

## NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ DÒNG CHẢY MÙA CẠN TRÊN LƯU VỰC SÔNG VU GIA - THU BỒN DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Vũ Thị Thuỷ

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Ngô Lê An, Nguyễn Thanh Thuỷ

Trường Đại học Thủy lợi

**Tóm tắt:** Tài nguyên nước là một trong những đối tượng chịu tác động trực tiếp và mạnh mẽ nhất của biến đổi khí hậu (BĐKH). Mưa lớn có xu thế xảy ra thường xuyên hơn vào mùa mưa, lượng mưa giảm vào các tháng mùa khô. Những sự thay đổi này làm cho sự phân bố nước giữa mùa lũ và mùa cạn ngày càng chênh lệch, dòng chảy cực trị xuất hiện với cường suất và tần suất nghiêm trọng hơn. Đặc biệt, sự suy giảm dòng chảy vào mùa cạn sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng cấp nước và chất lượng nước lưu vực. Vì vậy, việc lượng hóa ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa cạn là rất cần thiết trong quản lý tài nguyên nước lưu vực. Nghiên cứu đã thực hiện đánh giá thay đổi dòng chảy năm và dòng chảy cực tiểu cho lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn ứng với kết quả mô phỏng của 11 mô hình khí hậu vùng cho kịch bản phát thải thấp RCP 4.5 và kịch bản phát thải cao RCP 8.5. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng mặc dù dòng chảy năm có xu hướng tăng, dòng chảy mùa cạn lại có xu thế giảm mạnh. Tổng lượng dòng chảy mùa cạn giảm 30% tại trạm Nông Sơn và giảm 10% tại trạm Thành Mỹ. Dòng chảy ngày nhỏ nhất trung bình giảm 54% tại trạm Nông Sơn và giảm 55% tại trạm Thành Mỹ.

**Từ khoá:** Biến đổi khí hậu, Vu Gia – Thu Bồn, dòng chảy, mùa cạn

**Summary:** Water resources is the most directly affected by climate change. Heavy rain events occur more frequently in rainy season while rainfall decreases in dry season. These changes enlarge the discrepancy in total flow between the flood and dry seasons. The extreme flow events appear more frequently and severely. Especially, the flow reduction in dry season will influence the water supply capacity and water quality in river basins. Therefore, the quantification of climate change impact on low flow is necessary for water resources management. The effects of climate change on seasonal flow and extreme low flow are evaluated for Vu Gia - Thu Bon river basin by simulating 22 climate model runs corresponding to emission scenarios RCP 4.5 and RCP 8.5. The results indicate that the annual flow increases. However, the total flow in dry season decreases approximately 30% at Nong Son station and 10% at Thanh My station. The average extreme low flow decreases about 54% at Nong Son station and 55% at Thanh My station.

**Keywords:** Climate change, Vu Gia – Thu Bon, flow, dry season...

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam được đánh giá là một trong mười quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất từ các hiện tượng cực đoan trong giai đoạn từ 1998

đến 2017 (Eckstein, 2019). Sự gia tăng cường độ và tần suất của các hiện tượng thời tiết cực đoan trong tương lai sẽ làm thay đổi các đặc trưng của tài nguyên nước Việt Nam nói chung và lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn. Cụ thể, mưa lớn có thể xảy ra thường xuyên hơn làm tăng nguy cơ xảy ra lũ lụt. Đồng thời, lượng mưa giảm, bốc hơi tăng vào các tháng mùa

---

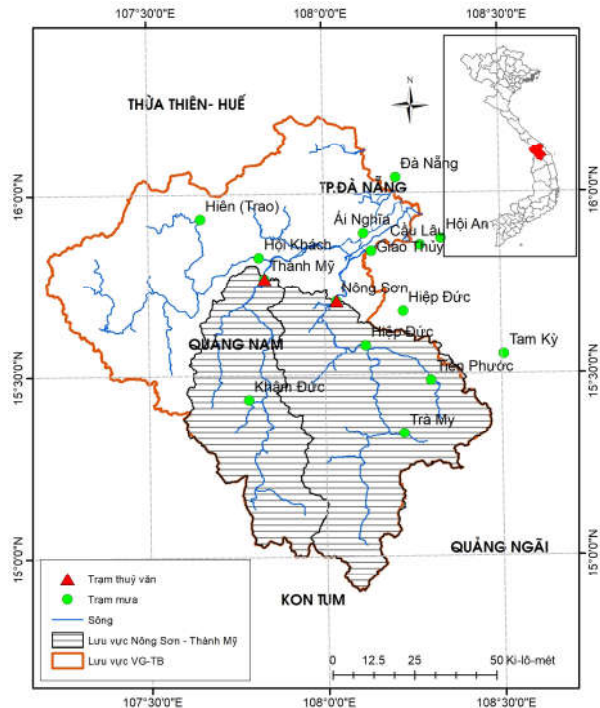
Ngày nhận bài: 19/11/2019

Ngày thông qua phản biện: 05/12/2019

Ngày duyệt đăng: 13/12/2019

khô cùng với sự gia tăng về tần suất và cường độ của El Nino làm cho hạn hán có xu thế xảy ra thường xuyên và kéo dài hơn (IMHEN và UNDP, 2015). Sự phân bổ nước giữa mùa lũ và mùa cạn ngày càng chênh lệch sẽ gây nhiều khó khăn cho việc quản lý tài nguyên nước. Dòng chảy mùa cạn giảm kéo theo khả năng cấp nước tự nhiên và khả năng tự làm sạch của dòng sông giảm, mâu thuẫn giữa các đối tượng sử dụng nước gia tăng. Vì vậy, việc đánh giá một cách định lượng dòng chảy mùa cạn dưới tác động của biến đổi khí hậu là rất cần thiết và là cơ sở để đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH) đến chất lượng nước và xâm nhập mặn, các phương án xây dựng, quản lý và vận hành các hệ thống công trình.

Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn là 1 trong 8 hệ thống sông lớn nhất Việt Nam. Sông bắt nguồn từ địa bàn tỉnh Kon Tum chảy qua tỉnh Quảng Nam, thành phố Đà Nẵng, đổ ra biển Đông qua Cửa Đại và Cửa Hàn với tổng diện tích lưu vực là 10.350 km<sup>2</sup> (Hình 1). Nước trên hệ thống sông là nguồn nước cung cấp quan trọng cho nhu cầu phát triển dân sinh kế của tỉnh Quảng Nam và thành phố Đà Nẵng, cung cấp nước tưới cho 45.000 ha đất canh tác nông nghiệp và cấp nước sinh hoạt cho gần 2 triệu người. Dòng chảy trên lưu vực phân thành hai mùa lũ và mùa cạn. Dòng chảy cạn trên lưu vực kéo dài 9 tháng từ I-IX nhưng chỉ chiếm 30-35% tổng lượng dòng chảy năm. Trong các năm từ 2014 đến 2018, sự suy giảm dòng chảy vào mùa cạn đã làm cho tình trạng ô nhiễm chất lượng nước trên sông và xâm nhập mặn trở nên nghiêm trọng (Bộ Tài Nguyên và Môi Trường, 2019). Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này tập trung vào đánh giá tác động của BĐKH đến dòng chảy mùa cạn trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.



Hình 1: Lưu vực nghiên cứu và các trạm KTTV

Để phân tích ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến dòng chảy, phương pháp mô hình toán thường được sử dụng. Các mô hình toán được chia thành nhóm mô hình thông số tập trung và mô hình thông số phân bố. Mô hình thông số phân bố có thể mô phỏng được ảnh hưởng của sự biến đổi theo không gian của các đặc trưng lưu vực đến dòng chảy. Tuy nhiên mô phỏng bằng mô hình thông số phân bố yêu cầu số liệu đầu vào nhiều và thời gian tính toán lâu. Vì vậy, mô hình thông số phân bố không phù hợp với toán mô phỏng dòng chảy cho thời gian dài. Nghiên cứu lựa chọn sử dụng mô hình thông số tập trung NAM để mô phỏng dòng chảy cho giai đoạn nền 1986-2005 và hai giai đoạn trong tương lai 2016-2035 và 2046-2065. Trong nghiên cứu sẽ xem xét kịch bản phát thải thấp và cao RCP 4.5 và RCP8.5 với kết quả chạy của 11 mô hình khí hậu sau khi hiệu chỉnh sai số bằng phương pháp phân vị kinh nghiệm.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Mô phỏng dòng chảy từ mưa

Do lưu vực Vu Gia - Thu Bồn chỉ có hai trạm

thủy văn đo dòng chảy là Nông Sơn và Thành Mỹ nên báo cáo nghiên cứu đánh giá sự thay đổi dòng chảy tại hai trạm đo này. Kết quả thay đổi tại Nông Sơn và Thành Mỹ trong tương lai theo các kịch bản BĐKH sẽ là cơ sở để đánh giá cho toàn lưu vực Vu Gia - Thu Bồn.

Để mô phỏng dòng chảy từ mưa, báo cáo sử dụng mô hình thủy văn NAM được Hansen và Niessen (Nielsen và Hansen, 1973) đề xuất. Mô hình thuộc nhóm mô hình nhận thức, thông số tập trung được chia thành 3 bể chứa mô phỏng ba thành phần dòng chảy mặt, sát mặt và ngầm (khi áp dụng ở Việt Nam đã loại bỏ bể tuyết). Mô hình có 9 thông số chính là Umax, Lmax, CQOF, CQIF, TOF, TIF, CK1-2, TG và CKBF. Mỗi thông số đều có các ý nghĩa vật lý như khả năng trữ nước (Umax, Lmax), khả năng sinh dòng chảy từ mưa (CQOF, CKIF), thời gian trễ (TOF, TIF, TG), thời gian tập trung nước (CK1-2, CKBF). Do số lượng thông số ít nên khi tìm kiếm bộ thông số cho mô hình, thường thì tất cả các thông số này đều được đưa vào phân tích, tìm kiếm.

## 2.2 Hiệu chỉnh sai số từ các mô hình khí hậu

Các mô hình khí hậu thường gặp nhiều sai số khi mô phỏng cho phạm vi địa phương do sự hiểu biết cũng như mô tả còn chưa đầy đủ, rõ ràng về quá trình thay đổi phức tạp của các đặc trưng khí hậu, cũng như các số liệu thực tế còn chưa thu thập hay đo đạc chi tiết. Do vậy, cần có một quá trình hậu xử lý đối với các dữ liệu đầu ra của các mô hình khí hậu để nâng cao chất lượng mô phỏng của các mô hình này (Maurer và Hidalgo, 2008). Phương pháp hiệu chỉnh sai số phân vị kinh nghiệm được nhiều nghiên cứu sử dụng do tính đơn giản, hiệu quả cao khi ứng dụng được cho nhiều đối tượng (Jakob Themeßl, Gobiet và Leuprecht, 2011). Hàm hiệu chỉnh sai số có dạng (Piani *et al.*, 2010):

$$P_o = F_o^{-1}(F_m(P_m)) \quad (1)$$

Trong đó  $P_o$ ,  $P_m$  tương ứng là trị số thực đo và trị số mô phỏng.  $F_o$ ,  $F_m$  là hàm phân bố lũy

tích kinh nghiệm của trị số thực đo và trị số mô phỏng tương ứng.

Ở trong nghiên cứu này, hàm hiệu chỉnh phân vị dạng (1) được sử dụng để hiệu chỉnh lượng mưa ngày.

Đối với đối tượng nhiệt độ trung bình, nghiên cứu sử dụng phương pháp hiệu chỉnh đơn giản (Lehner *et al.*, 2006) có dạng:

$$T_{d,m}^{scen} = T_{d,m}^{obs} + (\overline{T_m^{RCMscen}} - \overline{T_m^{RCMbase}}) \quad (2)$$

Trong đó  $T_{d,m}^{scen}$ ,  $T_{d,m}^{obs}$  là nhiệt độ mô phỏng và thực đo;  $\overline{T_m^{RCMscen}}$ ,  $\overline{T_m^{RCMbase}}$  tương ứng là nhiệt độ trung bình tháng của các mô hình khí hậu toàn cầu thời kỳ tương lai và thời kỳ nền.

## 2.3 Mô phỏng bốc hơi tiềm năng từ nhiệt độ

Bốc hơi là một thành phần quan trọng trong phương trình cân bằng nước. Trong các kịch bản BĐKH, thành phần bốc hơi không được mô phỏng trực tiếp từ các mô hình khí hậu mà được xác định gián tiếp thông qua các yếu tố khí hậu khác như nhiệt độ, áp suất... Trong nghiên cứu này, mô hình tính toán bốc hơi tiềm năng Thornthwaite được sử dụng do yêu cầu chủ yếu của mô hình là nhiệt độ không khí trung bình, phù hợp với điều kiện số liệu thu thập từ kết quả mô phỏng của các mô hình GCM theo các kịch bản trong tương lai. Mô hình Thornthwaite có dạng (Thornthwaite, 1948):

$$E_T = 16 \left( \frac{L}{12} \right) \left( \frac{N}{30} \right) \left( \frac{10T_a}{I} \right)^\alpha \quad (3)$$

Trong đó  $E_T$  là bốc thoát hơi tiềm năng,  $L$  là số giờ nắng trong ngày trung bình (giờ),  $T_a$  là nhiệt độ trung bình ngày của tháng tính toán ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $N$  là số ngày trong tháng,  $\alpha$  được tính theo công thức:

$$\alpha = (6,75 * 10^{-7}) I^3 - (7,71 * 10^{-5}) I^2 + (1,792 * 10^{-2}) I + 0,49239$$

$I = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{T_{ai}}{5} \right)^{1,514}$  là chỉ số nhiệt phụ thuộc vào nhiệt độ trung bình của cả 12 tháng  $T_{ai}$ .

Trong nghiên cứu này, mô hình Thornthwaite được hiệu chỉnh và kiểm định cho dữ liệu thực đo tại trạm Đà Nẵng và Trà My.

## 2.4 Dữ liệu

### 2.4.1 Dữ liệu thực đo

Dữ liệu khí tượng thủy văn thực đo bao gồm mưa, nhiệt độ không khí trung bình, lưu lượng dòng chảy thời đoạn ngày được lấy từ các trạm đo trong lưu vực. Danh sách các trạm đo được sử dụng thể hiện ở hình 1.

### 2.4.2 Dữ liệu mô phỏng BĐKH

Nghiên cứu này sử dụng kết quả mô phỏng mưa, nhiệt độ không khí thời đoạn ngày của 11 mô hình khí hậu toàn cầu (GCM) theo hai kịch bản RCP 4.5 và RCP8.5. Tên các mô hình cũng như cơ quan phụ trách được thể hiện ở bảng 1.

**Bảng 1: Các mô hình khí hậu sử dụng trong nghiên cứu**

| TT | Tên mô hình  | Trung tâm                                            | Quốc gia   | Độ phân giải    |
|----|--------------|------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| 1  | ACCESS 1.3   | Cục Khí tượng                                        | Úc         | 1,875° x 1,25°  |
| 2  | CanESM2      | Trung tâm Mô hình và phân tích khí hậu               | Canada     | 2,81° x 2,79°   |
| 3  | CMCC-CMS     | Trung tâm Địa Trung Hải về BĐKH                      | Italia     | 1,875° x 1,865° |
| 4  | CNRM-CM5     | Trung tâm Quốc gia Nghiên cứu Khí tượng              | Pháp       | 1,40° x 1,40°   |
| 5  | CSIRO-MK3.6  | Tổ chức Nghiên cứu Khoa học và Công nghiệp Liên bang | Úc         | 1,875° x 1,865° |
| 6  | FGOALS-g2    | Viện Vật lý Khí quyển, Viện Khoa học                 | Trung Quốc | 2,81° x 2,79°   |
| 7  | GFDL-ESM2G   | Phòng thí nghiệm động lực học địa vật lý             | Mỹ         | 2,50° x 2,00°   |
| 8  | HadGEM2-CC   | Trung tâm Met Office Hadley                          | Anh        | 1,875° x 1,25°  |
| 9  | IPSL-CM5A-MR | Viện Pierre Simon Laplace                            | Pháp       | 2,50° x 1,268°  |
| 10 | MIROC5       | Viện Nghiên cứu khí quyển và đại dương               | Nhật Bản   | 1,40° x 1,40°   |
| 11 | MPI-ESM      | Viện Khí tượng Max Planck                            | Đức        | 1,875° x 1,865° |

### 2.4.3 Các kịch bản nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, thời kỳ nền được lựa chọn từ năm 1986 - 2005, trùng với thời kỳ nền theo báo cáo tổng hợp lần thứ 5 của IPCC và của Bộ Tài nguyên và Môi trường (IPCC), 2014; Bộ Tài nguyên và Môi Trường, 2016). Hai giai đoạn trong tương lai được xem xét là giai đoạn 2016 - 2035 và 2046 - 2065.

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 3.1 Mô phỏng dòng chảy

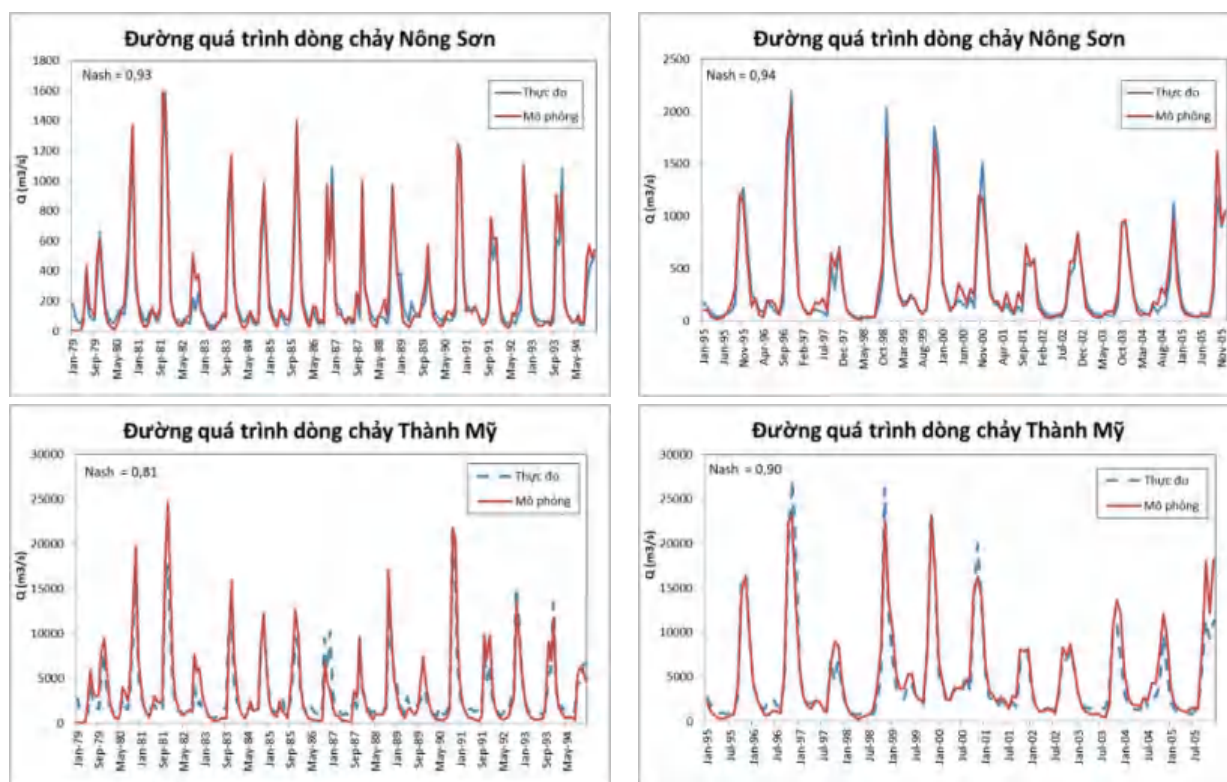
Do lưu vực Vu Gia - Thu Bồn chỉ có 2 trạm đo

dòng chảy là Nông Sơn và Thành Mỹ nên nghiên cứu này đã xây dựng mô hình NAM mô phỏng dòng chảy đến cho hai lưu vực sông này. Nhằm tránh ảnh hưởng của các công trình thủy lợi đến dòng chảy, số liệu giai đoạn hiệu chỉnh từ năm 1979 - 1994, giai đoạn kiểm định từ 1995 - 2005. Dữ liệu mưa và bốc hơi trung bình trên lưu vực được tính trung bình theo phương pháp đa giác Thiessen từ các trạm mưa thực đo. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định được trình bày ở bảng 2 và hình 2 cho thấy mô hình mô phỏng tốt quá trình lưu lượng tại tuyến cửa ra.



**Bảng 2: Bộ thông số mô hình sau bước hiệu chỉnh và kiểm định**

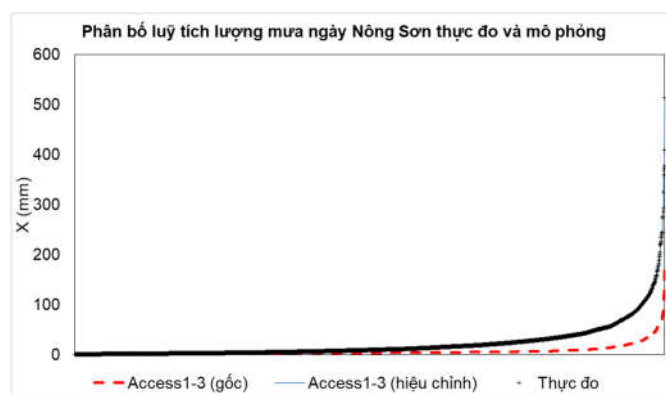
| Thông số | Umax | Lmax | CQOF | CKIF | CK1,2 | TOF  | TIF  | TG   | CKBF |
|----------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Nông Sơn | 12   | 216  | 0,77 | 203  | 30,9  | 0,76 | 0,05 | 0,05 | 1090 |
| Thành Mỹ | 19   | 162  | 0,48 | 400  | 24,3  | 0,76 | 0,05 | 0,1  | 1030 |

*Hình 2: Quá trình dòng chảy hiệu chỉnh (trái) và kiểm định (phải) tại Nông Sơn, Thành Mỹ*

### 3.2 Hiệu chỉnh sai số mô hình GCM

Kết quả mô phỏng mưa, nhiệt độ của các mô hình GCM tại các trạm đo cho sai số nhiều. Sau khi áp dụng bước hiệu chỉnh sai

số, nhìn chung các kết quả sau hiệu chỉnh đã phù hợp với số liệu thực đo, thể hiện ở hình 3 và bảng 3 (minh họa với kết quả từ mô hình Access 1-3).

*Hình 3. Lượng mưa thực đo và mô phỏng bằng mô hình Access 1-3 trước và sau khi hiệu chỉnh tại Nông Sơn*

**Bảng 3: Các đặc trưng mưa ngày thực đo và mô phỏng theo mô hình Access 1-3 (trước và sau hiệu chỉnh) tại một số trạm thuộc lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn**

| Trường hợp            | Tham số (mm) | Cầu Lâu | Ái Nghĩa | Đà Nẵng | Giao Thủy | Hiển | Hội An | Hội Khách | Phước Sơn | Nông Sơn | Thành Mỹ | Tam Kỳ | Trà My | Hiệp Đức | Khâm Đức | Tiên Phước |
|-----------------------|--------------|---------|----------|---------|-----------|------|--------|-----------|-----------|----------|----------|--------|--------|----------|----------|------------|
| Thực đo               | $\mu$        | 5.6     | 6.3      | 6.0     | 6.6       | 5.8  | 6.0    | 5.9       | 8.1       | 8.1      | 6.1      | 7.3    | 11.3   | 8.0      | 8.0      | 8.6        |
|                       | $\sigma$     | 20.5    | 22.1     | 21.9    | 22.3      | 19.5 | 22.5   | 19.7      | 26.1      | 24.8     | 20.2     | 25.4   | 31.6   | 24.6     | 25.7     | 28.4       |
| Mô phỏng (gốc)        | $\mu$        | 2.8     | 2.8      | 2.8     | 2.8       | 4.0  | 2.8    | 2.8       | 3.5       | 2.8      | 2.8      | 3.5    | 3.5    | 3.5      | 3.5      | 3.5        |
|                       | $\sigma$     | 7.3     | 7.3      | 7.3     | 7.3       | 8.5  | 7.3    | 7.3       | 7.7       | 7.3      | 7.3      | 7.7    | 7.7    | 7.7      | 7.7      | 7.7        |
| Mô phỏng (hiệu chỉnh) | $\mu$        | 5.6     | 6.3      | 6.0     | 6.6       | 5.8  | 6.0    | 5.9       | 8.1       | 8.1      | 6.1      | 7.3    | 11.3   | 8.0      | 8.0      | 8.6        |
|                       | $\sigma$     | 20.6    | 22.1     | 21.9    | 22.4      | 19.8 | 22.6   | 19.8      | 26.1      | 24.7     | 20.5     | 25.4   | 31.4   | 24.6     | 25.7     | 28.3       |

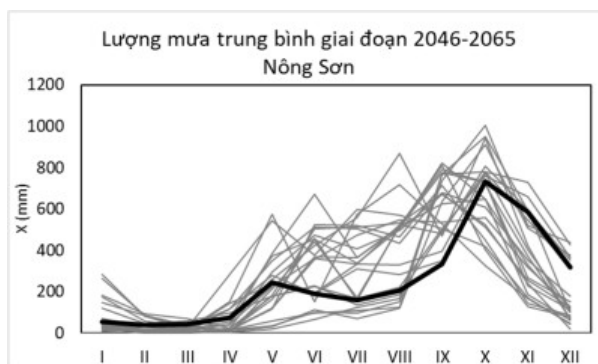
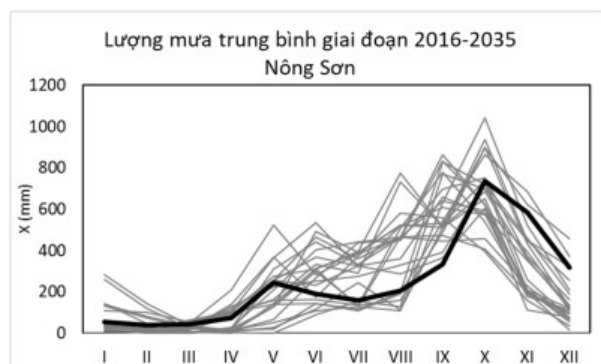
Kí hiệu:  $\mu$ ,  $\sigma$  lần lượt là trị số trung bình và độ lệch chuẩn

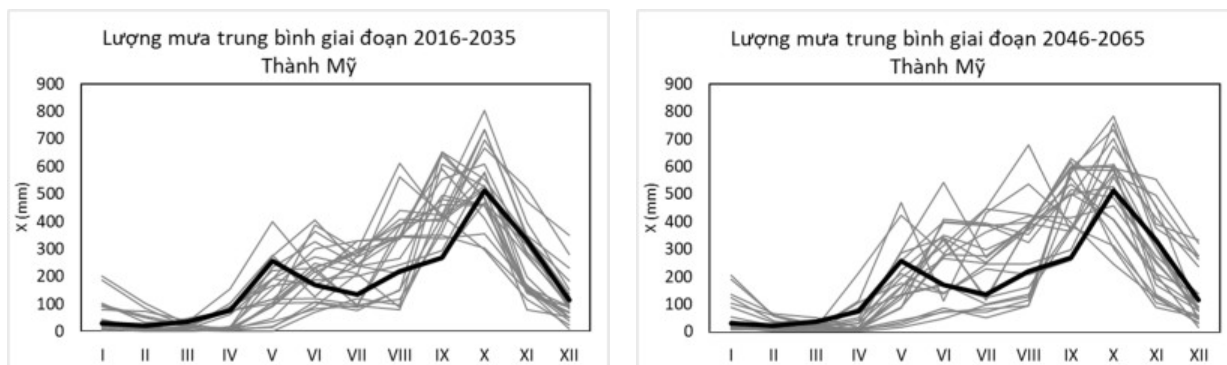
Đối với các trạm đo khác cũng như mô hình khí hậu khác, kết quả sau hiệu chỉnh về lượng mưa và nhiệt độ đều cho kết quả tốt, thể hiện sự hiệu quả của phương pháp này. Do vậy, khi áp dụng phương pháp hiệu chỉnh cho các dữ liệu mô phỏng trong tương lai sẽ cho kết quả tin cậy hơn, phù hợp với điều kiện địa phương hơn.

### 3.3 Biến động lượng mưa và bốc hơi trong tương lai

#### 3.3.1 Biến động lượng mưa

Lượng mưa trong tương lai được mô phỏng bằng 11 mô hình toàn cầu theo hai kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5. Kết quả lượng mưa tháng trung bình các giai đoạn 2016-2035 và 2046-2065 tại hai trạm Nông Sơn và Thành Mỹ được thể hiện ở hình 4.





Hình 4: Lượng mưa tháng trung bình giai đoạn tại Nông Sơn và Thành Mỹ theo 11 mô hình ứng với 2 kịch bản (đường nét mảnh) và thực đo giai đoạn nền (đường nét đậm)

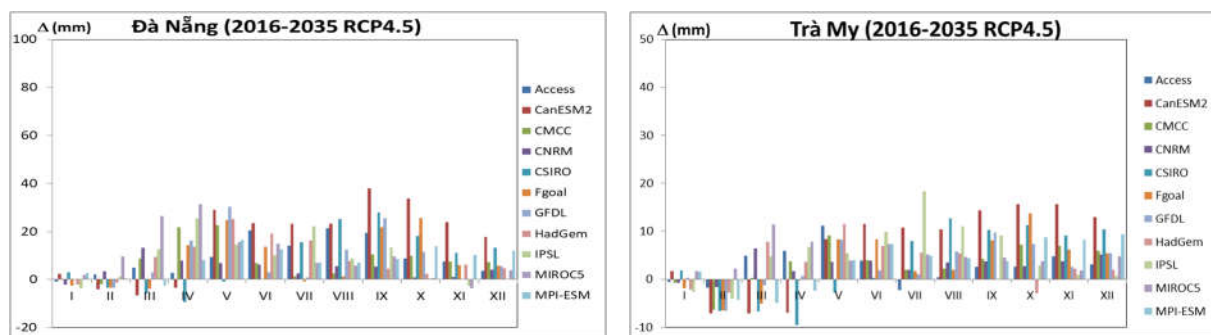
Hình 4 cho thấy nhìn chung có sự khác biệt về lượng mưa giữa các mô hình khí hậu cũng như các kịch bản. Tuy vậy, các mô hình đều cho thấy lượng mưa tháng lớn nhất chủ yếu ở tháng IX và X. Tháng có lượng mưa thấp nhất là tháng III.

Lượng mưa năm tính trung bình cả 11 mô hình và 2 kịch bản cho cả giai đoạn nhìn chung đều tăng ở cả hai thời kỳ xem xét với mức tăng lần lượt tại Nông Sơn là +4,1% (2016-2035) và +11,9% (2046-2065), và tại Thành Mỹ là +8,6% (2016-2035) và +17,3% (2046-2065).

Đối với lượng mưa mùa khô (từ tháng I đến tháng IV), lượng mưa có xu thế giảm với mức trung bình lần lượt tại Nông Sơn là -9,8% (2016-2035) và -11,7% (2046-2065), và tại Thành Mỹ là -14,4% (2016-2035) và -16,3% (2046-2065).

### 3.3.2 Biến động lượng bốc hơi

Sự thay đổi lượng bốc hơi trung bình hai giai đoạn trong tương lai so với thời kỳ nền mô phỏng bằng 11 mô hình GCM được ví dụ minh họa bằng hình 5.



Hình 5. Sự thay đổi lượng bốc hơi trung bình hai giai đoạn tại Đà Nẵng và Trà My giai đoạn 2016-2035 theo kịch bản RCP4.5

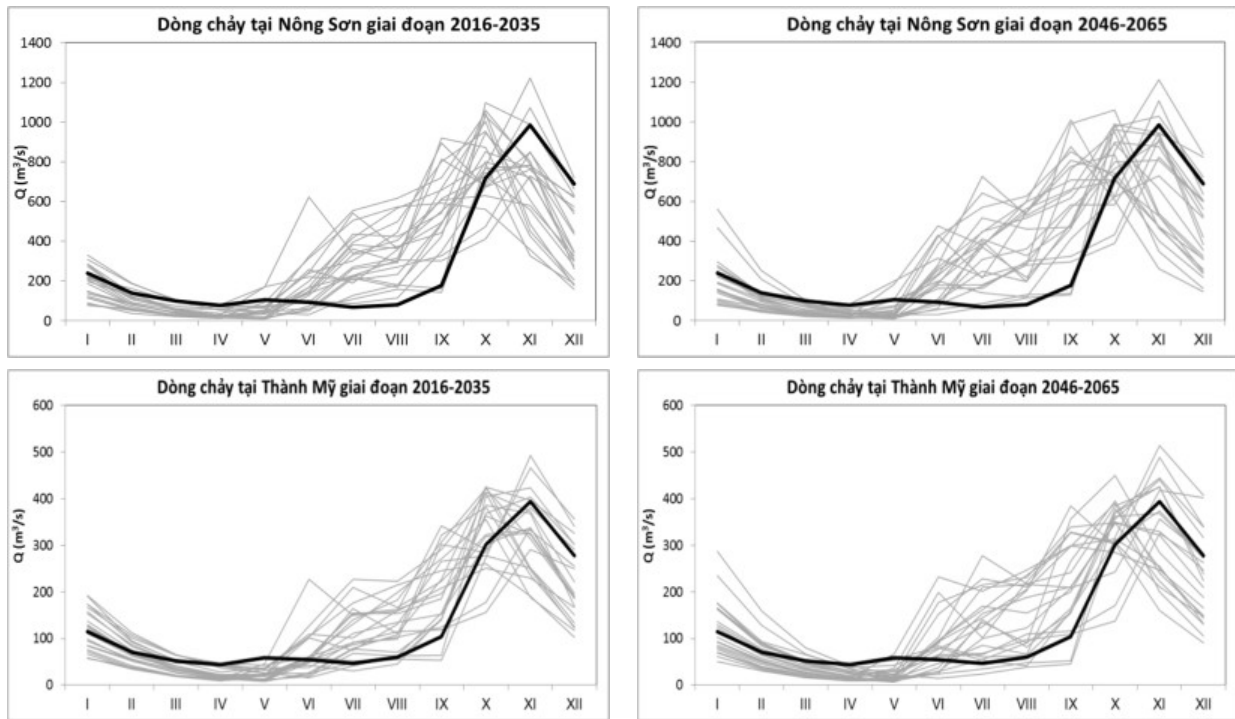
Từ hình 5 cho thấy, nhìn chung có sự gia tăng lượng bốc hơi thể hiện ở tất cả các mô hình khí hậu. Tuy nhiên, lượng bốc hơi mùa khô có xu thế giảm tuy không nhiều ở đa số các mô hình, đặc biệt là tại Trà My.

### 3.4 Biến động dòng chảy

Sử dụng mô hình NAM đã xây dựng ở mục 3.1 mô phỏng cho hai lưu vực Nông Sơn và Thành Mỹ với đầu vào là lượng mưa ngày, bốc hơi ngày tính toán theo 11 mô hình khí hậu toàn cầu đã hiệu chỉnh sai số.

Kết quả về dòng chảy trong tương lai trong hai

giai đoạn 2016-2035 và 2046-2065 thể hiện ở hình 6.



Hình 6: Kết quả mô phỏng dòng chảy tại Nông Sơn và Thành Mỹ cho hai giai đoạn 2016-2035, 2046-2065 theo các mô hình khí hậu (nét mảnh) và thời kì nền (nét đậm)

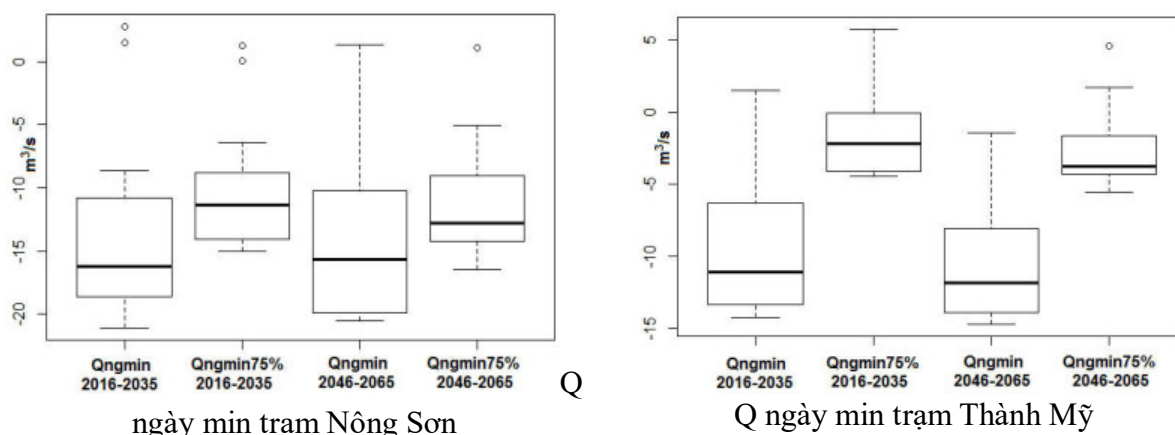
Kết quả mô phỏng cho thấy, nhìn chung lượng dòng chảy tại Vu Gia và Thu Bồn có xu thế tăng ở cả hai giai đoạn, thể hiện ở đa số các mô phỏng dòng chảy từ các mô hình khí hậu đều tăng so với thời kì nền. Mùa lũ nhìn chung có xu thế đến sớm hơn từ một đến hai tháng.

Đối với lượng dòng chảy mùa cạn thì lại có xu thế giảm ở cả hai lưu vực với mức suy giảm tại Nông Sơn là -31,6% (2016-2035) và -28,1% (2046-2065), tại Thành Mỹ là -11,1% (2016-2035) và -8,1% (2046-2065).

Không chỉ tổng lượng dòng chảy mùa cạn suy

giảm, dòng chảy ngày nhỏ nhất tại Nông Sơn và Thành Mỹ cũng có suy giảm đáng kể như ở hình 7. Dòng chảy ngày nhỏ nhất bình quân trung bình giảm 53,9% (2016-2035) và giảm 54% (2046-2065) tại trạm Nông Sơn, giảm 53% (2016-2035) và giảm 57,1% (2046-2065) tại trạm Thành Mỹ. Dòng chảy ngày nhỏ nhất cho từng giai đoạn ứng với tần suất 75% được tính theo phân bố cực trị Gumbel (Gumbel, 1935) cho thấy trung bình của các phương án giảm 60% (2016-2035) và giảm 63,6% (2046-2065) tại trạm Nông Sơn, giảm 24,3% (2016-2035) và giảm 38,9% (2046-2065).





Hình 7: Chênh lệch giữa  $Q$  ngày min trung bình và  $Q$  ngày min75% từng giai đoạn so với thời kỳ nền tại Nông Sơn và Thành Mỹ

Từ kết quả mô phỏng dòng chảy theo 11 mô hình GCM với 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 cho thấy, dòng chảy ngày nhỏ nhất có xu thế giảm mạnh ở cả hai trạm Nông Sơn và Thành Mỹ so với thời kỳ nền. Dòng chảy ngày nhỏ nhất tính trung bình cả giai đoạn có xu thế giảm mạnh hơn so với dòng chảy ngày nhỏ nhất ứng với tần suất 75%. Điều này thể hiện, trong tương lai, sự chênh lệch dòng chảy ngày nhỏ nhất giữa các năm sẽ không nhiều như thời kỳ nền.

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã tiến hành nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến dòng chảy trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn, thể hiện tại hai lưu vực Thành Mỹ và Nông Sơn. Nghiên cứu đã sử dụng kết quả mô phỏng của 11 mô hình GCM thông dụng từ các trung tâm khí hậu lớn trên thế giới để đánh giá theo hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Các dữ liệu mô phỏng này đã được hiệu chỉnh sai số bằng phương pháp hiệu chỉnh phân vị kinh nghiệm, giúp nâng cao độ tin cậy, tính

hợp lý của kết quả cho khu vực nghiên cứu.

Mô hình mưa dòng chảy NAM được sử dụng để mô phỏng dòng chảy từ mưa có xét đến tổn thất bốc hơi. Kết quả mô phỏng dòng chảy trong tương lai tại Nông Sơn và Thành Mỹ cho thấy nhìn chung lượng dòng chảy năm có xu thế tăng, mùa lũ có thể xuất hiện sớm hơn từ 1-2 tháng. Trong khi đó, dòng chảy mùa cạn lại có xu thế giảm mạnh mẽ không chỉ về tổng lượng mà còn ở các trị số cực trị như dòng chảy ngày nhỏ nhất trung bình và dòng chảy ngày nhỏ nhất ứng với tần suất 75%.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, dù đối mặt với sự suy giảm về lượng dòng chảy mùa cạn, nhưng tính tổng lượng dòng chảy cả năm lại có xu thế tăng ở cả hai lưu vực Nông Sơn và Thành Mỹ. Việc kết hợp với các công trình thủy lợi như hồ chứa giúp điều tiết lại dòng chảy sẽ cải thiện đáng kể nguy cơ thiếu nước vào mùa cạn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] (IPCC), I. P. on C. C. (2014) *Synthesis Report*.
- [2] Bộ Tài nguyên và Môi Trường (2016). *Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*.
- [3] Eckstein, E., Hutfils, M. và Winges, M. (2019). *Global climate risk index 2019*, NXB Germanwatch e.V., Bonn.
- [4] IMHEN và UNDP (2015). *Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu*, NXB Tài Nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam.
- [5] Gumbel, E. J. (1935) 'Les valeurs extrêmes des distributions statistiques', *Annales de*

- l'institut Henri Poincaré*, 5(2), pp. 115–158.
- [6] Jakob Themeßl, M., Gobiet, A. and Leuprecht, A. (2011) 'Empirical-statistical downscaling and error correction of daily precipitation from regional climate models', *International Journal of Climatology*, 31(10), pp. 1530–1544. doi: 10.1002/joc.2168.
- [7] Lehner, B. *et al.* (2006) 'Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: A continental, integrated analysis', *Climatic Change*, 75(3), pp. 273–299. doi: 10.1007/s10584-006-6338-4.
- [8] Maurer, E. P. and Hidalgo, H. G. (2008) 'Utility of daily vs. monthly large-scale climate data: an intercomparison of two statistical downscaling methods', *Hydrology and Earth System Sciences*, 12(2), pp. 551–563. doi: 10.5194/hess-12-551-2008.
- [9] Nielsen, S. A. and Hansen, E. (1973) 'Numerical Simulation of the Rainfall-Runoff Process on a Daily Basis', *Hydrology Research*, 4(3), pp. 171–190. doi: 10.2166/nh.1973.0013.
- [10] Piani, C. *et al.* (2010) 'Statistical bias correction of global simulated daily precipitation and temperature for the application of hydrological models', *Journal of Hydrology*, 395(3–4), pp. 199–215. doi: 10.1016/j.jhydrol.2010.10.024.
- [11] Thornthwaite, C. W. (1948) 'An Approach toward a Rational Classification of Climate', *Geographical Review*. JSTOR, 38(1), p. 55. doi: 10.2307/210739.