

# Dự báo khí hậu lưu vực sông Sêrêpôk theo kịch bản mới của IPCC công bố năm 2021

Phạm Thị Thảo Nhi<sup>1,2</sup>, Đỗ Quang Linh<sup>3</sup>, Trần Đức Dũng<sup>4</sup>, Đào Nguyên Khôi<sup>2,\*</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## TÓM TẮT

Dự báo sự thay đổi khí hậu trong tương lai là rất cần thiết cho địa phương nhằm phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, đặc biệt là sản xuất nông nghiệp. Nghiên cứu này xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho lưu vực sông Sêrêpôk theo kịch bản mới công bố của Ủy ban Liên chính phủ về biến đổi khí hậu (BĐKH) năm 2021. Trong đó, kịch bản BĐKH được xây dựng bằng phương pháp chi tiết hóa thống kê (thay đổi hệ số delta) dựa vào kết quả dự báo khí hậu toàn cầu của 3 mô hình GCM từ CMIP6 (MIROC6, MIROC-ES2L, và MRI-ESM2). Kết quả cho thấy với viễn cảnh nhiệt độ toàn cầu tăng 1,5°C và 2,0°C thì nhiệt độ ở khu vực nghiên cứu tăng 0,70 đến 1,07°C và lượng mưa tăng 2,0 đến 11,4%. Ứng với các kịch bản phát thải trung bình SSP2-4.5 và phát thải cao SSP5-8.5 đều đưa ra kết quả dự báo sự gia tăng nhiệt độ khoảng 0,88 đến 2,67°C và sự thay đổi lượng mưa trong khoảng -2,1 đến 9,1% trong tương lai. Bên cạnh đó, nghiên cứu còn xem xét tính bất định trong kết quả dự báo khí hậu đến từ việc sử dụng các kịch bản SSP khác nhau và các mô hình GCM khác nhau. Kết quả cho thấy tính bất định đến từ việc sử dụng các mô hình GCM là lớn nhất và cần thiết phải sử dụng nhiều mô hình GCM trong xây dựng kịch bản BĐKH. Kết quả đạt được từ nghiên cứu này sẽ cung cấp thông tin khoa học hỗ trợ các nhà quản lý địa phương trong xây dựng các kế hoạch ứng phó với BĐKH.

**Từ khoá:** Biến đổi khí hậu, chi tiết hóa thống kê, kịch bản SSP, lưu vực sông Sêrêpôk, mô hình CMIP6

<sup>1</sup>Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự Nhiên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Khoa học và Công nghệ Tính toán, Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM, Việt Nam

<sup>3</sup>Viện Khí tượng Thủy văn Hải văn và Môi trường, Việt Nam

<sup>4</sup>Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

## Liên hệ

**Đào Nguyên Khôi**, Viện Khoa học và Công nghệ Tính toán, Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM, Việt Nam

Email: dnkhoi@hcmus.edu.vn

## Lịch sử

- Ngày nhận: 15-8-2021
- Ngày chấp nhận: 14-10-2021
- Ngày đăng: 06-11-2021

DOI: 10.32508/stdjsec.v5iS11.609



## Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



## ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự nóng lên toàn cầu được xem là yếu tố quan trọng làm gia tăng ảnh hưởng của BĐKH và các rủi ro liên quan trên toàn Thế giới, nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng khoảng 1,0 °C so với thời kỳ tiền công nghiệp, trong đó giai đoạn 2015-2019 được ghi nhận là giai đoạn nóng nhất<sup>1</sup>. Khí hậu ấm lên có thể dẫn đến những thay đổi đáng kể về tần suất, thời gian, cường độ và phạm vi không gian của các sự kiện khí hậu cực đoan<sup>2</sup>, BĐKH và tác động của BĐKH đưa ra một thách thức đáng kể đối với quản lý bền vững tài nguyên nước trên toàn cầu.<sup>3</sup>

Đầu tháng 8 năm 2021, Ủy ban Liên chính phủ về BĐKH (IPCC) đã công bố Báo cáo lần thứ 6 và dữ liệu dự báo khí hậu từ Dự án Đối chứng các mô hình khí hậu lần 6 (CMIP6). Các kết quả dự báo khí hậu từ CMIP6 đã khắc phục được các hạn chế từ các kết quả của CMIP5 như việc thể hiện các sai số nhỏ hơn trong dự báo mưa năm và mùa, và các yếu tố cực đoan<sup>4</sup>, cũng như dự báo hiệu quả hơn về các hiện tượng khí hậu cực đoan trên nhiều khu vực nghiên cứu khác nhau<sup>5,6</sup>. Các mô hình GCM từ CMIP6 đã thể hiện sự hiệu quả trong việc tái tạo các sự kiện hạn hán hơn so với CMIP5<sup>7-9</sup>, và cũng thể hiện sự phù hợp hơn về mức độ cân bằng năng lượng toàn cầu<sup>1</sup>.

Trong CMIP6, các kịch bản đã được phát triển cho các kịch bản chia sẻ kinh tế - xã hội (Shared Socioeconomic Pathways - SSP)<sup>10</sup>, kết hợp với các đường nồng độ khí nhà kính đại diện (RCPs) đã được phát triển trong CMIP5<sup>11,12</sup>, CMIP6 cung cấp một bộ công cụ cho cộng đồng nghiên cứu BĐKH để thực hiện tích hợp, và phân tích đa lĩnh vực. Các kịch bản SSP này xem xét năm lộ trình phát triển của Thế giới khi không xem xét đến các chính sách khí hậu và các mức độ giảm thiểu tác động BĐKH khi xem xét các mục tiêu giảm thiểu phát thải khí nhà kính<sup>13</sup>. Năm kịch bản SSP được mô tả như sau: (1) Kịch bản SSP1 - kịch bản “bền vững” mô tả thế giới phát triển bền vững, tôn trọng giá trị bảo tồn và các giới hạn của tự nhiên, giảm sự bất bình đẳng, tiêu dùng theo hướng giảm thiểu việc sử dụng tài nguyên và năng lượng, và lượng phát thải khí nhà kính ở mức thấp; (2) Kịch bản SSP2 - kịch bản “trung bình” mô tả sự phát triển dựa trên xu hướng của quá khứ và hiện tại, tăng trưởng dân số ở mức trung bình, hệ thống môi trường đối mặt với sự suy thoái nhất định, và lượng phát thải khí nhà kính ở mức trung bình; (3) Kịch bản SSP3 - kịch bản “cạnh tranh khu vực” mô tả sự phát triển theo chủ nghĩa dân tộc và các xung đột làm tăng các vấn đề toàn cầu, bất bình đẳng ngày càng gia tăng, một số khu vực bị hủy hoại môi trường nghiêm trọng, và lượng

**Trích dẫn bài báo này:** Nhi P T T, Linh D Q, Dũng T D, Khôi D N. Dự báo khí hậu lưu vực sông Sêrêpôk theo kịch bản mới của IPCC công bố năm 2021. *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(S11):SI27-SI36.

phát thải khí nhà kính ở mức cao; (4) Kịch bản SSP4 - kịch bản “bất bình đẳng” mô tả sự phân hóa giữa các khu vực phát triển và đang phát triển, các chính sách môi trường được triển khai thành công ở một số khu vực, và lượng phát thải khí nhà kính ở mức trung bình cao; và (5) Kịch bản SSP5 – kịch bản “phát triển dựa trên nhiên liệu hóa thạch” mô tả sự phát triển dựa trên việc tăng cường khai thác nguồn nhiên liệu hóa thạch và sử dụng nhiều năng lượng, một số vấn đề môi trường khu vực (ô nhiễm không khí) được giải quyết thành công, và lượng phát thải khí nhà kính ở mức rất cao<sup>13</sup>. Bên cạnh đó, các dự báo cho SSP1-1.9 và SSP1-2.6 cho biết khí hậu sẽ thay đổi như thế nào đối với các kịch bản tăng nhiệt độ 1,5°C và 2,0°C<sup>10</sup>. Việc công bố kết quả dự báo khí hậu từ CMIP6 này sẽ mở ra nghiên cứu về ứng dụng các kết quả này trong đánh giá tác động của BĐKH trong thời gian tới.

Xây dựng kịch bản BĐKH thường được thực hiện bằng cách dựa vào các kết quả dự báo khí hậu từ các mô hình hoàn lưu chung (GCM) dưới ảnh hưởng của các kịch bản phát thải khí nhà kính. Tuy nhiên, các kết quả từ mô hình GCM này thường phù hợp cho đánh giá thay đổi khí hậu ở quy mô toàn cầu. Bên cạnh đó, độ phân giải của các ô lưới của mô hình GCM tương đối thô (>100 km) và không phù hợp cho đánh giá thay đổi khí hậu ở quy mô khu vực hoặc địa phương (ví dụ ở quy mô lưu vực sông hoặc theo tỉnh, thành phố)<sup>14,15</sup>. Do đó, các kết quả từ mô hình GCM thường được yêu cầu phải chi tiết hóa hoặc thực hiện quá trình chuyển đổi thông tin khí hậu từ quy mô toàn cầu xuống quy mô khu vực trước khi áp dụng đánh giá khí hậu cho quy mô địa phương. Có hai phương pháp chi tiết hóa thường được sử dụng trong xây dựng kịch bản BĐKH cho địa phương bao gồm phương pháp chi tiết hóa động lực và phương pháp chi tiết hóa thống kê<sup>16</sup>. So sánh với phương pháp chi tiết hóa động lực (thường liên quan đến việc sử dụng các mô hình khí hậu vùng), phương pháp chi tiết hóa thống kê thể hiện sự hiệu quả hơn trong xây dựng một tập hợp các bản kịch bản BĐKH từ nhiều mô hình GCM với khối lượng tính toán ít hơn và phù hợp các các nghiên cứu đánh giá tác động.

Một phương pháp chi tiết hóa thống kê thường được sử dụng và đã chứng minh được hiệu quả trong các nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH có thể kể đến là phương pháp thay đổi hệ số delta<sup>17,18</sup>, phương pháp này đã thể hiện tính hiệu quả trong việc hiệu chỉnh độ lệch của các mô hình khí hậu trong nhiều nghiên cứu đánh giá sự thay đổi khí hậu trong tương lai<sup>19,20</sup>, đây cũng được xem là phương pháp đơn giản để hiệu chỉnh các dự báo khí hậu theo quy mô lớn để tham chiếu về quy mô nghiên cứu có độ phân giải chi

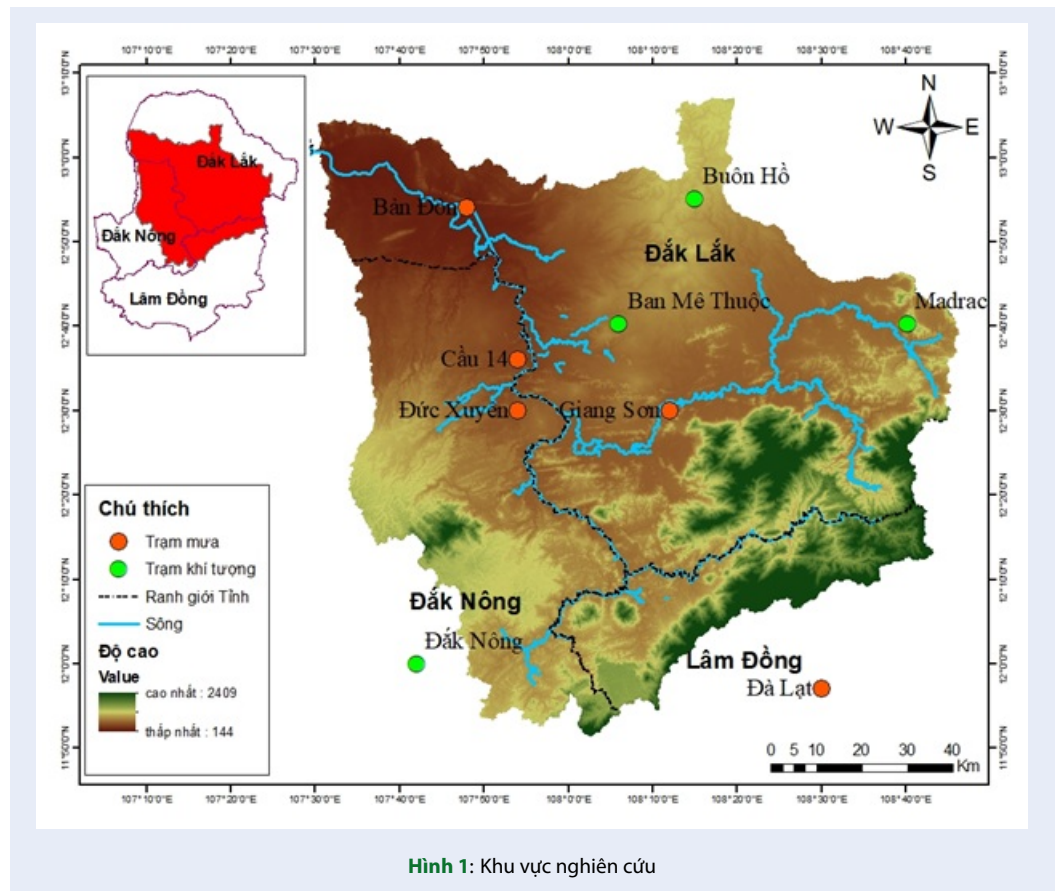
tiết hơn<sup>21</sup>. Do đó, phương pháp này được lựa chọn để xây dựng kịch bản khí hậu tương lai trong nghiên cứu này.

Lưu vực sông Sêrêpôk nằm ở khu vực Tây Nguyên và đóng vai trò quan trọng trong phát triển nông nghiệp của khu vực, đặc biệt là các sản phẩm cây công nghiệp như cà phê, tiêu, điều, và cao su. Trong những năm gần đây, tác động của BĐKH đã tạo ra nhiều thách thức đối với sản xuất nông nghiệp của lưu vực. Theo kịch bản BĐKH của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2016<sup>22</sup>, nhiệt độ của lưu vực sông Sêrêpôk đã tăng khoảng 0,62°C và lượng mưa tăng khoảng 8,6% trong giai đoạn 1958-2014. Bên cạnh đó, BĐKH làm tăng cường độ và tần suất xuất hiện của các yếu tố cực đoan (hạn hán) đã có tác động lớn đến hệ thống nông nghiệp của khu vực. Theo báo cáo của Tổ chức Lương thực và nông nghiệp (FAO), tỉnh Đắk Lắk có hơn 109 ngàn ha diện tích cây trồng bị ảnh hưởng và thiệt hại gần 3,3 ngàn tỷ đồng do đợt hạn năm 2016 gây ra<sup>23</sup>. Do đó, các thông tin dự báo sự thay đổi khí hậu trong tương lai là rất cần thiết cho địa phương nhằm phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, đặc biệt là sản xuất nông nghiệp. Một số nghiên cứu xây dựng kịch bản BĐKH đã thực hiện cho lưu vực sông Sêrêpôk dựa trên các kết quả từ CMIP3, và CMIP5 bằng các công cụ chi tiết hóa như LARS-WG, thay đổi hệ số delta, và mô hình khí hậu PRECIS,<sup>24-27</sup> tuy nhiên hiện nay chưa có nghiên cứu nào thực hiện CMIP6 ở Việt Nam nói chung và lưu vực Sêrêpôk nói riêng.

Mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng kịch bản cho lượng mưa và nhiệt độ trong tương lai dựa trên các kịch bản SSP (xem xét đến kịch bản ấm lên toàn cầu ở mức 1,5°C và 2,0°C) từ các mô phỏng của CMIP6 cho lưu vực sông Sêrêpôk. Những kết quả đạt được từ nghiên cứu này được kỳ vọng sẽ cung cấp thông tin khoa học hỗ trợ các nhà quản lý và hoạch định chính sách xây dựng các chiến lược ứng phó trong bối cảnh BĐKH hiện nay.

## KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Lưu vực sông Sêrêpôk là một trong những tiểu lưu vực của sông Mê Công và nằm ở khu vực Tây nguyên của Việt nam, ở vĩ độ 11°45' - 13°15' độ Bắc và kinh độ 107°15' - 109° độ Đông, với độ cao địa hình khoảng từ 140m đến 2400m so với mực nước biển. Sông Sêrêpôk được hình thành bởi hai phụ lưu chính là sông Krông Nô và sông Krông Ana. Tổng diện tích của lưu vực này là khoảng 12.000 km<sup>2</sup> với dân số 2,3 triệu người vào năm 2018<sup>28</sup>, với nông nghiệp là hoạt động kinh tế chính. Khu vực có khí hậu nhiệt đới gió mùa với mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10, và mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau, độ ẩm 78-83%) và lượng mưa



Hình 1: Khu vực nghiên cứu

hàng năm dao động từ 1.700 mm đến 2.300 mm và có mùa khô và mưa rõ rệt.

Lượng mưa trung bình hàng năm của lưu vực là khoảng 1.973 mm, với khoảng 80% lượng mưa xảy ra trong các tháng mùa mưa, nhiệt độ trung bình năm giai đoạn 2011 - 2015 dao động khoảng 23,1 - 24,1°C, biên độ dao động nhiệt các tháng trong năm thấp (khoảng 4 - 5°C)<sup>29</sup>. Tổng cộng có năm trạm đo mưa và bốn trạm khí tượng (Hình 1).

## PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các bước xây dựng kịch bản BĐKH cho lưu vực sông Sêrêpôk được trình bày ở Hình 2. Trong nghiên cứu này, xem xét 04 kịch bản SSP (SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, và SSP5-8.5) từ 03 mô hình GCM (MIROC6, MIROC-ES2L, và MRI-ESM2), các mô hình GCM này được trích xuất từ kết quả đầu ra của CMIP6, các kịch bản được lựa chọn dựa trên sự xem xét mức độ ảnh hưởng thấp nhất và nghiêm trọng nhất đối với khu vực nghiên cứu. Các kết quả từ các mô hình GCM của CMIP6 này sẽ được chi tiết hóa cho khu vực nghiên cứu bằng phương pháp thay đổi hệ số delta. Chi tiết phương pháp thay đổi hệ số delta

và các số liệu sử dụng trong nghiên cứu sẽ được trình bày chi tiết ở các mục bên dưới.

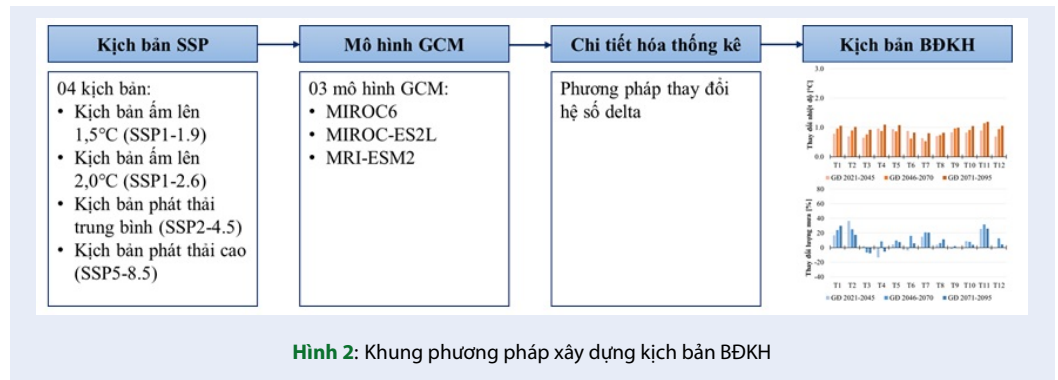
## Dữ liệu phục vụ nghiên cứu

Các dữ liệu mưa và nhiệt độ theo tháng giai đoạn 1986-2010 tại 5 trạm đo mưa và 4 trạm khí tượng trên khu vực nghiên cứu được thu thập tại Trung tâm Thông tin dữ liệu Khí tượng Thủy văn Quốc gia. Bảng 1 trình bày các trạm đo mưa và khí tượng sử dụng trong nghiên cứu.

Trong bất kỳ một nghiên cứu dự báo khí hậu nào, dự báo khí hậu cho “thời kỳ cơ sở” cũng được thực hiện. Thuật ngữ “kịch bản thời kỳ cơ sở” để cập đến các tình huống dựa trên giả định rằng không có chính sách hoặc biện pháp giảm thiểu, giai đoạn này được xem như chưa áp dụng các chính sách giảm thiểu tác động của BĐKH, do đó dữ liệu giai đoạn 1986 - 2010 được lựa chọn trong nghiên cứu này.

## Phương pháp thay đổi hệ số delta

Delta change là một phương pháp đơn giản và được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu xây dựng kịch bản BĐKH trong tương lai. Về cơ bản, các hệ số delta



**Bảng 1:** Dữ liệu mưa và nhiệt độ sử dụng trong nghiên cứu

STT	Tên trạm	Yếu tố khí tượng	Giai đoạn
1	Bản Đôn	Lượng mưa	1986-2010
2	BMT	Lượng mưa, Nhiệt độ	1986-2010
3	Cầu 14	Lượng mưa	1986-2010
4	Đà Lạt	Lượng mưa	1986-2010
5	Đắk Nông	Lượng mưa, Nhiệt độ	1986-2010
6	Đức Xuyên	Lượng mưa	1986-2010
7	Giang Sơn	Lượng mưa	1986-2010
8	Madrac	Lượng mưa, Nhiệt độ	1986-2010
9	Buôn Hồ	Lượng mưa, Nhiệt độ	1986-2010

(CF) theo tháng sẽ được tính dựa vào sự khác biệt của các biến khí hậu (mưa hoặc nhiệt độ) trong giai đoạn hiện trạng và giai đoạn tương lai được mô phỏng từ mô hình GCM. Sau đó, các hệ số delta này sẽ được sử dụng để hiệu chỉnh số liệu quan trắc tại các trạm khí tượng để phát sinh các dự báo khí hậu cho giai đoạn tương lai (Hình 3). Các công thức tính toán cho yếu tố lượng mưa và nhiệt độ được trình bày như sau:

Đối với nhiệt độ

$$CF_k = \bar{T}_k^{GCMfut} - \bar{T}_k^{GCMref}, \quad T_{i,k}^{fut} = T_{i,k}^{obs} + CF_k \quad (1)$$

Trong đó:

- $CF_k$ : Yếu tố thay đổi trung bình hàng tháng vào tháng k
- $\bar{T}_k^{GCMfut}$ : Nhiệt độ mô phỏng của GCM cho giai đoạn tương lai vào tháng k
- $\bar{T}_k^{GCMref}$ : Nhiệt độ mô phỏng của GCM cho giai đoạn tham chiếu vào tháng k
- $T_{i,k}^{fut}$ : Nhiệt độ tương lai tại ngày i của tháng k
- $T_{i,k}^{obs}$ : Nhiệt độ quan trắc tại ngày i của tháng k.

Đối với lượng mưa

$$CF_k = \frac{\bar{P}_k^{GCMfut}}{\bar{P}_k^{GCMref}}, \quad P_{i,k}^{fut} = P_{i,k}^{obs} \times CF_k \quad (2)$$

Trong đó:

$CF_k$ : Yếu tố thay đổi trung bình hàng tháng vào tháng k.

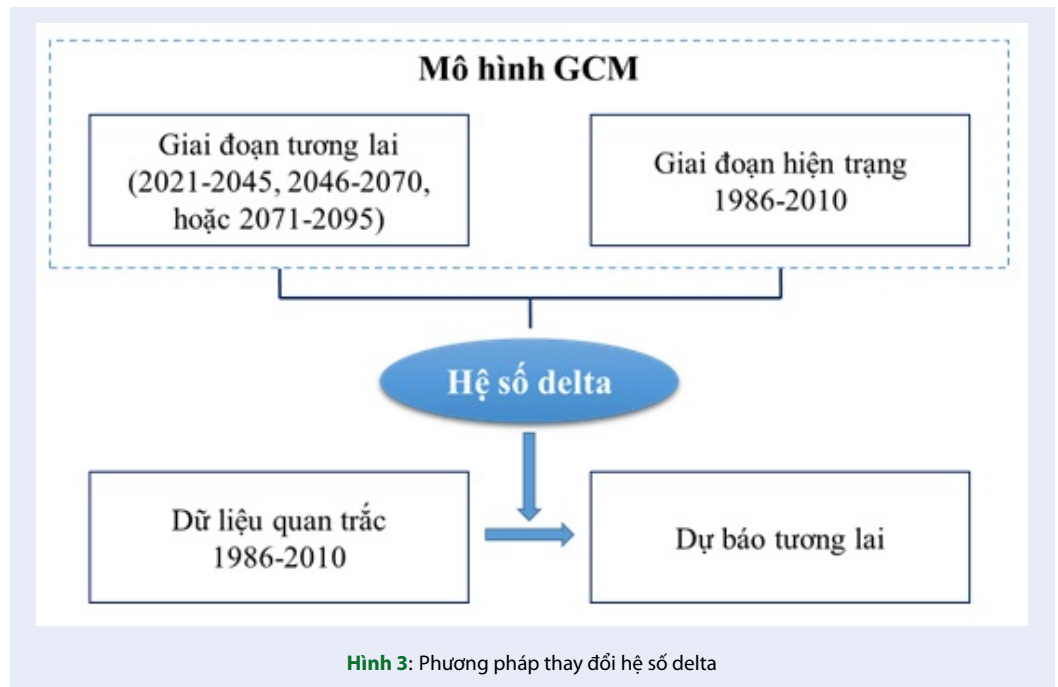
$\bar{P}_k^{GCMfut}$ : Lượng mưa mô phỏng của GCM cho giai đoạn tương lai vào tháng k.

$\bar{P}_k^{GCMref}$ : Lượng mưa mô phỏng của GCM cho giai đoạn tham chiếu tháng k.

$P_{i,k}^{fut}$ : Lượng mưa tương lai tại ngày i của tháng k.

$P_{i,k}^{obs}$ : Lượng mưa quan trắc tại ngày i của tháng k.

Trong nghiên cứu này, các kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng dựa vào 4 kịch bản SSP, bao gồm SSP1-1.9 (giới hạn sự ấm lên toàn cầu ở mức 1,5°C), SSP1-2.6 (giới hạn sự ấm lên toàn cầu ở mức 2,0°C), SSP2-4.5 (kịch bản phát thải trung bình), và SSP5-8.5 (kịch bản phát thải cao). Ba giai đoạn tương lai được xem xét trong nghiên cứu, đó là giai đoạn ngắn hạn (2021-2045), giai đoạn trung hạn (2046-2070) và giai đoạn dài hạn (2071-2095). Các kịch bản khí hậu trong tương lai của khu vực nghiên cứu được xây dựng dựa



**Bảng 2:** Ba mô hình GCM từ CMIP6 sử dụng trong nghiên cứu

STT	Mô hình	Viện, quốc gia	Độ phân giải ô lưới
1	MIROC6	Viện nghiên cứu Đại dương và Khí quyển, Nhật Bản	1,4° × 1,4°
2	MIROC-ES2L	Cơ quan Khoa học và Công nghệ Biển – Trái đất, Nhật Bản	2,8° × 2,8°
3	MRI-ESM2	Viện nghiên cứu Khí tượng, Nhật Bản	1,1° × 1,1°

vào kết quả dự báo khí hậu của 03 mô hình GCM từ CMIP6 được trình bày trong Bảng 2. Các mô hình này được lựa chọn dựa theo hiệu quả mô phỏng khí hậu cho khu vực Đông Nam Á<sup>4</sup>.

## KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

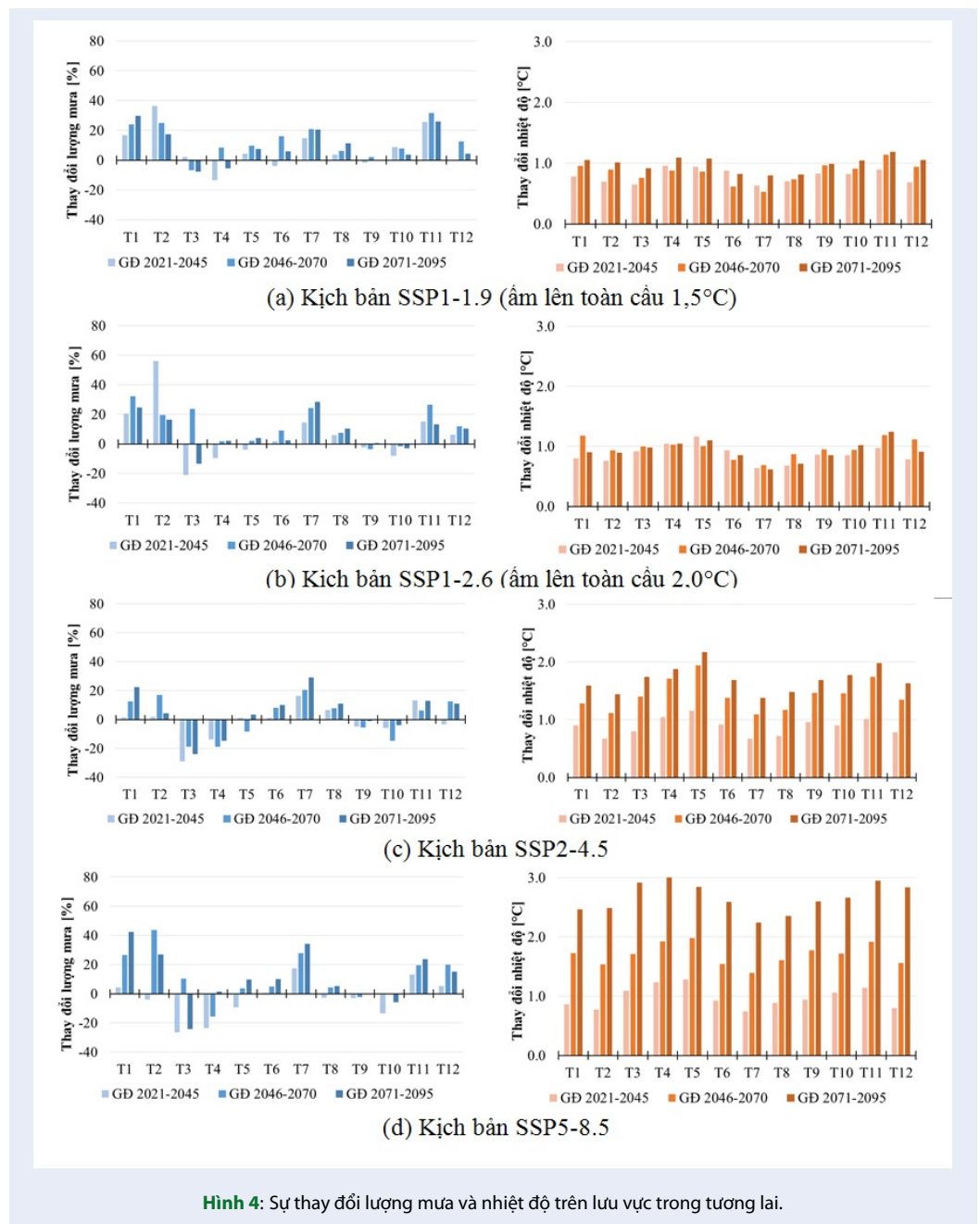
### Kịch bản khí hậu cho lưu vực sông Sêrêpôk

Đặc trưng nhiệt độ và lượng mưa cho lưu vực Sêrêpôk được tính từ dữ liệu tại các trạm quan trắc trên lưu vực (05 trạm đo mưa, và 04 trạm khí tượng) bằng đa giác Thiessen. Hình 4 thể hiện sự thay đổi nhiệt độ và lượng mưa trong giai đoạn tương lai so với thời kỳ cơ sở (1986 - 2010) cho lưu vực Sêrêpôk dựa trên giá trị trung bình của 3 mô hình GCM (MIROC6, MIROC-ES2L, và MRI-ESM2).

Theo kịch bản SSP1-1.9 (ấm lên toàn cầu 1,5°C) và SSP1-2.6 (ấm lên toàn cầu 2,0°C), nhiệt độ của lưu vực sông Sêrêpôk được dự báo tăng khoảng 0,70 đến 0,99°C và 0,87 đến 1,07°C trong giai đoạn 2020-2095. Về sự thay đổi lượng mưa, cả hai kịch bản đều dự

báo lượng mưa năm sẽ tăng trong tương lai, khoảng 5,0 đến 11,4% cho kịch bản SSP1-1.9 và 2,0 đến 8,2% cho kịch bản SSP1-2.6. Xem xét sự thay đổi theo mùa, lượng mưa mùa được dự báo có xu hướng tăng khoảng cho cả mùa mưa và mùa khô. Cụ thể, lượng mưa mùa mưa tăng 4,1 đến 10,0% cho kịch bản SSP1-1.9 và 1,5 đến 7,1% cho kịch bản SSP1-2.6. Bên cạnh đó, lượng mưa mùa khô tăng 8,5 đến 17,7% cho kịch bản SSP1-1.9 và 4,5 đến 17,2% cho kịch bản SSP1-2.6. Đối với kịch bản SSP2-4.5 (kịch bản phát thải trung bình) và SSP5-8.5 (kịch bản phát thải cao), nhiệt độ tăng khoảng 0,88 đến 1,70°C và 0,98 đến 2,67°C. Lượng mưa năm được dự báo tăng 0,7 đến 6,6% cho kịch bản SSP2-4.5. Đối với kịch bản SSP5-8.5, lượng mưa được dự báo giảm -2,1% cho giai đoạn ngắn hạn và tăng 6,8% và 9,1% cho giai đoạn trung hạn và dài hạn.

Nhìn chung, kịch bản BĐKH dự báo nhiệt độ và lượng mưa đều tăng trong tương lai, trừ giai đoạn ngắn hạn ở kịch bản SSP5-8.5 dự báo lượng mưa giảm.



Hình 4: Sự thay đổi lượng mưa và nhiệt độ trên lưu vực trong tương lai.

So sánh với kết quả nghiên cứu trước đây của nhóm tác giả Đào Nguyên Khôi và cộng sự (2015)<sup>30</sup>, kết quả cho thấy cho thấy nhiệt độ tăng 0,3 đến 2,1°C cho kịch bản phát thải cao A2 và 0,3 đến 1,0°C cho kịch bản phát thải thấp B2. Trong nghiên cứu này, lượng mưa cũng được dự báo tăng 0,6 đến 8,2% cho kịch bản A2 và 1,8 đến 9,3% cho kịch bản B2. Bên cạnh đó, trong kịch bản BDKH của Bộ Tài nguyên Môi trường (TNMT) năm 2016, dự báo trong giai đoạn tương lai ở lưu vực sông Sêrêpôk, theo kịch bản RCP4.5 nhiệt

độ tăng 0,70 đến 1,85 °C, RCP8.5 nhiệt độ tăng 0,90 đến 3,35 °C. Đối với yếu tố lượng mưa, trong kịch bản RCP4.5 lượng mưa tăng 6,5 đến 11%, và kịch bản RCP8.5 lượng mưa tăng 5,2 đến 15,0%. Sự so sánh cho thấy kết quả của 03 kịch bản BDKH cho lưu vực sông này đều thể hiện sự tương đồng về xu hướng mặc dù có sự khác nhau về độ lớn gia tăng. Sự khác nhau về độ lớn của sự tăng nhiệt độ và lượng mưa có thể được giải thích bằng sự khác biệt trong việc sử dụng các dự báo khí hậu toàn cầu (CMIP6 được dùng trong nghiên cứu

này, CMIP5 được dùng trong kịch bản của Bộ TNMT năm 2016, và CMIP3 được dùng cho nghiên cứu của Khô và cộng sự năm 2015).

### Đánh giá tính bất định trong dự báo khí hậu

Bên cạnh dự báo sự thay đổi khí hậu trong tương lai cho lưu vực sông Sêrêpôk, nghiên cứu này còn xem xét tính bất định trong kết quả dự báo khí hậu đến từ việc sử dụng các kịch bản SSP khác nhau và các mô hình GCM khác nhau.

Xem xét tính bất định đến từ việc sử dụng các kịch bản SSP khác nhau (Hình 5), kết quả cho thấy nhiệt độ dao động khoảng 0,39 đến 0,79°C cho giai đoạn ngắn hạn, 0,64 đến 1,72°C cho giai đoạn trung hạn, và 0,58 đến 2,64°C cho giai đoạn dài hạn. Sự thay đổi lượng mưa là 6,5 đến 20,3% cho giai đoạn ngắn hạn, 9,9 đến 21,1% cho giai đoạn trung hạn, và 14,8% đến 17,2% cho giai đoạn dài hạn, phần trăm thay đổi lượng mưa cao thường đến từ những tháng mùa khô, những tháng này có lượng mưa rất ít cho nên mặc dù lượng mưa tăng lên ít nhưng phần trăm thay đổi lại rất đáng kể.

Nhìn chung, tính bất định liên quan đến việc sử dụng các kịch bản SSP trong các mô hình CMIP6 là đáng kể. Xem xét tính bất định của kết quả dự báo khí hậu liên quan đến việc sử dụng các mô hình GCM khác nhau dưới ảnh hưởng của kịch bản SSP2-4.5 (Hình 6) cho thấy nhiệt độ dao động khoảng 0,60 đến 1,43°C cho giai đoạn ngắn hạn, 1,28 đến 2,21°C cho giai đoạn trung hạn, và 1,68 đến 2,54°C cho giai đoạn dài hạn. Bên cạnh đó, lượng mưa thay đổi -12,9 đến 13,0% cho giai đoạn ngắn hạn, -20,9 đến 13,1% cho giai đoạn trung hạn, và -16,4 đến 18,8% cho giai đoạn dài hạn. So sánh với tính bất định đến từ việc sử dụng các kịch bản SSP khác nhau, tính bất định đến từ việc sử dụng các mô hình GCM khác nhau là lớn nhất. Do đó, kết quả từ đánh giá tính bất định nhấn mạnh việc sử dụng nhiều mô hình GCM trong đánh giá khí hậu là cần thiết.

### KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy nhiệt độ và lượng mưa của lưu vực sông Sêrêpôk được dự báo là tăng trong tương lai. Cụ thể, nhiệt độ ở khu vực nghiên cứu tăng 0,70 đến 1,07°C và lượng mưa tăng 2,0 đến 11,4% dưới ảnh hưởng của nhiệt độ toàn cầu tăng 1,5°C và 2,0°C. Bên cạnh đó, nhiệt độ tăng 0,88 đến 2,67°C và lượng mưa tăng -2,1 đến 9,1% dưới ảnh hưởng của các kịch bản SSP2-4.5 và SSP5-8.5. Một kết quả khác của nghiên cứu cho thấy tính bất định liên quan đến việc sử dụng các kịch bản SSP khác nhau và các mô hình GCM khác nhau và đáng kể và tính bất định liên quan đến việc sử dụng các mô hình GCM là lớn nhất. Kết quả

này nhấn mạnh việc sử dụng nhiều mô hình GCM trong nghiên cứu tác động của BĐKH. Việc phát triển hướng nghiên cứu này trong việc mở rộng các kịch bản phát thải, và mô hình toàn cầu cho những khu vực nghiên cứu khác nhau sẽ được quan tâm trong những nghiên cứu tiếp theo của nhóm tác giả.

### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong khuôn khổ đề tài mã số 105.06-2019.20.

### DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

BĐKH : Biến đổi khí hậu

CMIP6 : Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 - Dự án đối chứng các mô hình khí hậu lần 6

GCM : General Circulation Model - Mô hình hoàn lưu chung

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change - Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu

SSP : Shared Socioeconomic Pathway - Kịch bản chia sẻ kinh tế - xã hội

### XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Tác giả cam kết rằng không có xung đột lợi ích.

### ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Phạm Thị Thảo Nhi: phương pháp, thu thập dữ liệu, tính toán và phân tích kết quả, viết bản thảo

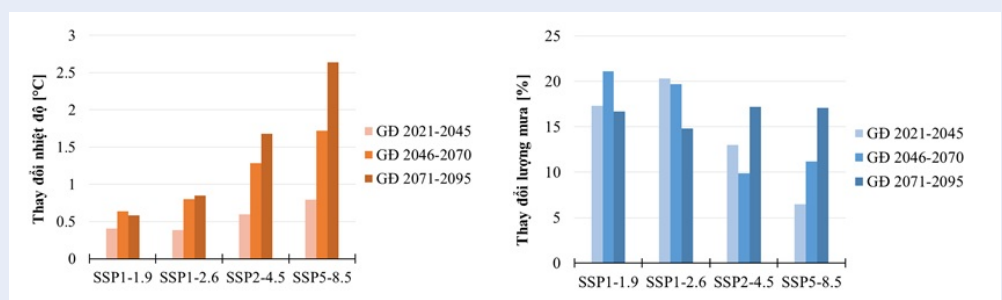
Đỗ Quang Linh: thu thập dữ liệu, tính toán và phân tích kết quả

Trần Đức Dũng: tính toán và phân tích kết quả, viết và chỉnh sửa bản thảo

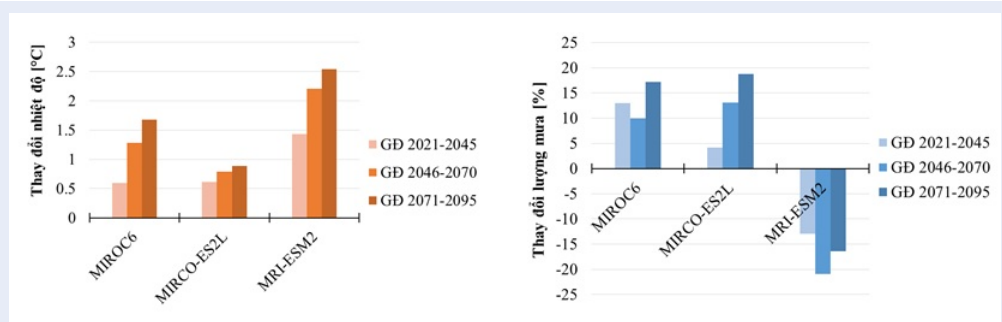
Đào Nguyên Khôi: lên ý tưởng, phương pháp, viết và chỉnh sửa bản thảo

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. IPCC. Special Report: global warming of 1.5 °C. Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, USA. 2018;
2. IPCC. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA. 2012;
3. Ostfeld A, Barchiesi S, Bonte M, Collier CR, Cross K, Darch G, Wright J. Climate change impacts on river basin and freshwater ecosystems: some observations on challenges and emerging solutions. Journal of Water and Climate Change. 2012; 3(3):171-184; Available from: <https://doi.org/10.2166/wcc.2012.006>.
4. Iqbal Z, Shahid S, Ahmed K, Ismail T, Ziarh GF, Chung ES, Wang X. Evaluation of CMIP6 GCM rainfall in mainland Southeast Asia. Atmospheric Research. 2021; 254:105525; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2021.105525>.
5. Di Luca A, Pitman AJ, & Elia R. Decomposing temperature extremes errors in CMIP5 and CMIP6 models. Geophysical Research Letters. 2020; 47(14):e2020GL088031; Available from: <https://doi.org/10.1029/2020GL088031>.



Hình 5: Tính bất định trong kết quả dự báo khí hậu với 04 kịch bản SSP trong mô hình MIROC6



Hình 6: Tính bất định trong kết quả dự báo khí hậu với 03 mô hình GCM dưới kịch bản SSP2-4.5

- Laurie A, & Mathew B. How well do CMIP6 historical runs match observed Northeast US precipitation and extreme precipitation-related circulation?. *Journal of Climate*. 2020; 33(22):9835-9838; Available from: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-1025.1>.
- Kamal AM, Hossain F, & Shahid S. Spatiotemporal Changes in Rainfall and Droughts of Bangladesh for 1.5° and 2°C Temperature Rise Scenarios of CMIP6 Models. *Theoretical and Applied Climatology*, 2021; Available from: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-440182/v1>.
- Khan JU, Islam AKMS, Das MK, Mohammed K, Bala SK, Tarekul Islam M. Future changes in meteorological drought characteristics over Bangladesh projected by the CMIP5 multi-model ensemble. *Climatic Change*. 2020; 162:667-685; Available from: <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02832-0>.
- Wild M. The global energy balance as represented in CMIP6 climate models. *Climate Dynamics*. 2020; 55:553-577; PMID: 32704207. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05282-7>.
- O'Neill BC, Kriegler E, Ebi KL, Kemp-Benedict E, Riahi K, Rothman DS, van Ruijven BJ, van Vuuren DP, Birkmann J, Kok K, Levy M, & Solecki W. The roads ahead: narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Global Environmental Change*. 2017; 42:169-180; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004>.
- Moss RH, Edmonds JA, Hibbard KA, Manning MR, Rose SK, van Vuuren DP, Carter TR, Emori S, Kainuma M, Kram T, Meehl GA, Mitchell JFB, Nakicenovic N, Riahi K, Smith SJ, Stouffer RJ, Thomson AM, Weyant JP, Wilbanks T. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*. 2010; 463:747-756; PMID: 20148028. Available from: <https://doi.org/10.1038/nature08823>.
- Van Vuuren DP, Riahi K, Moss R, Edmonds J, Thomson A, Nakicenovic N, Kram T, Berkhout F, Swart R, Janetos A, Rose SK, & Arnell N. A proposal for a new scenario framework to support research and assessment in different climate research communities. *Global Environmental Change*. 2012; 22:21-35; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.08.002>.
- Riahi K, Van Vuuren DP, Kriegler E, Edmonds J, O'Neill BC, Fujimori S, & Tavoni, M. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global environmental change*. 2017; 42:153-168; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>.
- Luo Y, Ficklin DL, Liu X, Zhang M. Assessment of climate change impacts on hydrology and water quality with a watershed modeling approach. *Science of Total Environment*. 2013; 450-451:72-82; PMID: 23467178. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.02.004>.
- Bates BC, Kundzewicz ZW, Wu S, Palutikof JP. *Climate Change and Water*. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat, Geneva. 2008;
- Wilby RL, Dawson CW. SDSM - A decision support tool for the assessment of regional climate change impacts. *Environmental Modelling & Software*. 2007; 17:145-157; Available from: [https://doi.org/10.1016/S1364-8152\(01\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(01)00060-3).
- Dai C, Qin XS, Lu WT, Huang Y. Assessing adaptation measures on agricultural water productivity under climate change: A case study of Huai River Basin, China. *Science of Total Environment*. 2020; 721:137777; PMID: 32179351. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137777>.
- Anapalli SS, Pinnamaneni SR, Fisher DK, & Reddy KN. Vulnerabilities of irrigated and rainfed corn to climate change in a humid climate in the Lower Mississippi Delta. *Climatic Change*. 2021; 164(1):1-18; Available from: <https://doi.org/10.1007/s10584-021-02999-0>.
- Cherkauer KA, Sinha T. Hydrologic impacts of projected future



- climate change in the Lake Michigan region. *Great Lakes Research*. 2010; 36:33-50; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2009.11.012>.
20. Coats R, Dettinger M, Riverson J, Reuter J, Sahoo G, et al. Projected 21st century trends in hydro climatology of the Tahoe Basin. *Quaternary International*. 2013; 310:pp-pp; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.07.063>.
  21. Htut AY, Shrestha S, Nitivattananon V, & Kawasaki A. Forecasting climate change scenarios in the Bago River Basin, Myanmar. *Journal of Earth Science & Climatic Change*. 2014; 5(9):2157-7617; Available from: <https://doi.org/10.4172/2157-7617.1000228>.
  22. Bộ TN&MT. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. NXB Tài nguyên môi trường và Bản đồ Việt Nam. 2016; 188 trang;.
  23. FAO. "El Nino" event in Vietnam: Agriculture, food security, and livelihood needs assessment in response to drought and salt water intrusion. Food and Agricultural Organizations of the United Nations. 2016; 75 pp;.
  24. Huyen NT, Tu LH, Tram VNQ, Minh DN, Liem ND, & Loi NK. Assessing the impacts of climate change on water resources in the Srepok watershed, Central Highland of Vietnam. *Journal of Water and Climate Change*. 2017; 8(3):524-534; Available from: <https://doi.org/10.2166/wcc.2017.135>.
  25. Khoi DN. Impacts of climate change on hydrology in the Srepok watershed, Vietnam. IAHS Publication. 2013; 359:111-118;.
  26. Khoi DN, & Hang PTT. Uncertainty assessment of climate change impacts on hydrology: a case study for the Central Highlands of Vietnam. In *Managing Water Resources under Climate Uncertainty*. Springer, Cham. 2015; 31-44; Available from: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-10467-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-10467-6_2).
  27. Nhi PTT, Khôi DN. Dự đoán biến đổi khí hậu trong tương lai ở lưu vực sông Sêrêpôk với mô hình LARS-WG dưới các kịch bản CMIP5. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ - Natural Sciences*. 2021; 5(2): 1101-1111;.
  28. Ủy Ban sông Mê Công Việt Nam. Lưu vực sông Sê San - Sêrêpôk. 2018;.
  29. MRC. Transboundary Water Resources Management Issues in the Sesan and Srepok River Basins. Mekong River Commission, Vientiane, Lao PDR. 2017; 44p;.
  30. Khôi DN, Nhi PTT, Quang CNX. Xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho lưu vực sông Sêrêpôk bằng công cụ SDSM. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*. 2015; 651:24-40;.

# Climate projection in the Srepok river basin based on new scenarios of IPCC in 2021

Pham Thi Thao Nhi<sup>1,2,\*</sup>, Do Quang Linh<sup>3</sup>, Tran Duc Dung<sup>4</sup>, Dao Nguyen Khoi<sup>2,\*</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## ABSTRACT

Future forecasting of climate change is very necessary for the locality to support socio-economic development, especially agricultural development. This study developed climate change scenarios for the Srepok River Basin based on the new scenarios released in 2021 by Intergovernmental Panel on Climate Change. The climate change scenarios were developed using the statistical downscaling method (delta change method) based on global climate projections from three CMIP6 GCMs (MIROC6, MIROC-ES2L, and MRI-ESM2). Results show that under the global warming of 1.5°C and 2.0°C, temperature in the study area will increase by 0.70 to 1.07°C and rainfall will increase by 2.0 to 11.4%. Considering the medium emission scenario SSP2-4.5 and high emission scenario SSP5-8.5, both scenarios indicated a 0.88 to 2.67°C increase in temperature and a -2.1 to 9.1% change in precipitation in the future. In addition, this study examined the uncertainty in climate prediction using different SSP scenarios and different GCMs. Results show that the uncertainty related to the use of GCMs was the largest and it recommends the use of multiple GCMs in developing climate change scenarios. The results obtained from this study will provide scientific information to support local managers in developing climate change response plans.

**Key words:** climate change, CMIP6, statistical downscaling, SSP scenario, Srepok River Basin

<sup>1</sup>Faculty of Environment, University of Science, VNU-HCM, Vietnam

<sup>2</sup>Institute for Computational Science and Technology, DOST-HCM, Vietnam

<sup>3</sup>Institute of Hydrometeorology, Oceanology and Environment, Vietnam

<sup>4</sup>Institute for Environment and Resources, VNU-HCM, Vietnam

## Correspondence

**Dao Nguyen Khoi**, Institute for Computational Science and Technology, DOST-HCM, Vietnam

Email: dnkhai@hcmus.edu.vn

## History

- Received: 15-8-2021
- Accepted: 14-10-2021
- Published: 06-11-2021

DOI : 10.32508/stdjsee.v5iS11.651



## Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



**Cite this article :** Nhi P T T, Linh D Q, Dung T D, Khoi D N. **Climate projection in the Srepok river basin based on new scenarios of IPCC in 2021.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(S11):SI27-SI36.