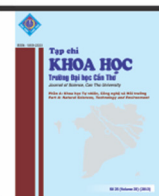




Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ
website: sj.ctu.edu.vn



HIỆU CHỈNH DỮ LIỆU MƯA TỪ MÔ HÌNH MÔ PHỎNG KHÍ HẬU KHU VỰC CHO VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Hồng Minh Hoàng¹ và Văn Phạm Đăng Trí¹

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 03/05/2013

Ngày chấp nhận: 29/10/2013

Title:

Adjustment of dynamically downscaled rainfall data in the Mekong Delta

Từ khóa:

Mô hình khí hậu (cấp toàn cầu và cấp vùng), phương pháp cắt và điều chỉnh dần, và mưa

Keywords:

(Global and regional) climate model, cutting-and-adjusting-gradually approach, and rainfall

ABSTRACT

The Global Climate Model (GCM), a climate simulation model with large spatial resolution of 250 - 600 km², is used to study the changes of the global climate. The results from the GCM are limited to apply for evaluating climate pattern changes in a smaller area but it is rather used to provide inputs for the Regional Climate Model (RCM). However, the simulated rainfall data from the RCM is still significantly different from actual measurements, especially when the RCM covered a large range of topography (i.e. mountainous vs. deltaic system). The modification of the simulated rainfall from the RCM in accordance with the observation is an important issue as it would support policy-making in relation to the socio-economic development of certain areas. To solve this problem, we apply the cutting-and-adjusting-gradually methods from the simulation data based on the relationship with the observations to adjust the simulated results (from the RCM). This approach reduces existing gaps of the simulation and historical measurements and is applied to predict the future pattern of rainfall changes in the Mekong Delta, Vietnam.

TÓM TẮT

Mô hình khí hậu toàn cầu (GCM), một mô hình mô phỏng khí hậu với độ phân giải không gian rộng lớn từ 250 đến 600 km², được sử dụng để nghiên cứu sự thay đổi của khí hậu toàn cầu. Mặc dù kết quả từ mô hình khí hậu toàn cầu còn hạn chế trong việc sử dụng để đánh giá những thay đổi khí hậu trong một khu vực nhỏ (hơn) nhưng những kết quả này được sử dụng để xác định giá trị đầu vào cho các mô hình khí hậu khu vực (RCM). Tuy nhiên, dữ liệu mưa mô phỏng từ RCM vẫn còn sai lệch đáng kể so với thực tế, đặc biệt là khi RCM được ứng dụng để mô phỏng một phạm vi rộng lớn của địa hình (ví dụ: miền núi và hệ thống đồng bằng). Việc hiệu chỉnh lượng mưa mô phỏng từ RCM phù hợp với số liệu thực đo là một vấn đề quan trọng nhằm hỗ trợ cho công tác xây dựng các chính sách liên quan đến phát triển kinh tế - xã hội của khu vực. Để giải quyết vấn đề này, chúng tôi áp dụng phương pháp cắt và điều chỉnh dần từ số liệu mô phỏng dựa trên các mối quan hệ với số liệu quan sát để điều chỉnh kết quả mô phỏng. Phương pháp này làm giảm sai số giữa số liệu mô phỏng và thực đo trong quá khứ và được áp dụng để dự đoán thay đổi lượng mưa trong tương lai ở đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam.

1 GIỚI THIỆU

Mô hình khí hậu toàn cầu (Global Climate Model - GCM) là mô hình mô phỏng và dự báo khí hậu được thực hiện bằng cách kết hợp các nguyên lý vật lý, hóa học, và sinh học vào trong một mô hình toán nhằm mô phỏng và dự đoán khí hậu ở cấp toàn cầu (Phan Văn Tân *et al.*, 2008). Hiện nay, có nhiều loại mô hình khí hậu toàn cầu có thể được sử dụng để dự đoán biến đổi khí hậu trong tương lai bằng cách sử dụng các kịch bản phát thải khác nhau. Mặc dù kết quả mô phỏng do các mô hình GCM không đủ chi tiết (độ phân giải không gian 250-600 km) và chính xác (ở từng khu vực riêng lẻ) để mô phỏng khí hậu cho vùng không gian hẹp (trong phạm vi vài chục km) nhưng kết quả của các GCM có thể được sử dụng làm đầu vào cho các mô hình khí hậu khu vực (Regional Climate Model - RCM) (Hashmi *et al.*, 2009). Với chức năng thu hẹp không gian mô phỏng khí hậu, mô hình RCM đơn giản chỉ là một quá trình chuyển đổi độ phân giải không gian của GCM thành độ phân giải không gian với độ phân giải cao hơn bằng cách sử dụng các giá trị đầu ra của GCM (Maraun *et al.*, 2010).

Trong những năm gần đây, điều kiện thời tiết đang có xu hướng diễn biến ngày càng phức tạp với sự xuất hiện ngày càng nhiều của các điều kiện thời tiết cực đoan (Van *et al.*, 2012). Việc thiếu các thông tin dự báo mô hình khí hậu dài hạn trong tương lai cũng như tính không chắc chắn của những dự báo này là một trong những trở ngại đáng kể đối với công tác hoạch định kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội của địa phương, vùng và ngay cả ở phạm vi quốc gia (Phan Văn Tân và *ctv.*, 2008).

Hiện nay trên thế giới đã có khá nhiều nghiên cứu về việc thu hẹp không gian mô phỏng từ mô hình khí hậu toàn cầu, ví dụ như:

(i) Skaugen *et al.* (2003) sử dụng lượng mưa ở Na Uy từ mô hình ERA-15 và giá trị mưa quan sát bình quân hàng tháng (trong giai đoạn 1979-1993) để xây dựng phương pháp hiệu chỉnh mưa mô phỏng;

(ii) Liang *et al.* (2004) đã khảo sát khả năng mô phỏng lượng mưa liên tục từ 1982-2002 trên lãnh thổ Hoa Kỳ bằng mô hình MM5 phiên bản khí hậu (CMM5);

(iii) Schmidli *et al.* (2006) dùng phương pháp động lực học và phương pháp thống kê để hiệu

chỉnh lượng mưa cho khu vực từ mô hình khí hậu toàn cầu (GCM);

(iv) Skaugen (2007) dùng phương pháp tích lũy thống kê hiệu chỉnh dữ liệu mưa trung bình cho mùa và tháng từ mô hình (ERA - 15) cho 4 vùng ở Na Uy;

(v) Wang *et al.* (2010) đã phát triển một kỹ thuật tính toán mới (thuật toán PMFred) để phát hiện và hiệu chỉnh sự thay đổi trong chuỗi số liệu mưa hàng ngày;

(vi) Phan Văn Tân và *ctv.* (2008) đã nghiên cứu khả năng ứng dụng của mô hình RegCM vào dự đoán mùa trên bề mặt lãnh thổ Việt Nam, bằng việc nghiên cứu thử nghiệm mô phỏng khí hậu khu vực Việt Nam và Đông Nam Á để tìm ra điều kiện cần và đủ để áp dụng vào việc dự báo.

Tuy nhiên, việc sử dụng các mô hình RCM vào dự báo khí hậu tương lai vẫn còn hạn chế và chỉ ở mức độ thử nghiệm, các công trình nghiên cứu hiện nay chủ yếu tập trung vào khảo sát độ nhạy, đặc biệt là độ nhạy của các sơ đồ tham số đối lưu, nhằm đánh giá khả năng mô phỏng của các RCM (Phan Văn Tân, 2010). Do sử dụng đầu vào từ các GCM làm điều kiện biên để thu hẹp không gian mô phỏng nên các RCM vẫn còn nhiều sai số và chưa đảm bảo khả năng phản ánh chính xác diễn biến khí hậu cho các khu vực nhỏ hơn (Maraun *et al.*, 2010; Phan Văn Tân, 2010).

Trong bài báo này, phương pháp cắt số liệu và điều chỉnh đúng đắn từ số liệu đầu ra của mô hình mô phỏng khí hậu PRECIS được chúng tôi thực hiện (bằng cách (i) cắt bỏ các ngày mưa mô phỏng và (ii) điều chỉnh giá trị mô phỏng của mưa trung bình năm) nhằm điều chỉnh lượng mưa mô phỏng về gần với lượng mưa đo đạc thực tế. Phương pháp hiệu chỉnh sau khi được kiểm định sẽ được áp dụng để hiệu chỉnh lượng mưa được mô phỏng trong tương lai nhằm dự báo tổng quan về sự biến động của mưa dưới tác động của biến đổi khí hậu.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Thu thập số liệu

Số liệu quan sát thực tế tại các trạm quan trắc mưa ở các tỉnh thuộc khu vực đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) được tổng hợp từ lượng mưa 172 trạm thời tiết tại Việt Nam phiên bản 1.0 (Thomas *et al.*, 2010). Ngoài ra, các số liệu mô phỏng được xuất ra từ mô hình PRECIS tại các tọa độ tương ứng với các trạm quan trắc thực tế và được cung cấp bởi trung tâm SEA START (<http://www.start.or.th/>) với 2,225 ô lưới bao phủ

toàn bộ khu vực ĐBSCL, độ phân giải 0.2×0.2^0 (mỗi ô lưới khoảng 20×20 km).

2.2 Phân tích số liệu

Chọn số liệu hiệu chỉnh

Phương pháp hiệu chỉnh số liệu mưa từ mô hình mô phỏng được sử dụng trong bài báo là phương pháp chung nên có thể áp dụng hiệu chỉnh cho nhiều trạm khác nhau ở ĐBSCL. Do vậy, số liệu dùng cho quá trình tính toán hiệu chỉnh được chọn ngẫu nhiên tại trạm quan trắc Cần Thơ, thời gian từ năm 1980-2003 và số liệu mô phỏng tương ứng tại vĩ độ và kinh độ điểm 10×105.8 . Trong thực tế, lượng mưa biến động qua từng năm khác nhau; do vậy, cần chọn một khoảng thời gian dài để thể hiện sự biến động của lượng mưa qua các năm. Ở đây, chia giai đoạn mưa (1980-2003) làm 3 giai đoạn, 1 giai đoạn hiệu chỉnh (1980-1987) và 2 giai đoạn kiểm định (1988-1995; 1996-2003). Số ngày trong năm của số liệu thực đo ghi nhận (365 ngày/năm) chênh lệch với số ngày của số liệu mô phỏng (360 ngày/năm). Vì vậy, chọn 360 ngày/năm của số liệu thực đo tương ứng với số liệu mô phỏng trong quá trình tính toán; các giá trị thực đo được loại bỏ tính từ ngày thứ 361 trong năm. Mỗi giai đoạn 8 năm là khoảng thời gian đủ dài để thể hiện sự biến động của lượng mưa (Strauch *et al.*, 2012) và việc chọn 2 giai đoạn kiểm định nhằm mục đích đánh giá tính hiệu quả của phương pháp được áp dụng trong đề tài.

Khử nhiễu số liệu

Số liệu mưa quan sát từ các trạm quan trắc đo được giá trị mưa nhỏ nhất là 0.1 mm, trong khi đó, số liệu mưa từ mô hình mô phỏng có giá trị nhỏ hơn 0.1 mm. Do vậy, việc khử nhiễu số liệu trước khi tính toán các bước kế tiếp bằng cách loại bỏ các số liệu mưa mô phỏng có giá trị nhỏ hơn 0.1 mm là cần thiết.

Kiểm tra và cắt số ngày mưa mô phỏng về gần lượng mưa thực đo

So sánh số ngày mưa mô phỏng và ngày mưa thực đo, cho thấy là số ngày mưa mô phỏng lớn hơn nhiều so với thực đo; do vậy, việc cắt số ngày mô phỏng có mưa cần được thực hiện nhằm đưa số ngày mưa mô phỏng về gần với thực đo. Chuỗi số liệu được xếp theo thứ tự từ ngày thứ nhất của năm bắt đầu đến ngày cuối cùng của năm kết thúc (giai đoạn 8 năm) giữa số liệu mô phỏng và thực đo. Do một lần cắt (số ngày mưa) đã không cắt hết số ngày mưa mô phỏng về thực đo nên quá trình cắt được lặp lại nhiều lần nhằm đảm bảo số ngày mưa mô

phỏng về gần với số ngày mưa thực đo. Số ngày mưa cần phải cắt được xác định dựa vào công thức (1) và việc cắt số liệu được tiến hành theo công thức (2). Chuỗi số liệu mô phỏng được cập nhật lại sau khi đã cắt các ngày mưa, giá trị của các ngày mưa bị cắt được đưa về giá trị 0. Quá trình cắt được lặp lại đến khi số ngày mưa cần phải cắt không đổi ($X_{ncắt} - X_{icắt} = 0$; n: Số lần cắt) và chọn số lần cắt tại giá trị $X_{icắt}$ (Bảng 1). Việc cắt số liệu đưa vào công thức (2) sẽ làm số ngày được cắt phân bố đều trong chuỗi số liệu và không làm thay đổi vị trí, thứ tự của các ngày mưa trong chuỗi dữ liệu.

$$\text{Số ngày mưa cần phải cắt: } X_{cắt} = M_s - O_b \quad (1)$$

$$\text{Ngày bị cắt: } Y = \frac{T}{X_{cắt}} \quad (Y > 0, Y \in Z) \quad (2)$$

Trong đó:

$X_{cắt}$: Số ngày mưa cần phải cắt

M_s : Tổng số ngày mưa giai đoạn mô phỏng (8 năm)

O_b : Tổng số ngày mưa giai đoạn thực đo (8 năm)

Y : Ngày bị cắt

T : Tổng số ngày của chuỗi thời gian (8 năm)

Bảng 1: Quá trình cắt chuỗi dữ liệu mưa mô phỏng về tương ứng với thực đo

Lần cắt	1	2	3	...	i	n
$X_{cắt}$	X	X	X	...	X	X
	1cắt	2cắt	3cắt	...	icắt	ncắt
Y	Y_1	Y_2	Y_3	...	Y_i	Y_n

* Ghi chú: Cắt lần 2, M_s được thay bằng M_{s1} (lần cắt thứ 1), cắt lần 3, M_s được thay bằng M_{s2} (lần cắt thứ 2)... Trong chuỗi số liệu các ngày thứ $Y_1, 2Y_1, 3Y_1, \dots$ sẽ bị cắt bỏ đến hết chuỗi số liệu (8 năm) trong mỗi lần cắt

2.3 Điều chỉnh lượng mưa

Lượng mưa từ mô hình mô phỏng còn chênh lệch đáng kể so với lượng mưa quan sát; do vậy, cần phải điều chỉnh lượng mưa mô phỏng về tương ứng với thực đo. Quá trình điều chỉnh được thực hiện theo công thức (3), bằng cách tính trung bình nhiều lần giữa lượng mưa trung bình của một giai đoạn mô phỏng và thực đo đến khi sai số giữa lượng mưa trung bình của giai đoạn thực đo và mô phỏng nhỏ hơn 0.05.

$$D_n = \frac{D_m + (2^n - 1)D_0}{2^n} \quad (n \text{ là số lần điều chỉnh, } n > 0) \quad (3)$$

Chọn giá trị n khi $D_0 - D_n < 0.05$

Trong đó:

D_n : Giá trị trung bình của giai đoạn điều chỉnh

D_m : Giá trị trung bình của giai đoạn mô phỏng đã cắt.

D_o : Giá trị trung bình của giai đoạn quan sát.

2.4 Kiểm định

Trong giai đoạn kiểm định, số liệu mô phỏng của giai đoạn hiệu chỉnh được thay bằng số liệu mô phỏng của giai đoạn kiểm định. Ở công thức (3) giá trị D_o được thay bằng giá trị D_n và giá trị D_n này được sử dụng cho các giai đoạn kiểm định và cho hiệu chỉnh số liệu mô phỏng tương lai. Sử dụng kết quả số ngày bị cắt (Y) ở công thức (2) và giá trị số lần điều chỉnh (n) ở công thức (3) của giai đoạn điều chỉnh để hiệu chỉnh cho các giai đoạn kiểm định và cho tương lai. Kết quả sau khi hiệu chỉnh được so sánh với kết quả thực đo thông qua các thông số như: trung bình, độ lệch chuẩn, giá trị max, min, tổng lượng mưa và tần suất xuất hiện mưa.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Phân tích xử lý số liệu

Kiểm tra tỉ số giữa số ngày mô phỏng có mưa

Bảng 3: Số lần cắt số liệu mưa mô phỏng giai đoạn (1980 - 1987)

Lần cắt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$X_{\text{cắt}}$	481	185	111	76	54	31	23	14	10	10
Y	6	16	26	38	53	93	125	206	288	288

3.2 Điều chỉnh lượng mưa

Phương pháp hiệu chỉnh đã điều chỉnh lượng mưa từ mô hình mô phỏng tương ứng với thực đo ($n = 6, D_o - D_n \approx 0.04 < 0.05$). Phương pháp hiệu chỉnh đã điều chỉnh các giá trị số liệu mô phỏng như: trung bình, độ lệch chuẩn, lượng mưa lớn nhất, tổng lượng mưa về tương ứng với giá trị số

và số ngày quan sát có mưa

Tỉ số giữa số ngày mô phỏng có mưa và số ngày quan sát có mưa biến động không lớn qua các giai đoạn khác nhau, số ngày mô phỏng có mưa luôn lớn hơn số ngày quan sát có mưa ($x > 1$) (Bảng 2).

Bảng 2: Tỉ số giữa số ngày mô phỏng có mưa và số ngày quan sát có mưa

Giai đoạn	1980 - 1987	1988 - 1995	1996 - 2003
x	1.39	1.38	1.23

Cắt số liệu mưa

Số ngày mưa bị cắt ($X_{\text{cắt}}$) giảm dần qua các lần cắt nhưng ở lần cắt thứ 10, số ngày cắt không đổi (10 ngày) so với lần cắt thứ 9 (10 ngày) và tổng số ngày mưa bị cắt là 471 ngày. Do đó, chọn kết quả là cắt 9 lần và ngày bị cắt (Y) qua các lần cắt lần lượt là bội số của: 6, 16, 26, 38, 53, 93, 125, 206 và 288 ngày (Bảng 3).

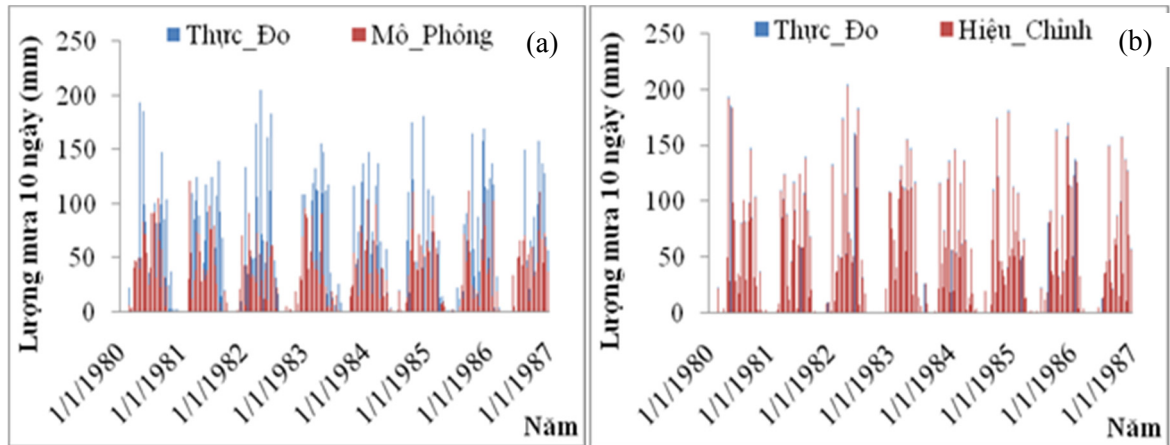
liệu thực đo (Bảng 4). Ngoài các giá trị trên, phương pháp này còn điều chỉnh tần suất mưa của số liệu mưa mô phỏng về gần với số liệu thực đo (Bảng 5) và điều chỉnh đường xu hướng số liệu giữa mô phỏng và thực đo gần với đường chuẩn (Hình 2). Phương pháp hiệu chỉnh đã cho kết quả số liệu đầu ra tương đối gần với số liệu quan sát (Hình 1 (a) và (b) và Hình 2 (a) và (b)).

Bảng 4: Kết quả hiệu chỉnh số liệu mưa trung bình 10 ngày giai đoạn (1980 - 1987)

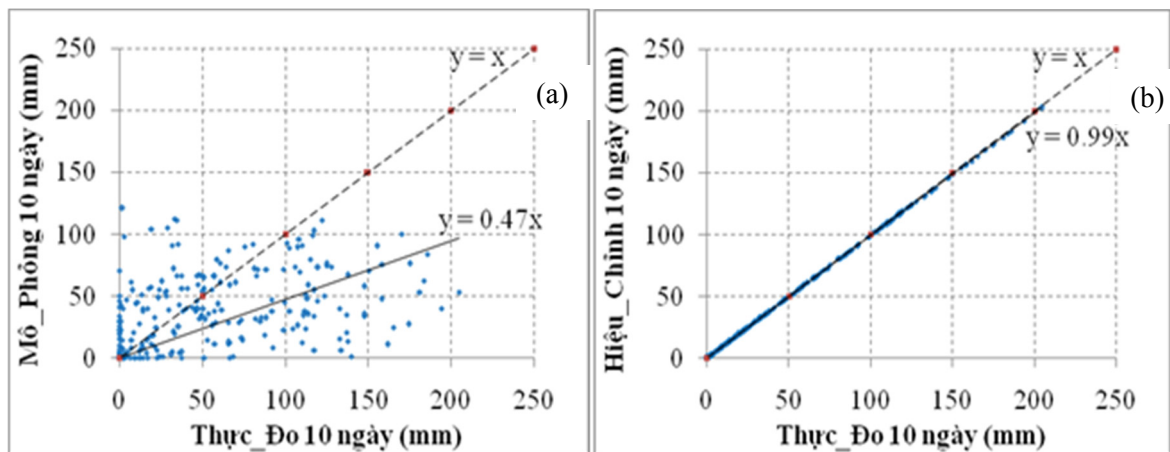
ĐV: mm	Tổng Ngày	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Min	Max	Tổng
Thực Đo	2880	46.2	51.3	0.0	204.8	13302
Mô Phỏng	2880	31.3	30.9	0.0	120.8	9024
Hiệu Chỉnh	2880	45.8	50.7	0.0	202.2	13203

Bảng 5: Tần suất mưa (ngày) giai đoạn (1980 - 1987)

ĐV: ngày	0 - 0.5 mm	0.51 - 10 mm	10.1 - 50 mm	50.1 - 100 mm	>100 mm
Thực Đo	1842	625	374	36	3
Mô Phỏng	1449	1156	275	0	0
Hiệu Chỉnh	1825	643	377	32	3



Hình 1: (a) Giá trị thực đo và mô phỏng, (b) Giá trị thực đo và hiệu chỉnh giai đoạn (1980 - 1987)



Hình 2: (a) Giá trị thực đo và mô phỏng, (b) Giá trị thực đo và hiệu chỉnh giai đoạn (1980 - 1987)

3.3 Kiểm định

3.3.1 Giai đoạn (1988 - 1995)

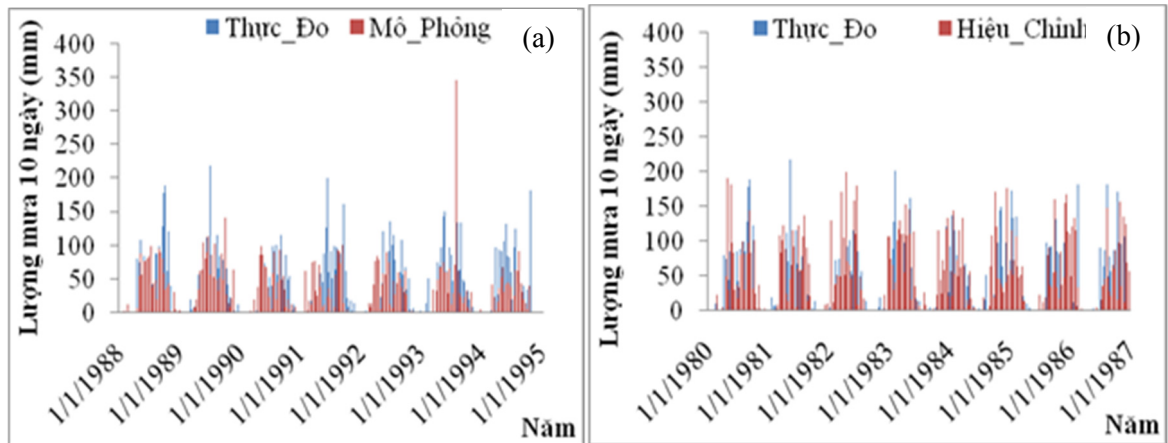
Kết quả sau khi hiệu chỉnh cho thấy giá trị trung bình độ lệch chuẩn lớn hơn giá trị quan sát về trung bình và tổng lượng mưa so với kết quả thực đo; tuy nhiên, phương pháp hiệu chỉnh đã cho ra kết quả tốt hơn so với kết quả mô phỏng (Bảng 6).

Tần suất mưa mô phỏng ở cấp từ 50.1-100 mm và cấp > 100 mm chỉ xuất hiện 1 ngày; tuy vậy,

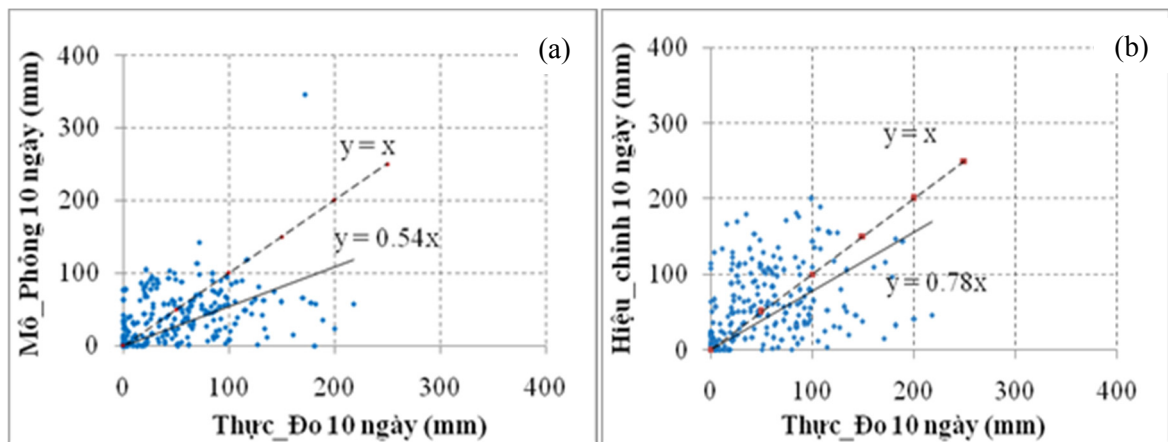
qua quá trình hiệu chỉnh, số ngày mưa đã được đưa về gần với ngày mưa thực đo ở 2 cấp độ này (Bảng 7). Phương pháp hiệu chỉnh đã điều chỉnh lại các giá trị như: trung bình, độ lệch chuẩn, lượng mưa lớn nhất, tổng lượng mưa và tần suất mưa từ số liệu mưa mô phỏng về gần với số liệu mưa thực đo. Bên cạnh đó, phương pháp hiệu chỉnh còn điều chỉnh đường xu hướng số liệu của mô phỏng so với số liệu thực đo gần với đường chuẩn ($y = x$) (Hình 3 (a) và (b), Hình 4(a) và (b)).

Bảng 6: Kết quả hiệu chỉnh số liệu mưa trung bình 10 ngày giai đoạn (1988 - 1995)

ĐV: mm	Tổng Ngày	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Min	Max	Tổng
Thực_Đo	2880	41.1	46.9	0.0	217.9	11830
Mô_Phỏng	2880	31.3	36.9	0.0	345.8	9014
Hiệu_Chỉnh	2880	45.5	50.1	0.0	199.8	13099



Hình 3: (a) Giá trị thực đo và mô phỏng, (b) Giá trị thực đo và hiệu chỉnh giai đoạn (1988 - 1995)



Hình 4: (a) Giá trị thực đo và mô phỏng, (b) Giá trị thực đo và hiệu chỉnh giai đoạn (1988 - 1995)

Bảng 7: Tần suất mưa (ngày) giai đoạn (1988 - 1995)

ĐV: ngày	0 - 0.5 mm	0.51 - 10 mm	10.1 - 50 mm	50.1 - 100 mm	>100 mm
Thực_Đo	1864	627	363	23	3
Mô_Phỏng	1524	1106	248	1	1
Hiệu_Chỉnh	1810	666	369	33	2

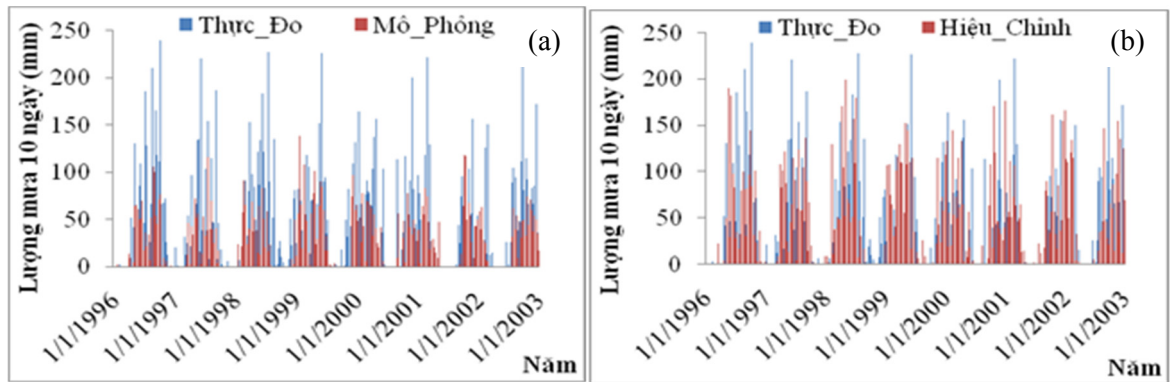
3.3.2 Giai đoạn (1996 - 2003)

Tương tự giai đoạn kiểm định (1988-1995), phương pháp hiệu chỉnh đã điều chỉnh các giá trị của số liệu mô phỏng giai đoạn (1996-2003) như: trung bình, độ lệch chuẩn, lượng mưa lớn nhất và tổng lượng mưa về gần với giá trị thực đo (Bảng 8). Tần suất mưa mô phỏng ở cấp độ từ 50.1-100 mm và cấp độ >100 mm không xuất hiện

và số tần suất mưa ở cấp độ từ 0-0.5 mm, 0.51-10 mm và 10.1-50 mm chênh lệch lớn so với thực đo (Bảng 9). Nhưng qua quá trình hiệu chỉnh đã xuất hiện mưa và tần suất xuất hiện mưa của thực đo và hiệu chỉnh tương đương nhau ở 2 cấp độ này (Bảng 8). Phương pháp hiệu chỉnh còn điều chỉnh đường xu hướng của số liệu mô phỏng so với số liệu thực đo về gần với đường chuẩn ($y = x$) (Hình 5 (a) và (b), Hình 6 (a) và (b)).

Bảng 8: Kết quả hiệu chỉnh số liệu mưa trung bình 10 ngày giai đoạn (1996 - 2003)

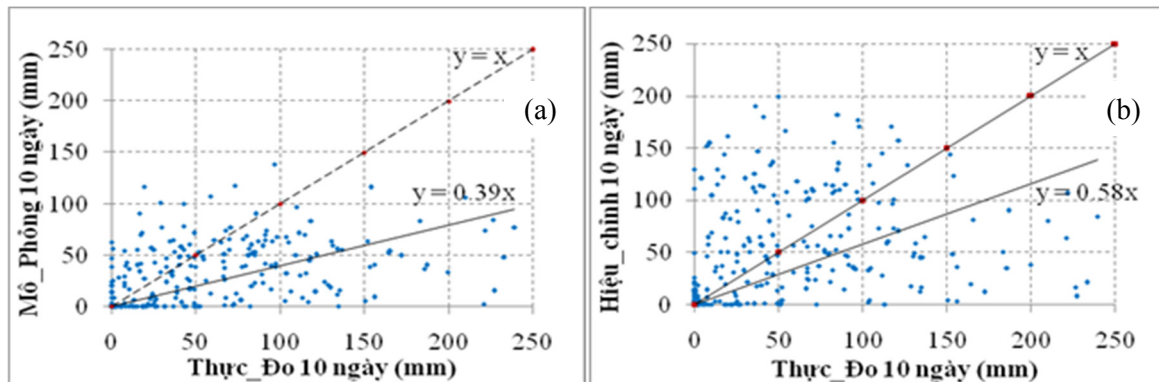
ĐV: mm	Tổng Ngày	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Min	Max	Tổng
Thực_Đo	2880	49.3	55.2	0.0	126.3	14211
Mô_Phỏng	2880	27.2	30.0	0.0	45.9	7842
Hiệu_Chỉnh	2880	45.4	50.1	0.0	199.6	13085



Hình 5: (a) Giá trị thực đo và mô phỏng, (b) Giá trị thực đo và hiệu chỉnh giai đoạn (1996 - 2003)

Bảng 9: Tần suất mưa (ngày) giai đoạn (1996 - 2003)

ĐV: ngày	0 - 0.5 mm	0.51 - 10 mm	10.1 - 50 mm	50.1 - 100 mm	>100 mm
Thực_Đo	1830	603	402	40	5
Mô_Phỏng	1599	1056	225	0	0
Hiệu_Chỉnh	1814	662	369	33	2

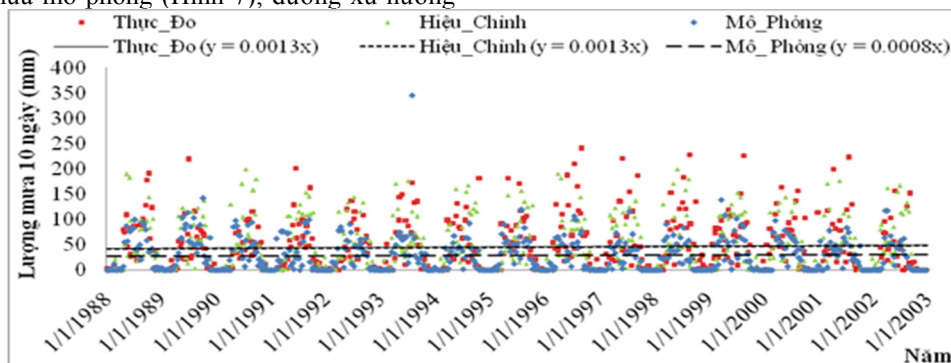


Hình 6: (a) Giá trị thực đo và mô phỏng, (b) Giá trị thực đo và hiệu chỉnh giai đoạn (1996 - 2003)

3.3.3 Kiểm tra đường xu hướng

Ngoài việc hiệu chỉnh các giá trị như: lượng mưa trung bình năm, độ lệch chuẩn, lượng mưa lớn nhất, tổng lượng mưa và tần suất mưa, phương pháp này còn hiệu chỉnh tốt đường xu hướng của số liệu mưa mô phỏng (Hình 7); đường xu hướng

của số liệu mưa mô phỏng (hệ số góc $\alpha = 0.0008$) thấp hơn so với thực đo (hệ số góc $\beta = 0.0013$), nhưng qua phương pháp hiệu chỉnh đã điều chỉnh đường xu hướng số liệu mô phỏng gần giống với đường xu hướng của số liệu thực đo (hệ số góc $\mu = 0.0013$).



Hình 7: Đường xu hướng của thực đo, mô phỏng và hiệu chỉnh giai đoạn (1988 - 2003)

Qua 2 giai đoạn kiểm định 1988-1995, 1996-2003 và kiểm tra đường xu hướng cho thấy giá trị của số liệu mưa mô phỏng thấp hơn giá trị số liệu thực đo. Bên cạnh đó, tần suất mưa mô phỏng chênh lệch đáng kể so với số liệu mưa quan sát, lượng mưa mô phỏng hầu như không xuất hiện ở cấp độ mưa từ 50.1-100 mm và cấp độ >100 mm đều này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Phan Văn Tân, (2010), số liệu mô phỏng từ các (RCM) thường thấp hơn số liệu quan sát, các kết quả từ các (RCM) còn hạn chế sử dụng làm các thông tin dự báo (như: lượng mưa, nhiệt độ) mà phải qua quá trình xử lý kết quả sau mô phỏng. So với kết quả nghiên cứu của Skaugen (2007) chỉ xét lượng mưa trung bình tháng và độ lệch chuẩn, kết quả từ phương pháp này đã hiệu chỉnh được số ngày mưa và tần suất mưa của mô hình mô phỏng. Giữa số liệu thực đo và mô phỏng còn chênh lệch đáng kể về lượng mưa và số ngày mưa; tuy nhiên, sau quá trình hiệu chỉnh đã điều chỉnh giá trị số liệu

mưa mô phỏng về gần với giá trị thực đo. Phương pháp hiệu chỉnh cho ra kết quả tốt đã làm giảm sai số giữa kết quả số liệu mưa mô phỏng và kết quả quan sát.

3.4 Dự báo lượng mưa tương lai giai đoạn (2014 - 2045)

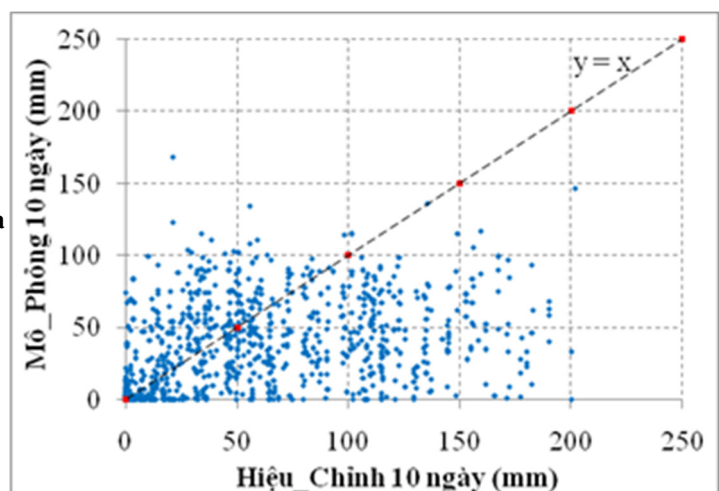
Qua 2 giai đoạn kiểm định thấy phương pháp hiệu chỉnh đã điều chỉnh số liệu mưa từ mô hình mô phỏng về gần với số liệu thực đo; từ đó, áp dụng phương pháp hiệu chỉnh này để hiệu chỉnh số liệu mưa cho tương lai (mỗi giai đoạn 8 năm và sử dụng kết quả số lần cắt và bội số của các ngày bị cắt ở Bảng 3). Phương pháp hiệu chỉnh đã điều chỉnh các giá trị như: trung bình năm, độ lệch chuẩn, lượng mưa lớn nhất và tổng lượng mưa từ mô hình mô phỏng (Bảng 10); bên cạnh đó, phương pháp hiệu chỉnh này đã điều chỉnh lại tần suất mưa của mô hình mô phỏng (Hình 8 và Bảng 11).

Bảng 10: Kết quả hiệu chỉnh số liệu mưa 10 ngày giai đoạn (2014 - 2045)

ĐV: mm	Tổng Ngày	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Min	Max	Tổng
MP (2014 - 2021)	2880	29.4	35.6	0.0	297.7	8475
HC (2014 - 2021)	2880	45.5	50.1	0.0	200.0	13093
MP (2022 - 2029)	2880	27.5	30.2	0.0	116.4	7920
HC (2022 - 2029)	2880	45.4	50.1	0.0	199.0	13084
MP (2030 - 2037)	2880	28.9	31.1	0.0	103.9	8342
HC (2030 - 2037)	2880	45.5	50.1	0.0	199.6	13090
MP (2038 - 2045)	2880	26.9	30.9	0.0	146.2	7747
HC (2038 - 2045)	2880	45.4	50.1	0.0	201.0	13082

(MP = mô phỏng, HC = hiệu chỉnh)

Hình 8: Kết quả hiệu chỉnh số liệu mưa mô phỏng giai đoạn (2014 - 2045)



Bảng 11: Tần suất mưa (ngày) giai đoạn (2014 - 2045)

DV: ngày	0 - 0.5mm	0.51 - 10mm	10.1 - 50mm	50.1 - 100mm	>100mm
MP (2014 - 2021)	1641	955	280	3	1
HC (2014 - 2021)	1811	665	369	33	2
MP (2022 - 2029)	1660	974	246	0	0
HC (2022 - 2029)	1816	657	372	33	2
MP (2030 - 2037)	1660	974	246	0	0
HC (2030 - 2037)	1811	665	369	33	2
MP (2038 - 2045)	1671	984	225	0	0
HC (2038 - 2045)	1815	659	371	33	2

4 KẾT LUẬN

So với số liệu thực đo, kết quả điều chỉnh mưa bằng phương pháp cắt và điều chỉnh đúng dần vẫn còn một số sai số nhất định (chưa phản ánh chính xác về giá trị mưa trong ngày) nhưng đã làm giảm sai số giữa giá trị số liệu thực đo và hiệu chỉnh. Phương pháp này đã cho kết quả tốt khi điều chỉnh giá trị tổng lượng mưa 10 ngày và xét đến các thông số như: tần suất mưa, lượng mưa trung bình, độ lệch chuẩn, lượng mưa lớn nhất và tổng lượng mưa từ kết quả mô phỏng so với thực đo.

Kết quả từ phương pháp này cải thiện hơn so với phương pháp của Liang *et al.* (2004) khi chỉ xét đến lượng mưa trung bình tháng và của Skaugen (2007) khi chỉ xét lượng mưa trung bình tháng và độ lệch chuẩn. Nhìn chung, phương pháp được áp dụng trong nghiên cứu này đã xét đến nhiều thông số hơn so với một số phương pháp đã từng nghiên cứu (ví dụ: tần suất mưa, độ lệch chuẩn, lượng mưa trung bình... đặc biệt là cắt các ngày mưa). Quan trọng hơn, kết quả đầu ra của phương pháp này qua kiểm định cho thấy đã hiệu chỉnh lại số liệu mưa từ mô hình mô phỏng (như: tần suất mưa, lượng mưa trung bình, độ lệch chuẩn, lượng mưa lớn nhất và tổng lượng mưa) gần với kết quả thực đo trong quá khứ.

Kết quả đầu ra của phương pháp này cần được ứng dụng trong một số nghiên cứu khác (ví dụ: mô hình nước - cây trồng) nhằm đánh giá hiệu quả của phương pháp hiệu chỉnh được xây dựng trên một số đối tượng cụ thể (ví dụ: cây trồng).

LỜI CẢM Ạ

Nhóm tác giả xin cảm tạ TS. Trần Minh Thuận đã góp ý nhằm nâng cao ý nghĩa khoa học của bài báo của nhóm tác giả được hoàn chỉnh hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hashmi, M.Z., Shamseldin, A.Y. and Melville,

B.W., 2009. Statistical downscaling of precipitation: state-of-the-art and application of bayesian multi-model approach for uncertainty assessment. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 6(5): 6535-6579.

2. Liang, X.-Z., Li, L., Kunkel, K.E., Ting, M. and Wang, J.X.L., 2004. Regional Climate Model Simulation of U.S. Precipitation during 1982–2002. Part I: Annual Cycle. *Journal of Climate*, 17(18): 3510-3529.
3. Maraun, D., Wetterhall, F., Ireson, A.M., Chandler, R.E., Kendon, E.J., Widmann, M., Brienen, S., Rust, H.W., Sauter, T., Themeßl, M., Venema, V.K.C., Chun, K.P., Goodess, C.M., Jones, R.G., Onof, C., Vrac, M. and Thiele-Eich, I., 2010. Precipitation downscaling under climate change: Recent developments to bridge the gap between dynamical models and the end user. *Reviews of Geophysics*, 48(3): RG3003.
4. Phan Văn Tân, 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, Đại học Quốc gia Hà Nội.
5. Phan Văn Tân, Trần Quang Đức, Hồ Thị Minh Hà, Vũ Thanh Hằng, Bùi Hoàng Hải, Lương Mạnh Thắng, Lê Như Quân, Tạ Hữu Chính và Dư Đức Tiến, 2008. Nghiên cứu ứng dụng mô hình khí hậu khu vực mô phỏng/dự báo mùa các trường khí hậu bề mặt phục vụ quy hoạch phát triển và phòng tránh thiên tai, Đại học Quốc gia Hà Nội.
6. Schmidli, J., Frei, C. and Vidale, P.L., 2006. Downscaling from GCM precipitation: a benchmark for dynamical and statistical downscaling methods. *International Journal of Climatology*, 26(5): 679-689.
7. Skaugen, T.E., Hanssen-Bauer, I. and Førland, E.J., 2003. Adjustment of dynamically

- downscaled temperature and precipitation data in Norway, Norwegian meteorological institute, Box 43 Blindern, N - 0313 Oslo, Norway.
8. Strauch, M., Bernhofer, C., Koide, S., Volk, M., Lorz, C. and Makeschin, F., 2012. Using precipitation data ensemble for uncertainty analysis in SWAT streamflow simulation. *Journal of Hydrology*, 414-415: 413-424.
 9. Thomas, T., Christiaensen, L., Do, Q. and Trung, L., 2010. Natural Disasters and Household Welfare: Evidence from Vietnam, World Bank.
 10. Van, P.D.T., Popescu, I., van-Griensven, A., Solomatine, D., Trung, N.H. and Green, A., 2012. A study of the climate change impacts on fluvial flood propagation in the Vietnamese Mekong Delta. *Hydrol. . Earth Syst. Sci. Discuss.*, 9: 7227 - 7270.
 11. Wang, X.L., Chen, H., Wu, Y., Feng, Y. and Pu, Q., 2010. New Techniques for the Detection and Adjustment of Shifts in Daily Precipitation Data Series. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 49(12): 2416-2436.