

TÍNH TOÁN LŨ THIẾT KẾ HỒ CHỨA A VƯƠNG CÓ XÉT ĐẾN TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

TS. Ngô Lê An, PGS.TS. Ngô Lê Long,
Th.S Hoàng Thị Tâm, Th.S Lê Thị Hải Yên
Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Biến đổi khí hậu dẫn đến sự thay đổi về tài nguyên nước, đặc biệt là các đặc trưng lũ như lưu lượng, đỉnh lũ, tần suất lũ... Vì vậy, các hồ chứa được thiết kế trước đây có nguy cơ đối mặt với những rủi ro do sự thay đổi về lũ gây ra. Bài báo đã đưa ra một cách tiếp cận để tính toán lũ thiết kế trong điều kiện biến đổi khí hậu cho hồ chứa A Vương theo các kịch bản phát triển RCP 4.5 và RCP 8.5 của mô hình HadGEM2-AO và HadGEM3-RA. Kết quả cho thấy lưu lượng đỉnh lũ thiết kế có xu thế tăng thêm từ 25-35% với cùng tần suất. Nghiên cứu sẽ cung cấp cơ sở khoa học cho việc đề xuất tiêu chuẩn thiết kế lũ hồ chứa trong điều kiện biến đổi khí hậu như là một kết quả của đề tài cấp nhà nước, mã số: BDKH 61.

Từ khoá: Biến đổi khí hậu, lũ thiết kế, hồ A Vương, chi tiết hoá thống kê.

Abstract: Climate change leads the changing of water resources, especially the flood issues such as magnitude of peak flood, frequency... It also causes the risk of damage for the reservoirs which were designed in the past. The paper proposes an approach in order to estimate the design flood in the context of climate change for the A Vương reservoir. Using the output of RCP4.5 and RCP8.5 scenarios from the HadGEM2-AO and HadGEM3-RA models, the results show that the magnitudes of peak flood increase about 25% to 35%. The study will provide scientific base to propose flood design standard as an output of National research project BDKH 61.

Key words: Climate change, design flood, A Vương reservoir, statistical downscaling.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tính toán lũ thiết kế là một trong những nhiệm vụ quan trọng của khoa học thủy văn từ những thời kỳ đầu tiên, là một phần không thể thiếu của thiết kế và đánh giá an toàn hồ chứa. Trong những năm gần đây, dưới tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH), chế độ thủy văn ở nhiều vùng, quốc gia trên thế giới đã bị thay đổi. Một số nơi đã xuất hiện lũ vượt lũ thiết kế, gây mất an toàn hồ chứa. Vì

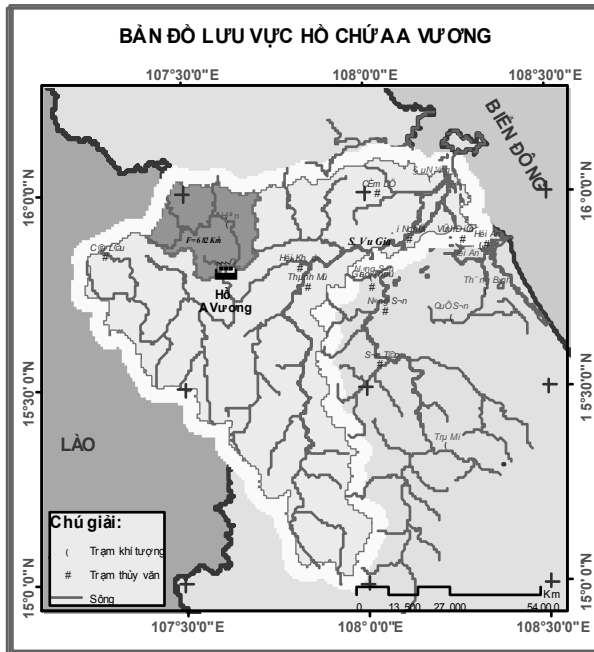
vậy, việc nghiên cứu tính toán lũ thiết kế cho hồ chứa có xét đến tác động của BĐKH đang nhận được sự quan tâm của các nhà quản lý, vận hành và các nhà khoa học. Bài báo đưa ra một cách tiếp cận tính toán lũ thiết kế trong điều kiện biến đổi khí hậu theo các kịch bản phát triển RCP 4.5 và RCP 8.5 của mô hình HadGEM2-AO và HadGEM3-RA. Tính toán thử nghiệm được áp dụng cho hồ thủy điện A Vương, một trong những hồ chứa lớn trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn. Kết quả tính toán sẽ là cơ sở cho việc đánh giá mức độ an toàn của công trình trong điều kiện biến đổi khí hậu.

Người phản biện: PGS.TS Nguyễn Thanh Hùng

Ngày nhận bài: 28/8/2015

Ngày thông qua phản biện: 8/9/2015

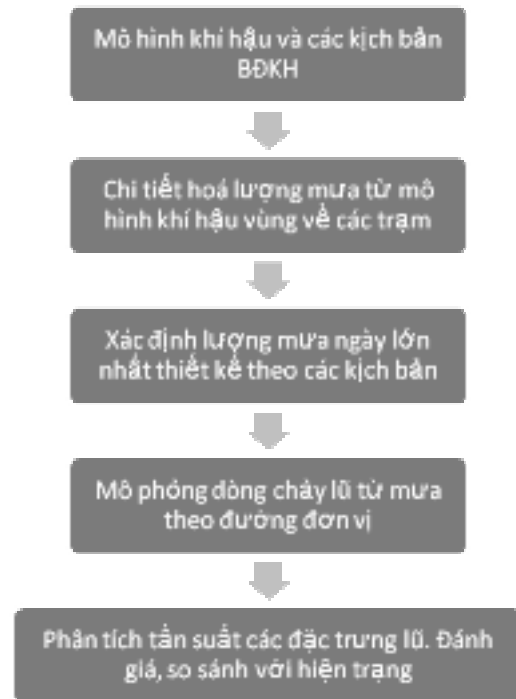
Ngày duyệt đăng: 02/12/2015



Hình 1. Bản đồ lưu vực hồ A Vương và các trạm KTTV

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ CÁC BƯỚC THỰC HIỆN

Từ các dữ liệu đầu ra như mưa và nhiệt độ của mô hình khí hậu, các phương pháp thống kê được sử dụng nhằm chi tiết hoá các kết quả này về các trạm khí tượng trong lưu vực. Mô hình lũ đơn vị được cơ quan tư vấn thiết kế sử dụng để tính toán lưu lượng đỉnh lũ thiết kế hồ A Vương, do đây là lưu vực lớn không có dòng chảy thực đo. Nghiên cứu cũng sử dụng cùng phương pháp này để mô phỏng sự thay đổi của dòng chảy lũ từ mưa trong tương lai dưới các kịch bản biến đổi khí hậu. Mục đích việc sử dụng cùng phương pháp là để loại bỏ các ảnh hưởng khác ngoài biến đổi khí hậu đến kết quả tính lũ thiết kế. Các phương pháp phân tích thống kê – tần suất được sử dụng để phân tích sự thay đổi của dòng chảy lũ và tần suất lũ ứng với các kịch bản BĐKH khác nhau. Các tác động khác đến dòng chảy lũ trong tương lai như thay đổi về thảm phủ, khai thác sử dụng trên lưu vực không phải là đối tượng của nội dung nghiên cứu này. Sơ đồ các bước thực hiện nghiên cứu được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Sơ đồ các bước thực hiện của nghiên cứu

3. TÁC ĐỘNG CỦA BĐKH TỚI LƯỢNG MƯA MỘT NGÀY LỚN NHẤT

3.1. Lựa chọn kịch bản BĐKH

Bộ Tài nguyên và Môi trường đã công bố kịch bản BĐKH và nước biển dâng cho Việt Nam vào năm 2012. Kịch bản B2 được khuyến nghị sử dụng cho Việt Nam cho thấy, đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm trung bình toàn tỉnh Quảng Nam và Đà Nẵng có xu thế tăng khoảng 3-6%, lượng mưa một ngày lớn nhất tăng khoảng 20-50%. Đây là kết quả được lấy trung bình hoá cho toàn tỉnh và trung bình hoá của các mô hình khí hậu khác nhau.

Do lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn trải rộng từ miền núi cao đến đồng bằng ven biển nên có sự biến động mạnh mẽ về lượng mưa theo không gian và thời gian. Việc lấy kết quả trung bình hoá sự thay đổi của lượng mưa cho một vùng cụ thể và nhỏ như lưu vực hồ A Vương sẽ dẫn đến sai số lớn. Để tính toán ảnh hưởng của BĐKH đến dòng chảy lũ thiết kế hồ A Vương, các dữ liệu đầu vào phải được lấy chi

tiết đến các trạm mưa lân cận mà cụ thể ở đây là trạm Hiên và trạm Đà Nẵng.

Kịch bản phát thải khí nhà kính SRES (Special Report on Emission Scenarios) hiện nay được thay thế bằng kịch bản RCP (Representative Concentration Pathways) theo báo cáo tổng hợp thứ 5 (AR5) của IPCC. Có 4 kịch bản RCP mô tả sự phát thải khí nhà kính, nồng độ khí quyển, phát thải các chất ô nhiễm và sử dụng đất khác nhau trong thế kỷ 21. RCP2.6 là nhóm kịch bản phát triển thuộc loại thấp, RCP4.5 và RCP6.0 là nhóm kịch bản phát triển ổn định trung bình, còn RCP8.5 là thuộc loại cao.

Mô hình khí hậu toàn cầu (GCM) HadGEM2-AO của Anh có kích thước lưới là $1.875^\circ \times 1.25^\circ$ mô phỏng các đặc trưng khí tượng theo các kịch bản BĐKH. Mô hình khí hậu vùng HadGEM3-RA (RCM) có kích thước mô phỏng nhỏ hơn là $0,44^\circ$ xấp xỉ 50km với các biên đầu vào từ mô hình HadGEM2-AO. Phạm vi mô phỏng của mô hình vùng này bao trùm các vùng Đông Á, Ấn Độ và Tây Thái Bình Dương trong đó có toàn bộ lãnh thổ Việt Nam. Số liệu đầu ra của mô hình là các đặc trưng khí tượng thời đoạn ngày từ năm 2006 đến 2100 theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 đáp ứng được yêu cầu của nghiên cứu nên kết quả của mô hình được lựa chọn là kết quả mô phỏng sự biến đổi khí hậu theo các kịch bản khác nhau.

Dữ liệu của mô hình HadGEM3-RA bao gồm chuỗi số liệu mưa ngày mô phỏng giai đoạn 1950-2005, chuỗi số liệu mưa ngày mô phỏng theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 từ 2006-2100.

3.2. Chi tiết hoá đặc trưng mưa cho lưu vực hồ A Vương

3.2.1 Phương pháp thống kê chi tiết hoá

Dữ liệu đầu ra của các mô hình khí hậu toàn cầu hay mô hình khí hậu vùng thường không thể sử dụng trực tiếp làm đầu vào cho các mô

hình thủy văn vì có sự sai khác về các đặc trưng khí hậu thực đo tại từng vùng hay từng trạm với kết quả tương ứng trong mô hình khí hậu. Các phương pháp thống kê được sử dụng nhằm chi tiết hoá kết quả này về từng trạm đo để loại bỏ các sai khác nêu trên.

Ines và Hansen (2006) đã đề xuất một hàm chuyển đổi để hiệu chỉnh cường độ mưa. Theo đó, phân bố cường độ mưa của mô hình khí hậu toàn cầu $F_{I,RCM(x)}$ được hiệu chỉnh bằng cách ánh xạ nó vào phân bố cường độ mưa thực đo $F_{i,obs(x)}$. Lượng mưa sau khi hiệu chỉnh x' ở ngày thứ i được tính toán theo công thức:

$$x'_i = \begin{cases} F_{i,obs(x)} & \text{nếu } F_{i,obs(x)} \leq x \\ F_{I,RCM(x)} & \text{nếu } F_{i,obs(x)} > x \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó, x là một giá trị ngưỡng mưa được sử dụng nhằm hiệu chỉnh số ngày mưa trong năm và các đặc trưng thống kê chuỗi mưa như lượng trung bình tháng, năm được phù hợp giữa lượng mưa đo đạc tại các trạm đo và lượng mưa mô phỏng trong mô hình.

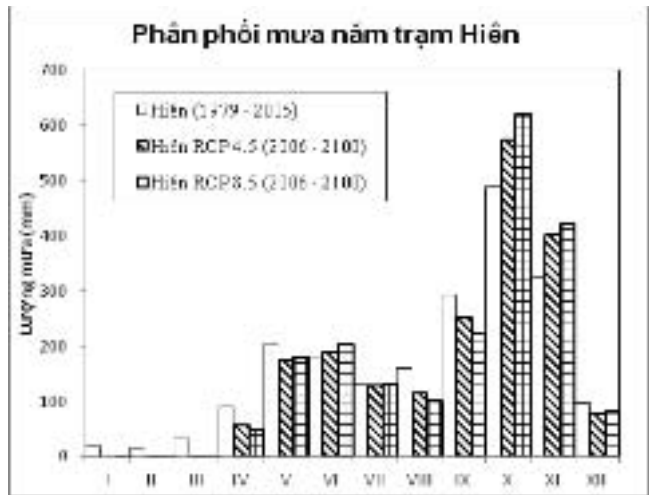
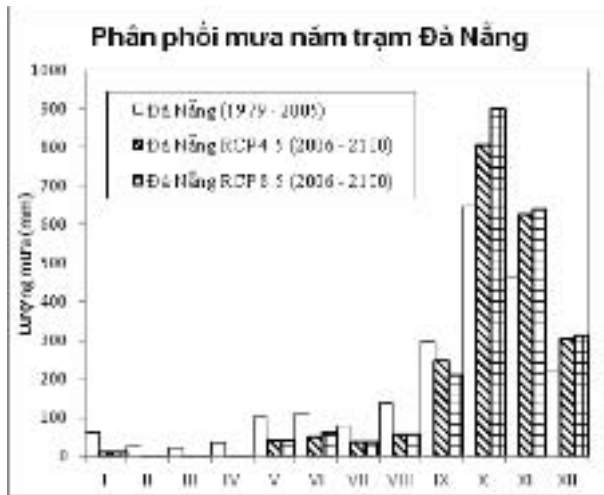
3.2.2 Chi tiết hoá lượng mưa cho trạm Hiên và Đà Nẵng

Từ mô hình khí hậu vùng HadGEM3-RA, các dữ liệu trong ô lưới chứa trạm mưa Hiên và Đà Nẵng được trích xuất từ năm 1979 đến 2005 nhằm đánh giá mối quan hệ giữa dữ liệu thô của RCM và dữ liệu thực đo. Từ đó, nghiên cứu tiến hành hiệu chỉnh sai số với chuỗi thực đo và áp dụng các bước hiệu chỉnh tương tự với các chuỗi giá trị tương ứng theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 từ năm 2006 đến năm 2100.

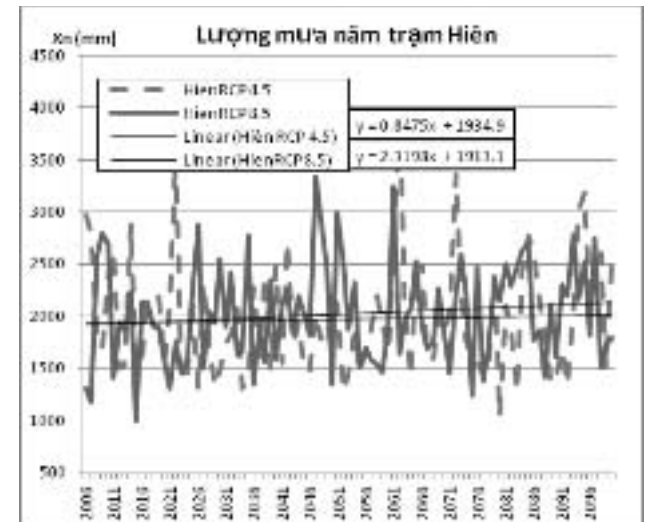
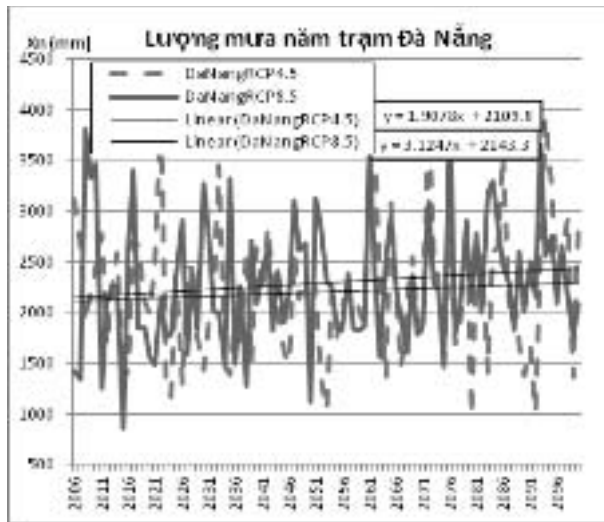
Kết quả phân phối lượng mưa năm và đường quá trình lượng mưa năm cho trạm đo Đà Nẵng và Hiên theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 lần lượt được thể hiện ở hình 3 và hình 4. Từ hình 3 cho thấy, các tháng mùa mưa, đặc biệt là tháng 10 và tháng 11 ở cả 2 kịch bản có xu thế tăng về lượng mưa còn các tháng mùa kiệt thì có xu thế giảm. Với quá trình lượng mưa năm (hình 4) có thể nhận thấy ở kịch bản RCP4.5, giai đoạn 2040-2060

lượng mưa năm có xu thế giảm nhẹ so với thời kỳ 1979 - 2005. Đến giai đoạn 2061-2080, lượng mưa năm giảm mạnh rồi tăng nhẹ ở giai đoạn 2081-2100 so với thời kỳ nền. Đối với kịch bản RCP8.5, lượng mưa năm có

xu thế tăng cả thời kỳ. Giai đoạn 2041-2060, lượng mưa năm tăng nhẹ so với thời kỳ nền rồi tăng mạnh vào giai đoạn 2061 – 2080, sau đó có xu hướng tiếp tục tăng nhẹ ở giai đoạn 2081-2100.



Hình 3. Phân bố mưa năm tại Đà Nẵng và Hiên



Hình 4. Quá trình lượng mưa năm tại Đà Nẵng và Hiên

4. XÁC ĐỊNH DÒNG CHẢY LŨ THIẾT KẾ HỒ A VƯƠNG

4.1. Phương pháp xác định dòng chảy lũ thiết kế

Dòng chảy lũ thiết kế của hồ được tính toán theo phương pháp đường đơn vị [5] dựa trên số liệu đo mưa 1 ngày lớn nhất ở 2 trạm Hiên và Đà Nẵng với lượng mưa của mỗi thời khoảng

đơn vị 2 giờ, trong 1 ngày (bảng 1) được xác định dựa trên công thức:

$$R_T = R_{24} \left(\frac{T}{24} \right)^{1/3} \quad (2)$$

Trong đó: R_T : Lượng mưa trong thời gian T.

R_{24} : Lượng mưa trong 24 giờ.

T: Thời gian (giờ)

Bảng 1. Đường đơn vị cho tuyến đập A Vương

Thời gian (giờ)	Lưu lượng (m ³ /s)	Thời gian (giờ)	Lưu lượng (m ³ /s)
0	0.00	22	1.90
2	1.90	24	1.10
4	7.67	26	0.50
6	15.2	28	0.30
8	17.9	30	0.20
10	15.8	32	0.15
12	11.7	34	0.12
14	8.10	36	0.10
16	5.50	38	0.10
18	3.70	40	0.10
20	2.60		

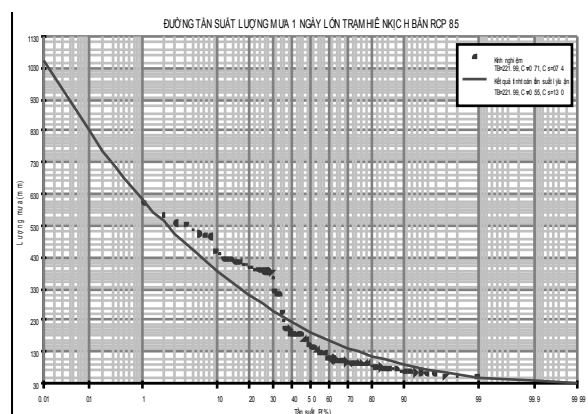
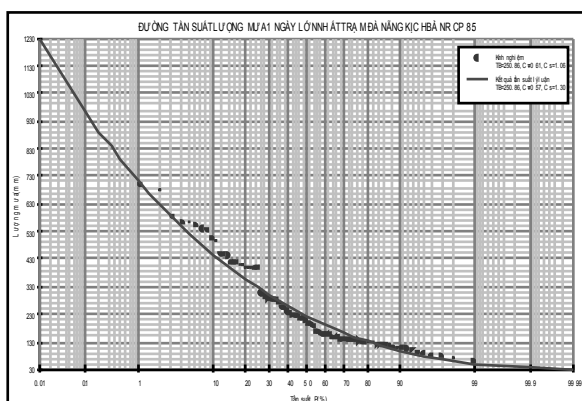
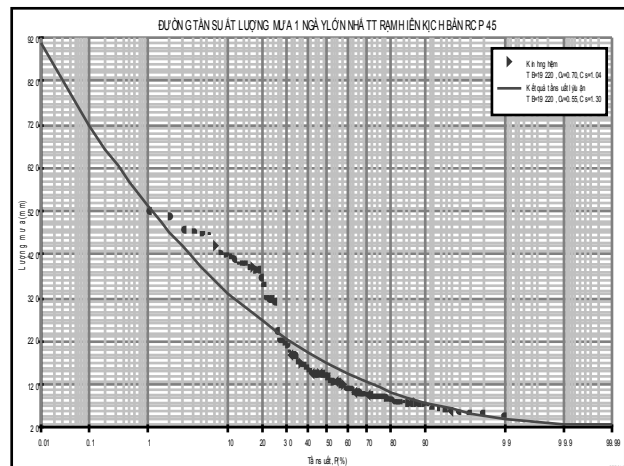
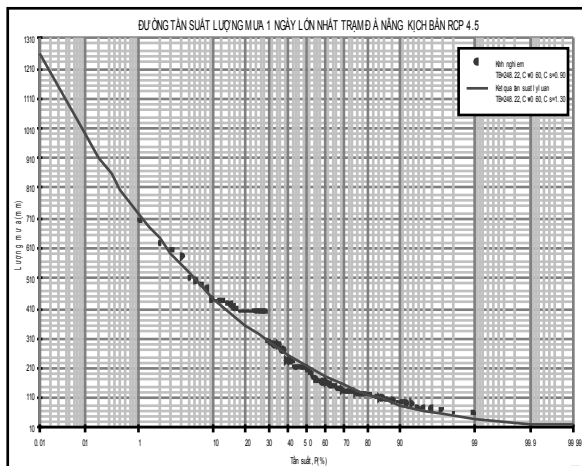
Kết quả tính toán lưu lượng đỉnh lũ thiết kế Q_{maxp} được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Mưa 1 ngày max và lưu lượng đỉnh lũ thiết kế hồ A Vương

P (%)	0.1	0.5	1	3	5	10
$X_{Đà Nẵng}$ (mm)	632	524	477	403	368	320
$X_{Hiên}$ (mm)	694	557	500	410	368	311
Q_{maxp} (m ³ /s)	7120	5730	4980	4050	3600	3020

4.2 Xác định dòng chảy lũ thiết kế theo các kích bản BDKH

Để xác định dòng chảy lũ thiết kế theo các kích bản BDKH, nghiên cứu đã tiến hành xây dựng đường tần suất lượng mưa 1 ngày max của các trạm Hiên và Đà Nẵng theo cả 2 kích bản RCP 4.5 và RCP8.5 (hình 5).



Hình 5. Đường tần suất X_{Imax} trạm Hiên và Đà Nẵng theo 2 kích bản RCP4.5 và RCP8.5

Kết quả tính toán lượng mưa 1 ngày lớn nhất thiết kế hồ theo các kích bản như sau:

Bảng 3: Lượng mưa ngày lớn nhất theo hiện trạng và Kịch Bản BĐKH (mm)

Kịch bản	P(%)	0.1	0.5	1	3	5	10
Hiện trạng	Đà Nẵng	632	524	477	403	368	320
	Hiên	694	557	500	410	368	311
RCP 4.5	Đà Nẵng	994	808	726	595	533	446
	Hiên	722	589	532	439	394	333
RCP 8.5	Đà Nẵng	967	788	710	584	524	441
	Hiên	834	681	614	507	455	384

Bảng 4. So sánh lưu lượng đỉnh lũ thiết kế theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH

P (%)	Kịch bản	0.1	0.5	1	3	5	10
Qmaxp (m ³ /s)	Hiện trạng	7120	5 730	4 980	4 050	3 600	3 020
Qmaxp (m ³ /s)	RCP 4.5	9210	7398	6402	5140	4535	3723
Qmaxp (m ³ /s)	RCP 8.5	9671	7778	6737	5427	4789	3942

Có thể thấy, lưu lượng đỉnh lũ thiết kế ở cả 2 kịch bản đều tăng, trong đó với kịch bản RCP4.5 có mức độ tăng trung bình 25 - 30%, còn kịch bản RCP8.5 có mức độ tăng trung bình 30-35% tùy tần suất. Hệ số biến thiên Cv nhìn chung ít thay đổi giữa hiện trạng và kịch bản RCP4.5 nhưng giảm gần 20% so với kịch bản RCP8.5. Hệ số thiên lệch Cs cũng có sự thay đổi tương tự.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đề xuất phương pháp tính toán lưu lượng đỉnh lũ thiết kế dưới tác động của BĐKH cho hồ chứa AVương. Kết quả ban đầu về sự biến động lượng mưa, đặc biệt lượng mưa 1 ngày lớn nhất khá phù hợp với kịch bản được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố.

Lưu lượng đỉnh lũ tăng từ 25% đến 35%. Kết quả tính toán mới chỉ dừng ở mức độ xác định lưu lượng đỉnh lũ thiết kế mà chưa đề cập đến đường quá trình lũ cũng như chưa xem xét đến tác động của BĐKH đến các điều kiện mặt đệm là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lũ.

Bài báo là kết quả của một phần nghiên cứu thuộc đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học đề xuất các tiêu chuẩn thiết kế lũ, đề biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng ở Việt Nam và giải pháp phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại”, Mã số: BĐKH 61. Những hạn chế nêu trên sẽ được nhóm tác giả tiếp tục giải quyết trong các nghiên cứu tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IPCC, *Fifth Assessment Report (AR5) – Climate Change*, 2014.
- [2] Bộ Tài nguyên và Môi trường, kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng 2012.
- [3] Bộ Thủy Lợi, *Quy phạm Thủy lợi C6-77*, 1979.
- [4] Ines và Hansen, *Bias correction of daily GCM rainfall for crop simulation studies*, Agricultural and Forest Meteorology, 138, p44-53, 2006.
- [5] PECC2, *Dự án thủy điện AVương, TKKT – Quyển 3: KTTV*, 2003.