

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU LÊN DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG ĐỒNG NAI

Lê Ngọc Anh, Vũ Thị Vân Anh và Nguyễn Thống

Trường Đại học Bách Khoa thành phố Hồ Chí Minh

Nghiên cứu này sẽ giúp hiểu rõ những tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đến dòng chảy trên các lưu vực sông Đồng Nai bao gồm sự thay đổi theo không gian và thời gian, xu hướng biến động của các giá trị cực trị tại các lưu vực. Mô hình Swat (Soils and Assessment Tools) được ứng dụng để mô phỏng diễn biến dòng chảy với các kịch bản BĐKH. Dữ liệu khí tượng được lấy từ mô hình CMIP3 (CCCMA-CGC3.1, CNRM-CM3, GFDL-CM 2.1, MIROC3.2 medres, IPSL CM4, MRI CGCM 2.3.2) ứng với kịch bản A1B; mô hình có kết quả phù hợp nhất sẽ được lựa chọn để mô phỏng cho 3 thời kì gồm: thời kì 1 (1978-2000), thời kì 2 (2046-2064), thời kì 3 (2081-2100), trong đó thời kì 1 là thời kì cơ sở để xem xét sự thay đổi. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, dòng chảy bình quân năm giảm (20-30%) ở khu vực thượng lưu Hồ Trị An; phía hạ lưu dòng chảy có xu hướng tăng (>30%), trong đó, lưu vực Sài Gòn dòng chảy tăng nhiều nhất. Dòng chảy kiệt có xu hướng tăng lên ở phần lớn lưu vực, phía thượng lưu giảm (20-50%). Dòng chảy lũ ở khu vực thượng lưu Hồ Trị An có xu hướng giảm, hạ lưu có xu hướng tăng. Sự biến động của dòng chảy cực trị ở thời kì 2081 – 2100 lớn hơn so với thời kì 2046- 2064, mức độ biến động xảy ra không giống nhau ở các lưu vực.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, LVSDN, Mô hình Swat.

1. Giới thiệu

Theo nhóm chuyên gia Liên chính phủ về BĐKH (IPCC), Việt Nam là một trong những quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề nhất của BĐKH. Trong vòng 50 năm qua, nhiệt độ trung bình đã tăng khoảng 0,5 – 0,7°C mực nước biển đã dâng khoảng 20cm, thiên tai ngày càng khốc liệt.

Lưu vực sông Đồng Nai (LVSDN) có ý nghĩa chiến lược đến sự phát triển kinh tế - xã hội của vùng Đông Nam Bộ và vùng ven biển. Những tác động của BĐKH đến dòng chảy trên các lưu vực sẽ ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển kinh tế - xã hội của vùng.

Đã có nhiều nghiên cứu về tác động của BĐKH lên dòng chảy. Nguyễn Kì Phùng [1] ứng dụng mô hình Swat để dự báo dòng chảy lưu vực sông Đồng Nai. Nguyễn Thị Tịnh Áu [2] đã ứng dụng mô hình Swat để đánh giá lưu lượng dòng chảy lưu vực sông Đắc Bla. Đỗ Đức Dũng [3] đã ứng dụng mô hình Nam để, dự báo dòng chảy trên LVSDN và phụ cận.

Nhìn chung, kết quả của các nghiên cứu được thể hiện ở thời đoạn trung bình theo mùa và theo

địa giới tỉnh/thành phố. Vì thế, khi áp dụng cho các mô hình thủy văn gặp nhiều khó khăn bởi: (i) Về mặt không gian: kịch bản BĐKH có độ phân giải thấp, thể hiện theo tỉnh/thành phố; (ii) Về mặt thời gian: mức biến đổi được trung bình hóa theo mùa trong năm và trung bình 10 năm, chính sự trung bình hóa làm mất đi tính ngẫu nhiên của dữ liệu khí tượng, do đó bỏ đi các năm có dữ liệu bất thường, không đánh giá được tính biến động của các giá trị cực trị.

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá tác động của BĐKH lên dòng chảy lưu vực sông Đồng Nai, sử dụng dữ liệu khí tượng được cung cấp từ nhiều mô hình BĐKH toàn cầu đã được chi tiết hóa cho LVSDN với lưới có độ phân giải cao hơn và có bước thời gian ngày. Ưu điểm của dữ liệu ngày cho phép chúng ta mô phỏng những thời đoạn ngắn (ngày), do đó có thể xác định được các cực trị có thể xảy ra. Hơn nữa, do tính không chắc chắn và những hiểu biết của con người chưa thật đầy đủ về BĐKH, nên trong nghiên cứu này chúng tôi chỉ sử dụng nhóm kịch bản phát thải trung bình AB1 và dự báo dòng chảy ứng với 3 thời đoạn: Thời kì 1 (1980-2000);

thời kì 2 (2046 – 2064); thời kì 3 (2081 – 2100).

2. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là toàn bộ phần diện tích LVSDN, bắt nguồn từ Lâm Đồng ra đến biển có chiều dài 628 km, diện tích lưu vực 40.700 km² đi qua 9 tỉnh/thành phố gồm: Lâm Đồng, Đắk Nông, Bình Phước, Bình Dương, Đồng Nai, Bình Thuận, Tây Ninh, thành phố Hồ Chí Minh, Long An.

Hàng năm, trên LVSDN nhận 108 tỷ m³ nước mưa. Tuy nhiên, lượng mưa này phân bố không đều trong năm (mùa khô khoảng 15 tỷ m³ còn mùa mưa chiếm gần 92 tỷ m³) và cũng không phân bố đều về mặt không gian. Tổng lượng dòng chảy năm trên lưu vực khoảng 41,5 tỷ m³. Nếu không xét đến dòng chảy từ sông Vàm Cỏ Tây (con sông chịu ảnh hưởng nhiều từ hạ lưu sông Mekong) thì tổng lượng nước mặt LVSDN và ven biển hàng năm nhận được là 38,6 tỷ m³. Tương tự mưa, dòng chảy trên lưu vực cũng phân bố không đều theo không gian và thời gian. Những vùng ít nước nhất nằm ở 2 phía cực Đông (vùng ven biển) và cực Tây (sông Vàm Cỏ). Mùa lũ kéo dài khoảng 5 – 6 tháng (có nơi chỉ 3 – 4 tháng), với tổng lượng dòng chảy chiếm 80 – 85% dòng chảy năm, mùa khô kéo dài 5-7 tháng.

LVSDN có thể chia làm 3 dạng địa hình: (i) Địa hình vùng núi: phân bố chủ yếu ở vùng phía bắc khu vực nghiên cứu có cao độ mặt đất từ vài trăm mét đến trên 1.000 m so với mực nước biển. (ii) Địa hình vùng trung du: phân bố chủ yếu ở trung và hạ lưu sông Bé, hạ lưu sông La Ngà và trung lưu sông Sài Gòn (Bình Dương, Tây Ninh, Đồng Nai), có diện tích trên 30% có đặc trưng là gò đồi lượn sóng xen kẽ các đồng bằng nhỏ hẹp ven sông. (iii) Địa hình vùng đồng bằng: nằm ở phía nam khu vực nghiên cứu, tiếp giáp với Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) và Biển Đông, có diện tích gần 40% tổng diện tích toàn vùng, cao độ địa hình từ vài chục mét xuống đến dưới 1 m, có đặc trưng khá bằng phẳng.

3. Phương pháp và dữ liệu nghiên cứu

3.1. Mô hình Swat

Swat được phát triển để dự báo những tác

động của hoạt động sử dụng đất lên nước, bùn cát và sản lượng hóa học nông nghiệp trên một lưu vực lớn với sự thay đổi của thổ nhưỡng, thảm phủ và các điều kiện quản lý [4]. Mô hình Swat chia lưu vực thành các lưu vực con, mỗi lưu vực con được chia thành các nhóm tương tự nhau về thổ nhưỡng và thảm phủ gọi là các đơn vị thủy văn (HRUs).

Cơ sở tính toán trong mô hình Swat dựa vào phương trình cân bằng nước:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (P_{day,i} - Q_{surf,i} - E_{act,i} - W_{seep,i} - Q_{gw,i}) \quad (1)$$

Trong đó: SW_t là lượng nước cuối thời đoạn sau t ngày (mm); SW_0 : là lượng nước đầu thời đoạn (mm); $R_{day,i}$ là lượng mưa ở ngày thứ i (mm); $Q_{surf,i}$ là lớp nước mặt ở ngày thứ i (mm); $E_{act,i}$ là lượng bốc hơi ở ngày thứ i (mm); $W_{seep,i}$ là lượng nước thấm vào tầng ngầm ngày thứ i (mm); $Q_{gw,i}$ là lượng dòng chảy hồi quy ở ngày thứ i (mm); t là thời gian (ngày).

Trong mô hình Swat, quá trình mưa-dòng chảy được mô phỏng bằng việc sử dụng số liệu mưa ngày theo phương pháp đường cong số phát triển bởi SCS (Soil Conservation Service) và phương pháp thẩm thấu Green & Ampt (1991). Dòng chảy có thể được diễn toán trên mạng lưới sông kênh bằng các biến trữ hoặc theo phương pháp Muskingum [5].

3.2. Thị t l p mô hình

Dữ liệu đất và thảm phủ: là những yếu tố đóng vai trò quan trọng ảnh hưởng đến dòng chảy và bốc hơi trên lưu vực [6], ảnh hưởng đến chất lượng của mô hình. Dữ liệu đất được lấy từ tổ chức lương nông quốc tế FAO. Dữ liệu thảm phủ được lấy từ bản đồ sử dụng đất năm 2010 trên toàn lưu vực sông Đồng Nai.

Dữ liệu khí tượng: Mưa ngày thực đo được lấy từ 43 trạm mưa trên lưu vực sông Đồng Nai, để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình giai đoạn từ năm 1978 – 2007. Nhiệt độ ngày (min, max), tốc độ gió ngày, độ ẩm ngày, bức xạ được lấy từ dữ liệu vệ tinh toàn cầu được cung cấp NCEP [7]. Dữ liệu mưa ngày, nhiệt độ ngày (min, max) ứng với kịch bản (A1B) được lấy từ các kết quả tính

toán của các mô hình CMIP3 (CCCMA-CG3.1, CNRM-CM3, GFDL-CM 2.1, MIROC3.2 medres, IPSL CM4, MRI CGCM 2.3.2) được cung cấp tại [8].

4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Mô hình được tiến hành hiệu chỉnh cho thời đoạn từ năm 1980 – 1990 và kiểm định với thời đoạn 1991 – 2000 tại 3 trạm đo thủy văn: Phước Hòa, Tà Lài, Phú Điền để đánh giá chất lượng mô hình. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng các hệ số gồm: lưu lượng trung bình (Q_{tb}), hệ số Nash – Sutcliffe (NSE), hệ số lệch Pias (%), hệ số RSR với công thức tính như sau:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - Q_{s,i})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - \bar{Q}_m)^2} \quad (2)$$

$$PIAS = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - Q_{s,i})}{\sum_{i=1}^n Q_{m,i}} \quad (3)$$

$$RSR = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - Q_{s,i})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{m,i} - \bar{Q}_m)^2}} \quad (4)$$

Trong đó:

Q_m là lưu lượng thực đo (m^3/s); Q_s là lưu lượng mô phỏng (m^3/s); $\bar{Q}_m$ là lưu lượng thực đo trung bình (m^3/s).

Công cụ Swat-up được sử dụng để tự động dò tìm các thông số tối ưu dựa trên dữ liệu thực đo và kết quả mô phỏng. Các thông số mô phỏng được sử dụng để hiệu chỉnh gồm 13 thông số chính: CN2, SOL_Z, CANMX, ESCO, SOL_AWC, GW_DELAY, GWQMN, ALPHA_BF, REVAPMN, RCHRG_DP, CH_K2, CH_N2.

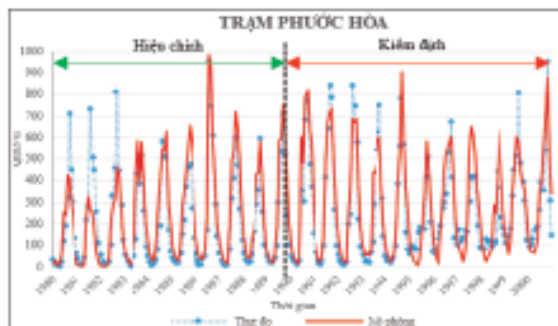
Kết quả mô phỏng trong trường hợp hiệu chỉnh mô hình và kiểm định mô hình cho các thông số đánh giá độ tin cậy của mô hình như trong bảng 1. Kết quả mô phỏng cho cả hai giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho thấy: Hệ số tương quan R2 tại các trạm đo đều lớn hơn 0,8, hệ số NSE = 0,72 đến 0,86; hệ số RSR = 0,38 đến 0,53, hệ số PIAS = -24,06 đến -19,64. Theo tiêu chuẩn Moriasi [9] (bảng 2) thì các hệ số NSE, RSR cho kết quả khá cao thể hiện chất lượng mô phỏng đạt từ tốt đến rất tốt; hệ số PIAS chưa cao chỉ từ đạt đến tốt. Kết quả so sánh giữa thực đo và mô phỏng tại 3 trạm xem (hình 1, hình 2, hình 3).

Bảng 1. Hệ số đánh giá mô hình thời đoạn tháng

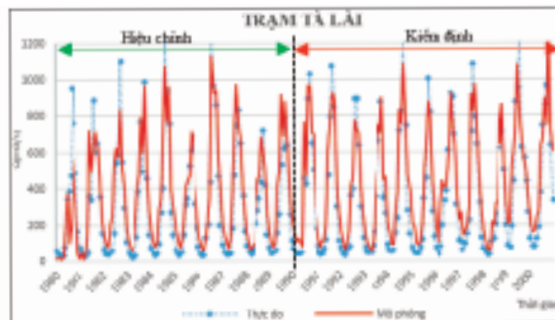
Trạm	Giai đoạn	Mô phỏng				
		Q_{th} (m^3/s)	Q_{th} (m^3/s)	NSE	PIAS (%)	RSR
Phước Hòa	Hiệu chỉnh 1980-1990	212,7	254,5	0,72	-19,6	0,53
	Kiểm định 1991-2000	252,9	287,7	0,76	-13,7	0,49
Tà Lài	Hiệu chỉnh 1980-1990	312,7	372,0	0,78	-18,9	0,47
	Kiểm định 1991-2000	365,5	433,1	0,86	-18,4	0,38
Phú Điền	Hiệu chỉnh 1980-1990	132,1	173,3	0,76	-23,2	0,47
	Kiểm định 1991-2000	135,01	185,04	0,72	-24,06	0,38

Bảng 2. Mức đánh giá chất lượng mô phỏng cho mô hình Swat theo tiêu chuẩn D.N. Moriasi(2007)

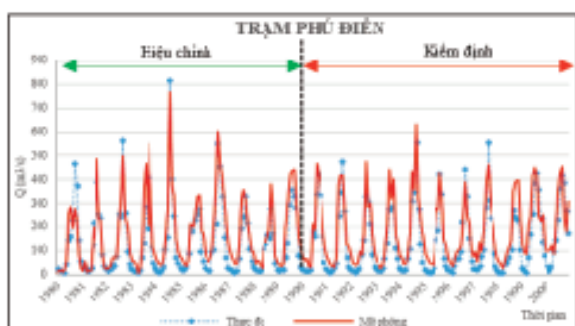
Đánh giá	RSR	NSE	PIAS (%)
Rất tốt	$0,0 \leq RSR < 0,5$	$0,75 < NSE < 1,0$	$PBIAS < \pm 10$
Tốt	$0,5 < RSR < 0,6$	$0,65 < NSE < 0,75$	$\pm 10 < PBIAS < \pm 15$
Đạt	$0,6 < RSR < 0,7$	$0,50 < NSE < 0,65$	$\pm 15 < PBIAS < \pm 25$
Không đạt	$RSR > 0,70$	$NSE < 0,50$	$PBIAS > \pm 25$



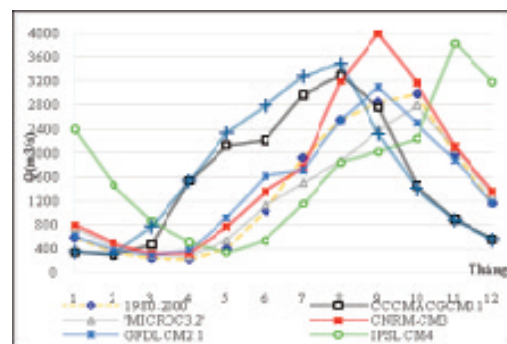
Hình 1. Lưu lượng tháng tại trạm Phước Hòa



Hình 2. Lưu lượng tháng tại trạm Tà Lài



Hình 3. Lưu lượng tháng tại trạm Phú Điền



Hình 4. Kết quả mô phỏng dòng chảy từ dữ liệu của 6 mô hình thời kỳ 2046 – 2064 trên lưu vực Đồng Nai (tại cửa Soài Rạp)

5. Lựa chọn mô hình

Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng các dữ liệu mưa ngày và nhiệt độ (min/max) ngày từ 6 mô hình khí hậu đã được chi tiết hóa cho các thời kỳ 2046 – 2064, 2080 - 2100 gồm: CCCMA-CG3.1 (Canada, lat x lon = $3.75^{\circ} \times 3.75^{\circ}$), CNRM-CM3 (Pháp, lat x lon = $2.8125^{\circ} \times 2.8125^{\circ}$), GFDL-CM2.1 (Mỹ, lat x lon = $2.0^{\circ} \times 2.5^{\circ}$), MIROC3.2-medres (Nhật, lat x lon = $2.8125^{\circ} \times 2.8125^{\circ}$), IPSL CM4, MRI CGCM 2.3.2 (Nhật, lat x lon = $2.8125^{\circ} \times 2.8125^{\circ}$) [10]. Kết quả mô phỏng từ dữ liệu của 6 mô hình khí hậu trong thời kỳ 2046 – 2064 thể hiện trong hình 4.

Kết quả mô phỏng của 6 mô hình cho thấy các tính toán từ dữ liệu của mô hình GFDL-CM2.1 cho xu hướng phù hợp hơn, đường quá trình lưu lượng bình quân tháng có xu hướng tương tự như đường lưu lượng bình quân trong thời kỳ 1980 – 2000, tuy nhiên đỉnh lũ có xu hướng cao hơn. Trong khi các mô hình khác cho xu hướng dòng chảy mùa kiệt (từ tháng 12 - 5)

khá cao, hoặc mùa lũ (từ tháng 6 - 11) lại khá thấp so với thời kỳ 1980 – 2000. Mô hình GFDL – CM2.1 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory Coupled Model) có độ tin cậy cao, độ phân giải chi tiết hơn, cho xu hướng phù hợp hơn so với các mô hình còn lại. Đây là một trong những mô hình khí hậu hàng đầu được sử dụng trong báo cáo đánh giá lần thứ tư của IPCC. Mô hình được xây dựng để mô phỏng hai thành phần gồm thành khí quyển và đại dương. Thành phần khí quyển có 24 mực với độ phân giải 20 theo hướng đông – tây và 2,50 theo hướng nam – bắc. Thành phần đại dương được chia làm 50 mực với độ phân giải 10 về hướng đông – tây và thay đổi theo hướng bắc – nam từ 10 ở vùng cực đến 1/30 dọc theo xích đạo. Do đó chúng tôi sử dụng dữ liệu tính từ mô hình GFDL – CM 2.1 để mô phỏng cho các thời kỳ 2046 – 2064 và 2081 – 2100.

6. Kết quả

- *Dòng chảy năm*: Kết quả mô phỏng cho thấy rằng ở thời kỳ 2046 - 2064 dòng chảy bình

quân năm tại các lưu vực tính từ Hồ Trị An về phía thượng lưu có xu hướng giảm từ 5 - 50% so với thời kì 1980 – 2000; mức giảm tại các lưu vực không giống nhau, xu hướng dòng chảy năm tăng dần từ phía thượng lưu về hạ lưu. Lưu vực hạ lưu từ Hồ Trị An trở xuống, dòng chảy có xu hướng giảm, lưu vực sông Vàm Cỏ và sông Sài Gòn có dòng chảy tăng nhiều (>30%) (hình 5).

Thời kì 2081 – 2100, dòng chảy năm có xu hướng tăng trên hầu hết các lưu vực, phía thượng lưu tăng ít hơn so với phía hạ lưu (hình 6).

Ở thời kỳ 2046 – 2064 xu hướng dòng chảy năm giảm chiếm ưu thế, phạm vi từ thượng lưu đến Hồ Trị An. Thời kỳ 2081 – 2100 xu hướng tăng dòng chảy năm chiếm ưu thế phần lớn LVSDN.

- *Dòng chảy kiệt*: Thời kì 2046 – 2064, dòng chảy kiệt có xu hướng tăng lên trên hầu hết tất cả các lưu vực, phía thượng lưu tăng ít hơn so với hạ lưu. Phía thượng lưu dòng chảy kiệt giảm xuống từ 20 -50%, phía hạ lưu dòng chảy kiệt tăng (hình 7). Ở thời kỳ này, gần như toàn bộ tỉnh Lâm Đồng và một phần tỉnh Đắk Nông dòng chảy kiệt giảm từ 0 - 20%; một số nơi thuộc thượng lưu của hồ Đại Ninh dòng chảy kiệt giảm hơn 20% .

Thời kì 2081 – 2100, dòng chảy kiệt tăng hơn so với thời kì 2046 – 2064 (hình 8). Khu vực có dòng chảy kiệt giảm đi và bị thu hẹp hơn so với thời kỳ 2046-2064.

- *Dòng chảy lũ*: Thời kì 2046 – 2064, xu hướng dòng chảy lũ có thể chia làm 2 vùng có xu hướng khác nhau; vùng thượng lưu từ hợp lưu sông Bé và Đồng Nai trở lên có dòng chảy lũ giảm từ 10 - 20%, phía hạ lưu dòng chảy lũ tăng lên phổ biến từ 10 - 30% (hình 9).

Thời kì 2080 – 2100, nhìn chung dòng chảy lũ có tăng, phạm vi tăng được mở rộng hơn so với thời kì 2046 – 2064. Khu vực hạ lưu từ Hồ Trị An ra đến biển, mức độ gia tăng dòng chảy lũ hơn 30% và lớn dần từ lưu vực Vàm Cỏ sang đến lưu vực sông Sài Gòn (hình 10).

- *Sự biến động của dòng chảy cực trị*: Kết quả tính toán từ mô hình cho thấy rằng, giá trị nhỏ

nhất của dòng chảy chỉ giảm ở các lưu vực thượng lưu, tuy nhiên mức giảm không đáng kể. Đối với thời kì 2046 – 2064, lưu lượng cực đại có xu hướng giảm hoặc tăng không đáng kể; đối với thời kì 2081 – 2100, lưu lượng cực đại tăng ở các lưu vực với mức tăng rất cao tại các lưu vực Hồ Trị An, lưu vực Sông Bé (bảng 3).

Sự biến động cực trị của dòng chảy lũ xảy ra với mức độ khác nhau theo không gian, các lưu vực phía thượng lưu như LVSDN (tính đến Hồ Trị An), sông Bé, sông La Ngà cao hơn nhiều so với lưu vực hạ lưu. Thời kỳ 1981 – 2100, tại lưu vực tính đến Hồ Trị An lưu lượng bình quân tháng có thể đạt đến 3293 m³/s (tăng 60% so với 1946 – 1964), lưu vực sông Bé lưu lượng có thể đạt đến 1957 m³/s (tăng 46,5% so với 2046-2064). Đồ thị diễn biến lưu lượng tháng tại các thời kì cho thấy tính biến động của lưu lượng cực trị tại các lưu vực lớn (từ hình 11 - 14).

7. Kết luận

Mô hình Swat là công cụ rất mạnh trong việc đánh giá tài nguyên nước trên các lưu vực sông, đặc biệt phù hợp cho việc mô phỏng cho các lưu vực lớn và trong một thời kỳ dài dưới tác động của các điều kiện khí hậu, tính chất của thảm phủ, loại đất. Hiện nay các gói dữ liệu khí tượng tính từ các mô hình khí hậu được chi tiết hóa và cung cấp riêng cho mô hình Swat, tạo điều kiện thuận lợi cho người sử dụng trong việc mô phỏng các kịch bản BĐKH cho từng khu vực khác nhau trên thế giới.

Kết quả tính toán đối với kịch bản phát thải trung bình (A1B) từ dữ liệu của mô hình GFDL-CM 2.1 cho các thời kỳ 2046 – 2064 và thời kỳ 2081 – 2100 cho thấy sự biến đổi của dòng chảy theo các thời kỳ thay đổi khác nhau về lượng và không giống nhau giữa các vùng. Nghiên cứu cho thấy LVSDN có thể chia thành 2 vùng có mức độ chịu tác động của BĐKH khác nhau: (i) vùng thượng lưu (từ Hồ Trị An trở lên) xu hướng suy giảm dòng chảy là chiếm ưu thế; (ii) vùng hạ lưu (từ Hồ Trị An ra đến cửa Biển) xu hướng gia tăng dòng chảy chiếm ưu thế.

Kết quả cũng cho thấy thời kỳ 2081 - 2100

xu hướng lũ chiếm ưu thế trên toàn LVSDN. Giá trị cực trị của dòng chảy có sự gia tăng rất lớn ở các lưu vực thượng lưu thời kì 2081 - 2100, điều này làm gia tăng các rủi ro ngập lụt cho vùng hạ lưu Đồng Nai – Sài Gòn (HLĐNSG). Cần lưu ý thêm là đến năm 2100 thì theo quy hoạch sẽ có hàng loạt các hồ thủy điện trên thượng và trung lưu sông Đồng Nai; do đó, sự gia tăng dòng chảy

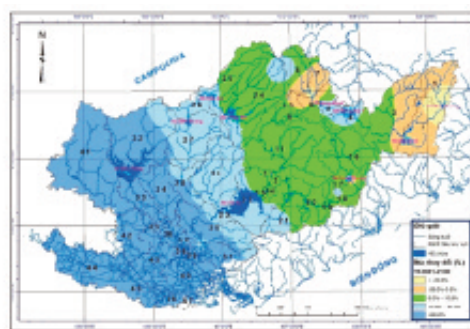
phía thượng lưu sẽ có khả năng làm tăng thêm rủi ro ngập cho vùng HLĐNSG. Vì vậy, để có thể dự báo ngập cho vùng HLĐNSG thì cần phải kể đến tác động liên hồ và triều biển Đông, mà chỉ một mô hình thủy văn thì chưa thể giải quyết được. Tuy nhiên, nghiên cứu đã phân nào cung cấp những cơ sở khoa học cho chiến lược quy hoạch và quản lý tài nguyên nước cho LVSDN.

Bảng 3. Mức thay đổi lưu lượng cực trị

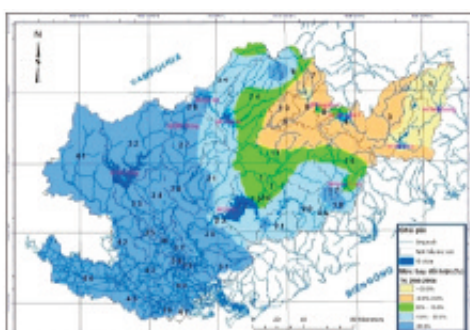
Lưu vực sông	Thời kì	Min		Max	
		Q(m ³ /s)	Tăng/Giảm (%)	Q (m ³ /s)	Tăng/Giảm (%)
Hồ Trị An	1980-2000	24,7		2059,0	
	2046-2064	26,8	8,5	2090,0	1,5
	2081-2100	17,8	-27,8	3293,0	59,9
Sông Bé	1980-2000	6,7		1336,0	
	2046-2064	4,4	-34,5	1258,0	-5,8
	2081-2100	4,8	-28,5	1957,0	46,5
Là Ngà	1980-2000	8,7		738,2	
	2046-2064	12,3	40,8	517,0	-30,0
	2081-2100	7,3	-16,4	816,8	10,6
Sài Gòn	1980-2000	0,5		983,3	
	2046-2064	1,8	252,4	696,2	-29,2
	2081-2100	3,1	512,0	1078,0	9,6



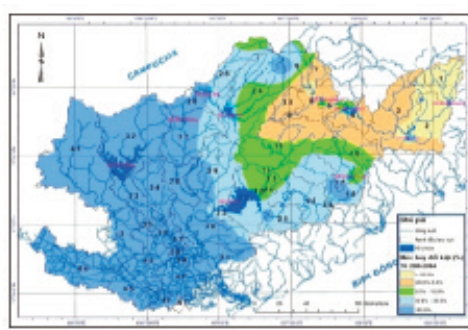
Hình 5. Mức thay đổi (%) dòng chảy năm thời kì 2046 – 2064 so với thời kì 1980 – 2000



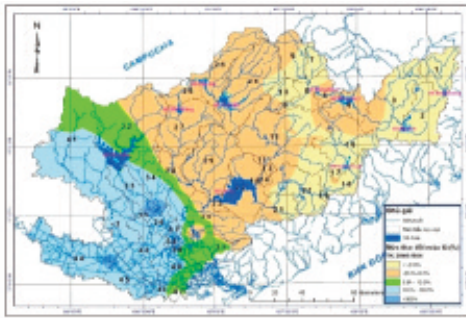
Hình 6. Mức thay đổi (%) dòng chảy năm thời kì 2081 – 2100 so với thời kì 1980 – 2000



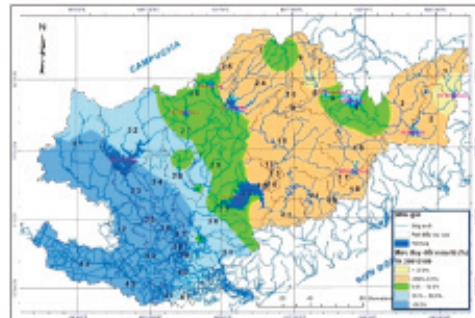
Hình 7. Mức thay đổi (%) dòng chảy kiệt thời kì 2046 – 2064 so với thời kì 1980 – 2000



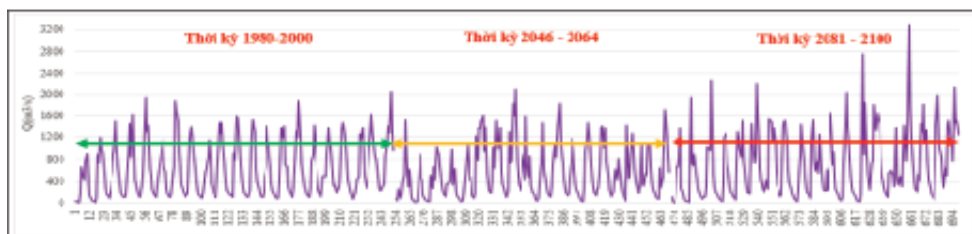
Hình 8. Mức thay đổi (%) dòng chảy kiệt thời kì 2081 – 2100 so với thời kì 1980 – 2000



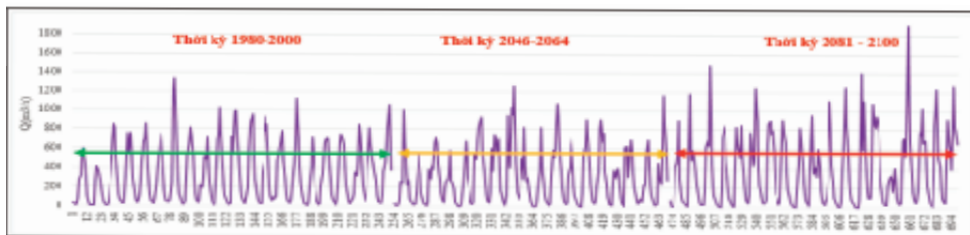
Hình 9. Mức thay đổi (%) dòng chảy lũ thời kì 2046 – 2064 so với thời kì 1980 – 2000



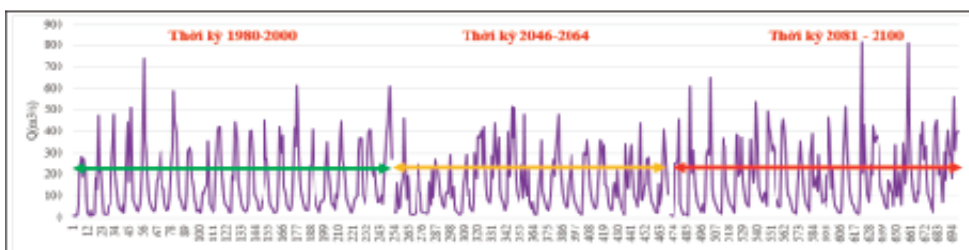
Hình 10. Mức thay đổi (%) dòng chảy lũ thời kì 2081 – 2100 so với thời kì 1980 – 2000



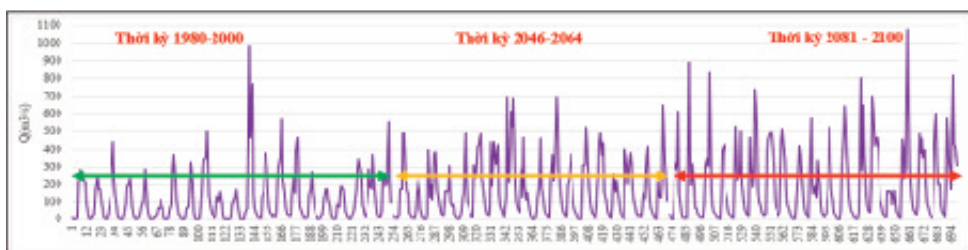
Hình 11. Diễn biến lưu lượng bình quân tháng tại lưu vực Hồ Trị An trong các thời kì



Hình 12. Diễn biến lưu lượng bình quân tháng tại lưu vực Sông Bé trong các thời kì



Hình 13. Diễn biến lưu lượng bình quân tháng tại lưu vực Sông La Ngà trong các thời kì



Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Kỳ Phùng, Lê Thị Thu An, (2012), *Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên dòng chảy lưu vực sông Đồng Nai*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, vol. 12, pp. 96-101.
2. Nguyễn Thị Tịnh Áu, Nguyễn Duy Liêm, (2013), *Ứng dụng mô hình SWAT và công nghệ GIS đánh giá lưu lượng dòng chảy trên lưu vực sông Đắk Bla*, Tạp chí Khoa học Đại học Quốc Gia Hà Nội, Các Khoa học Trái đất và Môi trường, vol. 29, pp. 1-13, 2013.
3. Đỗ Đức Dũng, Nguyễn Ngọc Anh, (2014), *Đánh giá biến động tài nguyên nước lưu vực sông Đồng Nai và vùng phụ cận*, Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, vol. 47, pp. 19-26, 2014.
4. Nguyễn Duy Liêm and Nguyễn Kim Lợi, "Assessing water discharge in Be river basin, Viet-Nam using Swat model," International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences, pp. 230-235, 2012.
5. Nguyễn Thị Bích, Nguyễn Kiên Dũng, "Ứng dụng mô hình Swat tính toán dòng chảy và bùn cát lưu vực sông Sê San," in Hội thảo khoa học lần thứ 9 - Viện Khí Tượng Thủy Văn, pp. 247-253.
6. S.L. Neitsch, J.G. Arnold, et al., Soil and Water Assessment Tool theoretical documentation - version 2009. Grassland, Soil & Water Research Laboratory, Agricultural Research Service, Blackland Agricultural Research Station, Blackland Agricultural Research Station, 2009.
7. Lê Mạnh Hùng, Trần Bá Hoàng, et al., "Kết quả ứng dụng mô hình Swat trong tính toán xói bề mặt lưu vực hạ lưu sông MeKong," Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi số vol. 12, pp. 25-32, 2012.
8. Shimelis G. Setegn, Ragahavan Srinivasan, et al., "SWAT model application and prediction uncertainty analysis in the Lake Tana Basin, Ethiopia," Hydrological Processes, pp. 357-367, 2009.
9. The National Centers for Environmental Prediction (NCEP). Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) Available: <http://globalweather.tamu.edu/>
10. The Nature Conservancy for The World Bank. Climate Change Knowledge Portal. Available: <http://globalweather.tamu.edu/cmip>
11. D. N. Moriasi, J. G. Arnold, et al., "Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations," American Society of Agricultural and Biological Engineers, vol. 50, pp. 885-900, 2007.
12. Evan H. Girvetz, Edwin Maurer, et al., "Guidance for Daily Downscaled Climate Projections," 2013.

ASSESSING IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON RUNOFF DONG NAI RIVER BASIN

Le Ngoc Anh, Vu Thi Van Anh, Nguyen Thong - Polytechnic University of Ho Chi Minh city

Abstract: This study helps stakeholders understand the impacts of climate change on flow regimes, variations in spatial and temporal scales, and fluctuation of extreme values in different river basins. SWAT model (Soils and Water Assessment Tools) is used to simulate the flow changes under climate change scenarios. Meteorological data are obtained from the CMIP3 climate model (CCCMA-CGCM3.1, CNRM-CM3, GFDL-CM 2.1, MIROC3.2 medres, IPSL CM4, MRI CGCM 2.3.2) corresponding to A1B scenario. The model which provides the most relevant results is selected for the simulations in 3 periods: period 1 (1978-2000) as the baseline scenario, period 2 (2046-2064), and period 3 (2081-2100). The results of this study indicate that the average annual flows decrease (20%-30%) in the upstream catchments from Tri An reservoir whereas the runoff downstream tends to increase (>30%), and the most significant increase is found the Saigon river basin. The dry-seasonal flow tends to increase in almost basins, decreases (20%-50%) in upstream and increases in downstream catchments. Flood-seasonal flow upstream the Tri An reservoir tends to decrease but increase downstream. The fluctuation of extreme flows in the period of 2081-2100 is greater than those in the period of 2046-2064 while the fluctuation level is not the same in all catchments.

Key words: Climate change, Dong Nai River basin, SWAT model.