

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SWAT ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN DÒNG CHẢY LŨ TRẠM ĐỒNG TRĂNG, LƯU VỰC SÔNG CÁI NHA TRANG TỈNH KHÁNH HÒA

Nguyễn Thị Phương¹, Trịnh Phương Thảo², Trần Ngọc Anh²,
Nguyễn Xuân Hiên¹, Bùi Văn Chanh³

Tóm tắt: Mô hình SWAT được ứng dụng mô phỏng sự thay đổi dòng chảy mùa lũ tại trạm Đồng Trăng, sông Cái Nha Trang tỉnh Khánh Hòa dưới tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) trong tương lai. Dòng chảy mùa lũ trạm Đồng Trăng trong tương lai nhìn chung có xu hướng tăng. Theo kịch bản RCP 4.5, mùa lũ bắt đầu từ tháng 9 và kết thúc tháng 12, không thay đổi so với giai đoạn nền. Vào giữa thế kỷ, tổng lượng dòng chảy mùa lũ tăng khoảng 15,3% và tăng khoảng 14,8% ở cuối thế kỷ. Thời gian xuất hiện tháng lũ lớn nhất không thay đổi so với giai đoạn nền (vào tháng 12). Theo kịch bản RCP 8.5, dòng chảy mùa lũ có xu hướng tăng trong suốt thế kỷ XXI, tổng lượng dòng chảy mùa lũ tăng khoảng 19,6% vào giữa thế kỷ, và đến khoảng 27,2% vào cuối thế kỷ. Mùa lũ bắt đầu từ tháng 9 và kết thúc tháng 12 không thay đổi so với giai đoạn nền. Thời gian tháng lũ lớn nhất xuất hiện trùng với giai đoạn nền (vào tháng 12) trong suốt thế kỷ XXI.

Từ khóa: Tác động của biến đổi khí hậu, dòng chảy lũ, sông Cái Nha Trang, SWAT.

Ban Biên tập nhận bài: 08/09 /2017 Ngày phản biện xong: 12/10/2017 Ngày đăng bài: 25/10/2017

1. Giới thiệu chung

Sông Cái Nha Trang (còn có tên gọi là sông Phú Lộc, sông Cù) là sông lớn nhất tỉnh Khánh Hòa có chiều dài khoảng 79 km, tuy ngắn nhưng giữ vai trò vô cùng quan trọng trong sự phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Khánh Hòa. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, tác động của thiên tai lũ lụt và biến đổi khí hậu (BĐKH) đã gây ra những hậu quả nghiêm trọng, ảnh hưởng đến đời sống kinh tế và xã hội của người dân trên lưu vực, đặc biệt là khu vực Thành phố Nha Trang phía dưới hạ lưu. Dòng chảy mùa lũ trên các sông tỉnh Khánh Hòa có xu hướng giảm trong những năm gần đây, số trận lũ ngày càng ít, những năm xuất hiện ít lũ và mực nước đỉnh lũ thấp ngày càng nhiều. Xen kẽ những năm có đỉnh lũ thấp lại có những năm có đỉnh lũ cao, giữa năm 2002 và 2004 là hai năm có mực nước

¹*Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu*

²*Trường Đại học Khoa học Tự Nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội*

³*Đài Khí tượng Thủy văn Khu vực Nam Trung Bộ*

Email: phuong.kttv88@gmail.com

đỉnh lũ năm rất thấp thì xen vào đó là năm 2003 có mực nước đỉnh lũ rất cao, năm 2006 và 2012 là năm có đỉnh lũ năm rất thấp thì năm 2009 lại xuất hiện lũ lịch sử. Như vậy dòng chảy lũ càng về sau càng không ổn định, có những năm mực nước đỉnh lũ năm rất thấp, xen kẽ vào đó có những năm xuất hiện mực nước đỉnh lũ năm rất cao, tần suất xuất hiện sự bất ổn định dòng chảy lũ ngày càng nhiều. Đây là một trong những biểu hiện của tác động BĐKH đến dòng chảy lũ, những trận mưa lớn tập trung trong thời gian ngắn xuất hiện càng nhiều nên trận lũ lớn xuất hiện nhiều hơn, số trận lũ ngày càng ít đi, mùa lũ có xu hướng ngắn đi. Đặc trưng của BĐKH là tăng tính cực đoan của dòng chảy trong đó có dòng chảy lũ thể hiện ngày càng rõ [8]. Các nghiên cứu trước đây, mới chỉ dừng lại ở việc ứng dụng mô hình thủy văn thông số tập trung để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy cho lưu vực sông Cái Nha Trang. Hiện nay, mô hình thủy văn thông số phân bố đã có nhiều tiện ích trong việc mô tả khá tốt tính chất vật lý của lưu vực được xây dựng nhằm hỗ trợ đánh giá

tác động của BĐKH, trong đó mô hình SWAT (Soil and Water Assessment Tool) thường được ứng dụng [4] để đánh giá và dự tính những ảnh hưởng của BĐKH lên dòng chảy lưu vực sông, từ đó làm cơ sở đưa ra các phương án thích ứng. Những năm gần đây ở Việt Nam đã có một số công trình nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến lũ lụt cũng như chứng minh hiệu quả của SWAT trên nhiều lưu vực [5]. Vì thế, mô hình này được sử dụng để đánh giá tác động của BĐKH đến dòng chảy lũ trạm Đồng Trăng, lưu vực sông Cái Nha Trang tỉnh Khánh Hòa. Nghiên cứu được đã tiến hành thiết lập mô hình SWAT, hiệu chỉnh và kiểm định với chuỗi số liệu thực đo ngày tương ứng từ ngày 1/9 đến ngày 31/12/2003 và từ ngày 1/9 đến ngày 31/12/2009 tại trạm Đồng Trăng. Bộ thông số của mô hình sau khi hiệu chỉnh, kiểm định được sử dụng để mô phỏng dòng chảy lũ tại trạm Đồng Trăng lưu vực sông Cái Nha Trang dưới tác động của biến đổi khí hậu theo các kịch bản thay đổi về lượng mưa RCP 4.5 và RCP 8.5 của Bộ Tài nguyên và Môi trường [3].

2. Giới thiệu vùng nghiên cứu

Sông Cái Nha Trang có diện tích lưu vực 1.904 km², địa hình lưu vực sông bị chia cắt bởi nhiều ngọn núi, khu vực ven biển có những dãy



Hình 1. Vị trí địa lý lưu vực sông Cái tính đến trạm Đồng Trăng [9].

núi đâm ngang ra biển.

Lưu vực sông nằm trong khu vực khí hậu nhiệt đới gió mùa. Tuy nhiên có những nét đặc biệt như: khí hậu ôn hòa, mang tính chất khí hậu đại dương, có 2 mùa rõ rệt là mùa mưa và mùa nắng. Mùa mưa ngắn, chiếm trên 50% lượng mưa cả năm. Nhiệt độ trung bình hằng năm khoảng 26,7°C [1]. Sông ngòi khu vực nghiên cứu ngắn và dốc, mạng lưới sông phân bố khá dày với mật độ lưới sông khoảng 0,6 - 1,0 km/km². Thổ nhưỡng trên lưu vực gồm nhiều loại đất khác nhau như: đất đỏ vàng, đất mùn vàng, đất thung lũng. Thảm phủ thực vật trên lưu vực sông chủ yếu là rừng nguyên sinh lá rộng, xen kẽ là rừng hỗn giao tre nứa và rừng cây bụi [2].

Trên lưu vực có 1 trạm khí tượng, 2 trạm đo mưa và duy nhất 01 trạm thủy văn cấp I là trạm Đồng Trăng [5] (Hình 1).

3. Giới thiệu mô hình SWAT

Mô hình SWAT (Soil and Water Assessment Tool) là công cụ đánh giá nước và đất được xây dựng bởi tiến sĩ Jeff Arnold ở Trung tâm Phục vụ Nghiên cứu Nông nghiệp thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ và giáo sư Srinivasan thuộc Đại học Texas A&M, Hoa Kỳ [4]. Cấu trúc của mô hình chia thành 3 pha với 26 thông số quan trọng [4]. Yêu cầu số liệu đầu vào của mô hình SWAT bao gồm: địa hình, loại đất, thảm phủ, mạng lưới sông, số liệu khí tượng và thủy văn. Điểm mạnh của SWAT là khi mô phỏng sẽ phân chia lưu vực lớn thành các tiểu lưu vực và các đơn vị thủy văn (HRU) dựa trên bản đồ sử dụng đất, thổ nhưỡng, địa hình để tăng mức độ chi tiết mô phỏng về mặt không gian. SWAT trực tiếp tính toán các quá trình tự nhiên liên quan tới chuyển động của nước, lắng đọng bùn cát, tăng trưởng mùa màng, chu trình chất dinh dưỡng... dựa vào các thông số dữ liệu đầu vào [4]. Do vậy mô hình có khả năng dự báo thông qua việc thay đổi dữ liệu đầu vào (quản lý sử dụng đất, khí hậu, thực vật...), để định lượng được những tác động của sự thay đổi đến dòng chảy ra của các lưu vực hoặc các thông số khác. Mô hình tích hợp module SWAT-Cup, công cụ dò tìm tối ưu, tự động xác định bộ

thông số của mô hình dựa trên các hàm mục tiêu [4] và có thể kết hợp với phương pháp thử sai truyền thống. Các tài liệu về mô hình SWAT khá phổ biến, có thể dễ dàng tìm được trong bộ cài đặt của chương trình, hoặc trong các tài liệu khác [6,7].

4. Thiết lập mô hình

Quá trình thiết lập SWAT bao gồm các bước: (1) Chuẩn bị số liệu đầu vào; (2) Phân chia lưu vực; (3) Phân chia đơn vị thủy văn HRU; (4) Phân tích độ nhạy các thông số mô phỏng thủy văn và trầm tích; (5) Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

4.1. Số liệu đầu vào

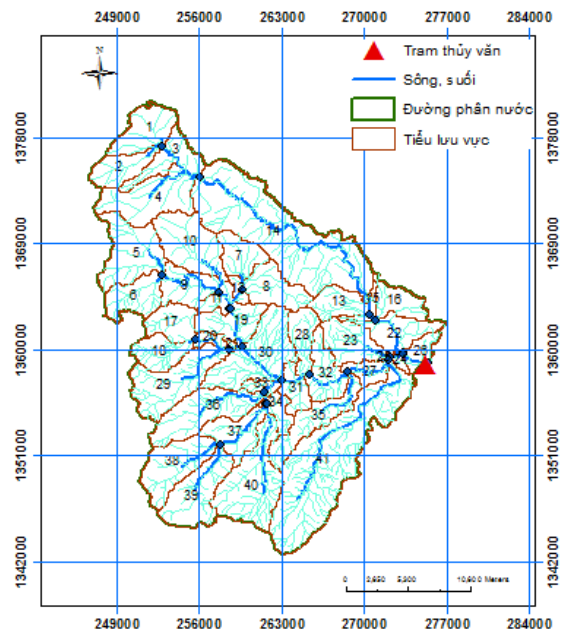
Dữ liệu sử dụng để tính toán bao gồm bản đồ địa hình DEM (có độ phân giải 30m/pixel) được cung cấp bởi Trung tâm Động lực học Thủy khí và Môi trường [5]. Bản đồ thổ nhưỡng năm 2005 của tỉnh Khánh Hòa tỷ lệ 1:50000 thành lập bởi Chi cục Kiểm lâm tỉnh Khánh Hòa. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2005 của tỉnh Khánh Hòa tỷ lệ 1:50000 thành lập bởi Liên đoàn Quy hoạch điều tra Tài nguyên nước. Bản đồ mạng lưới sông lấy từ Atlas Việt Nam [10]. Số liệu quan trắc mưa ngày tại các trạm Đồng Trăng, Khánh Vĩnh từ 1/9 đến 31/12 các năm 2003, 2009 được cung cấp bởi Đài Khí tượng Thủy văn Khu vực Nam Trung Bộ.

4.2. Thiết đặt mô hình

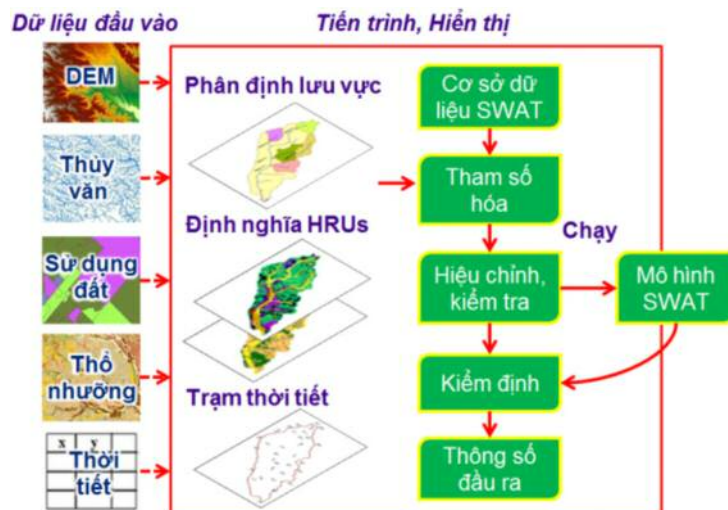
Lưu vực nghiên cứu được chia thành 41 tiểu lưu vực con dựa trên bản đồ DEM 30 m x 30 m

(Hình 2).

Trong nghiên cứu này, một đơn vị thủy văn đại diện cho một tiểu lưu vực con và được xác định khi chồng chập các lớp chứa yếu tố: địa hình, loại đất, thảm phủ thực vật, độ dốc lưu vực (Hình 3). Trên lưu vực sông Cái Nha Trang có 2 trạm đo mưa là trạm đo mưa Khánh Vĩnh và Đồng Trăng và 1 trạm khí tượng Nha Trang (Hình 1), nhưng các trạm mưa được sử dụng trong nghiên cứu này gồm có trạm Khánh Vĩnh và Đồng Trăng vì trạm khí tượng Nha Trang ở phía dưới hạ lưu ít ảnh hưởng đến lưu vực



Hình 2. Phân chia tiểu lưu vực khu vực nghiên cứu



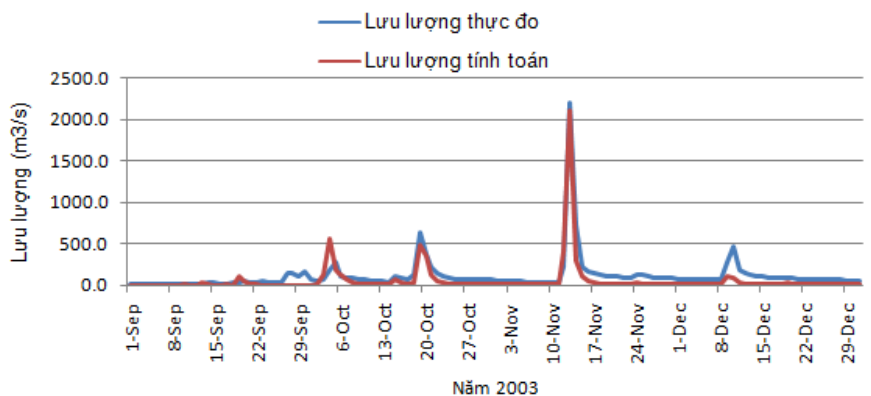
Hình 3. Phân chia các đơn vị thủy văn HRUs

4.3. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

a) Hiệu chỉnh mô hình

Mô hình đã thiết lập được hiệu chỉnh với số liệu mưa ngày tại trạm Khánh Vĩnh và Đồng Trăng và lưu lượng trung bình ngày trạm Đồng Trăng từ 1/9 - 31/12/2003. Kết quả biểu diễn trên Hình 4, cho thấy đường quá trình lưu lượng tính toán có sự phù hợp với đường quá trình dòng

chảy thực đo, độ hữu hiệu của mô hình theo chỉ tiêu Nash-Sutcliffe đạt 78% với sai số về tổng lượng chỉ khoảng 3.5%. Theo tiêu chuẩn của WMO [9], mô hình được đánh giá vào loại khá. Giá trị đỉnh lũ lớn nhất đã được thể hiện khá tốt nhưng còn một vài đỉnh lũ nhỏ chưa phù hợp nhất là ở giai đoạn cuối mùa.



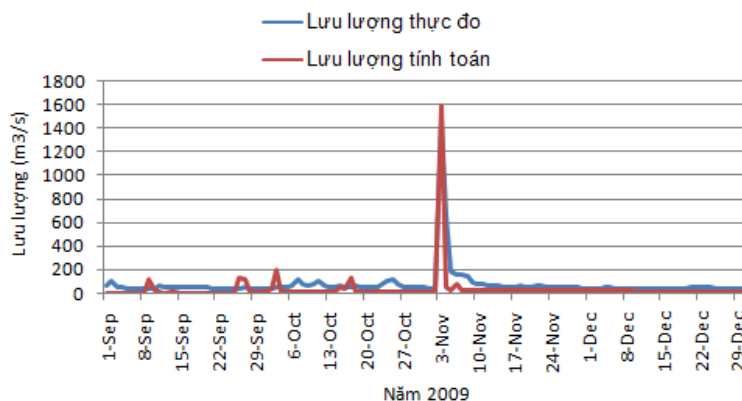
Hình 4. Dòng chảy bình quân ngày tính toán và thực đo trạm Đồng Trăng từ ngày 1/9-31/12/2003

b) Kiểm định mô hình

Dữ liệu đầu vào

Giữ nguyên bộ thông số, tiến hành kiểm định mô hình với số liệu giai đoạn từ ngày 1/9 -

31/12/2009. Kết quả được biểu diễn trên hình 5, cho thấy kết quả mô phỏng cơ bản đã phù hợp với thực đo, với chỉ tiêu Nash-Sutcliffe đạt 73%, sai số về tổng lượng khoảng 4,0%, thuộc loại khá.



Hình 5. Dòng chảy bình quân ngày tính toán và thực đo trạm Đồng Trăng từ ngày 1/9-31/12/2009

Qua quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình SWAT cho lưu vực sông Cái tính đến trạm Đồng Trăng với chuỗi số liệu dòng chảy ngày trong mùa lũ cho thấy mô hình SWAT tỏ ra khá hữu hiệu, tương quan giữa đường quá trình dòng chảy tính toán và thực đo mùa lũ thời đoạn ngày và tháng khá tốt. Kết quả kiểm định mô hình tốt,

bộ thông số tối ưu của mô hình SWAT cho lưu vực sông Cái Nha Trang được xác định như trong bảng 1, và sẽ được sử dụng cho các bước nghiên cứu tiếp theo để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy lũ trạm Đồng Trăng thông qua sự biến đổi của lượng mưa.

Bảng 1. Kết quả bộ thông số khi hiệu chỉnh mô hình SWAT

	Thông số	Ý nghĩa	Ngưỡng giá trị	Giá trị
I. Các thông số tính quá trình hình thành dòng chảy mặt				
1	CN2	Chỉ số CN ứng với điều kiện ẩm II	35 - 98	86 (rừng giàu, rừng hỗn giáo, rừng trung bình) 89 (đất khác, đất trống)
2	OV_N	Hệ số nhám Manning cho dòng chảy mặt	0.01 – 0.5	0.5 (rừng giàu, rừng hỗn giáo, rừng trung bình) 0.4 (đất khác, đất trống)
3	SOL_K	Độ dẫn thấm thủy lực bão hòa (mm/giờ)	0 - 2000	1.6-1.74
4	SOL_BD	Mật độ khối của lớp đất (g/cm ³)	0.9 - 2.5	1.1
5	CH_K(1)	Hệ số dẫn thủy lực của kênh dẫn	0 - 300	0.5
6	CH_N(1)	Hệ số nhám kênh dẫn (mm/giờ)	0.01 - 30	0.014
7	SURLAG	Hệ số trễ dòng chảy mặt (ngày)	0 - 24	0.25
8	HRU_SLP	Độ dốc trong tiểu lưu vực	0-0.6	0.4-0.6
II. Các thông số diễn toán dòng chảy trong sông				
8	CH_N(2)	Hệ số nhám của kênh chính	0.01 - 30	0.6
9	CH_K(2)	Hệ số dẫn thủy lực của kênh chính (mm/giờ)	0.01 - 500	0.5
III. Các thông số tính toán dòng chảy ngầm				
10	GWQMIN	Ngưỡng sinh dòng chảy ngầm (mm)	0 - 5000	5
11	ALPHA_BF	Hệ số triết giảm dòng chảy ngầm	0 - 1	0.4

5. Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá tác động của BĐKH đến dòng chảy lũ trạm Đồng Trăng

Trong nghiên cứu này, kết quả được chiết suất từ Báo cáo “Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam” của Bộ Tài nguyên Môi trường (2016) [3] được sử dụng làm đầu vào kịch bản biến đổi khí hậu cho khu vực sông Cái Nha Trang (Bảng 2).

Sự thay đổi này được dùng để xây dựng kịch bản mưa ngày đầu vào tính cho thời kỳ giữa thế kỷ và cuối thế kỷ cho khu vực nghiên cứu dựa trên cơ sở lượng mưa ngày trung bình cho giai

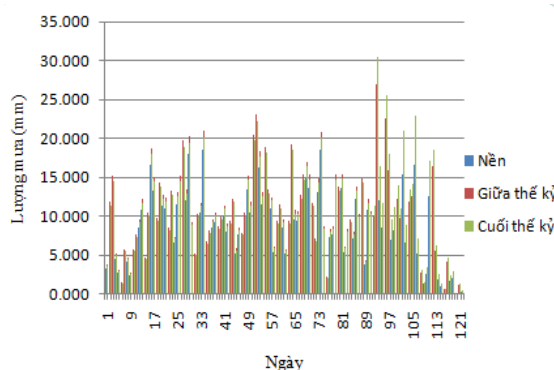
đoạn nền thời kỳ 1986 -2005 (Hình 6, Hình 7).

Bảng 2. Thay đổi lượng mưa theo mùa theo các kịch bản so với giai đoạn nền

(Đơn vị: %)

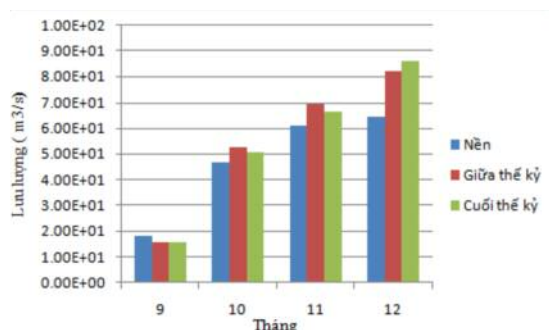
TT	Mùa Đông	Mùa Xuân	Mùa Hè	Mùa Thu
	RCP4.5			
GTK	21,1	9,1	-8,5	12,8
CTK	37,0	-2,8	13,0	8,5
	RCP8.5			
GTK	30,0	4,7	7,0	1,9
CTK	55,6	-45,9	6,7	16,9

Chú thích: GTK: Giữa thế kỷ; CTK: Cuối thế kỷ

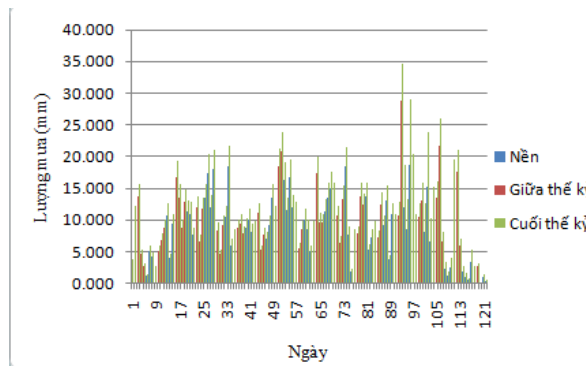


Hình 6. Lượng mưa ngày của mùa lũ vào giữa thế kỷ, cuối thế kỷ theo kịch bản RCP4.5 so với giai đoạn nền

Các kết quả mô phỏng theo các kịch bản so sánh với hiện trạng dòng chảy lũ trong thời kỳ nền (Hình 8, 9) cho thấy: dòng chảy mùa lũ trạm Đồng Trăng trong tương lai đều có xu hướng tăng ở cả hai kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 trong suốt thế kỷ XII. Cụ thể, theo kịch bản RCP 4.5, mùa lũ bắt đầu từ tháng 9 và kết thúc tháng 12 không thay đổi so với giai đoạn nền. Vào giữa thế kỷ, tổng lượng dòng chảy mùa lũ tăng khoảng 15,3% và tăng khoảng 14,8% ở cuối thế kỷ. Thời gian xuất hiện tháng lũ lớn nhất không thay đổi so với giai đoạn nền (vào tháng 12). Theo kịch bản RCP 8.5, dòng chảy mùa lũ có xu hướng đều tăng, tổng lượng lũ tăng khoảng 19,6% vào giữa thế kỷ, và đến khoảng 27,2% vào cuối thế kỷ. Mùa lũ cũng bắt đầu từ tháng 9 và kết thúc tháng 12 không thay đổi so với giai đoạn nền. Thời gian tháng lũ lớn nhất xuất hiện xuất hiện trùng giai đoạn nền (vào tháng 12).

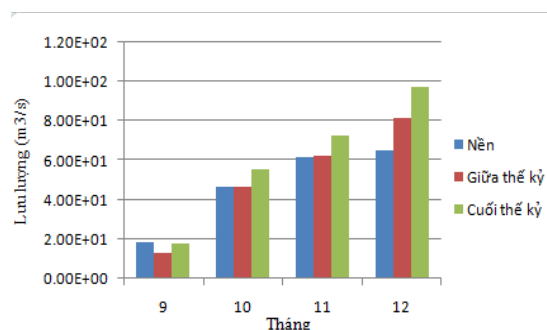


Hình 8. Thay đổi dòng chảy trung bình các tháng mùa lũ vào giữa thế kỷ, cuối thế kỷ so với giai đoạn nền theo kịch bản RCP 4.5



Hình 7. Lượng mưa ngày của mùa lũ vào giữa thế kỷ, cuối thế kỷ theo kịch bản RCP8.5 so với giai đoạn nền

Các kết quả mô phỏng theo các kịch bản so sánh với hiện trạng dòng chảy lũ trong thời kỳ nền (Hình 8, 9) cho thấy: dòng chảy mùa lũ trạm Đồng Trăng trong tương lai đều có xu hướng tăng ở cả hai kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 trong suốt thế kỷ XII. Cụ thể, theo kịch bản RCP 4.5, mùa lũ bắt đầu từ tháng 9 và kết thúc tháng 12 không thay đổi so với giai đoạn nền. Vào giữa thế kỷ, tổng lượng dòng chảy mùa lũ tăng khoảng 15,3% và tăng khoảng 14,8% ở cuối thế kỷ. Thời gian xuất hiện tháng lũ lớn nhất không thay đổi so với giai đoạn nền (vào tháng 12). Theo kịch bản RCP 8.5, dòng chảy mùa lũ có xu hướng đều tăng, tổng lượng lũ tăng khoảng 19,6% vào giữa thế kỷ, và đến khoảng 27,2% vào cuối thế kỷ. Mùa lũ cũng bắt đầu từ tháng 9 và kết thúc tháng 12 không thay đổi so với giai đoạn nền. Thời gian tháng lũ lớn nhất xuất hiện xuất hiện trùng giai đoạn nền (vào tháng 12).



Hình 9. Thay đổi dòng chảy trung bình các tháng mùa lũ vào giữa thế kỷ, cuối thế kỷ so với giai đoạn nền theo kịch bản RCP 8.5

6. Kết luận

Bài báo đã tính toán lưu lượng dòng chảy các tháng mùa lũ tại trạm Đồng Trăng sông Cái Nha Trang tỉnh Khánh Hòa dưới tác động của biến đổi khí hậu theo kịch bản RCP 4.5, RCP 8.5 vào giữa thế kỷ và cuối thế kỷ. Qua kết quả tính toán, cho thấy dòng chảy mùa lũ tại trạm Đồng Trăng sông Cái Nha Trang nhìn chung có xu thế tăng. Theo kịch bản RCP 4.5, mùa lũ bắt đầu từ tháng 9 và kết thúc tháng 12 không thay đổi so với giai đoạn nền. Vào giữa

thế kỷ tổng lượng dòng chảy mùa lũ tăng khoảng 15,3% và tăng khoảng 14,8% ở cuối thế kỷ. Thời gian xuất hiện tháng lũ lớn nhất không thay đổi so với giai đoạn nền (vào tháng 12). Theo kịch bản RCP 8.5, dòng chảy mùa lũ có xu hướng nhìn chung tăng. Tổng lượng lũ tăng khoảng 19,6% vào giữa thế kỷ, và tăng khoảng 27,2% vào cuối thế kỷ. Mùa lũ cũng bắt đầu từ tháng 9 và kết thúc tháng 12, tháng có dòng chảy lũ lớn nhất (tháng 12) không thay đổi so với giai đoạn nền.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Tài nguyên và Môi trường trong Đề tài: Nghiên cứu cơ sở khoa học phân cấp cấp độ rủi ro cho các loại hình thiên tai ở Việt Nam. Tập thể các tác giả trân trọng cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

1. Cục thống kê tỉnh Khánh Hòa, *Niên giám thống kê Khánh Hòa 2009*, Nha Trang 2010.
2. Cổng thông tin hành chính tỉnh Khánh Hòa, Tổng quan về Khánh Hòa: Điều kiện tự nhiên, 2008.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*
4. SWAT 2012, User manual
5. *Khôi phục số liệu dòng chảy tỉnh Khánh Hòa bằng mô hình Nam*, Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Tập 28, số 3S (2012) tr.16-22.
6. Nguyễn Kỳ Phùng, Lê Thị Thu An, *Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy lưu vực sông Đồng Nai*, Tạp chí khoa học và công nghệ thủy lợi số 12 (2012) tr 96-101.
7. *Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy lưu vực sông Đáy trên địa bàn Thành phố Hà Nội*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Tập 27, số 1S, 192(2011).
8. *Đánh giá dòng chảy năm tỉnh Khánh Hòa trong bối cảnh biến đổi khí hậu*, Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Tập 28, số 3S tr.100-107(2012).
9. Ngô Liên Hương (2012), *Ứng dụng mô hình KW- 1D mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Cái Nha Trang- Trạm Đồng Trăng*, Khóa luận tốt nghiệp.
10. WMO, Guide to Hydrological Practices Volume II _Management of Water Resources and Application of Hydrological Practices, WMO-No.168. 2008, WMO
11. Atlas Việt Nam 2009.

APPLYING THE SWAT MODEL FOR EVALUATING THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON FLOOD FLOWS AT DONG TRANG STATION, NHA TRANG CAI RIVER BASIN, KHANH HOA PROVINCE

Nguyen Thi Phuong¹, Trinh Phuong Thao², Tran Ngoc Anh², Nguyen Xuan Hien¹,
Bui Van Chanh³

¹Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate

²VNU Vietnam University of Science

³The Regional Hydro-meteorological Center in the South Central Coast

Abstract: *SWAT model is applied to simulate changes in flood flows at Dong Trang station, Nha Trang Cai river, Khanh Hoa province under the impact of climate change in the future. Under the RCP4.5 climate change scenario, annual rainfall volume rose by 14.4% in the middle of the century and further 11% at the end of the century. Meanwhile, according to RCP8.5 scenario application, the annual rainfall volume rose by 8.1% in the middle of the century and another 5.4% of an increase at the end of the century in the watershed of Cai Nha Trang River in Khanh Hoa Province. The impact of climate change is likely to increase in the flood season. Specifically, compared to the baseline scenario, the RCP 4.5 scenario, which means flood flows increased by about 15,3% in the middle of the century and increased by about 14,8% at the end of the century. In the RCP 8.5 scenario, the flow of river floods tended to increase from 19.6% in mid-century to 27,2% at the end of the century.*

Keywords: *flood flows, climate change, Cai river, SWAT model.*