

ĐÁNH GIÁ VÀ LỰA CHỌN MÔ HÌNH KHÍ HẬU TOÀN CẦU (GCMs-CMIP5) CHO KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Trung Tính¹, Trần Văn Tỷ² và Huỳnh Vương Thu Minh¹

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

²Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

ABSTRACT

Thông tin chung:

Ngày nhận: 07/09/2015

Ngày chấp nhận: 25/02/2016

Title:

Evaluation and selection of global climate changes models (GCMs-CMIP5) for the Mekong Delta

Từ khóa:

Biến đổi khí hậu, Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5), Global Climate Models (GCMs), ĐBSCL

Keywords:

Climate change, Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5), Global Climate Models (GCMs), Vietnamese Mekong Delta

Climate change is one of the serious challenges to human-being recently. Climate changes have had negative impacts to production practices, livelihoods and environment all over the world. This study aims to evaluate and select the global climate models (GCMs) from the Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5) which is suitable for the Vietnamese Mekong Delta. Statistical method has been used to evaluate the reliability of GCMs through different criteria, including: Normalized Root Mean Square Error (NRMSE), Normalized Mean Error (NME), Percent Bias (PBias), and then the selected GCMs are integrated using weighting factors (Wi). From this result, the trend of future rainfall (2015-2040 from CMIP5) under low (RCP2.6), intermediate (RCP4.5) and high (RCP8.5) emission scenarios has been analyzed and evaluated. The statistical results (of 16 models) show the rainfall simulation capability of different GCMs is relatively different. From this result, five GCMs models including BBC-CSM1.1, GFDL-CM3, MIROC5, MRI-CGCM3, and NoESM1-M have been selected (based on aboved criteria) to integrate using weighting factors (Wi). The integrated results of 5 models show a good capability of rainfall simulation for the study area, with PBias and NSE (Nash Sutcliffe Efficiency) values of +2.3% and 0.87, respectively. Therefore, all of these five models have been selected to evaluate the trend and effects of changing rainfall on water resources management in the future for the Vietnamese Mekong Delta.

TÓM TẮT

Biến đổi khí hậu (BĐKH) là một trong những thách thức đối với nhân loại gần đây. BĐKH tác động nghiêm trọng đến sản xuất, đời sống và môi trường trên phạm vi toàn thế giới. Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá và lựa chọn mô hình khí hậu toàn cầu GCMs (Global Climate Models) từ Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5) thích hợp cho khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Phương pháp thống kê được sử dụng để đánh giá độ tin cậy các mô hình GCMs thông qua các chỉ số (sai số bình phương trung bình chuẩn hóa (NRMSE), sai số trung bình chuẩn hóa (NME), phần trăm sai lệch (PBias)) và các mô hình GCMs được chọn được tích hợp theo gia trọng (Wi). Từ kết quả tích hợp này, xu hướng thay đổi lượng mưa tương lai (2015-2040 từ CMIP5) theo các kịch bản phát thải thấp (RCP2.6), trung bình (RCP4.5) và cao (RCP8.5) được phân tích và đánh giá. Kết quả phân tích thống kê (của 16 mô hình) cho thấy khả năng mô phỏng lượng mưa của các mô hình tương đối khác nhau. Từ kết quả này, 5 mô hình gồm BBC-CSM 1.1, GFDL-CM3, MIROC5, MRI-CGCM3, và NoESM1-M được chọn (dựa vào các chỉ số trên) để tích hợp theo gia trọng (Wi). Kết quả tích hợp 5 mô hình trên theo gia trọng có khả năng mô phỏng tốt lượng mưa cho khu vực, với các giá trị PBias và NSE (Hệ số Nash Sutcliffe) lần lượt là +2,3% và 0,87. Do đó, cả 5 mô hình này được chọn để đánh giá xu thế và ảnh hưởng của thay đổi lượng mưa đến quản lý tài nguyên nước trong tương lai cho khu vực ĐBSCL.

Trích dẫn: Nguyễn Trung Tính, Trần Văn Tỷ và Huỳnh Vương Thu Minh, 2016. Đánh giá và lựa chọn mô hình khí hậu toàn cầu (GCMs-CMIP5) cho khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 42a: 81-90.

1 GIỚI THIỆU

Biến đổi khí hậu (BĐKH) đã và đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu và là một thách thức lớn đối với môi trường toàn cầu trong đó có Việt Nam. Biểu hiện chủ yếu của biến đổi khí hậu là sự nóng lên trên toàn cầu mà nguyên nhân chính bắt nguồn từ sự phát thải quá mức vào khí quyển các chất có hiệu ứng nhà kính do hoạt động kinh tế và xã hội trên trái đất. Theo Trần Thọ Đạt và Vũ Thị Hoài Thu (2012), khi trái đất nóng dần lên, lượng mưa sẽ thay đổi và xảy ra các hiện tượng thời tiết cực đoan như lũ lụt, hạn hán, cháy rừng. Theo Phạm Khôi Nguyên (2009) và Nguyễn Minh Quang (2012), trong 50 năm qua nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 0,50C-0,70C trên phạm vi cả nước và lượng mưa có xu hướng giảm ở phía Bắc và tăng ở phía Nam lãnh thổ. Theo IPCC (2007a), Việt Nam được đánh giá là một trong các quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất từ BĐKH. Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) được dự báo là một trong ba đồng bằng có nguy cơ chịu ảnh hưởng của BĐKH cực kỳ nghiêm trọng trong 30 năm tới. BĐKH làm gia tăng cường độ và tần suất thiên tai, đặc biệt là bão, lũ và hạn hán. Do vậy, việc dự tính khí hậu tương lai cho ĐBSCL rất cần thiết và là bước đầu để có thể đánh giá tác động của BĐKH cũng như đưa ra các biện pháp ứng phó kịp thời.

Theo IPCC (2007b), kịch bản khí hậu là sự thể hiện đáng tin cậy và đơn giản mô phỏng khí hậu trong tương lai, dựa trên một tập hợp các mối quan hệ khí hậu, được xây dựng để sử dụng trong nghiên cứu những hệ quả có thể của BĐKH. Dự án CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project 5) đã cung cấp bộ kịch bản khí nhà kính RCPs (Representative Concentration Pathways) gồm: RCP2.6 tương ứng với mức bức xạ thấp nhất (2.6Wm⁻²), RCP4.5 mức trung bình thấp (4.5Wm⁻²), RCP6.0 mức trung bình cao (6.0Wm⁻²) và RCP8.5 mức cao nhất (8.5Wm⁻²) đại diện được mô tả để dự đoán khí hậu trong tương lai vào cuối thế kỷ 21 (Taylor *et al.*, 2012). Tổng số có 16 mô hình GCMs (Global Climate Models) được sử dụng để thu thập số liệu lượng mưa trong quá

khứ và các kịch bản RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5 tương lai.

Mặc dù các mô hình khí hậu toàn cầu GCMs có độ phân giải cao nhưng vẫn cần được chi tiết hóa để sử dụng cho địa phương và từng khu vực (Phạm Quang Nam *et al.*, 2013). Những phương pháp khác nhau đã được phát triển để hiệu chỉnh lại số liệu của các mô hình GCMs cho phù hợp với đặc trưng thống kê của chuỗi số liệu thực đo tại vùng nghiên cứu (Teutschbein và Seibert, 2012). Hai phương pháp thường được sử dụng là phương pháp chi tiết hóa thống kê (Phạm Khôi Nguyên, 2009) và phương pháp hạ quy mô động lực (Ngô Đức Thành, 2011). Trong nghiên cứu này, phương pháp thống kê được sử dụng để đánh giá và lựa chọn mô hình khí hậu toàn cầu GCMs tin cậy cho khu vực ĐBSCL (thông qua các chỉ số: sai số bình phương trung bình chuẩn hóa (NRMSE), sai số trung bình chuẩn hóa (NME), và phần trăm sai lệch (PBias)). Kết quả của nghiên cứu này được sử dụng để đánh giá xu thế và ảnh hưởng của thay đổi lượng mưa đến quản lý nước trong sản xuất nông nghiệp ở tương lai cho khu vực ĐBSCL.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Thu thập số liệu

- Thu thập số liệu lượng mưa trung bình ngày thực đo trong quá khứ (1980-2005) tại 10 trạm Khí tượng Thủy văn (KTTV) khu vực ĐBSCL.

- Số liệu lượng mưa của các mô hình khí hậu toàn cầu GCMs trong quá khứ (1980-2005) và tương lai (2015-2040) với độ phân giải của các mô hình GCMs thay đổi từ 125 đến 417 (km).

- Dữ liệu đầu ra của 16 GCMs từ Dự án CMIP5 lưu trữ trên PCMDI (<http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/terms.html>) được liệt kê trong Bảng 1.

- Bảng 1: Dữ liệu mưa các mô hình GCMs trong quá khứ (1980-2005) và tương lai (2015-2040) gồm các kịch bản RCP2.6, RCP4.5 và RCP8.5 (kịch bản phát thải thấp RCP2.6, trung bình RCP4.5 và cao RCP8.5) (Meinshausen *et al.*, 2011).

Bảng 1: Danh mục mô hình khí hậu toàn cầu (GCMs) từ Dự án CMIP5

GCMs	Mô hình	Độ phân giải (Vĩ độ×kinh độ) km	Nguồn	Quốc gia
1	BBC-CSM 1.1	313×314	Trung tâm Khí hậu Bắc Kinh, Cục khí tượng Trung Quốc	Trung Quốc
2	BCC-CSM1.1(m)	125×126		
3	CanESM2	313×314	Trung tâm phân tích và mô hình khí hậu Canada	Canada
4	CNRM-CM5	156×158	Trung tâm nghiên cứu Khí tượng Thủy văn Quốc gia	Pháp
5	FGOALS-g2	313×314	Viện Vật lý, khí quyển, Học viện khoa học, Trung Quốc	Trung Quốc
6	GFDL-CM3	278×226	Phòng Thí nghiệm Địa vật lý Động lực học chất lỏng NOAA	Mỹ
7	HadGEM2- ES	208×141	Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng Thủy văn Hadley, Anh	Anh
8	IPSL-CM5A-LR	417×213	Viện Pierre-Simon Laplace	Pháp
9	IPSL-CM5A-MR	278×143		
10	MIROC5	156×158	Viện Nghiên cứu Khí quyển và Đại dương (ĐH-Tokyo), Viện Nghiên cứu Môi trường Quốc gia, và cơ quan khoa học và công nghệ, đất-biển Nhật Bản	Nhật
11	MIROC-ESM	313×314	Cơ quan Khoa học Công nghệ Đại dương-Trái đất, Nhật Bản, Viện Nghiên cứu Khí quyển-Đại dương (ĐH Tokyo), Viện Nghiên cứu Môi trường Quốc gia	Nhật
12	MIROC-ESM-CHEM	313×314		
13	MPI ESM-LR	208×210	Viện Khí tượng học Max-Planck (MPI-M)	Đức
14	MPI-ESM-MR	208×210		
15	MRI-CGCM3	125×126	Viện Nghiên cứu khí tượng Nhật Bản	Nhật
16	NoESM1-M	278×226	Trung tâm Khí hậu Na Uy	Na Uy

2.2 Xử lý số liệu

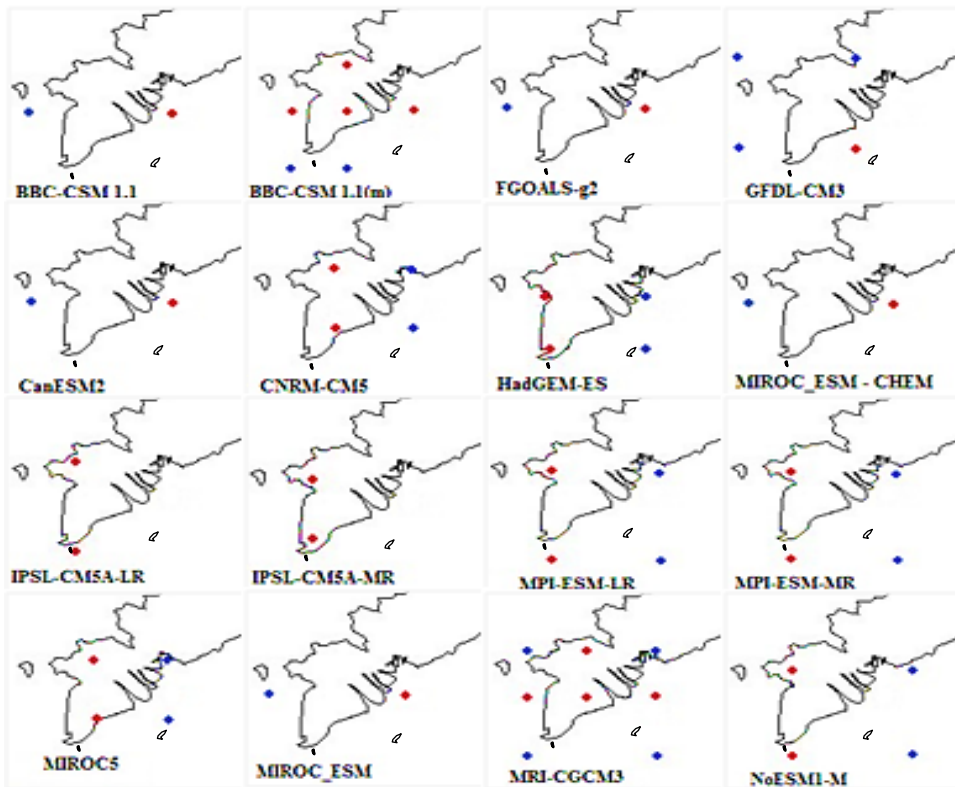
– Số liệu mưa trung bình ngày từ các mô hình khí hậu toàn cầu GCMs - CMIP5 (được tải từ: <http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/terms.html>) trong quá khứ (1980 – 2005) và tương lai (2015-2040) gồm số liệu từ một số vị trí (điểm số liệu) thuộc (và gần) khu vực ĐBSCL (số lượng vị trí (điểm) số liệu tùy thuộc vào từng mô hình GCMs, được thể hiện trên Hình 1). Lượng mưa trung bình cho khu vực ĐBSCL (P_{TB}) của từng mô hình GCM được xác định theo phương pháp đa giác Thiessen:

$$P_{TB} = \sum_{i=1}^m W_i \times P_i \tag{1}$$

$$W_i = \frac{A_i}{A_T} \tag{2}$$

Trong đó: P_i : là lượng mưa tại vị trí (điểm số liệu) i ; A_i : là diện tích đa giác thứ i ; A_T : tổng diện tích đa giác; m : tổng số vị trí (điểm số liệu); W_i : trọng số của điểm số liệu i .

Trong nghiên cứu này, phương pháp thống kê được sử dụng để đánh giá và từ đó lựa chọn mô hình GCMs phù hợp cho khu vực ĐBSCL. Các chỉ số thống kê được xem xét bao gồm: sai số bình phương trung bình (RMSE), giá trị RMSE càng tiến tới 0 thì mô hình dự báo càng chính xác (Soojin Moon và Boosik Kang, 2014). Sai số bình phương trung bình chuẩn hóa (NRMSE): NRMSE<10%: rất tốt, NRMSE=10-20%: tốt, NRMSE=20-30%: khá, NRMSE>30%: kém (Ruijven *et al.*, 2010). Hệ số Nash Sutcliffe Efficiency (NSE) nằm trong khoảng (- ∞; 1), mức chấp nhận của mô hình là hệ số NSE nằm trong khoảng 0,5< NSE<1,0. Phần trăm sai lệch (PBias) càng nhỏ hơn 10% và chỉ số NSE càng tiến tới 1.0 thì sai số giữa thực đo và mô phỏng càng nhỏ dần (Moriasi *et al.*, 2007). Sai số trung bình (ME) và sai số trung bình chuẩn hóa (NME) (Phan Văn Tân, 2005).



Hình 1: Vị trí tọa độ các điểm số liệu của 16 mô hình GCMs (CMIP5)

Sau khi kiểm tra độ tin cậy của 16 mô hình GCMs, các mô hình GCMs được chọn dựa vào ba chỉ số thống kê (NRMSE, NME, Pbias). Giá trọng (W_i) được tính cho từng mô hình GCMs dựa trên các chỉ số thống kê về mức độ chính xác của các mô hình (Gain *et al.*, 2011). Công thức tính giá trọng (W_i) được hiệu chỉnh (đơn giản hóa) từ công thức của Gain *et al.* (2011) (tính cho lưu lượng) để tính cho lượng mưa trong nghiên cứu này. Các chỉ số thống kê được sử dụng để đánh giá các mô hình GCMs được tính theo công thức sau:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{TD} - X_{MP})^2}{n}} \quad (3)$$

$$NRMSE = \frac{RMSE}{X_{TD}} \times 100\% \quad (4)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_{TD} - X_{MP})^2}{\sum_{i=1}^n (X_{TD} - \bar{X}_{TD})^2} \quad (5)$$

$$PBias = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_{TD} - X_{MP})}{\sum_{i=1}^n X_{TD}} \right] \times 100\% \quad (6)$$

$$ME = \frac{(X_{MP} - X_{TD})}{n} \quad (7)$$

$$NME = \frac{(X_{MP} - X_{TD})}{n} \times 100\% \quad (8)$$

$$W_i = \frac{\frac{\frac{1}{(X_{TD} - X_{MP})^2}}{\sqrt{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{TD} - X_{TD})^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{\frac{1}{(X_{TD} - X_{MP})^2}}{\sqrt{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{TD} - X_{TD})^2}} \quad (9)$$

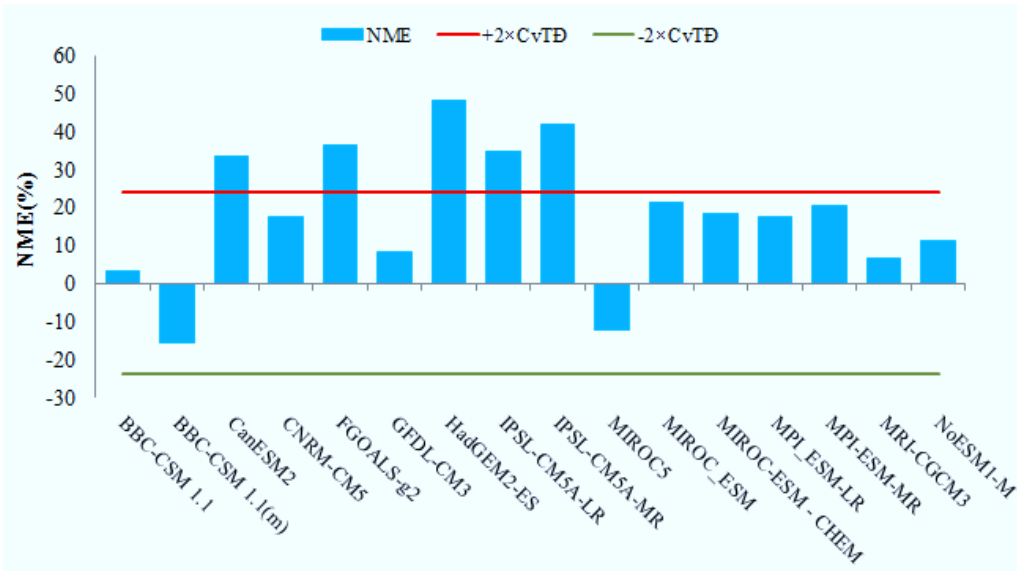
Trong đó: W_i là giá trọng, n là số tháng, i là số mô hình, $X_{TD,i}$ là giá trị thực đo, $X_{MP,i}$ là giá trị mô phỏng, \bar{X}_{TD} là giá trị thực đo trung bình.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả kiểm tra độ tin cậy các mô hình là quá trình đánh giá các số liệu đầu ra của các mô hình GCMs với số liệu thực đo tương ứng. Đây là bước so sánh các giá trị thực đo với giá trị mô phỏng.

3.1 Kiểm tra sai số trung bình chuẩn hóa NME (%) của các mô hình GCMs

Để kiểm tra sai số trung bình chuẩn hóa (NME) của số liệu các mô hình GCMs, NME(%) được so sánh với khoảng cho phép ($\pm 2 \times CvTD$ - với $CvTD$ là hệ số biến thiên của số liệu thực đo) (Phan Văn Tân, 2005). Kết quả tính NME(%) được thể hiện trong Hình 2.



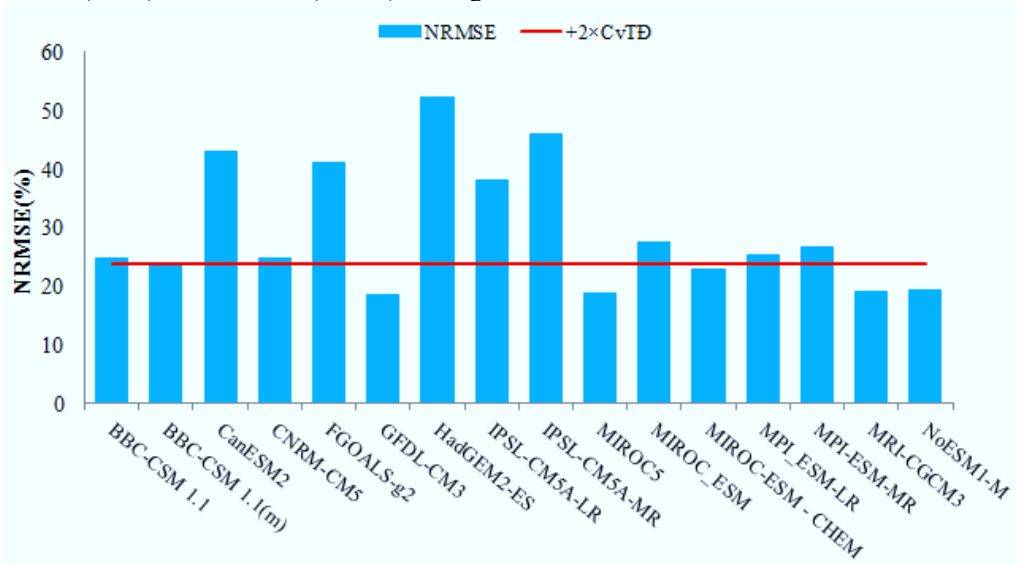
Hình 2: Sai số trung bình chuẩn hóa (NME) của các mô hình GCMs

Hình 2 cho thấy NME(%) các mô hình không đồng đều, những mô hình có NME(%) tương đối lớn và nằm ngoài khoảng cho phép ($\pm 2 \times \text{CvTD}$): CanESM2(33%), FGOALS-g2(36%), HadGEM2-ES(48%), IPSL-CM5A-LR(35%), IPSL-CM5A-MR(42%). Những mô hình có NME(%) tương đối nhỏ và nằm trong khoảng cho phép ($\pm 2 \times \text{CvTD}$) như: BBC-CSM1.1(3,2%), BCC-CSM1.1(m) (-15,9%), CNRM-CM5(17,3%), GFDL-CM3(8,2%), MIROC5(-12,2%), MIROC-ESM(21,4%), MIROC-ESM-CHEM(18,4%), MPI_ESM-LR(17,6%), MPI-ESM-MR(20,5%), MRI-CGCM3(6,6%), NoESM1-M(11,0%). Trong

đó, các mô hình GCMs: BBC-CSM1.1, GFDL-CM3, MIROC5, MRI-CGCM3, NoESM1-M là tốt nhất.

3.2 Kiểm tra sai số bình phương trung bình chuẩn hóa NRMSE(%) của mô hình GCMs

Sai số bình phương trung bình chuẩn hóa NRMSE(%) thể hiện phần trăm sự khác biệt tương đối giữa số liệu các mô hình GCMs và thực đo. Kết quả tính sai số bình phương trung bình chuẩn hóa được thể hiện trong Hình 3 (với CvTD là hệ số biến thiên của số liệu thực đo).



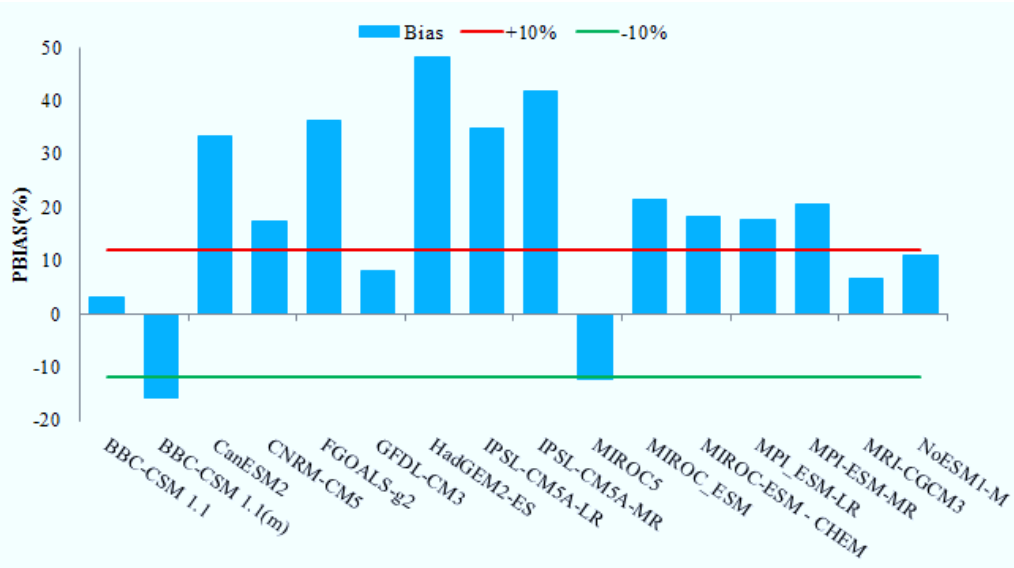
Hình 3: Sai số bình phương trung bình chuẩn hóa của các mô hình GCMs

Hình 3 cho thấy giá trị sai số bình phương trung bình chuẩn hóa NRMSE(%) của các mô hình GCMs thấp (nằm trong khoảng 10-20%) như: GFDL-CM3 (18,5%), MIROC5 (19%), MRI-CGCM3 (19%), NoESM1-M(19%) cho thấy sự mô phỏng của các mô hình ở mức tốt. Sai số bình phương trung bình chuẩn hóa NRMSE(%) của các mô hình GCMs nằm trong khoảng 20-30% như: BBC-CSM 1.1(25%), BCC-CSM1.1(m)(24%), CNRM-CM5(25%), MIROC-ESM(28%), MIROC-ESM-CHEM(23%), MPI_ESM-

LR(25%), MPI-ESM-MR(27%). Các mô hình còn lại có NRMSE(%) cao hơn 30%. Qua kiểm tra NRMSE(%) các mô hình GCMs, mô hình ở mức tốt khoảng 10-20% và ở mức khá 20-30% được chọn (Ruijvenet *et al.*, 2010).

3.3 Kiểm tra sai số PBias của mô hình GCMs

Các mô hình GCMs được kiểm tra phần trăm sai lệch (PBias) và kết quả thể hiện trong Hình 4.



Hình 4: Phần trăm sai lệch PBias

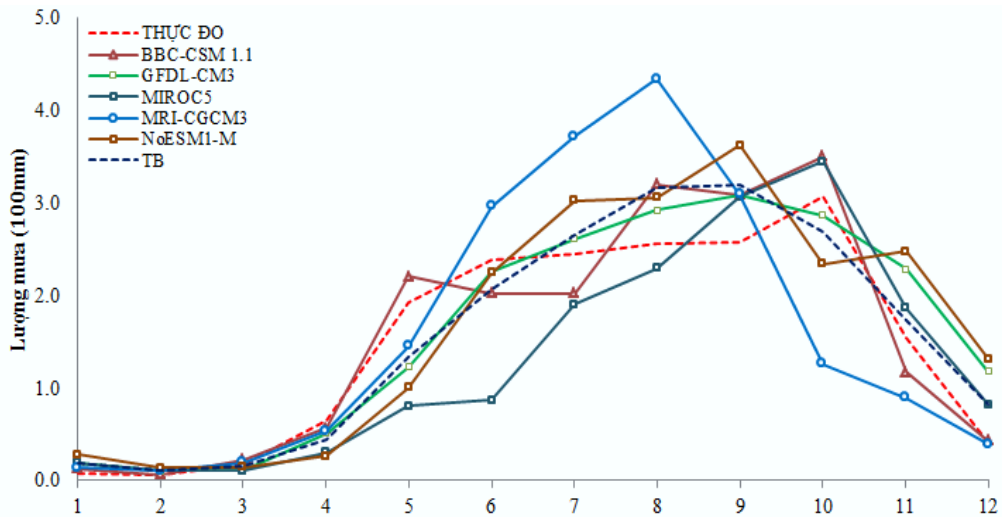
Hình 4 thể hiện phần trăm sai lệch của 16 mô hình GCMs. Trong 16 mô hình GCMs có 5 mô hình có phần trăm sai lệch tương đối thấp và khá gần với phần trăm sai lệch trong khoảng cho phép ($-10\% < PBias < 10\%$) (Moriasi *et al.*, 2007). Sự sai lệch giữa giá trị thực đo với giá trị các mô hình BBC-CSM 1.1 là 3,3%, GFDL-CM3 là 8,18%, MIROC5 là -12,16%, MRI-CGCM3 là 6,55%, NoESM1-M là 10,95%, MIROC5 là -12,16%, NoESM1-M là 10,95%. Các mô hình còn lại có phần trăm sai lệch PBias khá cao, nằm ngoài khoảng tin cậy rất xa và không đủ độ tin cậy để sử dụng.

Do đó, từ số liệu kiểm tra sai số trung bình

chuẩn hóa NME(%), sai số bình phương trung bình chuẩn hóa NRMSE(%) và PBias cho thấy rằng số liệu mô phỏng của 5 mô hình BBC-CSM 1.1, GFDL-CM3, MIROC5, MRI-CGCM3, NoESM1-M tốt nhất và đủ độ tin cậy sử dụng để dự tính sự thay đổi lượng mưa tương lai nhằm đánh giá ảnh hưởng đến vùng nghiên cứu.

3.4 Giá trị trung bình lượng mưa

Để kiểm tra khả năng dự đoán và sai số của các mô hình, lượng mưa trung bình tháng của từng mô hình riêng lẻ và lượng mưa trung bình tháng trung bình của 5 mô hình (TB) được so sánh với số liệu thực đo (THỰC ĐO) trong quá khứ (1980-2005) được thể hiện trong Hình 5.



Hình 5: So sánh lượng mưa trung bình tháng của từng mô hình và 5 mô hình (TB) với số liệu thực đo

Từ Hình 5 có thể thấy các mô hình đều mô phỏng tương đối tốt lượng mưa các tháng mùa khô, gồm tháng 12, 1, 2, 3 và 4 với sai khác không đáng kể. Tuy nhiên, trong các tháng mùa mưa (tháng 5, 6, 7, 8, 9, 10 và 11), cả kết quả mô phỏng của 5 mô hình đều có sự sai khác tương đối lớn, nhất là mô hình MIROC5 và MRI-CGCM3 có sự sai khác rất lớn ở một số tháng (tháng 5, 6 - MIROC5; và tháng 6, 7, 8, 10 và 11 - MRI-CGCM3). Khi giá trị trung bình của 5 mô hình (lượng mưa trung bình tháng) được xem xét thì sai khác giữa giá trị này với giá trị thực đo có giảm so với khi xét từng mô hình riêng lẻ. Tuy nhiên, sai khác của các tháng mùa mưa (có lượng mưa cao) như tháng 8, và 9 vẫn còn cao. Điều này cho thấy khi xét lượng mưa trung bình tháng của từng mô hình riêng lẻ hay giá trị

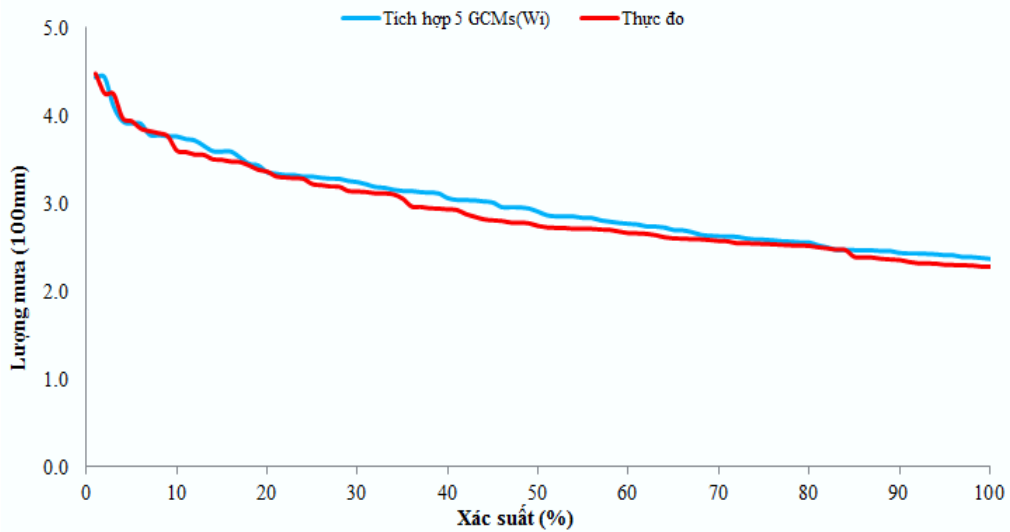
trung bình của cả 5 mô hình thì mức độ tin cậy của kết quả mô phỏng không cao, nhất là vào các tháng mùa mưa. Do vậy, việc tích hợp kết quả mô phỏng của 5 mô hình trên theo gia trọng (được xác định dựa vào các chỉ số thống kê) là cần thiết nhằm tăng độ tin cậy của số liệu mô phỏng được sử dụng để dự báo lượng mưa trong tương lai.

3.5 Gia trọng của các mô hình GCMs

Năm mô hình GCMs (BBC-CSM 1.1, GFDL-CM3, MIROC5, MRI-CGCM3, NoESM1-M) được tính trọng số (Wi) theo các công thức thống kê cho từng mô hình (dựa vào mức độ tin cậy tính ở trên). Kết quả tính gia trọng (Wi) cho 5 mô hình GCMs và kết quả tích hợp lượng mưa của 5 mô hình theo gia trọng thể hiện trong Bảng 2, Hình 6 và 7.

Bảng 2: Gia trọng các mô hình GCMs

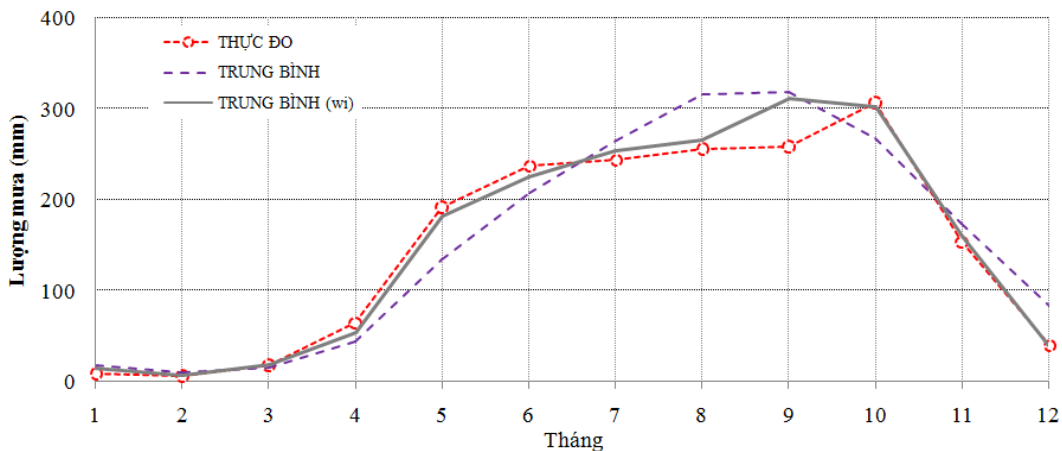
Tháng	BBC-CSM 1.1	GFDL-CM3	MIROC5	MRI-CGCM3	NoESM1-M
1	0,46	0,09	0,08	0,34	0,03
2	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,05	0,02	0,02	0,84	0,07
4	0,49	0,18	0,03	0,28	0,02
5	0,58	0,10	0,04	0,22	0,06
6	0,06	0,46	0,00	0,02	0,45
7	0,11	0,74	0,07	0,01	0,06
8	0,08	0,26	0,51	0,01	0,14
9	0,23	0,23	0,25	0,23	0,06
10	0,14	0,62	0,18	0,01	0,05
11	0,33	0,08	0,43	0,11	0,05
12	0,23	0,00	0,00	0,77	0,00
Wi	0,31	0,23	0,13	0,24	0,08



Hình 6: So sánh lượng mưa tích hợp từ 5 mô hình GCMs và thực đo

Kết quả tính giá trọng của các mô hình được trình bày trong Bảng 2 cho thấy mô hình BBC-CSM 1.1 nhận giá trị cao nhất và tiếp theo lần lượt là giá trị các mô hình MRI-CGCM3, GFDL-CM3, MIROC5, NoESM1-M. Giá trọng (W_i) càng cao thì khả năng mô phỏng các mô hình càng chính xác. Kết quả so sánh cho thấy rằng giá trị tích hợp của 5 mô hình GCMs và giá trị thực đo không có sự khác biệt nhiều như thể hiện trên Hình 6.

Hình 7 cho thấy sai lệch giữa số liệu tích hợp từ 5 mô hình GCMs và thực đo tương đối thấp, với phần trăm sai lệch PBias và hệ số NSE lần lượt là $PBias=+2,3\%$, $NSE=0,87$ cho thấy số liệu tích hợp từ 5 mô hình GCMs đủ độ tin cậy để sử dụng. Sai số của lượng mưa trung bình tháng trong trường hợp có giá trọng (TRUNG BÌNH (w_i)) rất nhỏ qua hầu hết các tháng (trừ tháng 9); trong khi sai số trong trường hợp không giá trọng (TRUNG BÌNH) các tháng mùa mưa tương đối lớn.

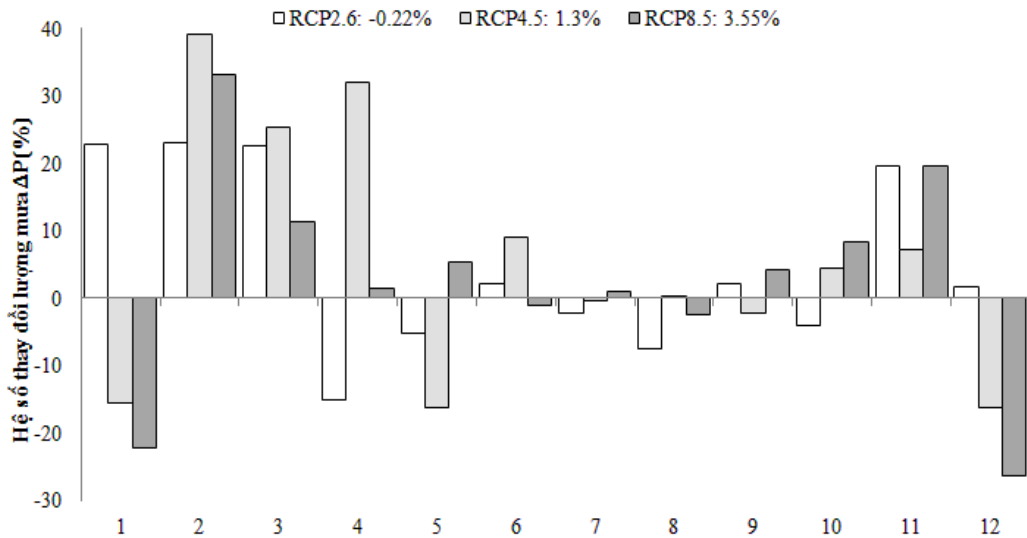


Hình 7: So sánh lượng mưa trung bình tháng giữa thực đo với trung bình 5 GCMs có giá trọng (TRUNG BÌNH (w_i)) và không giá trọng (TRUNG BÌNH) giai đoạn 1980-2005

3.6 Sự thay đổi lượng mưa tương lai theo các kịch bản

Theo IPCC (2007c), gia tăng nhiệt độ toàn cầu có khả năng dẫn đến thay đổi về lượng mưa và độ

ẩm trong khí quyển do thay đổi trong lưu thông không khí và tăng bốc hơi và hơi nước. Kết quả tính lượng mưa trung bình tháng tương lai (2030s) theo các kịch bản RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5 thể hiện trong Hình 8.



Hình 8: Sự thay đổi lượng mưa tương lai 2030s theo các kịch bản

Hình 8 cho thấy lượng mưa tương lai (2030s) theo kịch bản RCP2.6 giảm 0,22%, kịch bản RCP4.5 tăng 1,3% và kịch bản RCP8.5 tăng 3,55%. Kịch bản RCP2.6 lượng mưa biến động nhiều, tăng trong các tháng 1, 2, 3, 6, 9, 11, 12, và giảm vào các tháng 4, 5, 7, 8, 10. Kịch bản RCP4.5 lượng mưa tăng trong các tháng 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11 và giảm vào các tháng 1, 5, 7, 9, 12. Kịch bản RCP8.5 lượng mưa tăng trong các tháng 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, và giảm vào các tháng 1, 6, 8, 12. Nhìn chung, các kịch bản RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5 lượng mưa đều tăng mạnh vào các tháng 2, 3 và 11, nhưng vào những tháng trong mùa mưa 5, 6, 7, 8, 9, 10 tăng-giảm không đồng đều và biến động thấp, do đó không ảnh hưởng nhiều đến lượng mưa trong năm.

4 KẾT LUẬN

– Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng mô phỏng lượng mưa đối với các mô hình: BCC-CSM1.1(m), CanESM2, CNRM-CM5, FGOALS-g2, HadGEM2-ES, IPSL-CM5A-LR, IPSL-CM5A-MR, MIROC-ESM, MIROC-ESM-CHEM, MPI_ESM-LR, MPI-ESM-MR không tốt, trong khi đó các mô hình: BBC-CSM 1.1, GFDL-CM3, MIROC5, MRI-CGCM3, NoESM1-M có kết quả mô phỏng rất tốt.

– Phương pháp thống kê có thể áp dụng để xác định độ tin cậy của mô hình toàn cầu GCMs, từ đó chọn được mô hình tin cậy có thể sử dụng để đánh giá xu thế và ảnh hưởng của thay đổi lượng mưa đến quản lý tài nguyên nước trong tương lai cho khu vực ĐBSCL.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Gain, A. K, Immerzeel. W.W, Sperna Weiland. F.C, Bierkens, M. F. P, 2011. Impact of climate change on the stream flow of the lower Brahmaputra: Trends in high and low flows based on discharge-weighted ensemble modelling. *Hydrology and Earth System Sciences*. 15(5): 1537–1545.
- IPCC, 2007a. Climate Change 2007. Impacts, adaptation and vulnerability: contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel: 5-987.
- IPCC, 2007b. Climate change 2007: The physical science basis. Part of the Working Group I Contribution to the Fifth assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: 3–203.
- IPCC, 2007c. The 4th assesment report of the Intergovernmental Panel on limate Change.
- Meinshausen, S. J. Smith, K. Calvin, J. S. Daniel, M. L. T. Kainuma, J-F. Lamarque, K. Matsumoto, S. A. Montzka, S. C. B. Raper, K. Riahi, A. Thomson, G. J. M. Velders, D.P. P. van Vuuren, 2011. The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300. *Climatic Change*. 109(1): 213–241.
- Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R. D. and Veith, T. L, 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of

- accuracy in watershed simulations. Transactions of the. 50(3): 885–900.
- Ngô Đức Thành, Nguyễn Quang Trung, Phan Văn Tân, Hồ Thị Minh Hà, 2011. Dự tính biến đổi khí hậu cho khu vực miền Trung Việt Nam bằng phương pháp hạ quy mô động lực. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Quốc gia Hà Nội. 3S: 70-79.
- Nguyễn Minh Quang, 2012. Bộ Tài nguyên và Môi trường, kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam.
- Phạm Khôi Nguyên, 2009. Bộ Tài nguyên và Môi trường, kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, Hà Nội.
- Phạm Quang Nam, Ngô Đức Thành, 2013. Nghiên cứu lựa chọn sản phẩm mô hình khí hậu toàn cầu từ dự án CMIP5 cho khu vực Việt Nam. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Quốc gia Hà Nội. 3S: 134-142.
- Phan Văn Tân, 2005. Phương pháp thống kê trong khí hậu. Nhà xuất bản. Trường Đại học Quốc gia Hà Nội: 1-259.
- Trần Thọ Đạt và Vũ Thị Hoài Thu, 2012. Diễn đàn phát triển Việt Nam. Biến đổi khí hậu và sinh kế ven biển. Nhà xuất bản. Giao thông vận tải Hà Nội: 1-196.
- Ruijven, B.V, Jeroen P. van der Sluijs, Detlef. P. van Vuuren, Peter Janssen, Peter S. C. Heuberger, Bert de Vries, 2010. Uncertainty from Model Calibration: Applying a New Method to Transport Energy Demand Modelling. Environmental Modeling & Assessment. 15(3): 175–188.
- Soojin Moon and Boosik Kang, 2014. Flood and drought frequency projection using climate change RCP scenarios. Proceedings of the 19th IAHR-APD Congress 2014, Hanoi, Vietnam.
- Taylor, K.E, Stouffer.R.J, Meehl. G. A, 2012. An overview of CMIP5 and the experiment design. Articles of American Meteorological Society: 485–498.
- Teutschbein, C, Seibert. J, 2012. Bias correction of regional climate model simulations for hydrological climate-change impact studies: Review and evaluation of different methods. Journal of Hydrology, 456-457: 12–29.