

ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỔI CÁC ĐẶC TRƯNG THỦY VĂN, DÒNG CHẢY THIẾT KẾ LƯU VỰC SÔNG PÔ-KÔ TỈNH KON TUM SỬ DỤNG MÔ HÌNH KHÍ HẬU AGCM3.2S

Boonsy Sitthideth, Vannasin Hansackda

Bộ Nông nghiệp và Lâm nghiệp - Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Lào

Nguyễn Mai Đăng

Trường Đại học Thủy lợi

Đỗ Hoài Nam

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả đánh giá tác động của BĐKH đến chế độ dòng chảy, các đặc trưng thủy văn và dòng chảy thiết kế ở lưu vực sông Pô-Kô tỉnh Kon tum trong các giai đoạn trung hạn (2020-2039) và dài hạn (2080-2099) dựa trên dự tính lượng mưa bởi mô hình khí hậu có độ phân giải siêu cao AGCM3.2S. Kết quả cho thấy ở giai đoạn khí hậu trung hạn các đặc trưng thủy văn và dòng chảy năm thiết kế có xu thế giảm nhẹ; tuy nhiên, dòng chảy lũ thiết kế lại tăng khá mạnh so với giai đoạn cơ sở (1989-2008). Trong khi đó, kết quả tính toán cho giai đoạn dài hạn phản ánh mức tăng của hầu hết các đặc trưng thủy văn, đặc biệt mức tăng khá lớn đối với dòng chảy lũ thiết kế. Đây là một cơ sở quan trọng hỗ trợ công tác quy hoạch và quản lý lưu vực sông thích ứng với BĐKH.

Từ khóa: Mô hình khí hậu AGCM3.2S, độ phân giải siêu cao, đặc trưng thủy văn, dòng chảy thiết kế

Summary: This paper presents the assessment of changes in runoff regime, hydrological features, and design floods at Po-Ko river basin in mid-term (2020-2039) and long-term (2080-2099) climates based on the rainfall projected by a super high-resolution climate model. Results indicate that the hydrological features in the mid-term climate tend to decrease slightly, but design floods are about to increase, relative to the baseline climate (1989-2008). Meanwhile, most hydrological features are projected to increase, especially the design floods in the long-term climate. This is a basis to make informed decisions in adaptation to climate change.

Key words: Climate model AGCM3.2S, super high-resolution, hydrological features, and design floods

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến đổi khí hậu (BĐKH) được đánh giá là một trong những thách thức lớn nhất của nhân loại trong thế kỷ 21, đặc biệt trong công tác quy hoạch và quản lý các lưu vực sông trong tương lai [1]. Cho đến thời điểm hiện tại, hầu hết các dự án quy hoạch và xây dựng công

trình phòng chống lũ bão, công trình phục vụ dân sinh, phát triển kinh tế được phê duyệt và xây dựng đã không (rất ít hoặc sơ bộ) tính đến ảnh hưởng của BĐKH đến quy mô công trình và hiệu quả của dự án đầu tư, v.v... Các bài toán quy hoạch, thiết kế đa số dựa trên sự biến thiên của thời tiết trong quá khứ để xác định các đặc trưng thủy văn, dòng chảy thiết kế với giả thiết điều kiện khí hậu là ổn định và hoặc nếu có dao động thì tần suất xuất hiện không đổi theo thời gian. Tuy nhiên, trong điều kiện

Ngày nhận bài: 19/6/2017

Ngày thông qua phản biện: 24/7/2017

Ngày duyệt đăng: 28/7/2017

BĐKH hiện nay, giả thiết này là không còn phù hợp nữa. Ví dụ, có những trận lũ lớn xảy ra ở diện rộng với tần suất vượt lũ lịch sử hàng thế kỷ [3]. Nhiều nghiên cứu khoa học đã chỉ ra BĐKH đã và đang làm thay đổi đặc trưng thủy văn, dòng chảy thiết kế [3].

Do đó, đánh giá thay đổi các đặc trưng thủy văn, dòng chảy thiết kế cho các lưu vực sông là thực sự cần thiết; đây được coi là một trong những nỗ lực hỗ trợ việc lựa chọn các tiêu chí thiết kế, xây dựng công trình và quản lý lưu vực sông thích ứng với BĐKH. Bài báo này trình bày kết quả đánh giá tác động của BĐKH đến các đặc trưng thủy văn và dòng chảy thiết kế ở lưu vực sông Pô-Kô tỉnh Kon tum trong các giai đoạn trung hạn (2020-2039) và dài hạn (2080-2099) dựa trên dự tính lượng mưa bởi mô hình khí hậu có độ phân giải siêu cao AGCM3.2S được xây dựng bởi Viện Khí tượng Nhật Bản (MRI).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ SỐ LIỆU

2.1. Tiếp cận đánh giá tác động của BĐKH

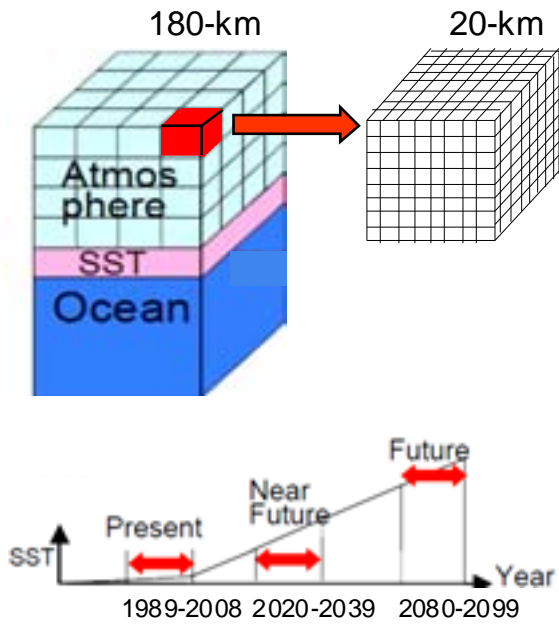
Đặc điểm chung của các mô hình khí hậu, dù là mô hình có độ phân giải cao, luôn tồn tại sai số mô hình. Hiện tại có hai cách tiếp cận để đánh giá tác động của BĐKH đến các yếu tố khí tượng, thủy văn và dòng chảy cho các giai đoạn khí hậu trong tương lai. Cách tiếp cận thứ nhất theo hướng hiệu chỉnh kết quả mô phỏng mưa từ mô hình khí hậu dựa vào số liệu thực đo ở giai đoạn khí hậu cơ sở thông qua các hàm chuyển đổi thống kê mà sau đó được áp dụng để hiệu chỉnh kết quả mô phỏng mưa cho các giai đoạn khác trong tương lai [4], [5]. Cách tiếp cận thứ hai đó là giả thiết sự tồn tại sai số trong kết quả mô phỏng mưa từ mô hình khí hậu ở các giai đoạn cơ sở và tương lai; tuy nhiên, khi đánh giá sự thay đổi tương đối của các yếu tố khí tượng, đặc trưng dòng chảy ở các giai đoạn khí hậu trong tương lai so với thời kỳ chuẩn với nhau sẽ tự triệt tiêu các sai số mô hình và

vẫn phản ánh được hình thái biến đổi [6], [7], [8]. Đây cũng là cách tiếp cận khá phổ biến hiện nay, đặc biệt khi xét đến việc áp dụng tổ hợp các mô hình khí hậu. Do đó, nghiên cứu này đã sử dụng cách tiếp cận thứ hai để đánh giá sự thay đổi tương đối của các đặc trưng thủy văn, dòng chảy thiết kế cho lưu vực sông Pô Kô trong điều kiện BĐKH.

2.2. Mô hình khí hậu độ phân giải siêu cao AGCM3.2S

Mô hình khí hậu với độ phân giải siêu cao AGCM3.2S, như minh họa trong Hình 1, có kích thước ô lưới 20 km được thiết lập bởi MRI với mục đích mô phỏng các hình thái thời tiết cực đoan xảy ra ở quy mô nhỏ, quy mô lưu vực sông [9], [10]. Các sản phẩm của mô hình đã được sử dụng cho “Báo cáo đánh giá lần thứ 5” của IPCC [1]. Mô hình AGCM3.2S được xây dựng dựa trên các nguyên tắc cơ bản như được áp dụng đối với mô hình dự báo thời tiết hạn ngắn, đang chạy nghiệp vụ tại Cơ quan Khí tượng Nhật Bản (JMA). Tuy nhiên, mô hình AGCM3.2S đã có những cải tiến về sơ đồ tham số hóa vật lý so với mô hình dự báo thời tiết, ví dụ như các sơ đồ tham số hóa mưa đối lưu, mây và bão nhiệt đới. Nghiên cứu này đã sử dụng kết quả mô phỏng lượng mưa ngày cho trạng thái khí hậu cơ sở (1989-2008) và dự tính cho giai đoạn trung hạn (2020-2039), dài hạn (2080-2099) làm đầu vào để mô phỏng dòng chảy trên lưu vực. Ở cả hai giai đoạn khí hậu trong tương lai MRI đã sử dụng kịch bản phát thải khí nhà kính A1B để xác định nhiệt độ bề mặt nước biển – SST [10].

Dữ liệu đầu ra của mô hình được tính trung bình cho các ô lưới được mã hóa dưới định dạng NetCDF theo quy định của Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO) sau đó đã được giải mã theo định dạng chuẩn (ASCCII) cho từng điểm trên lưới tính có bước 20 km.



Hình 1. Minh họa mô hình AGCM3.2S (Nguồn: MRI)

2.3. Mô hình thủy văn Mike-NAM

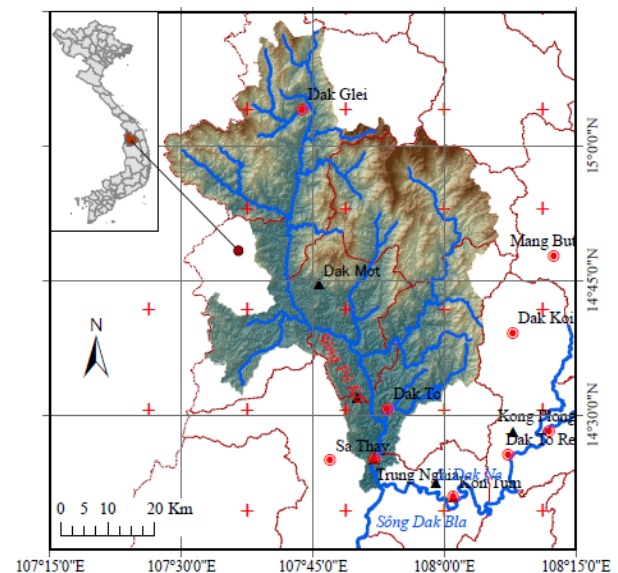
Mô hình thủy văn là công cụ quan trọng để mô phỏng quá trình mưa rào dòng chảy, giúp công tác quản lý và quy hoạch lưu vực, nhiệm vụ cảnh báo-dự báo thiên tai lũ, hạn hán, v.v.... Gần đây, nhu cầu ngày càng tăng hướng tới sự phát triển các mô hình thủy văn tiên tiến có thể mô phỏng các sự kiện liên tục có xét đến những biến động về không gian và thời gian. Trong vài thập kỷ qua, một số lượng lớn các mô hình thủy văn đã được phát triển và sử dụng cho rất nhiều mục đích khác nhau, điển hình là sử dụng cho mô phỏng-dự báo dòng chảy hay đánh giá tác động của thâm phủ, BĐKH đến các đặc trưng thủy văn và chế độ dòng chảy trên lưu vực (ví dụ: mô hình Hec-HMS, mô hình Mike-NAM, mô hình NASIM, mô hình HBV, mô hình SWAT, mô hình TANK, v.v...).

Kế thừa các kết quả từ dự án "Khảo sát, tính toán phổ cập bổ sung các thông số về dòng chảy các sông suối trên địa bàn tỉnh Kon Tum" [11], nghiên cứu này sử dụng mô hình Mike-NAM đã được thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm nghiệm cho lưu vực sông Pô-Kô làm công cụ

mô phỏng dòng chảy trên lưu vực theo các kịch bản BĐKH mô phỏng bởi mô hình khí hậu AGCM3.2S.

2.4. Khu vực nghiên cứu

Sông Pô-Kô (Hình 2) là một phụ lưu của sông Sê San, bắt nguồn từ vùng núi ở huyện Đăk Glei chảy theo hướng Bắc-Nam rồi nhập với sông Đak Bla thuộc vùng sinh thái Tây Nguyên. Lưu vực nghiên cứu Pô Kô đến nhập lưu sông Đăk Bla có diện tích lưu vực 3.530 km², chiều dài 121 km. Về đặc điểm dòng chảy, sông Pô Kô chịu ảnh hưởng chủ yếu của khí hậu Tây Trường Sơn với hoàn lưu khí hậu chính là gió mùa Tây Nam thịnh hành trên lưu vực. Mùa lũ ở đây đến sớm hơn bắt đầu vào tháng VII và kết thúc vào tháng XI, có năm vào tháng VI đã xuất hiện lũ lớn nhất trong năm. Mùa kiệt kéo dài từ tháng XII đến tháng VI năm sau với lượng dòng chảy mùa kiệt chỉ chiếm từ 20-30% lượng dòng chảy năm. Các số liệu quan trắc ở khu vực cho thấy xu thế gia tăng khá mạnh tần suất xuất hiện các hiện tượng thời tiết cực đoan trong thời gian gần đây đã ảnh hưởng lớn tới các hoạt động quy hoạch và quản lý trên lưu vực.



Hình 2. Vị trí lưu vực nghiên cứu, mạng sông, các trạm khí tượng thủy văn và điểm lưới mô hình AGCM3.2S (+)

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Mô phỏng dòng chảy cho các giai đoạn khí hậu

Xác định mưa bình quân lưu vực

Mô hình khí hậu AGCM3.2S cho kết quả dự tính lượng mưa theo các ô lưới với khoảng cách là 20 Km (**Hình 2**). Để xác định mưa bình quân lưu vực, phương pháp trung bình có tỷ lệ (phương pháp đa giác Theisson) đã được sử dụng. Mô phỏng lượng mưa cho 19 điểm lưới nằm trong hay lân cận với khu vực nghiên cứu đã được sử dụng để tính mưa bình quân lưu vực.

Mô phỏng dòng chảy

Các số liệu khí tượng cần thiết để mô phỏng dòng chảy bao gồm dữ liệu mưa và bốc hơi trên lưu vực. Tuy nhiên, với giả thiết sự thay đổi (tăng) về bốc hơi do nhiệt độ tăng trong tương lai là rất nhỏ so với sự thay đổi mưa; và mặt khác ảnh hưởng của bốc hơi hay biến đổi về mặt đệm đến phát sinh dòng chảy trên lưu vực cũng là rất nhỏ so với mưa [12]. Vì vậy, trong phạm vi của nghiên cứu này, mô phỏng dòng chảy cho các thời kỳ khí hậu cơ sở và tương lai đều không tính đến biến động của bốc hơi và mặt đệm.

Như đã trình bày ở trên, dự tính lượng mưa từ mô hình khí hậu AGCM3.2S đã được định dạng lại thành mưa ngày, nên mô hình Mike-NAM cũng sẽ mô phỏng lưu lượng theo ngày; thời đoạn mô phỏng từ ngày 1/01/1989 đến ngày 31/12/2008 cho giai đoạn cơ sở, 1/01/2020 đến ngày 31/12/2039 cho giai đoạn trung hạn và 1/01/2080 đến ngày 31/12/2099 cho giai đoạn dài hạn.

3.2. Xác định đặc trưng thủy văn, dòng chảy thiết kế

Liệt số liệu dòng chảy ngày mô phỏng cho mỗi giai đoạn sau đó được sử dụng để xác định các đặc trưng thủy văn và dòng chảy thiết kế theo QPTL-C6-77. Một số các đặc trưng thủy văn cơ bản đã được lựa chọn để đánh giá gồm có:

tổng lượng, mô đun dòng chảy năm, mô đun dòng chảy kiệt, hệ số dòng chảy, dòng chảy trung bình tháng, dòng chảy năm và dòng chảy lũ thiết kế, các hệ số biến động C_v , C_s .

3.3. Đánh giá biến đổi các đặc trưng thủy văn, dòng chảy thiết trong điều kiện BĐKH

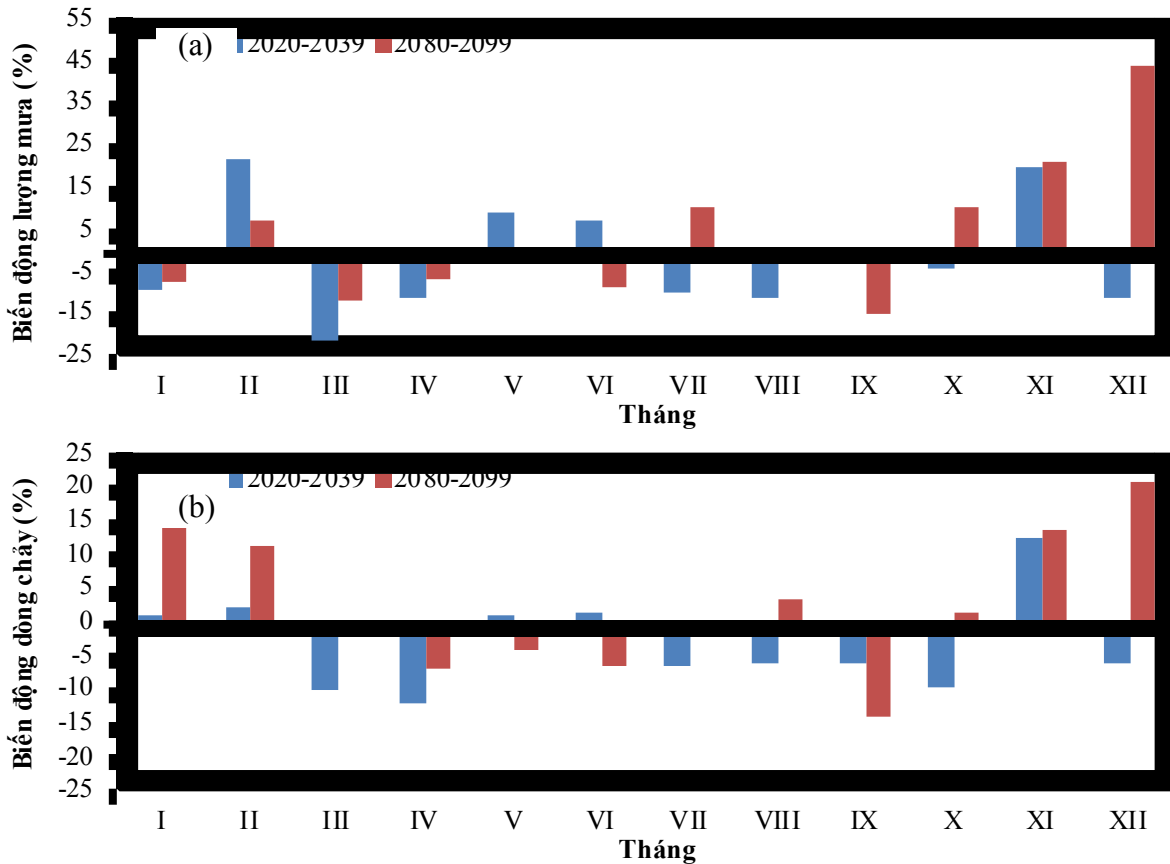
Đánh giá về chế độ dòng chảy trong điều kiện BĐKH ứng với kịch bản phát thải khí nhà kính trung bình A1B, các phân tích dựa trên mô phỏng lượng mưa, lưu lượng bình quân các tháng trong năm ở các thời kỳ thời khí hậu trung hạn và dài hạn (Hình 3) cho thấy các tháng ở vào cuối mùa kiệt (tháng III-VI) và hầu hết các tháng mùa lũ (tháng VII-X) dòng chảy có xu thế giảm khoảng 10 % so với giai đoạn cơ sở. Như vậy, có thể nhận định dòng chảy mùa kiệt được dự báo sẽ suy giảm mạnh trong điều kiện BĐKH. Mặt khác, các tháng cuối mùa lũ và đầu mùa kiệt năm sau, dòng chảy được dự báo tăng mạnh; đặc biệt ở giai đoạn dài hạn, cho thấy có sự dịch chuyển về mùa, mùa kiệt kéo dài và mùa lũ sẽ ngắn lại, dẫn đến gia tăng về dòng chảy lũ trong thời kỳ này.

Tiếp theo các Bảng 1-3 dưới đây tổng hợp kết quả đánh giá sự thay đổi tương đối của các đặc trưng thủy văn và dòng chảy thiết kế ở các giai đoạn khí hậu trung hạn (2020-2039) và dài hạn (2080-2099) ở lưu vực sông Pô Cô so với giai đoạn cơ sở (1989-2008). Kết quả phân tích cho giai đoạn khí hậu trung hạn cho thấy các đặc trưng thủy văn và dòng chảy năm thiết kế có xu thế giảm nhẹ (xấp xỉ dưới 5 %); riêng các hệ số dòng chảy α_o , C_v có xu hướng tăng, nhưng không đáng kể; đáng chú ý là duy nhất hệ số C_s tăng khá mạnh (trên 50%), điều này phản ánh mức độ thiên lệch của chuỗi số liệu là lớn so với giai đoạn cơ sở. Ngược lại, dòng chảy lũ thiết kế có xu hướng tăng khá mạnh trong giai đoạn này. Lũ tương ứng với các tần suất thiết kế 1%, 2% và 5% được dự báo gia tăng trong khoảng 5-10 % so với giai đoạn cơ sở.

Đối với thời kỳ khí hậu ở giai đoạn dài hạn, các kết quả phân tích cho thấy hầu hết các đặc

trung thủy văn và dòng chảy thiết kế đều có xu hướng gia tăng. Đặc biệt là gia tăng lưu lượng lũ thiết kế, theo kết quả dự báo thì lũ tương ứng với các tần suất thiết kế 1%, 2% và 5% được dự báo gia tăng trong khoảng 25-30 % so

với giai đoạn cơ sở. Các biến động về dòng chảy năm và dòng chảy lũ thiết kế (các hệ số C_v và C_s) sẽ tăng lên, báo hiệu mức độ phân tán của dòng chảy là khá cao so với giai đoạn cơ sở.



Hình 3. Biến động lượng mưa (Hình 3a) và dòng chảy (Hình 3b) bình quân nhiều năm ở các thời kỳ khí hậu trung hạn và dài hạn so với giai đoạn chuẩn

Bảng 1. Biến đổi (%) các đặc trưng dòng chảy giai đoạn trung và dài hạn so với giai đoạn cơ sở (1989-2008)

Đặc trưng	W_0 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	M_0 (l/s/km^2)	Y_0 (mm)	α_E	M_k (l/s/Km^2)
2020-2039	-3,74	-3,74	-3,74	0,55	-5,25
2080-2099	0,53	0,53	0,53	0,48	4,78

Bảng 2. Biến đổi (%) dòng chảy năm thiết kế giai đoạn trung và dài hạn so với giai đoạn cơ sở (1989-2008)

Lưu vực Pô Kô	Q_0 (m^3/s)	C_v	C_s	Dòng chảy năm thiết kế Q_p (m^3/s)				
				25%	50%	75%	80%	85%
2020-2039	-3,74	0,25	53,05	-4,31	-4,52	-4,05	-3,81	-3,47
2080-2099	0,53	14,07	-91,63	3,12	1,88	-1,08	-2,14	-3,56

Bảng 3. Biến đổi (%) dòng chảy lũ thiết kế giai đoạn trung và dài hạn so với giai đoạn cơ sở (1989-2008)

Lưu vực Pô Kô	Q_0 (m ³ /s)	C_V	C_S	Dòng chảy năm thiết kế Q_P (m ³ /s)		
				1%	2%	5%
2020-2039	124,69	13,46	24,18	10,42	8,98	6,71
2080-2099	192,64	0,00	-13,19	26,94	27,48	28,27

4. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Nhằm cung cấp thêm các công cụ hỗ trợ ra quyết định trong quá trình thích ứng với BĐKH, bài báo đã trình bày đánh giá sự thay đổi về chế độ dòng chảy, các đặc trưng thủy văn và dòng chảy thiết kế trong các giai đoạn khí hậu trung hạn (2020-2039) và dài hạn (2080-2099) so với giai đoạn khí hậu cơ sở (1989-2008), đây là giai đoạn đã xảy ra rất nhiều các hiện tượng thời tiết cực đoan so với các giai đoạn trước đó. Kế thừa mô hình thủy văn được thiết lập để mô phỏng dòng chảy cho lưu vực sông Pô Kô, nghiên cứu đã sử dụng dự tính lượng mưa mô phỏng cho các giai đoạn khí hậu cơ sở, trung và dài hạn bởi mô hình khí hậu có độ phân giải siêu cao AGCM3.2S của Viện Khí tượng Nhật Bản để thiết lập các chuỗi dòng chảy (theo ngày) tương ứng với các giai đoạn khí hậu đó. Kết quả phân tích dựa trên kết quả mô phỏng dòng chảy cho ba giai đoạn khí hậu cho thấy ở giai đoạn trung hạn hầu hết các đặc trưng thủy văn có xu thế

giảm nhẹ, nhưng dòng chảy lũ thiết kế lại có xu thế tăng khá lớn. Trong khi đó hầu hết các đặc trưng thủy văn và dòng chảy thiết kế được dự báo gia tăng nhiều ở giai đoạn dài hạn. Chế độ dòng chảy được dự báo cũng biến động mạnh, đặc biệt là dòng chảy có xu thế suy giảm trong mùa kiệt, gia tăng trong mùa lũ và nguy cơ dịch chuyển về mùa so với hiện tại.

LỜI CẢM ƠN

Các tác giả của bài báo chân thành gửi lời cảm ơn đến Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia về Động lực sông biển – Viện Khoa học Thủy Lợi Việt Nam đã chia sẻ mô hình Mike-NAM và các số liệu khí tượng thủy văn liên quan; Trường Cao đẳng Thủy lợi Thangone Bộ Nông nghiệp và Lâm nghiệp - Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Lào và Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED), Bộ Khoa học và Công nghệ đã tài trợ kinh phí thực hiện các hoạt động của nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IPCC Climate Change (2007, 2013). The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA
- [2] Ulbrich U., Brucher T., Fink A.H., Leckebusch G.C., Kruger A. & Pinto J.G. (2003). The central European floods of August 2002: part 1 – rainfall periods and flood development. *Weather*, **58**, 371–377.
- [3] WTO (2009). Guidelines on analysis of extreme in a changing climate in support of informed decisions for adaptation
- [4] Kiem, A. S., Ishidaira, H., Hapuarachchi, H. P., Zhou, M. C., Hirabayashi, Y., Takeuchi, K. (2008) Future hydro-climatology of the Mekong river basin simulated using the high-resolution Japan Meteorological Agency (JMA) AGCM, *Hydrological Processes*, **22**, 1382 - 1394.

- [5] Nam, D.H., Udo, K. & Mano, A. (2012) Climate change impacts on runoff regimes at a river basin scale in Central Vietnam. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences* 23(5), 541-551.
- [6] Chiew, F.H.S. & McMahon, T.A. (2002) Modell the impacts of climate change on Australian streamflow. *Hydrol. Proces.* 16, 1235-145.
- [7] Srivatsan V. Raghavan, Minh Tue Vu, Shie-Yui Liong (2012) Assessment of future stream flow over the Sesan catchment of the Lower Mekong Basin in Vietnam. *Hydrological Processes*, 26(24): 3661–3668
- [8] Duc Toan Duong, Yasuto Tachikawa, Michiharu Shiiba, Kazuaki Yorozu, (2013) River discharge projection in Indochina Peninsula under a changing climate using the MRI-AGCM3.2S dataset. *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering) Vol. 69 (2013) No. 4 p. I_37-I_42*
- [9] Mizuta, R., Yoshimura, H., Murakami, H., Matsueda, M., Endo, H., Ose, T., Kamiguchi, K., Hosaka, M., Sugi, M., Yukimoto, S., Kusunoki, S., Kitoh, A. (2012). Climate simulations using MRI-AGCM3.2 with 20-km grid, *J. Meteorol. Soc. Japan*, 90A, 213–232, doi:10.2151/jmsj.2012-A12.
- [10] Kitoh, A., Ose, T., Kurihara, K., Kusunoki, S. & Sugi, M. (2009). Projection of changes in future weather extremes using super-high-resolution global and regional atmospheric models in the KAKUSHIN Program: Results of preliminary experiments. *Hydrological Research Letter* 3, 49-53.
- [11] Hồ Việt Cường và nnk (2013). Báo cáo tổng hợp – Dự án Khảo sát, tính toán phổ cập bổ sung các thông số về dòng chảy các sông suối trên địa bàn tỉnh Kon Tum. Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia về Động lực học Sông Biển - Viện KHTL Việt Nam.
- [12] Wilby, R.L., Beven, K.J. & Reynard, N.S. (2008) Climate change and fluvial flood risk in the UK: more or the same. *Hydrol. Proces.* 22, 2511-2523.