx1day* and *R95p* indices reveal a decreasing trend for the whole Vietnam in the period of 2011-2030 and an increasing trend in a large part of the country in the period of 2031-2050. There is an alternative increasing/decreasing trend for both indices over different areas during 2031-2050, in which the increasing trend is dominant.

Keywords: Climate change, trend, extreme climate indices, heavy rainfall, Vietnam