

## **ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN SẢN LƯỢNG THỦY ĐIỆN HỒ THÁC MƠ**

**Nguyễn Thị Thu Hà<sup>1</sup>, Lương Thị Nguyệt Hà<sup>1</sup>  
Ngô Lê An<sup>2</sup>, Nguyễn Thị Thu Hà<sup>2</sup>**

**Tóm tắt:** Thủy điện có tỷ trọng cao trong cơ cấu sản xuất điện ở Việt Nam. Tuy nhiên, thủy điện chịu ảnh hưởng bởi sự thay đổi của các yếu tố khí tượng, đặc biệt là mưa và bốc hơi. Biến đổi khí hậu (BĐKH) làm thay đổi sâu sắc các yếu tố đầu vào của nhà máy thủy điện, vì thế sẽ có tác động trực tiếp đến khả năng sản xuất điện của các nhà máy thủy điện nói chung. Nghiên cứu này tập trung đánh giá tác động của BĐKH đến sản lượng nhà máy thủy điện, minh họa bằng công trình thủy điện Thác Mơ sử dụng mô hình thủy văn GR4J kết hợp với mô đun mô phỏng sản lượng điện qua hồ chứa. Sử dụng dữ liệu BĐKH từ 6 mô hình khí hậu vùng (RCM) từ dự án CORDEX với 2 kịch bản RCP2.6 và RCP8.5 đã được hiệu chỉnh sai số, nghiên cứu đã chỉ ra sự thay đổi về lượng mưa, sự suy giảm về dòng chảy cũng như sản lượng điện (từ 20-40%) tính đến giai đoạn giữa thế kỉ 21.

**Từ khoá:** BĐKH, sản lượng điện, hồ Thác Mơ...

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Năng lượng đóng vai trò vô cùng quan trọng trong đời sống kinh tế – xã hội. Xã hội càng phát triển thì nhu cầu sử dụng năng lượng ngày càng cao. Ở nước ta, trong quá trình phát triển kinh tế sau hơn 30 năm đổi mới, các thủy điện lớn, nhỏ ở Việt Nam đã có những đóng góp lớn và là một trong ba nguồn năng lượng chính đáp ứng nhu cầu điện quốc gia, phục vụ phát triển kinh tế – xã hội tại nhiều địa phương, đặc biệt là các vùng còn khó khăn như Tây Bắc, miền Trung – Tây Nguyên. Thủy điện chiếm một tỷ trọng cao trong cơ cấu sản xuất điện ở Việt Nam là nhờ vào hệ thống mạng lưới sông dày đặc (hơn 2360 sông và suối có chiều dài hơn 10km) và được quan tâm khai thác từ rất sớm. Hiện nay, mặc dù ngành điện đã phát triển đa dạng hóa nguồn điện, nhưng thủy điện vẫn đang chiếm một tỷ trọng đáng kể. Năm 2019, thủy điện chiếm khoảng 37% trong tổng sản xuất điện (Hoạch, 2021). Theo dự báo của dự thảo Quy hoạch điện VIII (Viện Năng lượng, 2021) thì

đến các năm 2030 và 2045 tỷ trọng thủy điện vẫn còn khá cao, tương ứng là 18% đến năm 2030 và 9% vào năm 2045... Mặc dù nguồn năng lượng thủy điện được xem như là một nguồn năng lượng tái tạo rẻ, lâu dài, linh hoạt và ít gây ô nhiễm, nhưng nó lại dễ bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi của các yếu tố khí tượng, đặc biệt là lượng mưa và nhiệt độ. Theo dự đoán, lượng khí nhà kính mà con người thải ra bầu khí quyển ngày càng tăng hiện nay sẽ tạo nên những biến đổi lớn về khí hậu trong thế kỷ tới. Biến đổi khí hậu (BĐKH) sẽ làm thay đổi sâu sắc các yếu tố đầu vào của nhà máy thủy điện như: mưa, bốc hơi, dòng chảy mùa lũ, dòng chảy mùa cạn, xói mòn lưu vực, bồi lắng hồ chứa... Những sự thay đổi này sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng sản xuất điện của các nhà máy thủy điện nói chung. Theo Báo cáo về chỉ số rủi ro khí hậu dài hạn 2021 của tổ chức Germanwatch (Eckstein, Künzel và Schäfer, 2021), Việt Nam là một trong 10 quốc gia nhạy cảm và chịu ảnh hưởng nhất về biến đổi khí hậu do có đường bờ biển dài, vị trí địa lý và sự đa dạng về địa hình và khí hậu. Theo Báo cáo về kịch bản BĐKH và

---

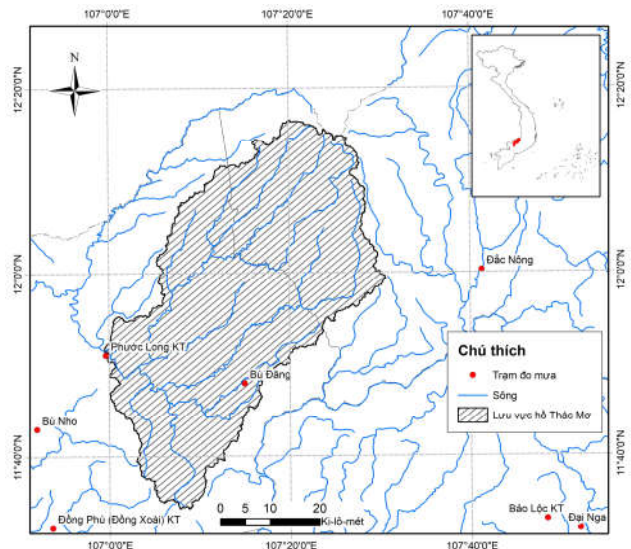
<sup>1</sup> 60V – Đại học Thủy lợi

<sup>2</sup> Bộ môn Thủy văn & BĐKH, ĐH Thủy lợi

nước biển dâng cho Việt Nam năm 2016 (Bộ Tài nguyên và Môi Trường, 2016), nhiệt độ trung bình ở Việt Nam có thể tăng lên 3°C vào năm 2100. Tuy nhiên, lượng mưa có xu thế biến đổi không đồng đều giữa các vùng, có thể tăng (từ 0% đến 10%) vào mùa mưa và giảm (từ 0% đến 5%) vào mùa khô; tính biến động của mưa tăng lên. Sự thay đổi của các yếu tố khí tượng (nhiệt độ, mưa,...) sẽ làm thay đổi trực tiếp lưu lượng dòng chảy đến các hồ thủy điện và do đó sẽ ảnh hưởng tới thiết kế và sản lượng điện của các nhà máy thủy điện. Tùy từng khí hậu và thủy văn của từng vùng mà tác động của BĐKH đến các nhà máy thủy điện là khác nhau. Do vậy, việc dự báo và đo lường những tác động của BĐKH đến sản lượng thủy điện của từng hồ, từng khu vực là rất quan trọng trong bối cảnh BĐKH ngày một phức tạp. Điều đó có ý nghĩa đặc biệt công tác quy hoạch, thiết kế và quản lý vận hành các hồ thủy điện nói riêng và cơ cấu nguồn năng lượng nói chung thích ứng với BĐKH và phát triển kinh tế bền vững. Nghiên cứu này do đó tập trung vào phương pháp dự đoán và đo lường những tác động của BĐKH đến sản lượng thủy điện của công trình thủy điện, minh họa cho công trình thủy điện Thác Mơ nằm trên thượng nguồn sông Bé tỉnh Bình Phước.

Công trình thủy điện Thác Mơ nằm trên thượng nguồn sông Bé, thuộc địa phận 3 huyện, thị (thị xã Phước Long, huyện Bù Đăng và huyện Bù Gia Mập) tỉnh Bình Phước, Công trình cách thành phố Hồ Chí Minh về phía Tây Nam 170 km, đây là bậc thang trên cùng của tổng sơ đồ khai thác năng lượng của lưu vực sông Bé. Nhiệm vụ chủ yếu của Công trình thủy điện Thác Mơ là cung cấp điện cho hệ thống điện miền Nam ở giai đoạn 1995-2000 và đến nay thì đã được hòa vào lưới điện của Quốc gia, với công suất lắp máy ban đầu là 150 MW và công suất đảm bảo 50-55MW, điện lượng trung bình hàng năm khoảng 600 triệu kWh. Gần đây, thủy điện Thác Mơ mở rộng, tăng thêm công suất lắp máy 75 MW với 1 tổ máy, khởi công tháng 7/2014, hoàn thành tháng 07/2017, nâng tổng công suất lắp máy là 225 MW, sản lượng

điện hàng năm 662 triệu kWh. Ngoài ra, chế độ điều tiết của Nhà máy thủy điện Thác Mơ sẽ tạo nguồn nước cho tưới tiêu và sinh hoạt đối với khu vực hạ du sông Bé - Phước Hòa - Thành phố Hồ Chí Minh, với lưu lượng mùa khô 56m<sup>3</sup>/s (Bộ Công Thương, 2018).



Hình 1. Lưu vực hồ thủy điện Thác Mơ và các trạm đo mưa lân cận

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU

### 2.1 Phương pháp nghiên cứu

#### 2.1.1 Phương pháp mô hình mưa – dòng chảy và diễn toán qua hồ thủy điện

Nghiên cứu sử dụng mô hình thủy văn GR4J để mô phỏng dòng chảy từ mưa và nhiệt độ được phát triển bởi Perrin và nnk (Perrin, Michel và Andréassian, 2003). Mô hình GR4J (viết tắt của modèle du Génie Rural à 4 parameter tres Journalier) là mô hình mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy thời đoạn ngày, thông số tập trung. với 4 thông số. Mô hình GR4J với ưu điểm cấu trúc mô hình đơn giản, chỉ có 4 thông số, và đã được chứng minh sử dụng thành công trên rất nhiều lưu vực trên thế giới.

Để mô phỏng dòng chảy cũng như ước tính sản lượng điện qua hồ thủy điện, nghiên cứu sử dụng mô hình HEC-RESSIM (UACE, 2021) được phát triển bởi Quân đội kỹ sư Hoa Kỳ. Các thông số vật

lý của hồ chứa Thác Mơ như đường đặc tính lòng hồ, kích thước tràn... được sử dụng trực tiếp trong mô hình HEC-RESSIM.

### 2.1.2 Phương pháp hiệu chỉnh sai số từ mô hình GCM/RCM

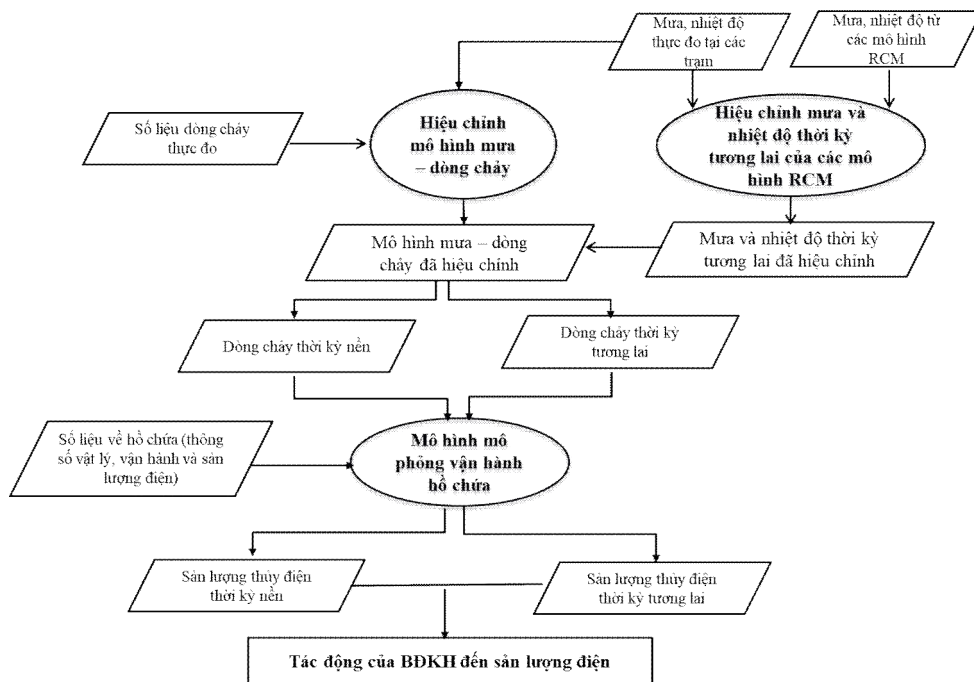
Các mô hình GCM hay RCM có đặc điểm thường có sai số lớn khi so với số liệu thực đo. Do vậy, số liệu mưa, nhiệt độ lấy trực tiếp từ của các mô hình GCM hay RCM này cần được hiệu chỉnh dựa trên số liệu thực đo tương ứng nhằm phản ánh điều kiện cụ thể của địa phương và giảm sai số hệ thống của mô hình. Kỹ thuật hiệu chỉnh thống kê sản phẩm thô GCM hay RCM rất đa dạng, từ kỹ thuật đơn giản (phương pháp hiệu chỉnh giá trị trung bình, phương pháp hiệu chỉnh giá trị trung bình và phương sai) đến kỹ thuật phức tạp hơn (phương pháp hiệu chỉnh phân vị hay phương pháp hiệu chỉnh dựa trên phân phối xác suất). Trong các ứng dụng liên quan đến tài nguyên

nước, kỹ thuật hiệu chỉnh phân vị (QM) được sử dụng phổ biến hơn cả do nó có thể hiệu chỉnh sai số toàn bộ đặc tính hàm phân phối mưa thay vì chỉ một đến hai thuộc tính thống kê của mưa. Về cơ bản, QM khớp hàm phân phối lũy tích (CDF) của mưa GCM với hàm phân phối lũy tích từ mưa thực đo tương ứng (Piani và *c.s.*, 2010). Gọi  $F_s$  là hàm CDF của chuỗi mưa thực đo  $X_s$  cho cả giai đoạn hiệu chỉnh tại trạm mưa  $S$  bất kỳ.  $F_G$  là hàm CDF của chuỗi mưa GCM ( $X_G$ ) tại ô lưới có khoảng cách gần nhất với trạm mưa  $S$ . QM khớp hàm phân phối lũy tích của giá trị lượng mưa ngày giữa mưa thực đo  $X_s$  và mưa GCM  $X_G$  sao cho:

$$F_G(X_G) = F_s(X_s) \text{ hay } X_s = F_s^{-1}(F_G(X_G)) \quad (2-1)$$

Trong đó,  $F_s^{-1}$  là hàm nghịch đảo của hàm  $F_s$ .

Sử dụng mối quan hệ trong (1) để hiệu chỉnh các giá trị lượng mưa GCM cho thời kỳ tương lai theo:  $X_G^{f,cor} = F_s^{-1}(F_G(X_G^f))$



Hình 2. Các bước thực hiện nghiên cứu

## 2.2 Dữ liệu khí tượng – thủy văn thực đo

Nghiên cứu sử dụng các số liệu đo mưa tại các trạm Bù Đăng, Bình Nho, Bù Nho, Lộc Bình, Phước Long, Đồng Phú. Số liệu nhiệt độ thực đo

được lấy từ trạm Phước Long KT và số liệu dòng chảy tại trạm Phước Long TV. Do trạm thủy văn Phước Long nằm ngay dưới đập thủy điện Thác Mơ nên có thể coi lưu vực trạm Phước Long là

lưu vực tương tự để mô phỏng dòng chảy của lưu vực Thác Mơ. Các số liệu được thu thập từ thời điểm bắt đầu đo tại trạm và cập nhật đến nay.

### 2.3 Số liệu về BDKH

Nghiên cứu được thực hiện bằng cách sử dụng số liệu mưa và nhiệt độ từ các mô hình BDKH vùng RCM có độ phân giải cao (25km x25km) với các điều kiện ban đầu và biên được

lấy từ các mô hình GCM. Cụ thể, nghiên cứu sử dụng 6 mô hình RCM thuộc CORDEX-SEA, được thực hiện trong khuôn khổ dự án CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiments). Bảng 1 liệt kê các mô hình GCM/RCMs cho tổ hợp đa mô hình đã triển khai trong CORDEX-SEA được sử dụng trong nghiên cứu.

**Bảng 1. Các mô hình GCM / RCM được sử dụng trong nghiên cứu**

| TT | Mô hình GCM (CMIP5) | Tên trung tâm/viện                           | Mô hình RCM      | Tên trung tâm/viện                                              | Tên viết tắt |
|----|---------------------|----------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------|
| 1  | MOHC-HadGEM2-ES     | Met Office Hadley Centre, <b>UK</b>          | GERICS-REMO2015  | Climate Service Center Germany (GERICS)                         | MOHC_v1      |
| 2  | MOHC-HadGEM2-ES     | Met Office Hadley Centre, <b>UK</b>          | ICTP_RegCM4_7_v0 | Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP) | MOHC_v0      |
| 3  | MPI-M-MPI-ESM-LR    | Meteorological Institute Max Planck, Germany | GERICS-REMO2015  | Climate Service Center Germany (GERICS)                         | MPI_v1       |
| 4  | MPI-M-MPI-ESM-MR    | Meteorological Institute Max Planck, Germany | ICTP-Reg CM4-7   | Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP) | MPI_v0       |
| 5  | NCC-Nor ESM1-M      | Norwegian Climate Center, Norway             | GERICS-REMO2015  | Climate Service Center Germany (GERICS)                         | NCC_v1       |
| 6  | NCC-Nor ESM1-M      | Norwegian Climate Center, Norway             | ICTP-Reg CM4-7   | Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP) | NCC_v0       |

Nghiên cứu sử dụng 2 kịch bản nồng độ khí nhà kính đại diện (Representative Concentration Pathways – RCP), cụ thể RCP2.6 và RCP8.5.

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

#### 3.1 Mô phỏng dòng chảy đến hồ Thác Mơ

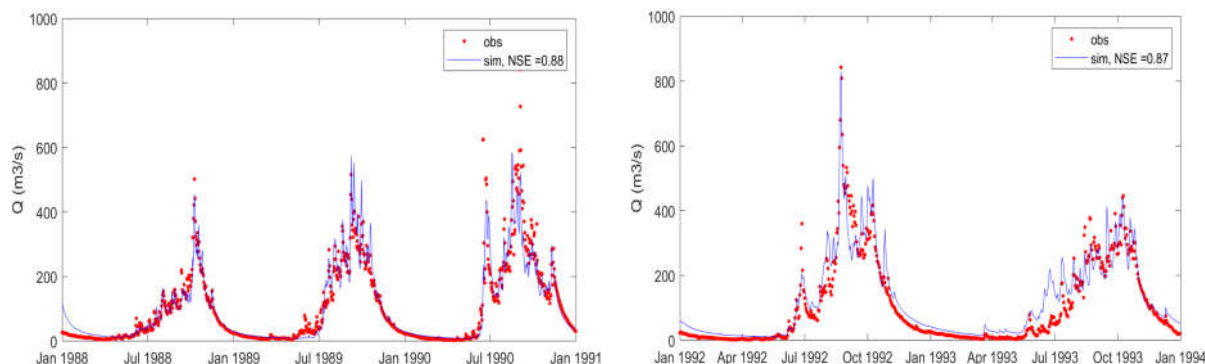
Do hồ thủy điện Thác Mơ bắt đầu xây dựng trên sông Bé phía thượng lưu trạm thủy văn Phước Long từ năm 1991 và đến năm 1995 thì bắt đầu hoạt động. Vì thế, dòng chảy đo tại trạm thủy văn Phước Long từ năm 1995 trở lại đây sẽ bị tác động bởi hoạt động điều tiết hồ chứa Thác Mơ. Do vậy, chuỗi dòng chảy thực đo từ năm 1994 trở về trước của trạm Phước Long có thể coi là dòng chảy tự nhiên, phù hợp để đánh giá khả năng mô phỏng dòng chảy của mô hình GR4J. Sau đó, bộ thông số của mô hình GR4J sau khi đã hiệu chỉnh và kiểm định đến trạm Phước Long sẽ được sử dụng để mô phỏng dòng chảy đến hồ Thác Mơ. Nghiên cứu này sử dụng package Hydromad trong ngôn ngữ R

để mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy bằng mô hình GR4J (<http://hydromad.catchment.org/>).

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho hệ số Nash đạt kết quả tốt (>0,80) thể hiện ở hình 3.

#### 3.2 Đánh giá việc hiệu chỉnh số liệu mưa và nhiệt độ từ các mô hình GCM/RCM

Kết quả hiệu chỉnh mưa và nhiệt độ của các mô hình GCM/RCM được đánh giá thông qua so sánh các đường cong duy trì lưu lượng đến hồ Thác Mơ. Hình 4 là so sánh đường cong duy trì lưu lượng xây dựng từ dòng chảy tính toán từ số liệu mưa thực đo (Sim\_obs trên hình vẽ) và các đường cong duy trì lưu lượng xây dựng từ số liệu dòng chảy tính toán từ mưa chưa hiệu chỉnh (Hình 4a) và mưa đã hiệu chỉnh (Hình 4b) của các mô hình RCM (tên của các mô hình RCM tương ứng với các màu khác nhau trên hình). Sau khi hiệu chỉnh, các mô hình RCM đã có sự trùng khớp hơn với đường thực đo.



Hình 3. Kết quả mô phỏng hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy đến trạm Phước Long

### 3.3 Mô phỏng sản lượng điện

Kết quả mô phỏng sản lượng điện hiện trạng được đánh giá thông qua so sánh số liệu thực tế và số liệu tính toán của sản lượng thủy điện từ hồ Thác Mơ trong nhiều năm (1996 – 2017) và được trình bày trong Hình 5. Trong những năm khác nhau thì sẽ có lượng điện tiêu thụ khác nhau. Đối với Hình 5A, trong số liệu về thực đo thì thấp nhất khoảng trên 500 nghìn MWh và cao nhất khoảng hơn 1 triệu MWh. Số liệu lượng điện tiêu thụ tính toán trên 500 nghìn và dưới 1 triệu MWh. Năm có lượng điện tiêu thụ thấp nhất là năm 2016 và cao nhất ở năm 2009. Hình 5B là hình thể hiện sản lượng điện bình quân tháng tính trong nhiều năm (từ 1996-2017), lượng điện tiêu thụ trung bình cao nhất vào tháng 10 và thấp nhất vào khoảng tháng 1, tháng 2. So sánh sản lượng điện thực tế và mô phỏng cho thấy số có sự phù hợp tương đối tốt giữa giá trị mô phỏng và giá trị thực tế qua các năm.

### 3.4 Đánh giá tác động của BĐKH đến hồ Thác Mơ

#### 3.4.1 Mưa và dòng chảy

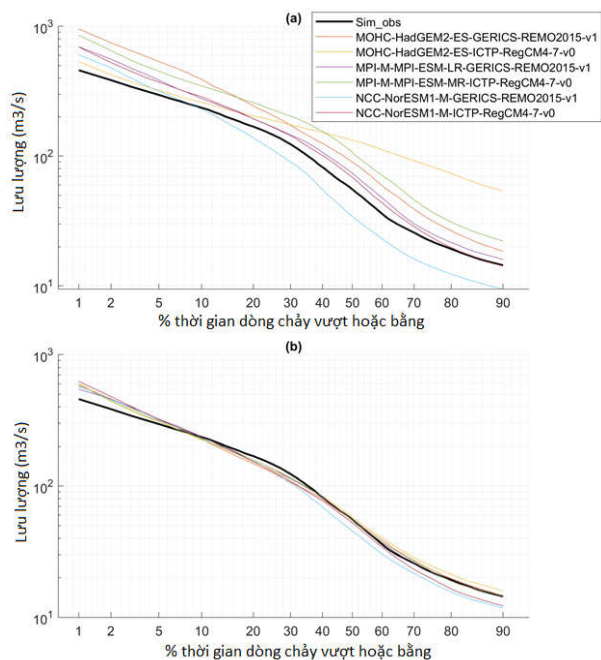
Hình 6 là kết quả về các mô hình RCM dự đoán lượng mưa và dòng chảy tháng tính bình quân thời kỳ tương lai các năm 2050s (2040 – 2069) cho hai kịch bản phát thải thấp RCP2.6 và cao RCP8.5. Các đường màu xám trên hình là kết quả dự đoán từ các mô hình RCM, đường màu đen đậm trên các hình này là giá trị tính trung bình tính từ 6 mô hình RCM, diện tích các đường màu tím là giá trị khoảng tin cậy 95% tính từ 6 mô hình RCM.

Sự thay đổi lượng mưa và dòng chảy tháng bình quân thời kỳ tương lai so với thời kỳ nền, được tính toán theo tỷ lệ phần trăm theo công thức:  $[(\text{giá trị trung bình thời kỳ tương lai} - \text{giá trị trung bình thời kỳ nền}) / \text{giá trị trung bình thời kỳ nền} * 100]$ .

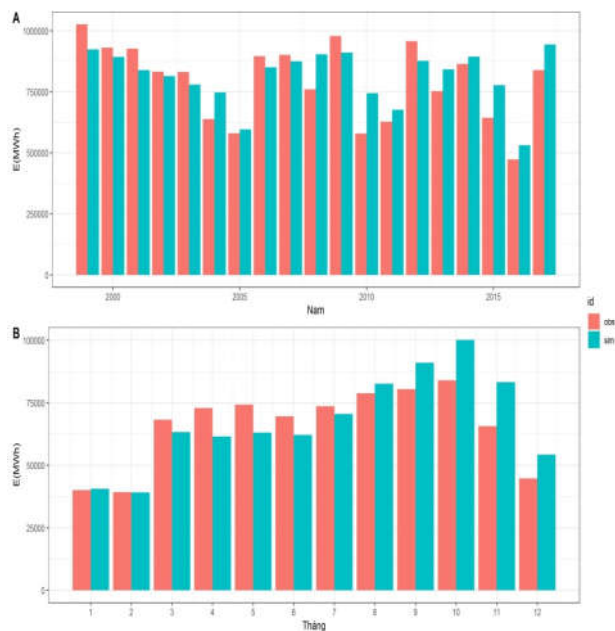
Đối với sự thay đổi của phần trăm lượng mưa, xem xét kịch bản RCP2.6, mức thay đổi lượng mưa hàng năm dao động tăng từ 80% và giảm mức 75% tùy thuộc vào khoảng thời gian và mô hình khí hậu. Trung bình dài hạn hàng năm lượng mưa dự kiến sẽ giảm hầu hết ở MPI\_v1, MPI\_v0, NCC\_v1, NCC\_v0 cho hầu hết mọi khoảng thời gian. Và sẽ tăng lên một số khoảng thời gian đối với MOHC\_v1, MOHC\_v0, NCC\_v0. Xem xét kịch bản phát thải cao (RCP8.5), lượng mưa hàng năm được dự báo là tăng MOHC\_v1, MOHC\_v0, NCC\_v0 và giảm MPI\_v1, MPI\_v0, NCC\_v1.

Tương tự ở sự thay đổi về lưu lượng dòng chảy, kịch bản RCP2.6 cũng thay đổi từ 48% cho NCC\_v0 và giảm xuống mức 62% cho MOHC\_v1, NCC\_v1. Và sẽ giảm hầu hết trong các tháng là MOHC\_v1, MPI\_v1, MPI\_v0, NCC\_v1. Đối với RCP8.5 tăng cao nhất vào khoảng tháng 3 với mức % vượt quá 65% ở mô hình NCC\_v0 và đây cũng là mô hình tăng trong hầu hết các tháng trừ tháng 5. Mô hình giảm là các mô hình như MOHC\_v1, MOHC\_v0, MPI\_v1, MPI\_v0, NCC\_v1.

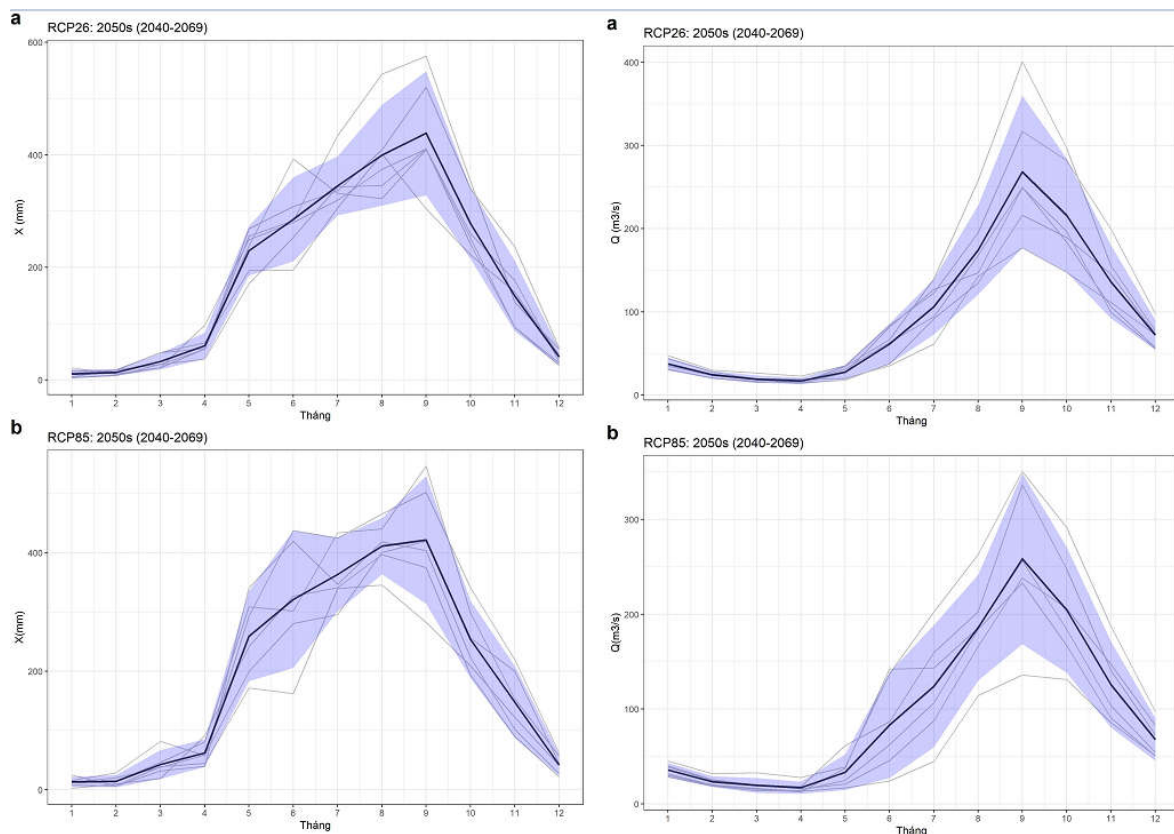




Hình 4. So sánh các đường cong duy trì lưu lượng xây dựng từ số liệu dòng chảy mô phỏng từ mưa thực đo (obs) và số liệu mưa chưa hiệu chỉnh (a) và số liệu mưa đã hiệu chỉnh (b) của các mô hình RCM.



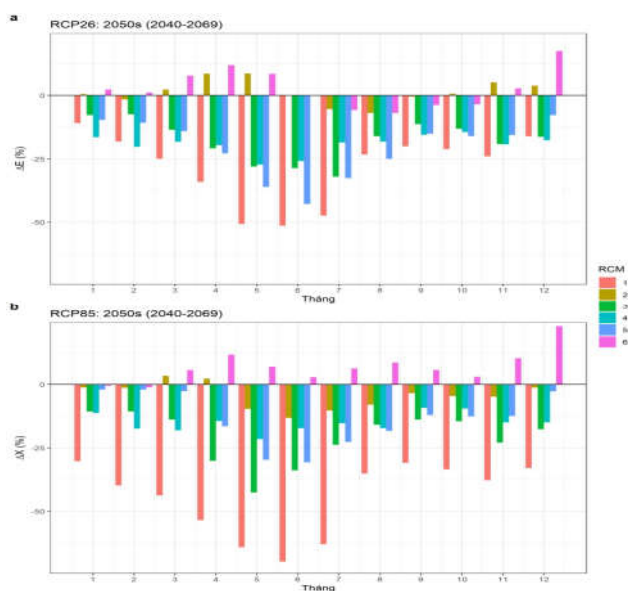
Hình 5. So sánh sản lượng điện hàng năm - (Hình A) và sản lượng điện bình quân tháng trung bình trong thời kỳ nhiều năm (1996-2017) – (Hình B) giữa thực đo và mô phỏng



Hình 6. Đường quá trình bình quân tháng về lượng mưa (trái) và lưu lượng (phải) trong thời kỳ tương lai dự đoán từ các mô hình RCM

### 3.4.2 Sản lượng điện

Hình 7 cho thấy những thay đổi sản lượng thủy điện tháng tính bình quân trong thời kỳ tương lai của hồ Thác Mơ so với thời kỳ gốc (1988 đến 2017). Sản lượng thủy điện trong tương lai dự kiến sẽ giảm trong MOHC\_v1, MPI\_v1, MPI\_v0, NCC\_v1 dao động cao nhất giảm khoảng 50% theo kịch bản RCP2.6 và MOHC\_v1, MOHC\_v0, MPI\_v1, MPI\_v0, NCC\_v1 nhưng đối với mô hình MOHC\_v0 vẫn tăng ở giai đoạn tháng 2,3 trong kịch bản RCP8.5. Tuy nhiên, các GCM khác có xu hướng trái chiều trong sản xuất thủy điện trong tương lai. Các mức tăng sản lượng thủy điện lớn nhất được quan sát là 27% vào tháng 12 của mô hình NCC\_v0 theo RCP8.5, trong khi mức giảm lớn nhất được tìm thấy khoảng 70% của mô hình MOHC\_v1 theo RCP8.5. Kết quả chỉ ra rằng tồn tại những điểm không chắc chắn lớn trong dự kiến sản xuất thủy điện trong tương lai do sự khác biệt giữa các dự báo của mô hình khí hậu.



Hình 7. Sản lượng thủy điện tháng tính bình quân trong thời kỳ tương lai các năm 2050s của hồ Thác Mơ theo (a) RCP 2.6 (b) RCP 8.5

So sánh sự thay đổi của sản lượng thủy điện hàng năm tính bình quân trong thời kỳ tương lai

của hồ Thác Mơ theo các kịch bản RCP2.6 và RCP8.5 được trình bày trong Hình 9. Hình 9 cho thấy mô hình RCM NCC\_v0 dự báo sản lượng dự kiến theo cả hai kịch bản dự kiến sẽ tăng theo; sự gia tăng khoảng 5% theo RCP2.6 và 7~10% trong kịch bản RCP8.5. Đối với các mô hình khác, sản lượng thủy điện hàng năm dự kiến sẽ giảm đáng kể. Tuy nhiên, sản lượng điện dự báo từ MOHC\_v0 cho thấy xu hướng tăng đối với kịch bản RCP2.6 nhưng xu hướng giảm theo RCP8.5. Xu hướng giảm mạnh nhất quan sát thấy là mô hình MOHC\_v1 với mức giảm 28% đối với RCP2.6 và 43% với RCP8.5.

### 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, tùy từng kịch bản BĐKH và tùy từng mô hình BĐKH khu vực mà dòng chảy đến hồ Thác Mơ và sản lượng điện của nó thay đổi khác nhau. Nhìn chung, phần lớn các mô hình RCM (5 trong 6 mô hình) cho thấy dòng chảy đến hồ và sản lượng thủy điện của hồ trong tương lai (tính trung bình trong thời kỳ những năm 2050s) giảm một cách đáng kể từ 20 – 40%. Kết quả phản ánh sự cần thiết phải có biện pháp thích ứng thích hợp với các điều kiện biến đổi khí hậu trong tương lai và điều chỉnh các đường cong quy tắc vận hành là cần thiết để tối ưu hóa sản lượng thủy điện của hồ.

Từ kết quả nghiên cứu tác động của BĐKH đến hồ Thác Mơ có thể thấy cần có thêm những nghiên cứu và những đánh giá định lượng về ảnh hưởng của BĐKH đến tình hình dòng chảy vào các hồ thủy điện và do đó đến sản lượng thủy điện nói chung. Những đánh giá định lượng này cần dựa trên đa mô hình BĐKH (do các mô hình BĐKH có thể cho các kết quả định lượng khác nhau) và đa kịch bản phát thải khí nhà kính. Từ đó, các nhà quản lý và vận hành có cơ sở để xây dựng quy trình vận hành tối ưu hoặc có kế hoạch vận hành phát điện phù hợp để ứng phó với các tình huống bất lợi có thể xảy ra do BĐKH.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Công Thương, (2018) “Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện Thác Mơ”.
- Bộ Tài nguyên và Môi Trường (2016) Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam.
- Hoạch, N. H. (2021) “Vai trò của thủy điện trong hệ thống khi Việt Nam phát triển mạnh điện mặt trời Năng lượng Việt Nam”, Tạp chí Năng lượng Việt Nam, 188+189, tr 8–11.
- Viện Năng lượng, (2021) Dự thảo Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021-2030 tầm nhìn đến năm 2045. Hà Nội.
- Eckstein, D., Kunzel, V. và Schäfer, L. (2021) “Global climate risk index 2021”, Germanwatch e.V., tr 28.
- Perrin, C., Michel, C. và Andréassian, V. (2003) “Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation”, Journal of Hydrology, 279(1–4), tr 275–289. doi: 10.1016/S0022-1694(03)00225-7.
- Piani, C. và c.s. (2010) “Statistical bias correction of global simulated daily precipitation and temperature for the application of hydrological models”, Journal of Hydrology, 395(3–4), tr 199–215. doi: 10.1016/j.jhydrol.2010.10.024.
- UACE, (2021) HEC-ResSim, Reservoir System Simulation User’s Manual. Davis.

### Abstract:

#### IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON HYDROPOWER GENERATION IN THAC MO HYDROPOWER PLANT

*Hydropower makes it an important contributor to Vietnam’s energy grid, accounting for about 40% of the total national electricity production. However, hydropower generation is very sensitive to changes and variability in climate variables, particularly rainfall and evaporation. Climate change, which substantially impacts climate variables and runoff, has a significant influence on the inflows to reservoirs at hydropower plants, and their hydropower generation. Therefore, this study aims to conduct a quantitative assessment of the climate change impact on the future hydropower production, demonstrated for the Thac Mo hydropower Project. This study uses a GR4J hydrological model coupled with a hydropower simulation model to simulate future inflow and hydropower generation at the hydropower plant under climate change. Six Regional Climate Models (RCMs) from The Coordinated Regional Downscaling Experiment (CORDEX) with two representative concentration pathways (RCP2.6 and RCP8.5) scenarios are bias-corrected by quantile mapping method to project changes in future rainfall and temperature for the study area. Our quantitative assessments indicate that climate change is expected to alter the rainfall regime, decrease the average annual inflow and hydropower generation by 20 – 40% by the middle of the 21st century.*

**Keywords:** Climate change, hydropower generation, Thac Mo...

---

Ngày nhận bài: 06/7/2021

Ngày chấp nhận đăng: 22/8/2021