

MÔ PHỎNG DÒNG CHẢY TRÊN LƯU VỰC SÔNG VU GIA-THU BỒN TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Đỗ Hoài Nam^{1*}, Kiều Xuân Tuyền², Nguyễn Thu Thảo¹

Tóm tắt: Biến đổi khí hậu (BĐKH) đã được nhận diện là một trong những thách thức lớn hiện nay. Rất nhiều nghiên cứu gần đây đã cho thấy các hiện tượng thời tiết cực đoan, đặc biệt là mưa lớn trong thời đoạn ngắn, đang có xu hướng gia tăng cả về tần suất và cường độ ở phạm vi toàn cầu. Xu hướng đó được dự báo sẽ tăng mạnh hơn và lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn (VGTB) được đánh giá là một trong những khu vực chịu ảnh hưởng nặng nề do tác động của BĐKH. Để có cơ sở xây dựng các phương án ứng phó khẩn cấp khi xảy ra lũ lớn và sự cố vỡ đập trên lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn trong điều kiện BĐKH, bài báo trình bày các kết quả mô phỏng dòng chảy cho giai đoạn 2040-2069 và giai đoạn 2080-2099 sử dụng hai kịch bản phát thải trung bình SSP245 và phát thải cao SSP585.

Từ khóa: BĐKH, SSP245, SSP585, mưa, lũ, Mike-Nam

1. MỞ ĐẦU

Lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn là một trong mười bốn lưu vực sông chính của Việt Nam, với vùng hạ lưu bao gồm Đà Nẵng và Hội An - hai trung tâm kinh tế, văn hóa, du lịch quan trọng của khu vực miền Trung. Lưu vực có lượng mưa lớn do thường xuyên chịu ảnh hưởng của các hình thái thời tiết cực đoan như bão, hội tụ nhiệt đới. Đặc biệt vào thời kỳ chuyển tiếp từ mùa hè sang mùa đông (tháng 9-11) khi gió mùa Đông Bắc kết hợp dải hội tụ nhiệt đới ở Trung Trung bộ thường gây ra mưa rất lớn và trên diện rộng, tập trung ở sườn Đông dãy Trường Sơn (Yokoi S. và Matsumoto J., 2008).

Địa hình lưu vực phức tạp, thượng lưu là vùng núi dốc đứng, trung lưu-hạ lưu có lòng sông mở rộng, nông, bờ thấp, cửa sông bị bồi lấp, gây cản trở khả năng thoát lũ. Trung bình mỗi năm xảy ra 3-5 trận lũ lớn, với đặc điểm lũ lên nhanh, xuống nhanh ở thượng và trung lưu, nhưng rút chậm ở hạ lưu, gây ngập úng kéo dài và thiệt hại nghiêm trọng đến tài sản và hệ thống cơ sở hạ tầng. Bên cạnh đó, do tác động của BĐKH, bão, lũ được dự báo sẽ tiếp tục gia tăng cả về cường độ và tần suất (Kitoh et al., 2009, Hoa TD, et al., 2022) đòi hỏi phải có những đánh giá, dự tính dài hạn.

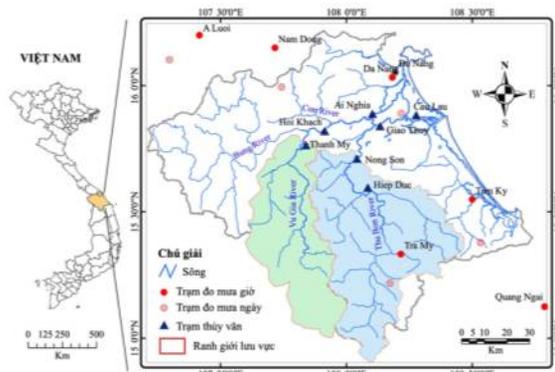
Bài báo trình bày kết quả mô phỏng dòng chảy cho các giai đoạn 2040-2069 và 2080-2099 dựa trên dự tính bởi các mô hình khí hậu độ phân giải cao thuộc Dự án đối chứng mô hình khí hậu CMIP6 sử dụng các kịch bản phát thải khí nhà kính trung bình (SSP245) và cao (SSP585). SSP (Shared socioeconomic pathways) được định nghĩa là kịch bản phát triển kinh tế-xã hội chia sẻ kết hợp với các kịch bản phát thải khí nhà kính (RCP). Mô hình Mike-Nam được thiết lập để tính toán quá trình mưa dòng chảy tại hai trạm Nông Sơn và Thành

Mỹ. Nội dung nghiên cứu thuộc đề tài khoa học và công nghệ độc lập cấp quốc gia: “Nghiên cứu xây dựng các phương án ứng phó khẩn cấp với khả năng xảy ra lũ lớn và sự cố vỡ đập trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn”(ĐTĐL.CN-84/21, 2021-2025), phục vụ quy hoạch phát triển bền vững cho Quảng Nam và Đà Nẵng.

2. GIỚI THIỆU KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Hệ thống sông Vu Gia-Thu Bồn là một trong những hệ thống sông lớn ở duyên hải Trung Trung Bộ, với diện tích lưu vực khoảng 10.350 km², trong đó 300 km² thuộc tỉnh Quảng Ngãi, phần còn lại chủ yếu thuộc Thành phố Đà Nẵng. Nghiên cứu tập trung vào hai khu vực thượng lưu trong hệ thống là Thành Mỹ và Nông Sơn, lần lượt đại diện cho thượng nguồn sông Vu Gia và sông Thu Bồn (Hình 1). Các lưu vực này có tổng diện tích khoảng 5.220 km², trong đó Thành Mỹ là 2.020 km² và Nông Sơn là 3.200 km².

Lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa và là khu vực có lượng mưa lớn nhất trong cả nước. Thống kê cho thấy từ năm 1980 đến năm 2019, đã có 29 trận lũ lớn trên sông Vu Gia và 36 trận lũ lớn trên sông Thu Bồn (lũ lớn được định nghĩa khi mực nước sông vượt mực nước lũ trung bình nhiều năm).



Hình 1. Vị trí các lưu vực Thành Mỹ và Nông Sơn thuộc hệ thống sông Vu Gia-Thu Bồn

¹Trung tâm Đào tạo và Hợp tác Quốc tế - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam,

²Viện Khoa học thủy lợi miền Trung và Tây nguyên - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

* Tác giả liên hệ

Với đặc điểm địa hình đồi núi, khu vực này có tiềm năng lớn phát triển thủy điện, với hơn 110 hồ chứa lớn, vừa và nhỏ, chủ yếu là thủy điện, trong đó nhiều hồ đã vận hành, một số đang xây dựng hoặc quy hoạch. Tổng dung tích điều tiết các hồ đạt trên 4 tỷ m³, góp phần quan trọng vào điều tiết dòng chảy, phòng chống lũ, cấp nước mùa khô và phát điện (UBND tỉnh Quảng Nam, 2024).

3. MÔ PHỎNG DÒNG CHẢY TRÊN LƯỚI VỰC SÔNG VU GIA-THU BỒN TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

3.1. Phương pháp nghiên cứu

Ở nghiên cứu hiện tại, nhóm tác giả sử dụng bộ công cụ MIKE, trong đó mô hình thủy văn Mike-Nam được áp dụng để tính toán và dự báo dòng chảy dựa

trên dữ liệu khí hậu từ mô hình CMIP6 độ phân giải cao theo hai kịch bản phát thải SSP245 và SSP585. Dữ liệu mưa mô phỏng bởi các mô hình khí hậu được chỉnh lý bằng phương pháp hiệu chỉnh phân vị - quantile bias correction (Nam et al., 2013). Phân chia lưu vực được thực hiện bằng hệ thống thông tin địa lý (GIS) và bốc hơi tiềm năng được tính bằng phần mềm CROPWAT.

3.2. Thiết lập mô hình Mike Nam

- Số liệu sử dụng

Bộ dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu thuộc đề tài khoa học và công nghệ độc lập cấp quốc gia (ĐTĐL.CN-84/21, 2021-2025). Các dữ liệu cơ bản được mô tả trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1. Dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu

| TT | Dữ liệu | Mô tả | Nguồn |
|----|-----------------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | Bản đồ tỷ lệ 1/10.000 | Toàn tỉnh Quảng Nam và Đà Nẵng | Bộ TN&MT |
| 2 | Mô hình cao độ số DEM 90x90 m | Toàn tỉnh Quảng Nam và Đà Nẵng | SRTM (OpenTopography, 2013) |
| 3 | Khí tượng (1979 - 2021) | Trạm Trà Mi, Đà Nẵng và Tam Kỳ | Bộ TN&MT |
| 4 | Mưa (1979 - 2021) | 15 trạm trong và lân cận khu vực nghiên cứu | Bộ TN&MT |
| 5 | Lưu lượng, mực nước (1979 - 2021) | Trạm Nông Sơn và Thành Mỹ | Bộ TN&MT |

- Phân chia lưu vực

Trên cơ sở dữ liệu bản đồ cao độ số (DEM SRTM độ phân giải 90m) và mạng lưới sông của lưu vực nghiên cứu, nhóm tác giả đã sử dụng công cụ ArcGIS để phân chia lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn thành các tiểu lưu vực (Hình 2). Các điểm đầu ra của các tiểu lưu vực được xác định tại các vị trí thu nước của các nhánh sông và hồ chứa chính trên toàn hệ thống.

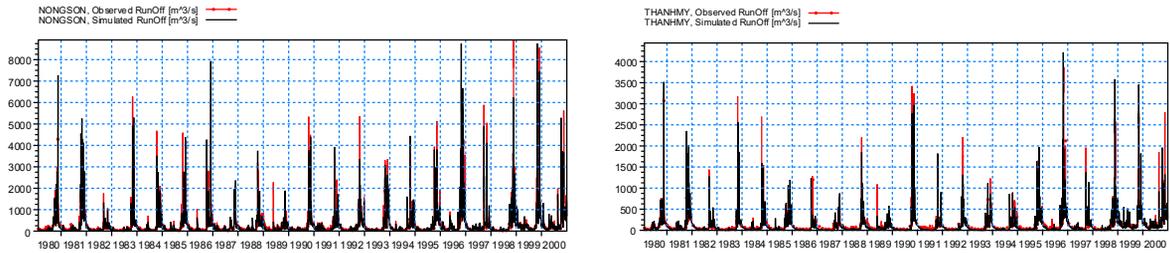


Hình 2. Phân chia lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn

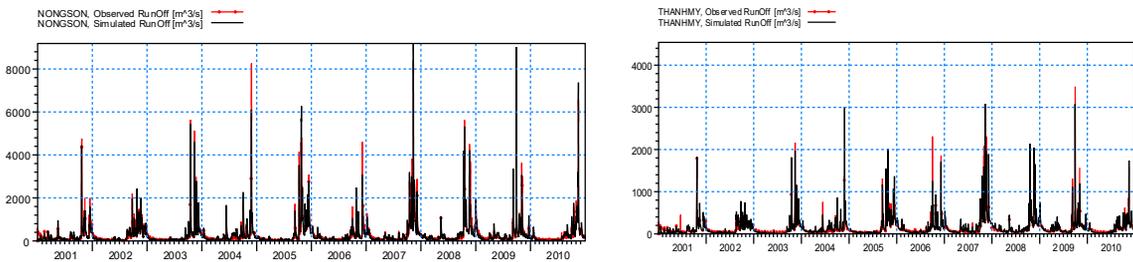
- Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Nghiên cứu đã sử dụng các chuỗi dữ liệu quan trắc dòng chảy trung bình theo ngày trong giai đoạn 1979-2010 để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình Mike-Nam. Trong đó giai đoạn 1979-2000 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình và giai đoạn 2001-2010 được sử dụng để kiểm định mô hình với mục đích tránh ảnh hưởng từ các hồ chứa thủy điện bắt đầu vận hành sau năm 2010. Quá trình hiệu chỉnh tập trung xây dựng bộ thông số phù hợp nhất với dòng chảy thực đo bằng phương pháp thử dần để giảm sai số.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được minh họa trong các Hình 3-4 và các chỉ số thống kê được tổng hợp trong Bảng 2. Trực quan nhận thấy rằng mô hình Mike-Nam mô phỏng tốt đường quá trình dòng chảy so với số liệu thực đo. Hệ số tương quan R² giữa dòng chảy mô phỏng và thực tế đạt trên 0.9 (trạm Nông Sơn) và 0.8 (trạm Thành Mỹ). Hệ số đánh giá hiệu quả mô hình Nash-Sutcliffe (NSE) đối với cả hai lưu vực đều đạt trên 0.8, phản ánh độ tin cậy của mô hình. Do đó, bộ thông số mô hình sau hiệu chỉnh được sử dụng để mô phỏng dòng chảy đến trong tương lai theo các kịch bản BĐKH.



Hình 3. Đường quá trình lưu lượng ngày tính toán và thực đo trạm Nông Sơn và Thành Mỹ - Giai đoạn hiệu chỉnh mô hình (1979-2000)



Hình 4. Đường quá trình lưu lượng ngày tính toán và thực đo trạm Nông Sơn và Thành Mỹ - Giai đoạn kiểm định mô hình (2001-2010)

Bảng 2. Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình tại trạm Nông Sơn và Thành Mỹ

| Trạm | Hiệu chỉnh (1979-2000) | | Kiểm định (2001-2010) | |
|----------|------------------------|----------------|-----------------------|----------------|
| | Nash | R ² | Nash | R ² |
| Nông Sơn | 0.89 | 0.91 | 0.89 | 0.904 |
| Thành Mỹ | 0.84 | 0.84 | 0.81 | 0.81 |

3.3. Mô phỏng dòng chảy cho các giai đoạn trong tương lai

- Cơ sở dữ liệu

Dự án CMIP6 cung cấp cơ sở dữ liệu có độ tin cậy về những dự tính khí hậu theo 5 kịch bản phát thải (SSP) cho giai đoạn từ 2015-2100. Nghiên cứu đã lựa chọn các mô hình khí hậu có độ phân giải cao (ô lưới ~ 100km) cho phép đánh giá, phân tích các đặc điểm khí hậu ở quy mô lưu vực sông. Trong phạm vi của nghiên cứu, phân tích dòng chảy chủ yếu tập trung vào hai giai đoạn: giữa thế kỷ (2040-2069) và cuối thế kỷ (2080-2099), với hai kịch bản đại diện là SSP245 (phát thải trung bình) và SSP585 (phát thải cao) được mô phỏng bởi các mô hình khí hậu ECE (Châu Âu), MRI (Nhật Bản), NOAA (Hoa Kỳ).

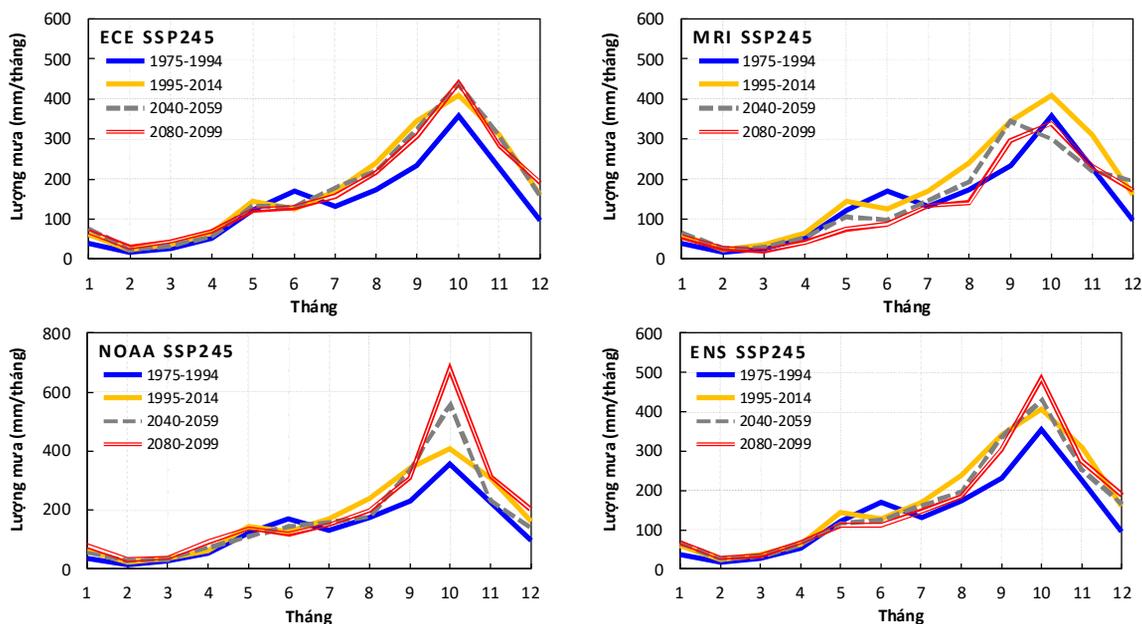
Trên cơ sở đó, nhóm nghiên cứu đã sử dụng mô hình Mike-Nam đã được hiệu chỉnh và kiểm định để mô phỏng dòng chảy tại lưu vực Nông Sơn và Thành Mỹ trong các giai đoạn này. Một lưu ý quan trọng đó là quá trình mô phỏng dòng chảy chưa xét đến tác động từ vận hành hồ chứa trên lưu vực mà chủ yếu nhằm mục đích đánh giá biến động của dòng chảy tự nhiên

trong điều kiện BĐKH so với thời kỳ nền (1975-1994) và (1995-2014).

- Kết quả dự tính mưa

+ Kịch bản phát thải SSP245

Kết quả mô phỏng mưa ngày từ tổ hợp các mô hình khí hậu ECE, MRI và NOAA được hiệu chỉnh dựa trên hàm tương quan thực nghiệm (quantile bias correction) xây dựng cho giai đoạn cơ sở (1995-2014). Các mối quan hệ thực nghiệm này được áp dụng để hiệu chỉnh lượng mưa dự tính theo từng kịch bản phát thải ở các giai đoạn tương lai 2040-2059 và 2080-2099. Hình 5 minh họa kết quả dự tính mưa tháng trung bình nhiều năm bởi các mô hình thành phần và tổ hợp mô hình (ENS). So sánh cho thấy các mô hình dự tính có nhiều biến động về lượng mưa, giảm trong các tháng 3-9 và tăng trong các tháng 10 đến tháng 2 năm sau (ngoại trừ tháng 11) ở lưu vực sông VG-TB. Các mô hình ECE và NOAA đều dự tính gia tăng cường độ mưa trong tháng 10, trong khi mô hình MRI có xu thế dự báo giảm nhẹ so với giai đoạn 1995-2014. Tổ hợp kết quả dự báo (ENS) từ 3 mô hình cho thấy sự gia tăng rõ rệt lượng mưa mùa lũ (tháng 10 và 12), đặc biệt ở giai đoạn cuối thế kỷ (Bảng 3).

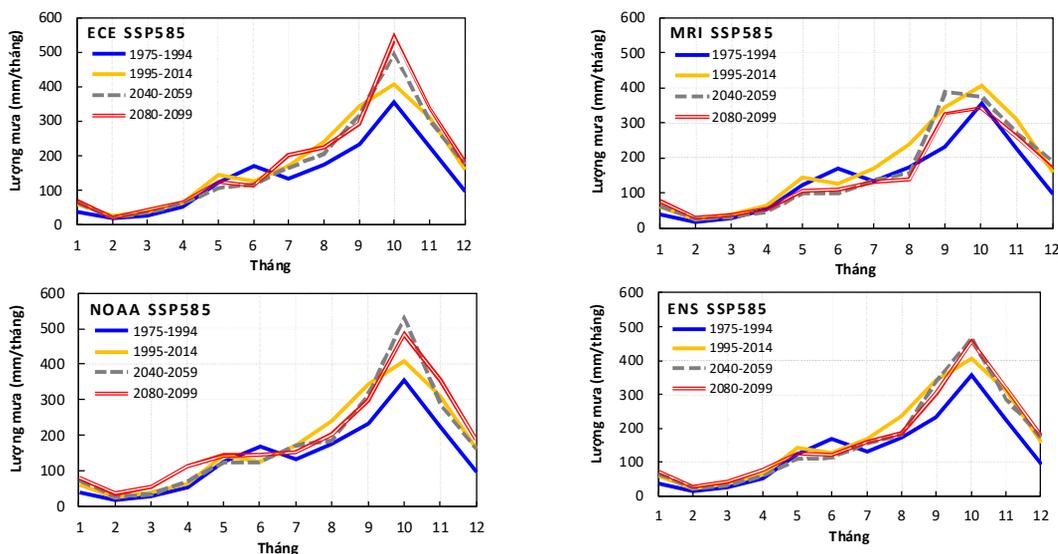


Hình 5. Biểu đồ so sánh lượng mưa tháng trung bình nhiều năm ở giai đoạn khí hậu nền, dự tính cho các giai đoạn khí hậu trong tương lai ở lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn ứng với với kịch bản phát thải trung bình (SSP245)

+ Kịch bản phát thải SSP585

Tương tự như kịch bản phát thải trung bình (SSP245), xu hướng gia tăng lượng mưa trong mùa lũ ở lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn theo kịch bản phát

thải cao (SSP585) dự tính sẽ gia tăng mạnh mẽ hơn. Kết quả trung bình của tổ hợp các mô hình thành phần đều cho thấy lượng mưa giai đoạn cuối thế kỷ sẽ tăng đáng kể trong các tháng 10, 11 và 12 (Hình 6, Bảng 3).



Hình 6. Biểu đồ so sánh lượng mưa tháng trung bình nhiều năm ở giai đoạn khí hậu nền, dự tính cho các giai đoạn khí hậu trong tương lai ở lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn ứng với với kịch bản phát thải cao (SSP585)

Bảng 3. Tổng hợp kết quả đánh giá biến động lượng mưa theo tháng (%) trung bình tổ hợp ở các giai đoạn khí hậu trong tương lai (2040-2059 và 2080-2099) so với giai đoạn khí hậu cơ sở (1995-2014)

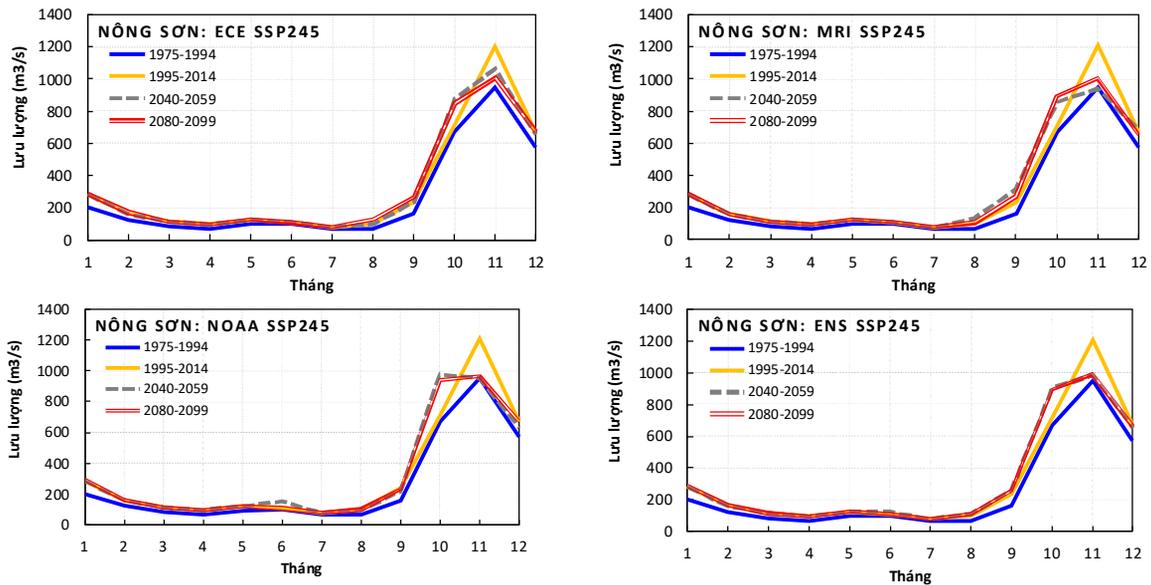
| Kịch bản | Giai đoạn | Tháng | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| SSP245 | 2040-2059 | 10.0 | 4.9 | -14.5 | -3.1 | -18.8 | -1.8 | -5.3 | -17.5 | -2.6 | 5.6 | -18.4 | 3.3 |
| | 2080-2099 | 11.7 | 19.0 | -7.7 | 7.4 | -21.6 | -11.6 | -13.4 | -22.3 | -11.5 | 19.0 | -11.2 | 17.2 |
| SSP585 | 2040-2059 | 10.6 | -2.3 | -11.7 | -6.8 | -23.4 | -10.4 | -7.2 | -23.6 | -1.0 | 14.2 | -7.4 | 9.5 |
| | 2080-2099 | 22.6 | 16.0 | 21.5 | 23.8 | -12.5 | -3.6 | -4.9 | -21.3 | -11.1 | 11.9 | 2.5 | 11.8 |

- Kết quả mô phỏng dòng chảy

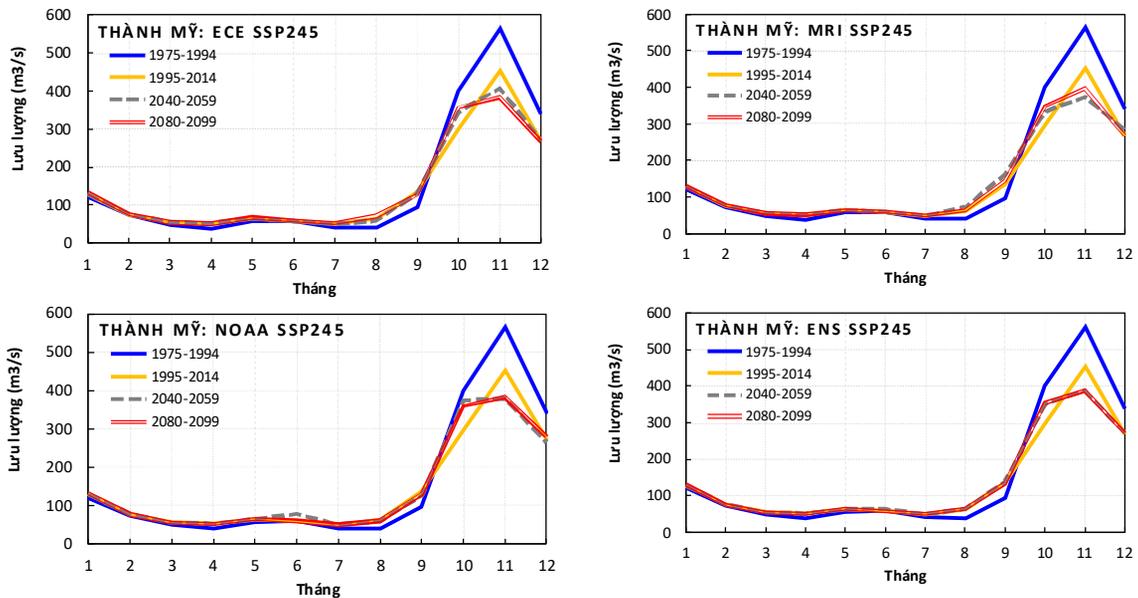
+ Kịch bản phát thải SSP245

Lượng mưa ngày dự tính bởi các mô hình khí hậu sau khi đã hiệu chỉnh sai số được sử dụng làm đầu vào cho mô hình Mike-Nam để mô phỏng dòng chảy trong tương lai. Kết quả mô phỏng cho thấy dòng chảy mùa lũ tại hai trạm Nông Sơn và Thành Mỹ có những biến động đáng kể. Tại Nông Sơn (Hình 7), các mô hình dự

báo lưu lượng tăng so với giai đoạn 1975-1994, nhưng lại giảm so với giai đoạn 1995-2014. Khác với xu thế tại Nông Sơn, cả 3 mô hình (ECE, MRI, NOAA) và tổ hợp ENS đều dự báo dòng chảy mùa lũ (tháng 11) giảm so với các giai đoạn quá khứ tại trạm Thành Mỹ (Hình 8). Bảng 4 cho thấy dòng chảy tăng trong các tháng 8-10 nhưng giảm trong tháng 11 so với giai đoạn nền (1995-2014).



Hình 7. Biểu đồ so sánh dòng chảy tháng trung bình nhiều năm giữa thực đo, dự tính cho các giai đoạn khí hậu trong tương lai tại trạm Nông Sơn ứng với với kịch bản phát thải trung bình (SSP245)

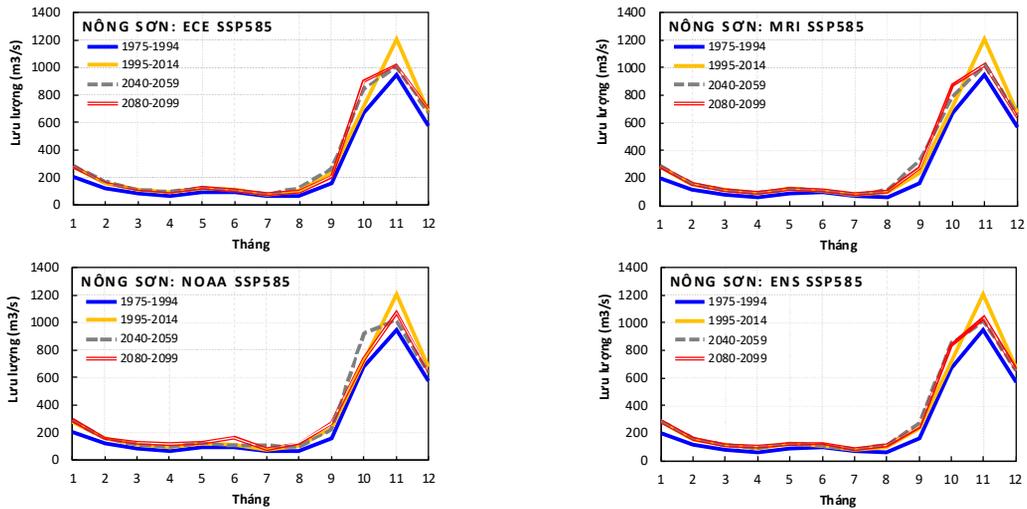


Hình 8. Biểu đồ so sánh dòng chảy tháng trung bình nhiều năm giữa thực đo, dự tính cho các giai đoạn khí hậu trong tương lai tại trạm Thành Mỹ ứng với với kịch bản phát thải trung bình (SSP245)

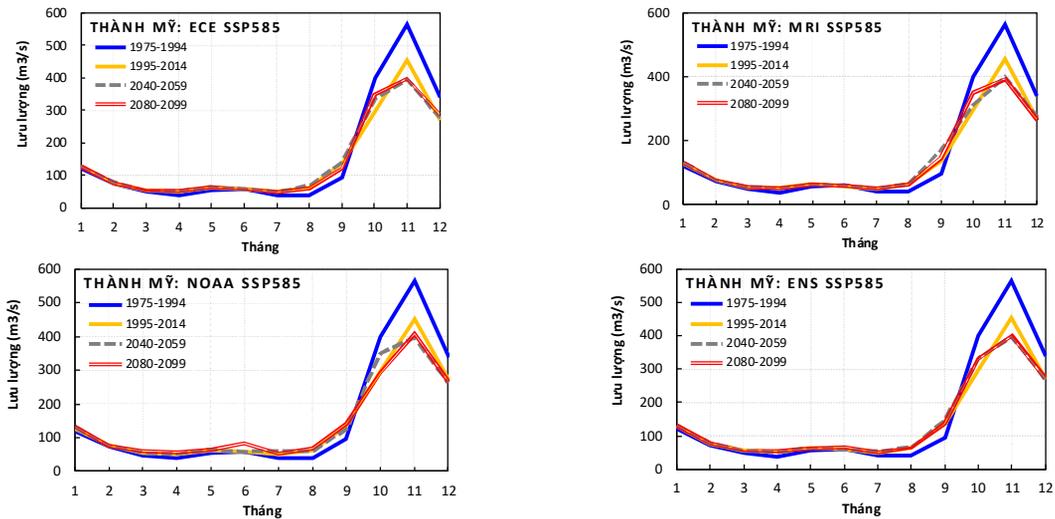
+ Kịch bản phát thải SSP585

Với kịch bản phát thải cao (SSP585), tại trạm Nông Sơn (Hình 9), dòng chảy tháng 8-10 được dự tính tăng và dòng chảy tháng 11-12 giảm ở cả hai

giai đoạn tương lai. Tại trạm Thành Mỹ (Hình 10), xu hướng biến động dòng chảy cũng xảy ra tương tự theo cả 3 mô hình cũng như kết quả tổ hợp ENS (Bảng 5).



Hình 9. Biểu đồ so sánh dòng chảy tháng trung bình nhiều năm giữa thực đo, dự tính cho các giai đoạn khí hậu trong tương lai tại trạm Nông Sơn ứng với với kịch bản phát thải cao (SSP585)



Hình 10. Biểu đồ so sánh dòng chảy tháng trung bình nhiều năm giữa thực đo, dự tính cho các giai đoạn khí hậu trong tương lai tại trạm Thành Mỹ ứng với với kịch bản phát thải cao (SSP585)

Bảng 4. Tổng hợp kết quả đánh giá biến dòng chảy trạm Nông Sơn theo tháng (%) trung bình tổ hợp ở các giai đoạn khí hậu trong tương lai (2040-2059 và 2080-2099) so với giai đoạn khí hậu cơ sở (1995-2014)

| Kịch bản | Giai đoạn | Tháng | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| SSP245 | 2040-2059 | -0.1 | -0.2 | -0.2 | 0.2 | -0.2 | 13.1 | 0.5 | 10.7 | 7.7 | 26.6 | -18.4 | -2.6 |
| | 2080-2099 | 0.8 | 2.4 | -0.1 | 0.2 | -0.1 | 0.0 | -0.3 | 11.6 | 7.9 | 25.4 | -17.6 | -1.5 |
| SSP585 | 2040-2059 | 1.3 | 2.5 | -0.2 | 0.1 | -0.1 | 0.0 | 11.6 | 14.2 | 14.9 | 19.8 | -15.9 | -2.8 |
| | 2080-2099 | 1.4 | -0.3 | 3.3 | 6.3 | -0.9 | 17.3 | 6.4 | 9.8 | 5.5 | 17.5 | -14.1 | -1.6 |

Bảng 5. Tổng hợp kết quả đánh giá biến dòng chảy trạm Thành Mỹ theo tháng (%) trung bình tổ hợp ở các giai đoạn khí hậu trong tương lai (2040-2059 và 2080-2099) so với giai đoạn khí hậu cơ sở (1995-2014)

| Kịch bản | Giai đoạn | Tháng | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|-------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|-------|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| SSP245 | 2040-2059 | 0.5 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | -0.3 | 10.4 | 0.5 | 1.3 | 2.7 | 18.0 | -14.8 | 1.2 |
| | 2080-2099 | 2.3 | 0.4 | 0.2 | -0.3 | 1.6 | 0.3 | 1.9 | 2.4 | -0.8 | 19.2 | -14.4 | 1.1 |
| SSP585 | 2040-2059 | 1.5 | 2.0 | 0.2 | 0.1 | -0.3 | 0.2 | 8.7 | 3.6 | 8.1 | 11.5 | -12.4 | 0.9 |
| | 2080-2099 | 2.0 | 0.2 | 3.0 | 4.4 | -1.0 | 15.5 | 3.5 | 1.9 | 1.0 | 11.2 | -12.1 | 1.4 |

4. KẾT LUẬN

Dữ liệu mưa từ các mô hình khí hậu độ phân giải cao thuộc dự án CMIP6 sau khi được hiệu chỉnh sai số nhằm nâng cao độ chính xác đã được sử dụng để dự tính mưa và dòng chảy tại lưu vực lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn. Kết quả cho thấy, mưa mùa lũ trong tương lai có xu hướng tăng, đặc biệt rõ rệt ứng với kịch bản phát thải cao (SSP585) ở giai đoạn cuối thế kỷ. Mô phỏng dòng chảy bằng mô hình Mike-Nam cũng dự báo lưu lượng (tháng 8-10) dự tính sẽ tăng tại trạm Nông Sơn và Thành Mỹ, cao nhất khoảng 27% và 19% trong tháng 10 so với giai đoạn khí hậu nền 1995-2014. Lưu lượng lũ tháng 11 dự tính sẽ giảm, cho thấy sự dịch chuyển theo hướng đỉnh lũ có thể xuất hiện sớm hơn. Trong khi đã có nghiên cứu dự tính về đặc điểm lũ xuất hiện muộn và kết thúc muộn ở khu vực nghiên

cứu (Nam et al., 2012). Điều này dẫn đến khuyến nghị cần có các nghiên cứu tiếp theo để làm rõ hơn tác động của BĐKH. Mặt khác, vận hành hồ chứa trên lưu vực Nông Sơn và Thành Mỹ cũng có những tác động đến chế độ dòng chảy. Tuy nhiên, phạm vi của nghiên cứu chưa xét đến yếu tố này cũng như chưa tách biệt được ảnh hưởng của hồ chứa, BĐKH đến dòng chảy đến dòng chảy trong tương lai.

Lời cảm ơn: Bài báo được thực hiện trong khuôn khổ Đề tài ĐTĐL.CN-84/21 “Nghiên cứu xây dựng các phương án ứng phó khẩn cấp với khả năng xảy ra lũ lớn và sự cố vỡ đập trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn” do Bộ Khoa học và Công nghệ tài trợ. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Bộ đã hỗ trợ kinh phí và đồng hành trong quá trình nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- ĐTĐL.CN-84/21. (2021, 2025). *Nghiên cứu xây dựng các phương án ứng phó khẩn cấp với khả năng xảy ra lũ lớn và sự cố vỡ đập trên lưu vực sông Vu Gia—Thu Bồn*.
- UBND tỉnh Quảng Nam. (2024). *Quy hoạch tỉnh Quảng Nam thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050*.
- Hoa TD, et al. (2022). *Climate change intensified rainfall extremes in Central Vietnam: Case study of Da Nang City*. Journal of Water Resources Science and Technology Special Publication No. 1-2022.
- Kitoh, A., Ose, T., Kurihara, K., Kusunoki, S., Sugi, M., & KAKUSHIN Team-3 Modeling Group. (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 Letters, 3, 49–53. <https://doi.org/10.3178/hrl.3.49>
- 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. [https://doi.org/10.3319/TAO.2012.05.03.03\(WMH\)](https://doi.org/10.3319/TAO.2012.05.03.03(WMH))
- Nam, D. H., Udo, K., & Mano, A. (2013). *Downscaling super-high-resolution climate model output for extreme rainfall projection*. Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), 69(4), I_121-I_126. https://doi.org/10.2208/jscejhe.69.I_121
- OpenTopography. (2013). *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global*. OpenTopography. <https://doi.org/10.5069/G9445JDF>

Abstract:

STREAMFLOW SIMULATION IN THE VU GIA-THU BON RIVER BASIN UNDER CLIMATE CHANGE SCENARIOS

Climate change (CC) is recognized as one of the most pressing challenges. Recent studies consistently indicate that extreme weather events, particularly short-duration intense rainfall, are becoming more frequent and severe worldwide. This trend is expected to intensify further, with the Vu Gia-Thu Bon (VGTB) river basin identified as one of the regions most vulnerable to CC impacts. To support the development of effective emergency response plans for major floods and potential dam-break events in the VGTB basin under CC conditions, this paper presents flow simulation results for the periods 2040-2069 and 2080-2099, based on two climate scenarios: the medium-emission SSP245 and the high-emission SSP585.

Keywords: Climate change, SSP245, SSP585, rainfall, flood, Mike-Nam.

Ngày nhận bài: 11/6/2025

Ngày chấp nhận đăng: 22/9/2025