

TÍNH TOÁN LŨ THIẾT KẾ HỒ CHỨA BUÔN TUA SRAH DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Ngô Lê An¹

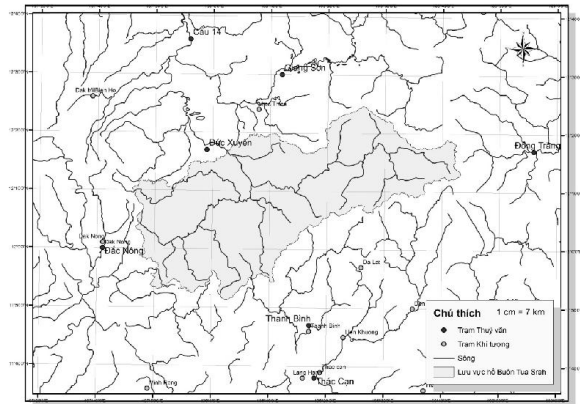
Tóm tắt: Biến đổi khí hậu dẫn đến sự thay đổi về tài nguyên nước, đặc biệt là vấn đề về lũ như lưu lượng đỉnh lũ, tần suất lũ... Vì vậy, các hồ chứa được thiết kế trước đây có nguy cơ đối mặt với những rủi ro do sự thay đổi về lũ gây ra. Bài báo đã đưa ra một cách tiếp cận để tính toán lũ thiết kế trong điều kiện biến đổi khí hậu cho lưu vực hồ Buôn Tua Sra 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 dòng chảy lưu vực có xu thế giảm, lưu lượng đỉnh lũ thiết kế giảm từ 20-30% 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 khóa: Biến đổi khí hậu, lũ thiết kế, hồ Buôn Tua Srah, chi tiết hóa thống kê.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Báo cáo tổng hợp của IPCC (IPCC, 2014) đã xác nhận rằng các hoạt động của con người đã tác động ngày càng tăng vào hệ thống khí hậu toàn cầu. Các tác động đó xảy ra trên mọi lục địa và đại dương. Biến đổi khí hậu (BĐKH) dẫn đến sự thay đổi về tài nguyên nước, đặc biệt là các vấn đề về lũ như lưu lượng đỉnh lũ, tần suất lũ... Điều này làm cho các hồ chứa được thiết kế trước đây có nguy cơ đối mặt với những nguy cơ rủi ro do sự thay đổi về lũ gây ra. Vì vậy, việc nghiên cứu tính toán lũ thiết kế cho hồ chứa dưới tác động của BĐKH có ý nghĩa trong việc kiểm tra và đánh giá lại sự an toàn hồ chứa.

Hồ chứa Buôn Tua Srah xây dựng trên địa bàn huyện Krông Knô tỉnh Đak Lak được đưa vào hoạt động từ năm 2011. Hồ Buôn Tua Srah được lựa chọn để nghiên cứu tính toán lũ thiết kế do đây là hồ chứa lớn nhất nằm ở thượng nguồn của hệ thống liên hồ chứa lưu vực sông Srêpôk. Dòng chảy lũ thiết kế của hồ được tính toán dựa trên số liệu dòng chảy thực đo tại trạm Thủy văn Đức Xuyên, cách 7 km phía hạ lưu của tuyến công trình nên có chất lượng đáng tin cậy. Mục tiêu của nghiên cứu là tính toán lũ thiết kế, cụ thể là lưu lượng và tổng lượng lũ ứng với các tần suất thiết kế cho hồ chứa Buôn Tua Srah có xét đến ảnh hưởng của BĐKH khác nhau.



Hình 1. Bản đồ lưu vực hồ Buôn Tua Srah 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 mưa - dòng chảy MIKE-NAM được sử dụng để mô phỏng sự thay đổi của dòng chảy trong tương lai dưới các kịch bản biến đổi khí hậu. 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 với các kịch bản BĐKH khác nhau. Kết quả phân tích sẽ được so sánh với giai đoạn hiện trạng để đánh giá (Hình 2).

¹ Trường Đại học Thủy lợi.



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

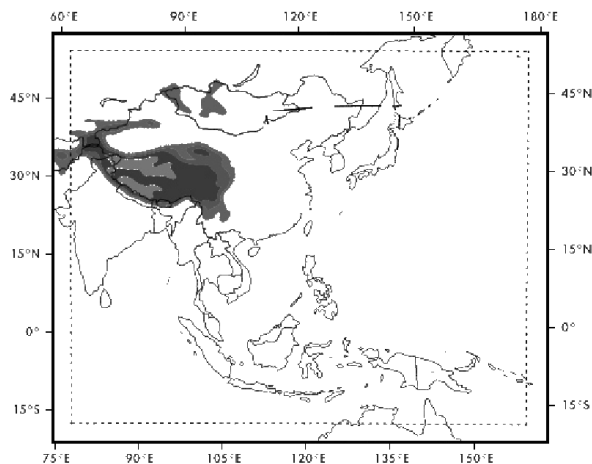
3. TÁC ĐỘNG CỦA BĐKH TỚI CÁC ĐẶC TRƯNG KHÍ TƯỢNG TRÊN LƯU VỰC

3.1 Lựa chọn kịch bản BĐKH

Năm 2012, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã công bố Kịch bản BĐKH và nước biển dâng cho Việt Nam (Bộ Tài nguyên và MT, 2012). Kịch bản B2 được khuyến nghị sử dụng cho Việt Nam cho thấy lượng mưa năm trung bình toàn tỉnh Đak Lak và Đak Nông có xu thế thay đổi không đáng kể (từ 0-3%), trong khi lượng mưa một ngày lớn nhất có xu hướng giảm khoảng 10%. Tuy nhiên, kết quả công bố này được lấy trung bình hoá cho toàn tỉnh, trong khi lưu vực hồ Buôn Tua Srah có diện tích nhỏ hơn nhiều và nằm ở cả 2 tỉnh Đăk Lăk và Đăk Nông. Đồng thời, sự thay đổi về dòng chảy, đặc biệt là dòng chảy lũ thì không có trong báo cáo. Vì vậy nghiên cứu đã sử dụng các mô hình khí tượng khác, có chuỗi số liệu đặc trưng khí tượng thời đoạn ngắn hơn nhằm nghiên cứu đưa ra tác động của BĐKH tới chuỗi dòng chảy, đặc biệt là dòng chảy lũ.

Theo báo cáo đánh giá lần thứ 5 (AR5) của IPCC, kịch bản phát thải khí nhà kính SRES (Special Report on Emission Scenarios) được thay thế bằng kịch bản RCP (Representative Concentration Pathways) mô tả 4 kịch bản 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 bản triển ổn định trung bình, còn RCP8.5 là thuộc loại cao.

Mô hình khí hậu toàn cầu (GCM) HadGEM2-AO từ 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 như Hình 3 (khung đường nét đứt bên ngoài) nên chứa cả lưu vực nghiên cứu. Số liệu đầu ra của mô hình là các đặc trưng khí tượng thời đoạn ngày từ năm 2006 đến 2100 theo kịch bản RCP 4.5 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.



Hình 3. Phạm vi mô hình HadGEM3-RA

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 khí tượng cho lưu vực hồ Buôn Tua Srah

3.2.1 Phương pháp thống kê chi tiết hóa

Kết quả của mô hình khí hậu HadGEM3-RA được thể hiện trung bình trên ô lưới có kích thước xấp xỉ 50km vì thế sẽ có sự sai khác với số liệu thực đo của các trạm khí tượng nằm trong các ô lưới. 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 kỹ thuật nhằm hiệu chỉnh các sai lệch của cả tần suất và phân bố cường độ của lượng mưa ngày RCM với một trạm đo mưa trong khu vực. Các bước bao gồm:

- Hiệu chỉnh đồng bộ cả tần suất và cường độ mưa: mục đích của bước này nhằm hiệu chỉnh lại số ngày mưa và tần suất tương đối của nó.

- Hiệu chỉnh tần suất mưa: tần suất mưa ngày của RCM được hiệu chỉnh bằng việc một giá trị ngưỡng \tilde{x}_{RCM} được đưa ra để loại bỏ những ngày có giá trị nhỏ hơn nhằm làm cho phân bố kinh nghiệm của dữ liệu thô RCM có giá trị trung bình bằng với giá trị trung bình của tần suất mưa thực đo. Giá trị ngưỡng này được tính theo công thức:

$$\tilde{x}_{RCM} = F_{RCM}^{-1}(F_{Obs}(\tilde{x})) \quad (1)$$

Trong đó F và F^{-1} là hàm phân bố lũy tích và hàm ngược của nó. RCM chỉ giá trị của mô hình khí hậu vùng, OBS chỉ các giá trị thực đo.

- Hiệu chỉnh cường độ mưa: 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:

$$x'_i = \begin{cases} F_{i,obs}^{-1}(F_{i,RCM}(x_i)), & x_i \geq \tilde{x} \\ 0, & x_i < \tilde{x} \end{cases} \quad (2)$$

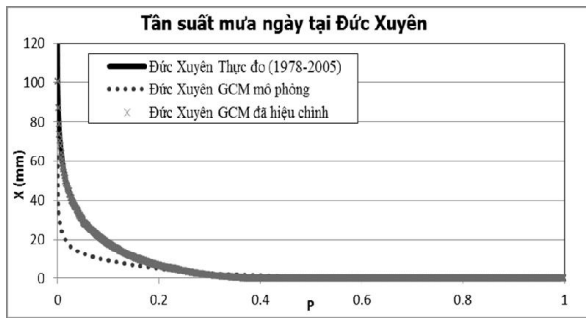
3.2.2 Chi tiết hoá lượng mưa cho lưu vực Buôn Tua Srah

Trên lưu vực hồ Buôn Tua Srah và lưu vực Đức Xuyên chỉ có trạm đo mưa Đức Xuyên đo đầy đủ lượng mưa ngày từ năm 1978 đến nay. Vì thế, nghiên cứu sẽ tính toán chi tiết hoá lượng mưa từ mô hình GCM cho trạm Đức Xuyên.

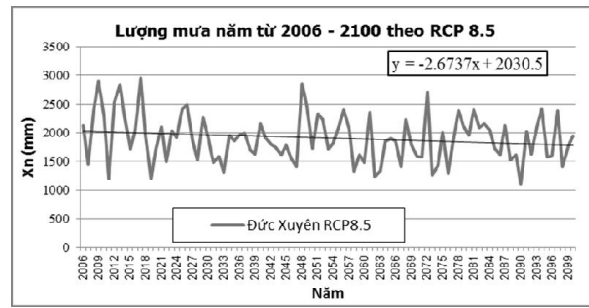
Từ mô hình khí hậu vùng HadGEM3-RA, các dữ liệu trong ô lưới chứa trạm đo Đức Xuyên được trích xuất từ năm 1978 đến 2005 nhằm đánh giá mối quan hệ giữa dữ liệu thô của RCM và dữ liệu thực đo. Từ đó tiến hành hiệu chỉnh sai số với chuỗi thực đo và áp dụng các bước hiệu chỉnh tương tự với các chuỗi giá trị tương ứng theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 từ năm 2006 đến năm 2100.

Kết quả cho thấy, ở Hình 4, phân bố tần suất mưa ngày theo kết quả mô phỏng từ mô hình HadGEM3-RA có sự sai khác rõ rệt. Sau khi áp dụng các bước hiệu chỉnh, tần suất mưa ngày đã phù hợp với tần suất mưa ngày thực đo. Hình 5 là phân phối lượng mưa năm cho trạm đo Đức Xuyên theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Lượng mưa năm tính trung bình cả giai đoạn từ 2006 đến 2100 tăng ở kịch bản triển cao RCP8.5, còn ở kịch bản RCP4.5 thì lượng mưa năm tính trung bình cả giai đoạn bị giảm đi. Các tháng mùa mưa ở cả 2 kịch bản có xu thế tăng về lượng mưa còn các tháng mùa kiệt thì có xu thế giảm.

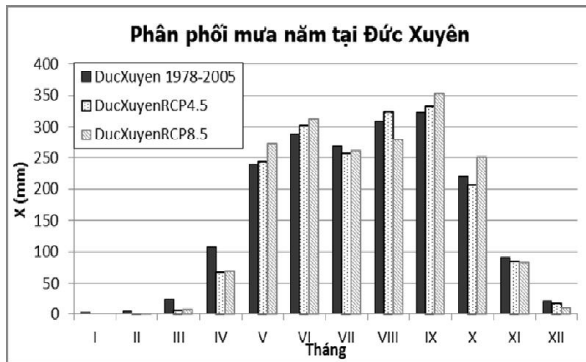
Hình 6a và 6b là đường quá trình lượng mưa năm ở cả 2 kịch bản. Lượng mưa năm có xu thế giảm ở cả 2 kịch bản. Ở kịch RCP4.5, giai đoạn 2006-2040 lượng mưa năm có xu thế giảm nhẹ. Đến giai đoạn 2041-2060, lượng mưa năm giảm mạnh rồi tăng nhẹ ở giai đoạn 2061-2080. Giai đoạn 2081-2100 lượng mưa năm lại có xu thế giảm. Kịch bản RCP8.5 với giai đoạn 2006-2040 lượng mưa năm có xu thế giảm và giảm nhẹ ở giai đoạn 2041-2060. Lượng mưa năm tăng mạnh ở giai đoạn 2061-2080 rồi lại có xu hướng giảm ở giai đoạn 2081-2100.



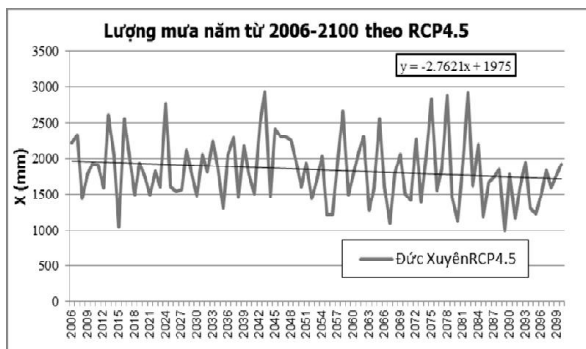
Hình 4. Tần suất mưa ngày tại Đức Xuyên



Hình 6b. Quá trình lượng mưa năm tại Đức Xuyên theo RCP8.5



Hình 5. Phân bố mưa năm tại Đức Xuyên



Hình 6a. Quá trình lượng mưa năm tại Đức Xuyên theo RCP4.5

4. XÁC ĐỊNH DÒNG CHẢY LŨ THIẾT KẾ HỒ BUỒN TUA SRAH

4.1 Phương pháp xác định dòng chảy lũ thiết kế

Hồ Buôn Tua Srah (diện tích 2930 km²) không có số liệu đo dòng chảy. Bên dưới hạ lưu của hồ có trạm đo thủy văn Đức Xuyên (diện tích lưu vực là 3080 km²) thực hiện đo đạc dòng chảy liên tục từ năm 1978 đến nay, số liệu tin cậy có thể sử dụng làm lưu vực tương tự. Lưu lượng đỉnh lũ của hồ Buôn Tua Srah được tính theo công thức triết giảm từ dòng chảy lũ trạm Đức Xuyên (Quy phạm Thủy lợi C6-77):

$$Q_{\max \text{BuonTuaSrah}} = Q_{\max \text{Đức Xuyên}} \left(\frac{F_{\text{BuonTuaSrah}}}{F_{\text{Đức Xuyên}}} \right)^{1-n} \quad (3)$$

Trong đó: $Q_{\max \text{Đức Xuyên}}$ là lưu lượng đỉnh lũ tại Đức Xuyên, $Q_{\max \text{BuonTuaSrah}}$ là lưu lượng đỉnh lũ tính toán tại hồ Buôn Tua Srah, F là diện tích lưu vực, n là hệ số triết giảm lấy bằng 0,30.

$Q_{\max \text{Đức Xuyên}}$ ứng với tần suất thiết kế được tính toán dựa trên số liệu đo đạc dòng chảy lũ thực đo tại trạm Đức Xuyên.

Kết quả tính toán lưu lượng lũ thiết kế tại trạm Đức Xuyên và hồ Buôn Tua Srah đối với dữ liệu thực đo từ năm 1978 đến năm 2010 được trình bày ở bảng 1:

Bảng 1. Các đặc trưng thống kê và lưu lượng đỉnh lũ thiết kế

Thông số	$Q_{\max TB}$	C_v	C_s	0.01%	0.10%	1%	10%
Đơn vị	m ³ /s			m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Trạm Đức Xuyên	956	0.52	1.4	4452	3517	2580	1614
Hồ Buôn Tua Srah				4299	3396	2491	1559

4.2 Mô phỏng dòng chảy theo các kịch bản BDKH

4.2.1 Mô phỏng dòng chảy ngày tại Đức Xuyên

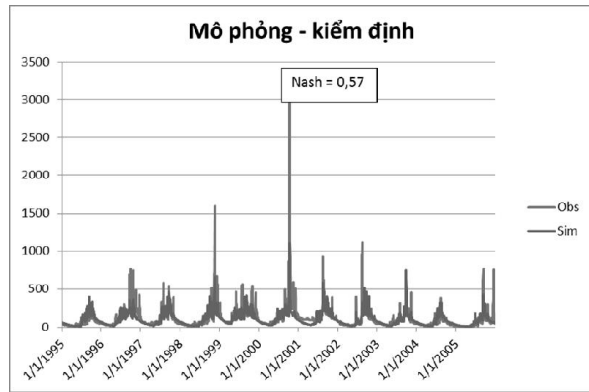
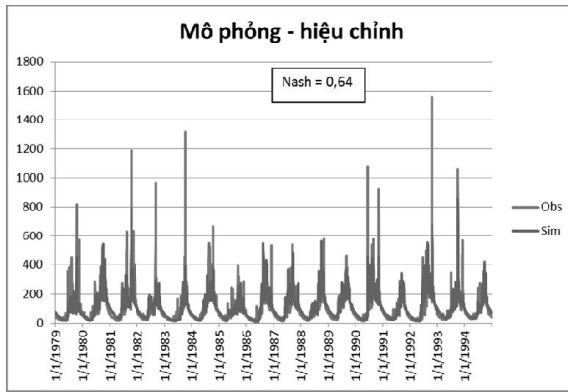
Để mô phỏng dòng chảy trong tương lai theo các kịch bản BDKH, nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE-NAM với các thông số được xác

định dựa trên số liệu mưa thực đo Đức Xuyên và bốc hơi tại trạm Buôn Ma Thuột từ năm 1978 – 2010 mô phỏng dòng chảy đến trạm thủy văn Đức Xuyên (từ năm 2011 dòng chảy tại Đức Xuyên bị ảnh hưởng bởi hồ chứa Buôn Tua Srah). Giai đoạn hiệu chỉnh từ năm 1979 đến năm 1994 cho hệ số Nash là 0,64; giai đoạn kiểm định từ 1995 đến 2009 cho hệ số Nash là

0,57 (Hình 7). Kết quả này là chấp nhận được do lưu vực Đức Xuyên là lưu vực lớn nhưng chỉ có 1 trạm đo mưa nên khó đại biểu. Các trạm mưa lân cận nằm ở dưới xa phía hạ lưu lưu vực, hoặc nằm ở vùng khí hậu khác nên không sử dụng được.

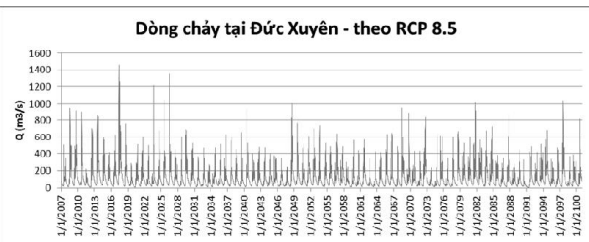
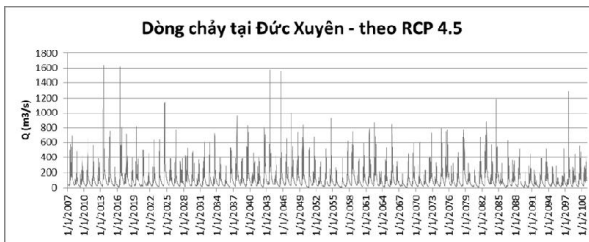
Mô hình mô phỏng thời đoạn ngày với bộ thông số tìm được như sau:

Thông số	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF
Giá trị	17.3	300	0.32	859	36	0.46	0.1	0.1	2340



Hình 7. Mô phỏng dòng chảy tại Đức Xuyên theo MIKE-NAM

Kết quả mô phỏng dòng chảy ngày tại Đức Xuyên theo các kịch bản BĐKH được trình bày ở Hình 8.



Hình 8. Dòng chảy tại Đức Xuyên theo các kịch bản BĐKH

4.2.2 Phân tích quan hệ $Q_{max}-Q_{1ngàymax}$

Dựa trên số liệu lũ quan trắc từ giai đoạn 1978 đến 2010, nghiên cứu đã phân tích quan hệ giữa lưu lượng đỉnh lũ của năm Q_{max} với lưu lượng trung bình ngày lớn nhất năm $Q_{1ngàymax}$. Kết quả (Hình 9) cho thấy chúng có quan hệ rất tốt với hệ số tương quan $R = 0,98$.

IV.2.3 Xác định lưu lượng đỉnh lũ thiết kế

theo các kịch bản BĐKH

Từ phương trình mô tả quan hệ tương quan giữa Q_{max} và $Q_{1ngàymax}$ ở trên, tính toán xây dựng chuỗi số liệu Q_{max} tại Đức Xuyên từ chuỗi số liệu dòng chảy ngày đã được tính toán mô phỏng bằng mô hình MIKE-NAM từ đó xác định được lưu lượng đỉnh lũ thiết kế theo các kịch bản BĐKH.

Kết quả cuối cùng được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. So sánh lưu lượng đỉnh lũ thiết kế theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH

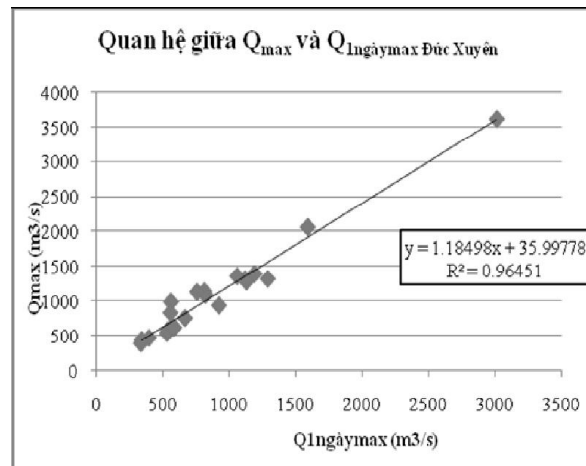
Thông số	Q _{max} TB	C _v	C _s	0.01%	0.10%	1%	10%
Đơn vị	m ³ /s			m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Lưu vực Đức Xuyên							
Hiện trạng	956	0.52	1.40	4452	3517	2580	1614
RCP4.5	752	0.50	1.52	3508	2754	2007	1249
RCP8.5	740	0.42	1.27	2829	2284	1733	1153
Hồ Buôn Tua Srah							
Hiện trạng				4299	3396	2491	1559
RCP4.5				3388	2659	1938	1206
RCP8.5				2732	2206	1673	1113

Có thể thấy, lưu lượng đỉnh lũ thiết kế ở cả 2 kịch bản đều giảm, trong đó với kịch bản RCP4.5 có mức độ giảm trung bình 20%, còn kịch bản RCP8.5 có mức độ giảm trung bình 30%. Hệ số biến thiên C_v 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 C_s 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 Buôn Tua Srah. 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 giảm từ 20% đến 30% do sự suy giảm của lượng mưa một ngày lớn nhất dẫn đến lưu lượng trung bình ngày lớn nhất cũng bị giảm theo.

Nghiên cứu cho thấy, lưu lượng đỉnh lũ thiết kế của hồ chứa theo hiện trạng cao hơn so với kết quả tính toán trong thời kỳ tương lai theo các kịch bản BĐKH, đồng nghĩa với việc hồ chứa được đảm bảo an toàn. Tuy nhiên, một số vấn đề chưa được xem xét trong nghiên cứu. Ví dụ như đây mới chỉ là kết quả tính toán theo một mô hình khí hậu toàn cầu, với các mô hình khí hậu toàn cầu khác sẽ có thể cho các kết quả khác. Hồ chứa Buôn Tua Srah có diện tích lưu vực lớn nhưng chỉ có một trạm đo mưa nằm ở



Hình 9. Quan hệ giữa Q_{max} và $Q_{1ngaymax}$ Đức Xuyên

hạ lưu lưu vực nên chắc chắn sẽ có sai số thể hiện ở kết quả hiệu chỉnh và kiểm định chuỗi dòng chảy ngày tại Đức Xuyên chưa cao. Tuy vậy, nghiên cứu cho thấy phương pháp tính toán này có thể áp dụng tốt cho các lưu vực khác trong khu vực và ở Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN:

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. Tác giả xin gửi lời cảm ơn Ban Chủ nhiệm đề tài đã cung cấp số liệu cũng như đóng góp nhiều ý kiến quý báu trong quá trình nghiên cứu.

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.

Abstract:

DESIGN FLOOD ESTIMATION FOR BUON TUA SRAH RESERVOIR IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

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 Buon Tua Srah reservoir. Using the output of RCP4.5 and RCP8.5 scenarios from the HadGEM2-AO and HadGEM3-RA models, the results show that the annual flow tends to decrease, the magnitudes of peak flood also decrease about 20% to 30%. 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, Buon Tua Srah, statistical downscaling.

BBT nhận bài: 22/4/2015

Phản biện xong: 21/5/2015