

APPROACH TO THE WATER - FOOD NEXUS AND RAINFALL ESTIMATION UNDER CLIMATE CHANGE SCENARIOS FOR THE BA RIVER BASIN

Phan Thi Thanh Hang^{1*}, Ngo Tra Mai²

¹*Institute of Earth Sciences - Vietnam Academy of Science and Technology*

²*Institute of Physics - Vietnam Academy of Science and Technology*

ARTICLE INFO		ABSTRACT
Received:	26/4/2025	The Ba river basin is the largest river basin in Central Vietnam and plays an important role in ensuring food security for the Central Highlands and the coastal areas of Central Vietnam. This study used the Mann–Kendall trend test, statistical methods, and GIS to analyze rainfall trends, the relationship between rainfall and crop yields, and to project rainfall in sub-basins under the SSP1-2.6 and SSP2-4.5 emission scenarios for the periods 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080, and 2081-2100. The results indicate that rainfall in the tropical basin is highly complex and makes it difficult to identify clear trends. Annual rainfall and the yields of food crops from 2012 to 2022 in the sub-basins show a generally increasing trend, except for winter-spring rice. Rainfall in the sub-basins is projected to increase toward the end of the 21 st century and under higher emission scenarios; however, the magnitude of this increase is relatively small. The findings of this study provide a scientific basis for optimizing crop structure and developing appropriate irrigation scenarios to ensure water and food security in the Ba river basin in the context of climate change.
Revised:	15/7/2025	
Published:	15/7/2025	
KEYWORDS		
Ba river basin		
CMIP6 emission scenarios		
Crop yield		
Climate change		
Rainfall		

TIẾP CẬN MÔI LIÊN KẾT NƯỚC – LƯƠNG THỰC VÀ TÍNH TOÁN LƯỢNG MƯA THEO CÁC KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU CHO LƯU VỰC SÔNG BA

Phan Thị Thanh Hằng^{1*}, Ngô Trà Mai²

¹*Viện Các Khoa học Trái đất - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

²*Viện Vật lý - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

THÔNG TIN BÀI BÁO		TÓM TẮT
Ngày nhận bài:	26/4/2025	Lưu vực sông Ba là lưu vực lớn nhất miền Trung, đóng vai trò quan trọng trong đảm bảo an ninh lương thực cho khu vực Tây Nguyên và vùng ven biển miền Trung. Nghiên cứu này sử dụng các phương pháp Mann–Kendall, thống kê và GIS đánh giá sự biến đổi lượng mưa, mối quan hệ giữa lượng mưa và năng suất cây trồng và dự báo lượng mưa cho các tiểu lưu vực theo các kịch bản phát thải SSP1-2.6 và SSP2-4.5 trong các giai đoạn 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 và 2081-2100. Kết quả cho thấy biến đổi lượng mưa có tính chất phức tạp, xu hướng thay đổi không rõ ràng. Trong giai đoạn 2012-2022, lượng mưa năm có mối quan hệ tỷ lệ thuận với năng suất các loại cây lương thực, trừ lúa vụ đông xuân. Lượng mưa dự báo có xu hướng tăng dần về cuối thế kỷ 21 và theo các kịch bản phát thải, tuy nhiên mức độ gia tăng không đáng kể. Những kết quả này cung cấp cơ sở khoa học để điều chỉnh cơ cấu cây trồng và xây dựng các kịch bản tưới tiêu, góp phần đảm bảo an ninh nguồn nước và an ninh lương thực cho lưu vực sông Ba trong bối cảnh biến đổi khí hậu.
Ngày hoàn thiện:	15/7/2025	
Ngày đăng:	15/7/2025	
TỪ KHÓA		
Lưu vực sông Ba		
CMIP6 – Kịch bản phát thải		
Năng suất cây trồng		
Biến đổi khí hậu		
Lượng mưa		

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.12682>

* Corresponding author. Email: Hangphanvn@yahoo.com, Hangphanvn95@gmail.com

1. Giới thiệu

Nước - Năng lượng - Lương thực tạo thành mối liên hệ cốt lõi của phát triển bền vững. Nông nghiệp là ngành tiêu thụ nhiều nhất các nguồn tài nguyên nước ngọt của thế giới và nước được sử dụng để sản xuất hầu hết các dạng năng lượng. Nhu cầu đối với cả ba loại đối tượng này đang tăng nhanh chóng. Để chịu được áp lực hiện tại và tương lai, chính phủ các nước phải đảm bảo quản lý tổng hợp và bền vững nước, thực phẩm và năng lượng để cân bằng nhu cầu của con người, thiên nhiên và nền kinh tế. Theo nhiều nghiên cứu cho thấy, có tới 70% lượng nước chúng ta lấy từ sông ngòi và nước ngầm được dùng để tưới tiêu, khoảng 10% được sử dụng cho dân sinh và 20% cho phát triển công nghiệp. Ngày nay, ngành nông nghiệp và tài nguyên nước trên thế giới đang phải đối mặt với những thách thức to lớn trong việc tối ưu hóa năng suất cây trồng bằng cách giảm lượng nước đầu vào và giảm thiểu sự suy thoái môi trường [1]. Tỷ lệ sản lượng cây trồng so với lượng nước sử dụng, đóng vai trò quan trọng trong việc đánh giá khả năng phục hồi và tính bền vững của nông nghiệp [2].

Trong những năm gần đây, ngành trồng trọt Việt Nam đã và đang khẳng định được vai trò quan trọng trong bảo đảm an ninh lương thực, an ninh dinh dưỡng quốc gia cũng như tạo việc làm, tăng thu nhập cho nông dân. Trồng trọt trở thành lĩnh vực sản xuất chủ lực của ngành nông nghiệp. Để sinh trưởng và phát triển, cây trồng cần nước với lượng đủ và đúng thời điểm. Cây trồng có nhu cầu nước rất cụ thể và những nhu cầu này thay đổi tùy thuộc vào điều kiện khí hậu địa phương. Ngày 30/12/2023, Thủ tướng Chính phủ có Quyết định số 1748/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược phát triển trồng trọt đến năm 2030, tầm nhìn năm 2050 [3]. Chính vì vậy, vấn đề nhu cầu nước dùng cho trồng trọt càng trở nên quan trọng trong phát triển bền vững cho các lưu vực sông của Việt Nam.

Là lưu vực sông lớn nhất dải ven biển miền Trung, trong những năm gần đây do ảnh hưởng của biến động thời tiết toàn cầu cùng với việc nhu cầu sử dụng nước trên lưu vực sông Ba tăng nhanh dẫn tới hệ quả là mức độ thiếu nước trên lưu vực đã diễn ra ngày càng ác liệt và ảnh hưởng tới sản lượng lương thực. Trước đó, cũng đã có nghiên cứu đánh giá xu thế của mưa trong lưu vực sông Ba tuy nhiên chuỗi số liệu chỉ đến năm 2010 [4]. Những nghiên cứu theo hướng tiếp cận Nước - Năng lượng - Lương thực chưa được đề cập đến nhiều cũng như việc tính toán dự báo nguồn nước mưa tới lưu vực sông Ba chưa được cập nhật theo phiên bản mới nhất của IPCC là CMIP6 – (*Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 - Dự án so sánh mô hình kết hợp pha 6*) [5] - [8]. Với quan điểm tiếp cận Nước - Lương thực, nghiên cứu này phân tích mối quan hệ giữa lượng mưa và sản lượng cây trồng; tính toán xu thế lượng mưa trong lưu vực với chuỗi số liệu được cập nhật đến năm 2022 và tính toán dự báo lượng mưa theo các kịch bản biến đổi khí hậu CMIP6.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Tổng quan lãnh thổ nghiên cứu

Lưu vực sông Ba có diện tích hứng nước $F = 13848 \text{ km}^2$ và là lưu vực duy nhất thuộc về cả 2 sườn dãy Trường Sơn. Trong lưu vực có 4 trạm khí tượng An Khê, Ayun Pa, MĐrắk và Tuy Hòa (Hình 1). Các trạm đều quan trắc nhiệt độ và lượng mưa với tần suất quan trắc ngày. Nhìn chung, sự biến động của các yếu tố khí hậu ở lưu vực sông nhiệt đới rất phức tạp và lưu vực sông Ba là một ví dụ rõ ràng về điều này. Lượng mưa trung bình năm giai đoạn 1981-2022 cũng phân bố không đồng đều trên lưu vực sông Ba, đạt 1638 mm tại trạm An Khê, 1249 mm tại trạm Ayun Pa, 2103 mm tại trạm MĐrắk và 2052 mm tại trạm Tuy Hòa. Thời gian mùa mưa cũng thay đổi trên lưu vực. Ở khu vực thượng lưu, mùa mưa bắt đầu từ tháng 5 và kéo dài đến tháng 12, đóng góp trên 90% tổng lượng mưa hàng năm. Trong khi đó, ở khu vực hạ lưu, mùa mưa kéo dài từ tháng 9 đến tháng 12, với lượng mưa chiếm chưa đến 80% tổng lượng mưa cả năm.

Lưu vực sông Ba được phân thành 6 tiểu vùng (TV) thủy lợi (Hình 1): TV1 - Nam Bắc An Khê, TV2 - Thượng Ayun, TV3 - Ayun Pa, TV4 - Krông Pa, TV5 - Krông Năng, TV6 - Thượng

hạ Đồng Cam. Trong đó có tiểu vùng 5 - Krông Năng thuộc tỉnh Đắk Lắk; Tiểu vùng 6 - Thượng hạ lưu Đồng Cam thuộc địa bàn tỉnh Phú Yên, các tiểu lưu vực còn lại thuộc địa bàn tỉnh Gia Lai. Trong những năm gần đây, ngoài việc thời tiết có những biến động bất thường thì hoạt động của các công trình thủy điện thượng lưu sông Ba đã gây nhiều ảnh hưởng tới phát triển nông nghiệp trong lưu vực sông Ba. Mối quan hệ nước - năng lượng - lương thực trong lưu vực sông Ba là một bài toán khó. Vì nếu nước được dùng để tập trung phát triển năng lượng thì nhu cầu nước để đảm bảo an ninh lương thực sẽ ảnh hưởng.

2.2. Dữ liệu

Nghiên cứu này sử dụng 3 nguồn dữ liệu chính bao gồm:

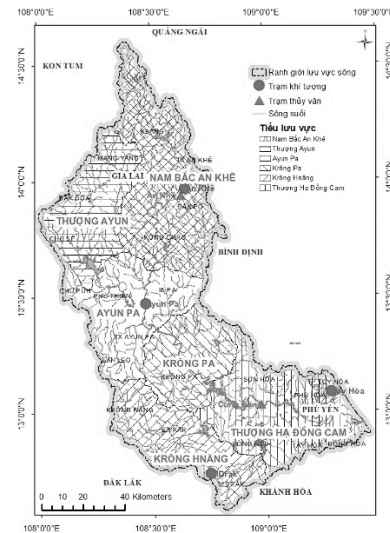
✓ Số liệu niên giám thống kê của 3 tỉnh trong lưu vực sông Ba [9] - [11].

✓ Nguồn dữ liệu khí tượng của 4 trạm An Khê, Ayun Pa, MĐrắk và Tuy Hòa giai đoạn 1981-2022 do Tổng cục Khí tượng Thủy văn Việt Nam (cũ) cung cấp. Vị trí các trạm khí tượng được mô tả trong Hình 1.

✓ Nguồn dữ liệu khí hậu từ WorldClim v2.1 [12].

2.3. Phương pháp nghiên cứu

- Với quan điểm tiếp cận mối quan hệ nước - lương thực trong nghiên cứu tài nguyên nước, bài báo đã áp dụng phương pháp thống kê để xác định quan hệ giữa lượng mưa và năng suất cây trồng trong lưu vực sông Ba.



Hình 1. Các tiểu lưu vực trong lưu vực sông Ba

Như đã biết năng suất cây trồng phụ thuộc vào nhiều yếu tố như giống, phân bón, chế độ chăm sóc, thời tiết cũng như nước tưới, v.v. Do số liệu hạn chế nên nghiên cứu chỉ giới hạn xem xét quan hệ giữa lượng mưa năm với năng suất các cây lương thực giai đoạn 2012-2022 cho 6 tiểu lưu vực.

- WorldClim v2.1 [13] đã sử dụng dữ liệu khí hậu quan sát trung bình trong giai đoạn 1970–2000 làm cơ sở và áp dụng phương pháp Delta để hiệu chỉnh số liệu nhằm tạo ra bộ dữ liệu khí hậu lịch sử và dự báo cho tương lai với độ phân giải 30 giây, 2,5 phút, 5 phút và 10 phút. Nghiên cứu đã sử dụng phần mềm ArcGIS 10.5 để trích xuất và tính toán các đặc trưng mưa cho các giai đoạn 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 và 2081-2100 theo các kịch bản phát thải thấp SSP1-2.6 và phát thải trung bình SSP2-4.5 cho 6 tiểu lưu vực trong lưu vực sông Ba từ mô hình EC-Earth3-Veg với độ phân giải 30 giây. Mô hình EC-Earth3-Veg là một trong 23 mô hình trong WorldClim v2.1 và được đánh giá phù hợp với Việt Nam [14].

- Phương pháp kiểm định thống kê phi tham số Mann - Kendall [15], do Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ phát triển [16], đã được sử dụng rộng rãi trong khoa học khí hậu và thủy văn để xác định xu hướng trong dữ liệu chuỗi thời gian. Kiểm định Mann - Kendall được áp dụng để xác định xu hướng của lượng mưa trung bình năm và lượng mưa 1 ngày lớn nhất trong lưu vực sông Ba bằng chuỗi số liệu quan trắc giai đoạn 1981-2022. Các giá trị dữ liệu được đánh giá là chuỗi thời gian có thứ tự, trong đó mỗi giá trị dữ liệu được so sánh với tất cả các giá trị dữ liệu tiếp theo.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Biến đổi lượng mưa trong lưu vực sông Ba

Để xem xét xu thế biến đổi lượng mưa là nguồn chính cung cấp nước cho phát triển cây lương thực trong lưu vực, nghiên cứu đã áp dụng kiểm định Mann - Kendall để tính xu hướng thay đổi của các thông số lượng mưa. Trong nghiên cứu này, RA - lượng mưa trung bình năm và RX -

lượng mưa 1 ngày lớn nhất giai đoạn 1981-2022 được sử dụng. Kết quả tính toán theo kiểm định Mann-Kendall được trình bày trong Bảng 1.

Kết quả tính toán giá trị Tau, S và Z của lượng mưa trung bình năm và lượng mưa 1 ngày lớn nhất tại 2 trạm An Khê và MĐrắk đều > 0 trong khi tại trạm Ayun Pa và Tuy Hòa đều < 0 . Tuy nhiên, tất cả các tham số cũng có giá trị $p > 0,05$. Kết quả tính toán dữ liệu hàng năm cho thấy biến đổi khí hậu tại các lưu vực sông nhiệt đới rất phức tạp và xu hướng không rõ ràng. Đây cũng chính là khó khăn cho việc sử dụng nước trong lưu vực.

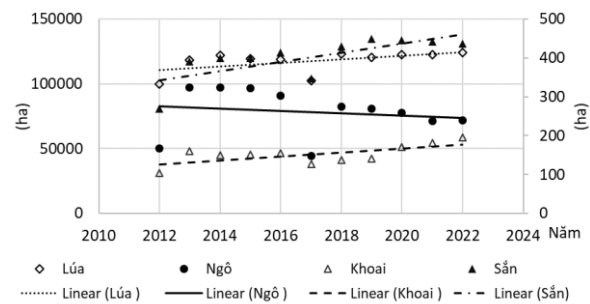
Bảng 1. Kết quả áp dụng Mann-Kendall test

Trạm	Đặc trưng	Tau	S	z	p
An Khê	RA	0,139	114	1,269	0,2044
	RX	0,144	112	1,293	0,1959
Ayun Pa	RA	-0,185	-144	-1,666	0,0957
	RX	-0,21	-164	-1,899	0,0575
MĐrắk	RA	0,149	116	1,34	0,1803
	RX	0,062	48	0,548	0,584
Tuy Hòa	RA	-0,054	-42	-0,478	0,6329
	RX	-0,164	-128	-1,48	0,139

(Tau: Hệ số Kendall's Tau, S: Chỉ số thống kê Mann-Kendall, Z: Giá trị chuẩn của S, p: mức ý nghĩa)

3.2. Môi quan hệ nước - lương thực trong lưu vực sông Ba

Theo niên giám thống kê [9] - [11], tổng diện tích đất nông nghiệp lưu vực sông Ba là 6491,7 km², chiếm khoảng 47% tổng diện tích lưu vực. Trong đó, diện tích trồng lúa trong lưu vực năm 2022 xấp xỉ 124.000 ha; diện tích trồng ngô 71.000 ha; khoai 196 ha và sắn là 335 ha. Trong những năm gần đây, diện tích lúa và khoai có xu hướng tăng, diện tích ngô và sắn có xu hướng giảm (Hình 2).

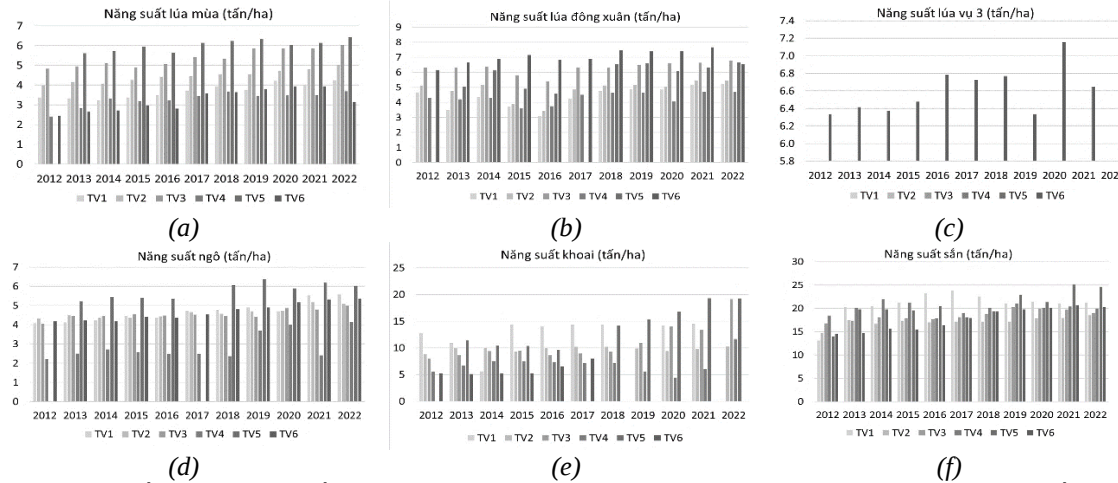


Hình 2. Diện tích cây lương thực trong lưu vực sông Ba giai đoạn 2012-2022

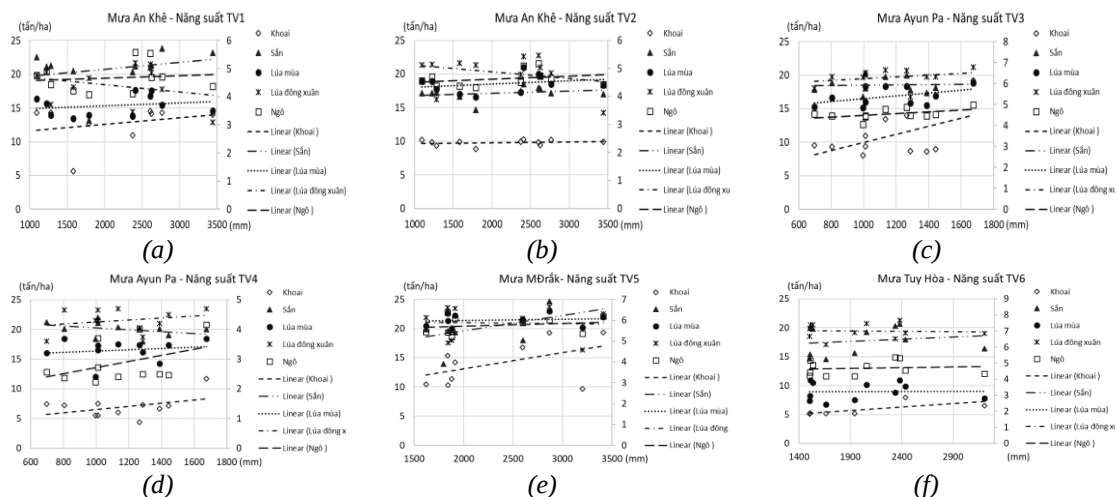
Trong lưu vực sông Ba, năng suất các loại cây lương thực theo các tiểu vùng khác nhau cũng rất khác nhau (Hình 3). Năng suất lúa mùa ở TV3 và TV5 thường lớn hơn các tiểu vùng khác. Trái lại, năng suất lúa đông xuân ở TV6 thường đạt giá trị cao nhất. Tiểu vùng 5 có năng suất ngô cao nhất và thấp nhất ở tiểu vùng 4. So với các loại cây lương thực khác thì diện tích trồng khoai thường chiếm tỷ lệ thấp nhất (Hình 2) và năng suất cũng biến động nhiều giữa các năm cũng như các tiểu vùng (Hình 3e). Từ năm 2018, diện tích trồng khoai hầu như không đáng kể ở khu vực tiểu vùng 6. Sắn được trồng khá nhiều chỉ sau lúa trong lưu vực sông Ba và có xu hướng tăng cả về diện tích lẫn năng suất (Hình 2 và Hình 3f).

Để xem xét mối quan hệ giữa lượng mưa với năng suất cây trồng, ở tiểu lưu vực 1 và 2, chúng tôi chọn lượng mưa năm tại trạm An Khê; Tiểu lưu vực 3 và 4 chúng tôi chọn lượng mưa năm tại trạm Ayun Pa; Tiểu lưu vực 5 là lượng mưa tại trạm MĐrắk và tiểu lưu vực 6 là lượng mưa tại trạm Tuy Hòa. Trừ lúa đông xuân (Hình 4), còn lại các loại cây lương thực đều có quan hệ tỷ lệ thuận giữa lượng mưa và năng suất cây trồng. Để giải thích mối quan hệ tỷ lệ nghịch giữa lượng mưa năm với sản lượng lúa đông xuân không đơn giản, có thể do lượng mưa lấy trung bình toàn năm trong khi thời điểm gieo trồng vào tháng 12 là thời kỳ cuối mùa mưa. Như vậy có thể nói lượng mưa rơi xuống lưu vực có ảnh hưởng đến sản lượng cây lương thực trong lưu vực sông nhiệt đới. Một nghiên cứu khác cũng đã xác định được mối quan hệ giữa lượng nước đầu vào (bao gồm lượng mưa và tưới) là yếu tố quản lý chính đối với hiệu quả sử dụng nước và năng suất của ngô [1]. Chính vì vậy, nghiên cứu này đã xác định sự cần thiết phải tính toán dự báo lượng

mưa rơi xuống các tiểu lưu vực theo các kịch bản biến đổi khí hậu. Đặc biệt, nghiên cứu đã lựa chọn các kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng dựa trên AR6 của IPCC với CMIP6 có xét đến các tác động của kinh tế - xã hội.



Hình 3. Biến động năng suất lúa mùa (a), lúa đông xuân (b), lúa vụ 3 (c), ngô (d), khoai (e) và sắn (f) giai đoạn 2012-2022 trong các tiểu lưu vực trên lưu vực sông Ba



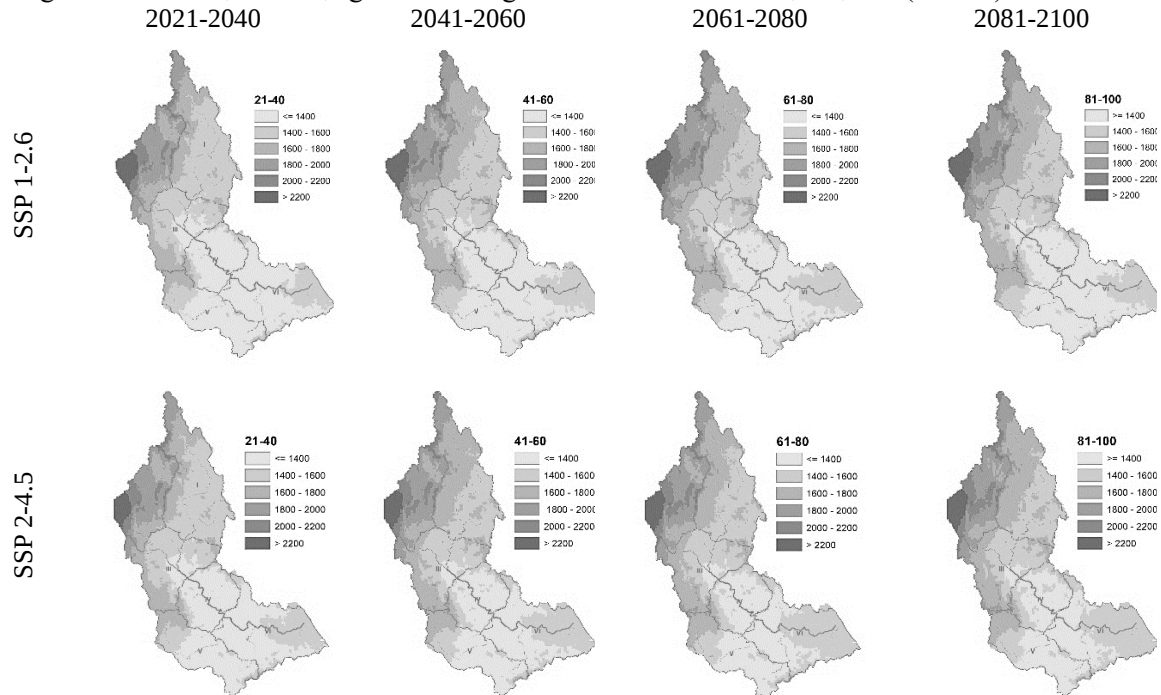
Hình 4. Quan hệ giữa lượng mưa năm tại các trạm và năng suất cây lương thực tại tiểu lưu vực 1 (a), tiểu lưu vực 2 (b), tiểu lưu vực 3 (c), tiểu lưu vực 4 (d), tiểu lưu vực 5 (e) và tiểu lưu vực 6 (f) giai đoạn 2012-2022

3.3. Tính toán lượng mưa trong lưu vực sông Ba theo kịch bản phát thải thấp SSP 1 - 2.6 và kịch bản phát thải trung bình 2 - 4.5

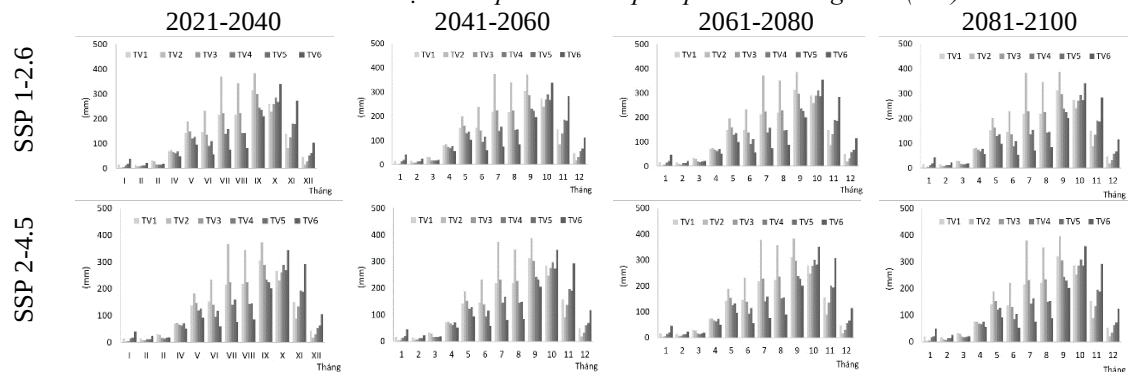
Các SSP (Shared Socioeconomic Pathways - Con đường kinh tế - xã hội chung) mới đưa ra 5 con đường mà thế giới có thể đi [17]. Trong đó, SSP1 - Con đường bền vững và “xanh” mô tả một thế giới ngày càng bền vững. Tài sản chung toàn cầu đang được bảo tồn và giới hạn của thiên nhiên đang được tôn trọng. Trọng tâm là phúc lợi của con người hơn là tăng trưởng kinh tế. Bất bình đẳng thu nhập giữa các quốc gia và trong các quốc gia đang được giảm bớt. Tiêu dùng hướng đến việc giảm thiểu sử dụng tài nguyên vật chất và năng lượng. SSP2 - Con đường trung bình, tăng trưởng dân số toàn cầu ở mức vừa phải, ổn định vào nửa sau của thế kỷ. Các hệ thống môi trường đang phải đối mặt với sự xuống cấp nhất định.

Tính tới thời điểm hiện nay, Việt Nam mới chỉ có kịch bản biến đổi khí hậu pha 5 – CMIP5 với các RCP nên trong nghiên cứu này, chúng tôi đã sử dụng các kịch bản mới nhất từ mô hình EC-Earth3-Veg (CMIP6) để tính toán dự báo lượng mưa theo kịch bản phát thải thấp SSP1-2.6

và kịch bản phát thải trung bình SSP2-4.5 theo các giai đoạn 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 và 2081-2100 cho 6 tiểu lưu vực trong lưu vực sông Ba. Phân bố mưa trong năm biến động rất mạnh giữa các tiểu lưu vực trong lưu vực sông Ba (Hình 5), đây cũng là đặc điểm khó khăn trong sử dụng nước cho khu vực nhiệt đới [18], [19]. Tiểu lưu vực 1 và tiểu lưu vực 2 có lượng mưa năm lớn hơn các tiểu lưu vực ở hạ lưu. Lượng mưa cũng tập trung vào các tháng 7 đến tháng 10 trong các tiểu lưu vực ở thượng lưu và tháng 10, 11 ở các tiểu lưu vực hạ lưu (Hình 6).



Hình 5. Phân bố lượng mưa năm trong lưu vực sông Ba giai đoạn 2021-2040, 2041-2061, 2061-2080 và 2081-2100 theo các kịch bản phát thải thấp và phát thải trung bình (mm)



Hình 6. Phân bố lượng mưa tháng của các tiểu lưu vực trong lưu vực sông Ba giai đoạn 2021-2040, 2041-2061, 2061-2080 và 2081-2100 theo các kịch bản phát thải thấp và phát thải trung bình (mm)

So sánh giữa các đặc trưng lượng mưa theo hai kịch bản (Bảng 2 và Bảng 3) có sự chênh lệch không lớn tuy vẫn có sự gia tăng. Các đặc trưng mưa của các tiểu lưu vực thường có xu thế tăng về cuối thế kỷ và tăng theo mức độ phát thải. Chênh lệch giữa lượng mưa lớn nhất và nhỏ nhất trong các tiểu lưu vực cũng có xu thế gia tăng về cuối thế kỷ. Theo kịch bản phát thải thấp SSP1-2.6, lượng mưa bình quân trong các tiểu lưu vực giai đoạn 2021-2040 dao động từ 1350 đến 1956 mm; giai đoạn 2041-2060 dao động từ 1380 đến 1986 mm; giai đoạn 2061-2080 dao động từ 1403 đến 2017 mm và giai đoạn 2081-2100 dao động từ 1389 đến 2014 mm. Theo kịch bản phát thải trung bình SSP2-4.5, lượng mưa bình quân trong các tiểu lưu vực giai đoạn 2021-2040 dao động từ 1368

đến 1944 mm; giai đoạn 2041-2060 dao động từ 1402 đến 1986 mm; giai đoạn 2061-2080 dao động từ 1407 đến 1997 mm và giai đoạn 2081-2100 dao động từ 1316 đến 2016 mm.

Bảng 2. Đặc trưng lượng mưa lớn nhất, nhỏ nhất và trung bình cho các tiểu lưu vực với kịch bản SSP1-2.6 (mm)

Giai đoạn	Đặc trưng	TV1	TV2	TV3	TV4	TV5	TV6
2021-2040	Min	1393	1542	1298	1264	1253	1263
	Max	2183	2643	2041	1831	1769	1639
	TB	1608	1956	1538	1350	1392	1360
2041-2060	Min	1430	1570	1323	1286	1275	1282
	Max	2224	2682	2072	1864	1802	1672
	TB	1650	1986	1566	1380	1416	1391
2061-2080	Min	1454	1600	1351	1312	1299	1309
	Max	2239	2720	2110	1892	1828	1672
	TB	1666	2017	1596	1403	1439	1407
2081-2100	Min	1444	1594	1339	1295	1284	1294
	Max	2234	2726	2109	1881	1814	1647
	TB	1658	2014	1588	1389	1424	1388

Bảng 3. Đặc trưng lượng mưa lớn nhất, nhỏ nhất và trung bình cho các tiểu lưu vực với kịch bản SSP2-4.5 (mm)

Giai đoạn	Đặc trưng	TV1	TV2	TV3	TV4	TV5	TV6
2021-2040	Min	1405	1538	1310	1282	1270	1280
	Max	2166	2628	2036	1844	1784	1666
	TB	1612	1944	1542	1368	1410	1385
2041-2060	Min	1448	1583	1347	1309	1296	1306
	Max	2198	2679	2093	1886	1827	1681
	TB	1657	1986	1586	1402	1438	1407
2061-2080	Min	1445	1586	1351	1319	1309	1320
	Max	2203	2713	2113	1897	1837	1690
	TB	1648	1997	1592	1407	1449	1424
2081-2100	Min	1461	1602	1362	1327	1313	1327
	Max	2212	2738	2129	1909	1846	1682
	TB	1663	2016	1606	1416	1453	1431

4. Kết luận

Lượng mưa trung bình năm và lượng mưa 1 ngày lớn nhất trong lưu vực sông Ba giai đoạn 1981-2022 không có xu hướng rõ ràng. Kết quả tính toán dữ liệu hàng năm cho thấy biến đổi khí hậu tại các lưu vực sông nhiệt đới rất phức tạp và khó xác định xu hướng.

Trong giai đoạn 2012-2022, diện tích cây lương thực trong lưu vực sông Ba diễn biến khá phức tạp, diện tích trồng lúa và khoai có xu thế tăng trong khi diện tích ngô và sắn lại có xu thế giảm. Năng suất các cây lương thực cũng biến động rất lớn giữa 6 tiểu vùng. Nghiên cứu đã xác định được mối quan hệ tỷ lệ thuận giữa lượng mưa năm với năng suất các loại cây lương thực trong các tiểu lưu vực, trừ lúa đông xuân giai đoạn 2012-2022.

Kết quả tính toán dự báo lượng mưa cho các tiểu lưu vực theo các giai đoạn 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 và 2081-2100 theo kịch bản phát thải thấp SSP1-2.6 và phát thải trung bình SSP2-4.5 cho thấy lượng mưa của các tiểu lưu vực gia tăng về cuối thế kỷ 21 cũng như gia tăng theo các kịch bản phát thải tuy nhiên mức độ gia tăng không lớn. Tuy nhiên, chênh lệch lượng mưa giữa 2 mùa cũng khá lớn sẽ là khó khăn cho sử dụng nước trong lưu vực. Vì vậy, cần phải có các nghiên cứu chi tiết về cơ cấu các cây trồng để vừa đảm bảo giá trị kinh tế thu được cũng như đảm bảo phát triển bền vững - xanh và an ninh nguồn nước, an ninh lương thực trong qui mô cấp lưu vực sông.

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của đề tài “Nghiên cứu phân bố tài nguyên nước mặt dưới tác động của biến đổi khí hậu ở quy mô lưu vực sông bằng phương pháp tiếp cận mối liên kết Nước - Năng lượng - Lương thực (WEF) (Trường hợp nghiên cứu ở lưu vực sông Ba)”. Mã số: KHCBTĐ.01/24-25.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] M. Khorchani *et al.*, “Long-term croplands water productivity in response to management and climate in the Western US Corn Belt,” *Agricultural Water Management*, vol. 291, 2024, Art. no. 108640.
- [2] V. Sharma and S. Bhambota, “Strategies to Improve Crop-Water Productivity,” in *Food, Energy, and Water Nexus: A Consideration for the 21st Century*, C. Ray, S. Muddu and S. Sharma (Eds.), Springer International Publishing, 2022, pp. 149-172.
- [3] Vietnamese Prime Minister, *Decision No. 1748/QĐ-TTg dated December 30th, 2023 on Approval of the Crop Development Strategy to 2030, vision to 2050*, 2023.
- [4] H. T. T. Phan, “The trend of climate and runoff changes in the Ba river basin,” (in Vietnamese), *Vietnam Journal of Earth Sciences*, vol. 36, no. 1, pp. 31–40, 2014.
- [5] M. T. Dang, L. D. Vu, and H. V. Nguyen, “Integrating hydrological, hydraulic, and reservoir regulation models in flood and inundation forecasting for the Ba River system,” (in Vietnamese), *Journal of Hydro-Meteorology*, vol. 5, pp. 37-43, 2013.
- [6] T. D. Ngo, D. H. Luong, and S. V. Nguyen, “Ba river basin characteristics in reservoir operation and accumulated environmental assessment,” (in Vietnamese), *Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, vol. 49, pp. 80-85, 2015.
- [7] H. T. N. Tham, T. T. M. Pham, T. N. K. Truong, H. T. T. Nguyen, N. D. Lam, and T. V. Le, “Assessment the impacts of climate change on drought in the Ba River basin, Central Vietnam using Landsat remote sensing data,” *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, vol. 964, 2022, Art. no. 012006.
- [8] T. V. Tran, H. T. Van, T. T. Ngo, L. T. P. Dang, and T. V. Phan, “Using a scenario-neutral approach to assess the impacts of climate change on flooding in the Ba River Basin, Viet Nam,” *Journal of Water and Climate Change*, vol. 14, no. 12, pp. 4899-4915, 2023.
- [9] Gia Lai Statistical Office, *Gia Lai Statistical Yearbook 2022*, Statistic Publishing House, (in Vietnamese), 2023.
- [10] Dak Lak Statistical Office, *Dak Lak Statistical Yearbook 2022*, Statistic Publishing House, (in Vietnamese), 2023.
- [11] Phu Yen Statistical Office, *Phu Yen Statistical Yearbook 2022*, Statistic Publishing House, (in Vietnamese), 2023.
- [12] WorldClim, “Historical climate data,” 2020. [Online]. Available: <https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html>. [Accessed Jan. 20, 2024].
- [13] S. E. Fick and R. J. Hijmans, “WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas,” *International Journal of Climatology*, vol. 37, no. 12, pp. 4302–4315, 2017.
- [14] T. D. Nguyen, T. D. Ngo, and Q. Desmet, “Performance evaluation and ranking of CMIP6 global climate models over Vietnam,” *Journal of Water and Climate Change*, vol. 14, no. 6, pp. 1831–1846, 2023.
- [15] M. G. Kendall, *Rank Correlation Methods*. 4th Ed., Charles Griffin, London, 1975.
- [16] D. R. Helsel, D. K. Mueller, and J. R. Slack, “Computer program for the Kendall family of trend tests,” *USGS Scientific Investigations Report 2005-5275*, U. S. Geological Survey, Reston, VA, 2005.
- [17] K. Riahi *et al.*, “The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview,” *Global Environmental Change*, vol. 42, pp. 153-168, 2017.
- [18] H. T. T. Phan and A. H. Nguyen, “Spatial and temporal distributions of temperature and rainfall on tropical islands of Vietnam,” *Journal of Water and Climate Change*, vol. 14, no. 5, pp. 1395–1412, 2023.
- [19] H. T. T. Phan *et al.*, “Rainfall Distribution in the Srepok River Basin (Vietnam),” *Ukrainian Geographical Journal*, no. 1, pp. 39-46, 2025.