

Bài báo khoa học

Ứng dụng phương pháp hiệu chỉnh sai số Quantile Mapping và hàm phân bố cực trị tổng quát GEV vào đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến mưa cực trị

Trịnh Xuân Mạnh^{1*}, Trần Quốc Việt¹, Lê Thị Thường¹

¹Đại học Tài Nguyên và Môi Trường Hà Nội; txmanh@hunre.edu.vn;
tqviet@hunre.edu.vn; ltthuong.kttv@hunre.edu.vn

*Tác giả liên hệ: txmanh@hunre.edu.vn; Tel: +84–916459161

Ban Biên tập nhận bài: 12/11/2023; Ngày phản biện xong: 25/12/2023; Ngày đăng bài: 25/4/2024

Tóm tắt: Bài báo này đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến lượng mưa cực trị tại một số trạm mưa điển hình thuộc tỉnh Quảng Ngãi, một tỉnh nằm ở khu vực Nam Trung Bộ của nước ta. Trong nghiên cứu này, dữ liệu kịch bản biến đổi mưa trong tương lai được trích xuất từ mô hình khí hậu khu vực REMO-MPI-ESM-LR cho kịch bản cực đoan RCP8.5. Dữ liệu kịch bản được hiệu chỉnh sai số thông qua phương pháp ánh xạ phân vị dựa vào các hàm phân bố Gamma-Pareto (distribution-based quantile mapping). Ngoài ra, hàm phân bố giá trị cực trị tổng quát (GEV) đặc biệt được sử dụng với hai mô hình ổn định và bất ổn định cho việc tính toán các tần suất mưa thiết kế khác nhau gồm 1, 2, và 10%. Trong đó kịch bản biến đổi mưa trong tương lai được trích xuất từ mô hình khí hậu khu vực REMO-MPI-ESM-LR cho kịch bản cực đoan RCP8.5. Kết quả nghiên cứu cho thấy lượng mưa 1 ngày lớn nhất trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi có sự gia tăng đáng kể trong tương lai, vào khoảng 10 đến 15% so với thời kỳ cơ sở. Mức biến đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất ứng với 3 giá trị tần suất 1, 2 và 10% có giá trị thấp nhất là 14,5% và lớn nhất là 31,7%. Bên cạnh đó, bài báo cũng chỉ ra rằng việc hiệu chỉnh sai số hệ thống từ các mô hình khí hậu là cần thiết. Đối với các chuỗi dữ liệu trong tương lai có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu thì việc áp dụng các hàm phân bố xác suất cần phải chú ý đến giả thiết ổn định của các chuỗi dữ liệu nhằm xác định được hàm phân bố với mô hình dữ liệu phù hợp.

Từ khóa: Hiệu chỉnh sai số; Mưa cực trị; Mô hình khí hậu khu vực; Tần suất mưa thiết kế.

1. Giới thiệu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng đã, đang và sẽ có những tác động mạnh mẽ đến các nguồn tài nguyên thiên nhiên và môi trường nói chung, và chu trình thủy văn và tài nguyên nước nói riêng. Theo báo cáo đặc biệt của Ủy Ban Liên Chính Phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC) SR1.5 ra đời vào năm 2018 cho biết: đến năm 2017 thì nhiệt độ toàn cầu đã tăng khoảng 1°C so với thời kỳ tiền công nghiệp. Nếu xu thế này tiếp tục kéo dài trong tương lai thì trong tương lai gần nhiệt độ toàn cầu có thể đạt mức tăng 1,5°C từ năm 2030 đến năm 2052. Mức nước biển trung bình toàn cầu được dự báo sẽ tăng vào khoảng 0,26 đến 0,77 m vào cuối thế kỷ nếu nhiệt độ trái đất tăng 1,5°C. Các rủi ro liên quan đến khí hậu sẽ gây ra nhiều tác động tiêu cực hơn nữa cho môi trường tự nhiên và cả con người [1]. Theo báo cáo của Ngân hàng thế giới và ngân hàng Phát triển Châu Á [2], Việt Nam được đánh giá là một trong 5 nước trên thế giới chịu ảnh hưởng nhiều nhất của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Các tỉnh ven biển của Việt Nam đóng một vai trò vô cùng quan trọng trong sự phát triển kinh tế xã hội của đất nước. Cùng với quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ tại khu vực này đã

mang đến nhiều cơ hội việc làm và định cư cho người dân dẫn đến đây là một trong những khu vực chịu ảnh hưởng nặng nề nhất bởi các hiện tượng tự nhiên cực đoan.

Nghiên cứu liên quan đến biến đổi khí hậu và ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến các quá trình trong chu trình thủy văn và tài nguyên nước đã được thực hiện tương đối nhiều trong những năm vừa qua, có thể nói đây là một trong những chủ đề đáng được quan tâm nhất trong những thập kỉ gần đây. Trên thế giới, có thể kể đến các nghiên cứu của [3–5] về những tác động của biến đổi khí hậu đến chế độ thủy văn, cấp nước, chất lượng nước, và vận chuyển bùn cát. Ngoài ra một số nghiên cứu liên quan đến tính toán và dự báo tác động của biến đổi khí hậu đến lũ và ngập lụt được thực hiện bởi một số tác giả khác [7–9]. Tại Việt Nam, một số tác giả [10–13] đã thực hiện các nghiên cứu về đánh giá ảnh hưởng của BĐKH đến lượng mưa tại một số khu vực ở Việt Nam. Ngoài ra ở Việt Nam còn có nhiều nghiên cứu khác đã được công bố liên quan đến đánh giá ảnh hưởng của BĐKH đến lũ và ngập lụt, dòng chảy và chế độ thủy văn ở một số sông lớn.

Có thể nói nghiên cứu liên quan đến biến đổi khí hậu và ảnh hưởng của nó là vô cùng đa dạng và phong phú. Tuy nhiên có thể nhận thấy rằng các nghiên cứu này phần lớn sử dụng các kĩ thuật chi tiết hóa bao gồm cả động lực và thống kê cho việc xác định các biến đổi của một khu vực hay lưu vực sông với quy mô nhỏ hơn. Ngoài ra, phần lớn các nghiên cứu sử dụng các mô hình khí hậu toàn cầu để trích xuất dữ liệu là chủ yếu với kích thước ô lưới tính toán tương đối thô, vào khoảng 100-400 km. Việc sử dụng các ô lưới lớn có thể gây ra những sai số nhất định cho việc dự đoán biến đổi của các yếu tố khí tượng ở quy mô nhỏ hơn [14]. Trong khi đó để khắc phục tồn tại đó thì các phương pháp chi tiết hóa động lực là một lựa chọn thích hợp, tuy nhiên phương pháp này đòi hỏi yêu cầu lớn về dữ liệu, tài nguyên máy tính và chi phí. Một trong những cách tiếp cận gần đây là sử dụng các mô hình khí hậu khu vực thay cho mô hình khí hậu toàn cầu. Các mô hình này thường cung cấp dữ liệu ở các ô lưới có kích thước nhỏ hơn rất nhiều (20-50 km²) so với mô hình khí hậu toàn cầu. Thêm vào đó, để tránh việc sử dụng trực tiếp dữ liệu từ các mô hình khí hậu nói chung thì các phương pháp hiệu chỉnh sai số đang được ứng dụng khá phổ biến hiện nay. Đặc biệt, những năm gần đây phương pháp sử dụng hàm phân bố kết hợp được đề xuất bởi [15] đang chứng minh được tính hiệu quả của nó trong việc hiệu chỉnh sai số cho chuỗi dữ liệu thu thập từ các mô hình khí hậu khu vực.

Nghiên cứu này sẽ tập trung vào việc đánh giá biến đổi của các giá trị mưa cực trị sử dụng các dữ liệu thu thập từ mô hình khí hậu khu vực REMO2015, mô hình này được tính toán dựa trên các dữ liệu được cung cấp bởi mô hình khí hậu toàn cầu MPI-ESM-LR sử dụng phương pháp chi tiết hóa động lực, với độ phân giải cao vào khoảng 25 × 25 km. Toàn bộ dữ liệu thu thập được sẽ được hiệu chỉnh sai số sử dụng phương pháp hiệu chỉnh sai số *Gamma-Pareto Quantile Mapping* (GPQM). Dữ liệu mưa cực trị sau khi được hiệu chỉnh sai số sẽ được phân tích tần suất sử dụng hàm phân bố giá trị cực trị tổng quan (GEV) với hai mô hình ổn định và bất ổn định nhằm đánh giá sự biến đổi mưa cực trị trong tương lai. Trong đó, phương pháp ước lượng khả năng tối đa (*Maximum Likelihood Estimation*) được lựa chọn để tính toán các thời kì lặp lại của các giá trị mưa cực trị tương ứng với các tần suất thiết kế được lựa chọn.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

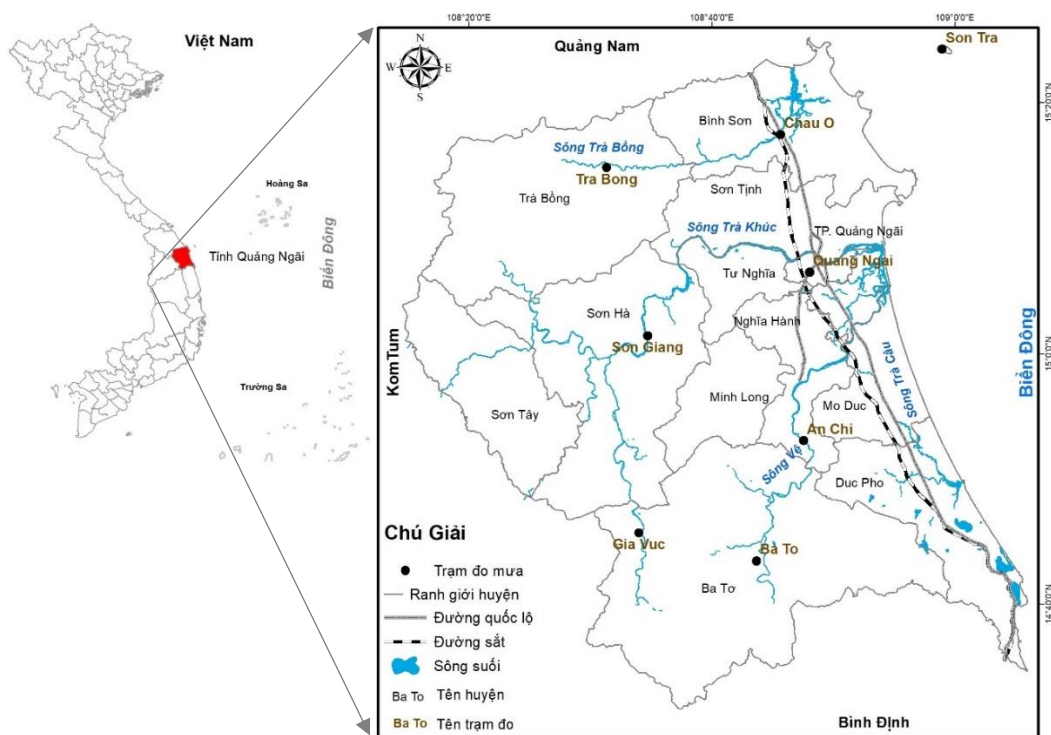
2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Quảng Ngãi một tỉnh ven biển thuộc khu vực Nam Trung Bộ của nước ta được lựa chọn làm khu vực nghiên cứu chính trong bài báo này bởi có số lượng trạm đo và điểm đo mưa phân bố khá đồng đều trong tỉnh và có nguồn dữ liệu mưa thu thập được tương đối đầy đủ phục vụ nghiên cứu của nhóm tác giả. Tỉnh Quảng Ngãi có tọa độ địa lí trải dài từ 14°32'B đến 15°25'B, và từ 108°06'Đ đến 109°04'Đ. Phía tây của tỉnh là dãy núi Trường Sơn và giáp tỉnh Kon Tum với chiều dài đường địa giới là 79 km, phía đông tiếp giáp với Biển Đông có

chiều dài đường bờ biển vào khoảng 144 km, phía bắc tiếp giáp tỉnh Quảng Nam với chiều dài đường ranh giới vào khoảng 98 km, phía nam giáp tỉnh Bình Định với chiều dài đường địa giới 83 km, và cuối cùng là phía tây nam giáp tỉnh Gia Lai với chiều dài đường địa giới khoảng 10 km [16] (Hình 1).

Địa hình tỉnh Quảng Ngãi là khá phức tạp. Địa hình tại đây có xu thế thấp dần từ tây sang đông với các dạng địa hình khá phong phú bao gồm các dãy núi cao, tiếp đến là địa hình núi thấp và đồi xen kẽ đồng bằng, có nơi núi chạy sát biển, cuối cùng là vùng đồng bằng ven biển. Quảng Ngãi có khí hậu đặc trưng của loại khí hậu nhiệt đới và gió mùa. Nhiệt độ trung bình trong tỉnh vào khoảng 25-26,9°C. Khí hậu nơi đây phân hóa thành 2 mùa rõ rệt, gồm mùa mưa và mùa nắng. Trong tỉnh, lượng mưa trung bình là hơn 2.198 mm/năm, tập trung nhiều nhất vào các tháng 9, 10, 11, 12 còn các tháng khác thì khô hạn. Trong đó, tổng lượng mưa trung bình năm ở khu vực ven biển vào khoảng 2.200 đến 2.500 mm và tại khu vực núi cao phía tây dao động trong khoảng 3.000 đến 3.500 mm [16].

Trong tỉnh có các hệ thống sông suối lớn nhỏ khá dày đặc bao gồm các sông như Trà Khúc, Vệ, Trà Câu, và Trà Bồng. Các con sông này mang những nét rất đặc trưng của hệ thống sông suối khu vực miền trung Việt Nam nói chung như ngắn, độ dốc lớn và bị cắt xẻ mạnh bởi địa hình nên lũ và ngập lụt khu vực này rất khôc liệt. Trong tỉnh có nhiều các trạm đo mưa và điểm đo mưa, trong đó phải kể đến một số trạm quan trắc có chuỗi số liệu khá dài và đồng nhất như Quảng Ngãi, An Chí, Ba Tơ, Giá Vực, Sơn Giang và Trà Bồng (Hình 1).



Hình 1. Vị trí tỉnh Quảng Ngãi và hệ thống sông suối và trạm đo mưa.

2.2. Số liệu thu thập

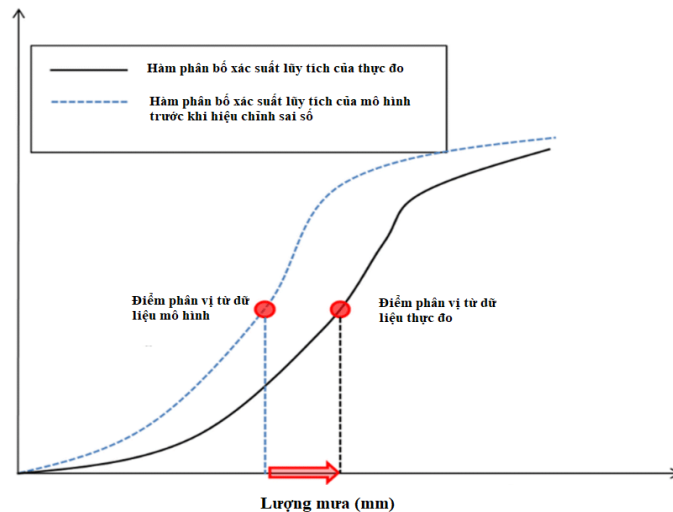
Số liệu sử dụng chính cho tính toán trong bài báo này là mưa, bao gồm mưa ngày và mưa giờ. Các số liệu tại các trạm được thu thập chủ yếu từ Tổng cục Khí tượng Thủy văn và Đài Khí tượng Thủy văn Tỉnh Quảng Ngãi. Thời gian thu thập dữ liệu quá khứ là từ năm 1977 đến 2019.

Dữ liệu biến đổi khí hậu được thu thập từ CORDEX-SEA (*Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment - Southeast Asia*), một diễn đàn do chương trình nghiên cứu khí tượng thế giới thành lập cho phép thực hiện các hoạt động nghiên cứu liên quan đến chi tiết hóa khí hậu khu vực và chia sẻ dữ liệu khí hậu cho cộng đồng [17]. CORDEX hiện

nay có khoảng 14 vùng chính, trong đó CORDEX-SEA là vùng mới gần đây nhất được chia sẻ dữ liệu khí hậu (<https://cordex.org>), cung cấp dữ liệu cho khu vực Đông Nam Á. Mô hình khí hậu động lực khu vực REMO (*Regional Model*) được phát triển đầu tiên bởi Viện nghiên cứu Khí tượng Max-Planck, Đức. Sau đó mô hình này được tiếp tục phát triển và hoàn thiện bởi Trung tâm dịch vụ khí tượng tại thành phố Hamburg, CHLB Đức (<https://www.remocm.de>). Mô hình REMO đã được sử dụng để chi tiết hóa động lực dữ liệu từ mô hình toàn cầu MPI-ESM-LR (*Max-Planck Institute Earth System Model-Low Resolution*) được phát triển bởi cùng một viện nghiên cứu để chuyển đổi dữ liệu từ độ phân giải không gian lớn ($1,8653^\circ \times 1,875^\circ$) đến lưới có độ phân giải chi tiết hơn ($0,22^\circ \times 0,22^\circ \sim 25$ km). Do đó dữ liệu thu thập từ việc kết nối hai mô hình khí hậu này sẽ được sử dụng chính cho việc dự báo biến đổi mưa trong tương lai tại khu vực nghiên cứu dựa trên kịch bản phát thải cao RCP8.5.

2.3. Phương pháp tính toán

Các phương pháp hiệu chỉnh sai số (*Bias-Correction*) đã chứng minh được tính hiệu quả trong việc làm giảm các sai số hệ thống đối với dữ liệu lượng mưa thu thập được từ mô hình khí hậu toàn cầu nói chung [18]. Trong tất cả các phương pháp hiệu chỉnh sai số thì phương pháp ánh xạ phân bố cho thấy tính hiệu quả cao trong việc hiệu chỉnh sai số các giá trị cực trị. Mục đích chính của các phương pháp này là chuyển đổi các dữ liệu mô hình hóa để làm sao chúng có được các phân bố xác suất giống như các dữ liệu thực đo thông qua một hàm chuyển đổi (Hình 2).



Hình 2. Phương pháp chuyển đổi hàm phân bố xác suất.

Như đã giới thiệu ở trên phương pháp Gamma-Pareto dựa trên sự kết hợp của hai hàm phân bố khá phổ biến là hàm phân bố Gamma và phân bố Pareto tổng quát. Cụ thể, hàm phân bố Gamma được sử dụng để hiệu chỉnh phần giữa của đường cong phân bố, trong khi đó hàm phân bố Pareto được dùng chính cho việc hiệu chỉnh các phần đuôi của đường phân bố xác suất mà tại đây mô tả các giá trị cực trị của chuỗi số liệu. Một khung phương pháp đánh giá dựa trên ngôn ngữ lập trình R bao gồm một số gói tính toán được sử dụng cho việc tính hiệu chỉnh sai số sử dụng phương pháp nêu trên (Climate4R). Theo đó, phương pháp Gamma-Pareto này và hàm chuyển đổi của nó được mô tả bằng các công thức toán học dưới đây:

$$F(x|\alpha, \beta) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t/\beta} dt; x \geq 0; \alpha, \beta > 0 \quad (1)$$

$$F(x) = \Pr(X - u \leq x | X > u) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{\xi x}{\sigma}\right), & \text{if } \xi \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x}{\sigma}\right), & \text{if } \xi = 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$y = \begin{cases} F_{\text{obs},\gamma}^{-1}(F_{\text{mod},\gamma}), & \text{if } x \leq 95\text{th or } 99\text{th percentile} \\ F_{\text{obs},\text{GPD}}^{-1}(F_{\text{mod},\text{GPD}}), & \text{if } x > 95\text{th or } 99\text{th percentile} \end{cases} \quad (3)$$

Trong đó $F_{\text{obs},\gamma}$ và $F_{\text{obs},\text{GPD}}$ là hai hàm phân bố Gamma and Pareto tổng quát của dữ liệu thực đo; $F_{\text{mod},\gamma}$ và $F_{\text{mod},\text{GPD}}$ là hai hàm phân bố Gamma and Pareto tổng quát của dữ liệu thu thập từ mô hình REMO- MPI-ESM-LR; F^{-1} là hàm nghịch đảo; α và β là hai hệ số hình dạng và tỉ lệ của hàm Gamma; u là ngưỡng tính toán, $\tilde{\sigma} = \sigma + \xi(u - \mu)$ thông số tỉ lệ được tham số hóa, μ là thông số về vị trí, and ξ là thông số về hình dạng.

Để đánh giá hiệu quả của việc hiệu chỉnh sai số thì dữ liệu được chia thành hai thời đoạn cho cả tính toán và thực đo gồm giai đoạn hiệu chỉnh (1977-1995) và kiểm định (1996-2005). Hai hàm mục tiêu gồm RMSE và NSE được sử dụng để đánh giá sai số giữa tính toán và thực đo. Công thức của hai hàm này được trình bày như sau:

$$\text{NSE} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Obs}_i - \text{Mod}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (\text{Obs}_i - \overline{\text{Obs}})^2} \quad (4)$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Obs}_i - \text{Mod}_i)^2}{n}} \quad (5)$$

Trong đó Obs_i và Mod_i lần lượt là giá trị thực đo và tính toán tại thời điểm (i), $\overline{\text{Obs}}$ là giá trị thực đo trung bình. n độ dài chuỗi số liệu.

Thông thường các chỉ số khí hậu được đưa ra để dễ dàng tính toán sự thay đổi và biến động của các yếu tố khí tượng. 27 chỉ số khí hậu cực đoan được đề xuất bởi nhóm các nhà khoa học về khí tượng và biến đổi khí hậu được tài trợ bởi chương trình nghiên cứu khí hậu thế giới (*Expert Team on Climate Change Detection and Indices* (ETCCDI) (<https://www.wcrp-climate.org/etccdi>). Trong 27 chỉ số thì có 16 chỉ số liên quan đến nhiệt độ và 11 chỉ số liên quan đến mưa. Trong nghiên cứu này 4 chỉ số về mưa liên quan đến cường độ và thời gian được lựa chọn để đánh giá bao gồm mưa 1 ngày lớn nhất (RX1day - mm), mưa 5 ngày lớn nhất (RX5day - mm), tổng lượng mưa trên phân vị 95th (R95p - mm), và số ngày có mưa lớn hơn 50 mm (R50mm - day).

Về hàm phân bố xác suất, có thể thấy trong nhiều thập kỉ vừa qua, khoa học về xác suất thống kê đóng một vai trò hết sức quan trọng trong các ngành khoa học ứng dụng nói chung. Một điều đáng lưu ý là ngày nay do biến đổi và dao động khí hậu diễn ra mạnh mẽ hơn mà các giả thiết về ổn định và bất ổn định của chuỗi dữ liệu trong phân tích tần suất cần phải được xem xét [19]. Nhằm có sự đánh giá đúng hơn về các giả thiết này thì trong bài báo này hàm phân bố xác suất cực trị tổng quát (GEV) được ứng dụng. Theo đó, các giá trị mưa cực trị trích xuất từ chuỗi dữ liệu trong quá khứ và tương lai sẽ được sử dụng để tính toán. Thông thường các phân bố giá trị cực trị thường bao gồm ba họ chính là Gumbel, Fréchet, and Weibull. Hàm phân bố GEV được xây dựng trên cơ sở tổng hợp cả ba hàm phân bố vừa nêu và hàm được lựa chọn sẽ dựa vào sự phù hợp của các tham số, ví dụ tham số về hình dạng ξ . Đối với các giá trị lớn hơn 0 thì hàm phân bố lũy tích (CDF) của phân bố GEV được thể hiện thông qua biểu thức dưới đây:

$$G(z) = \exp \left\{ - \left[1 + \xi \left(\frac{z - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-\frac{1}{\xi}} \right\}, \xi \neq 0, -\infty < \mu < \infty, \sigma > 0, -\infty < \xi < \infty, \quad (6)$$

Trong đó μ , σ , ξ lần lượt là các thông số về vị trí, tỷ lệ và hình dạng. z là giá trị lớn nhất. Với $\xi > 0$ thì phương trình 6 sẽ có phân bố Fréchet, với $\xi < 0$ thì phương trình 6 sẽ có phân bố Weibull, và với $\xi = 0$ phương trình 6 sẽ có phân bố Gumbel.

Nhiều phương pháp đã được phát triển để ước lượng các tham số cho phân bố GEV, ví dụ như: *Maximum Likelihood* (MLE), *Generalized Maximum Likelihood Estimators* (GMLE), *Probability Weighted Moment*, *L-moments* và *Method of Moments*. Trong nghiên cứu này phân bố GEV được sử dụng để tính toán cho hai giả thiết là dữ liệu ổn định và bất ổn định (có xu thế) tương ứng với hai mô hình tính ổn định và bất ổn định. Theo đó, mô hình ổn định (M1) dựa vào giả thiết là các tham số của phân bố không biến đổi theo thời gian.

Trong khi đó, mô hình bất ổn định (M2) dựa vào giả thiết các tham số biến đổi theo thời gian. Đối với mô hình này trong phạm vi nghiên cứu của bài báo chúng tôi chỉ sử dụng một tham số biến đổi là μ . Các mô hình được mô tả như sau:

- M1: Mô hình ổn định. Tất cả các tham số là hằng số GEV ($\mu_t = \mu_0, \sigma_t = \sigma_0, \xi_t = \xi_0$).
- M2: Mô hình bất ổn định. Tham số về vị trí biến đổi theo thời gian, trong khi đó các tham số khác như tỷ lệ và hình dạng là hằng số GEV ($\mu_t = \mu_0 + \mu_1 t, \sigma_t = \sigma_0, \xi_t = \xi_0$).

Để có thể lựa chọn một mô hình phù hợp cho phân bố GEV thì hệ số kiểm tra tỉ lệ khả năng (likelihood ratio test) được sử dụng đầu tiên với mức ý nghĩa p-value là 5%, mức ý nghĩa đưa ra dựa trên đề xuất [19]. Ngoài ra thì hệ số AIC (*Akaike Information Criterion*) được giới thiệu bởi Akaike (1973) cũng được ứng dụng để lựa chọn mô hình phù hợp. Theo đó thì mô hình phù hợp phải cho hệ số AIC là bé nhất. Các tính toán sử dụng các mô hình đề xuất được thực hiện trên gói công cụ *extRemes* package trong phần mềm R [20].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiệu chỉnh sai số

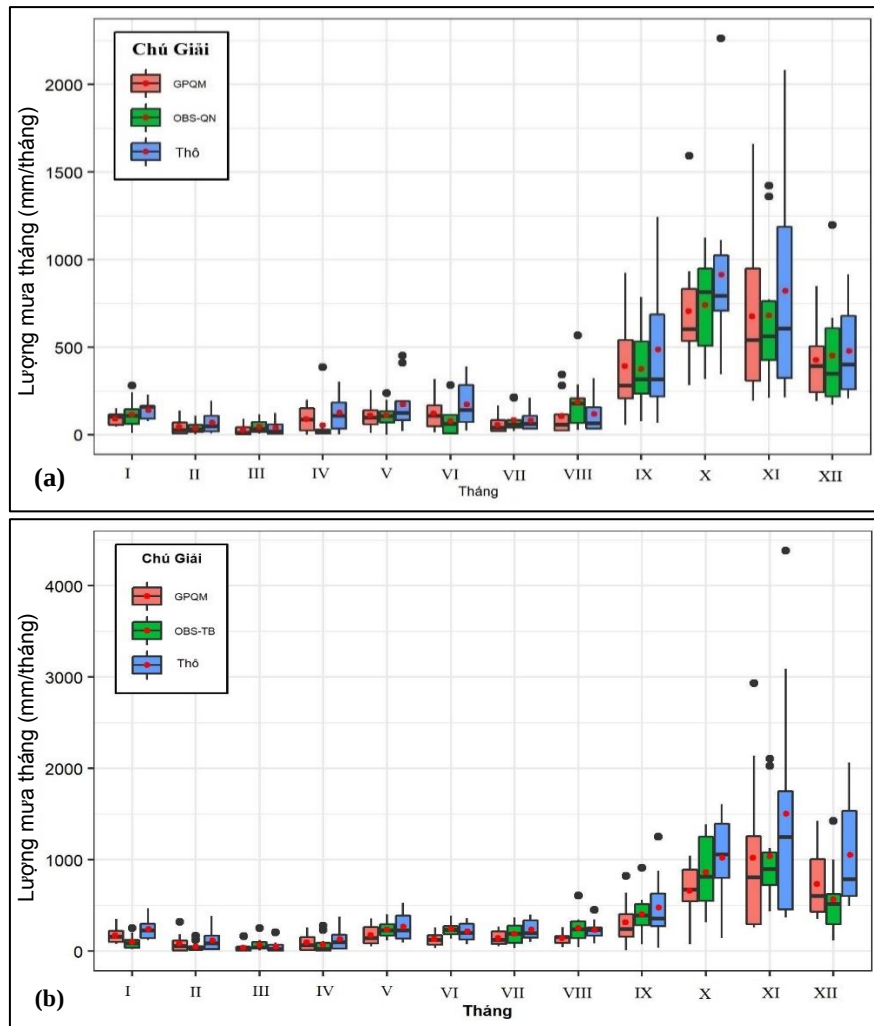
Như đã trình bày ở phần trước, dữ liệu mưa tính toán theo kịch bản BĐKH được trích xuất từ mô hình khí hậu tổ hợp REMO-MPI-ESM-LR sẽ được dùng để hiệu chỉnh sai số trong bài báo này bằng cách sử dụng phương pháp ánh xạ phân vị dựa vào các phân bố xác suất. Theo đó hai phân bố xác suất là Gamma và Pareto tổng quát được sử dụng với một ngưỡng phân vị nhất định. Trong bài báo này, điểm phân vị 95th được đề xuất sử dụng bởi có nhiều nghiên cứu cũng sử dụng giá trị này.

Trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi có nhiều trạm đo mưa như đã giới thiệu ở Mục 2 - Khu vực nghiên cứu, tuy nhiên qua quá trình thu thập và xử lý số liệu thu thập thì nhóm tác giả nhận thấy với những hạn chế về số liệu như số năm đo không liên tục, bảng số liệu không đầy đủ, độ dài dữ liệu không đảm bảo nên chỉ hai trạm mưa là Trà Bồng và Quảng Ngãi (Hình 1) được sử dụng trong các tính toán. Ngoài việc phân tích mưa cực trị thì dữ liệu mưa tháng cũng được sử dụng để đánh giá sơ bộ sự biến đổi mưa theo mùa. Để có thể đánh giá được biến động mưa chúng tôi sử dụng các giá trị mưa thô (chưa hiệu chỉnh), mưa thực đo, và mưa đã hiệu chỉnh để so sánh. Kết quả nghiên cứu trong hình 3 cho thấy biến động theo mùa (mùa mưa và mùa khô) được mô phỏng lại khá tương đồng. Giá trị trung vị và trung bình của chuỗi dữ liệu hiệu chỉnh và thực đo là tương đối giống nhau. Tuy nhiên cũng có thể nhận thấy có sự khác biệt khá rõ rệt tại trạm Trà Bồng trong mùa mưa. Ngoài ra, biểu đồ hộp (box plots) cũng cho thấy dữ liệu thô có phạm vi biến động rộng hơn so với dữ liệu thực đo. Như vậy có thể nhận thấy sau hiệu chỉnh sai số thì những biến động của mưa theo mùa là tương đối hợp lý, điều này cho thấy rằng phương pháp ứng dụng có khả năng hiệu chỉnh sai số tổng lượng mưa tháng bình quân.

Tiếp theo, mục tiêu chính của nghiên cứu này là tập trung vào việc hiệu chỉnh sai số của lượng mưa cực trị cho giai đoạn kiểm định trước khi ứng dụng cho các dự đoán những biến đổi lượng mưa cực trị trong tương lai. Kết quả so sánh giữa lượng mưa cực trị của ba chuỗi dữ liệu gồm mưa chưa hiệu chỉnh, mưa thực đo và mưa đã hiệu chỉnh được thể hiện trong các hình ảnh và bảng 1.

Bảng 1. Thống kê sai số đánh giá giữa dữ liệu thô và dữ liệu sau hiệu chỉnh sai số.

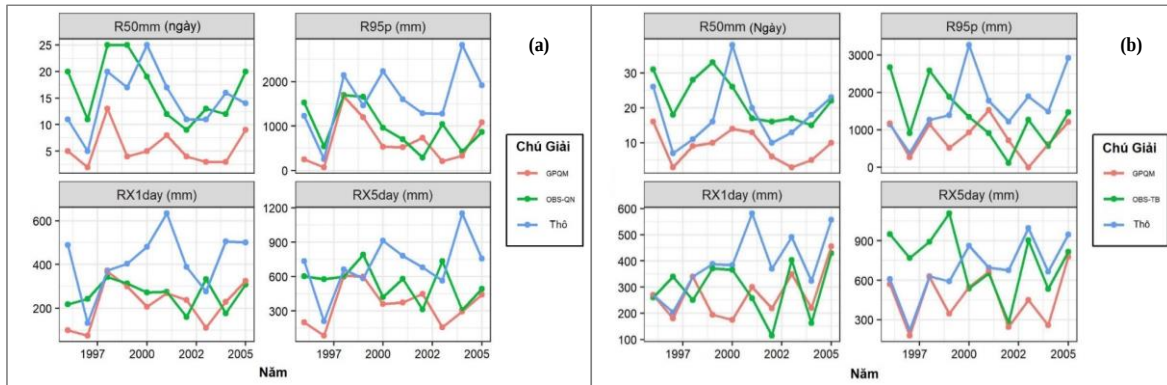
Chỉ số	NSE				RMSE			
	Trà Bồng		Quảng Ngãi		Trà Bồng		Quảng Ngãi	
	Thô	GPQM	Thô	GPQM	Thô	GPQM	Thô	GPQM
RX1day	-1,55	-0,25	-11,84	-1,89	160	100	216	102
RX5day	-0,97	-1,65	-5,10	-2,60	326	378	377	289
R50mm	-1,32	-4,05	-0,04	-3,55	10	14	5	12
R95p	-1,24	-0,50	-3,56	-0,37	1167	957	1036	568



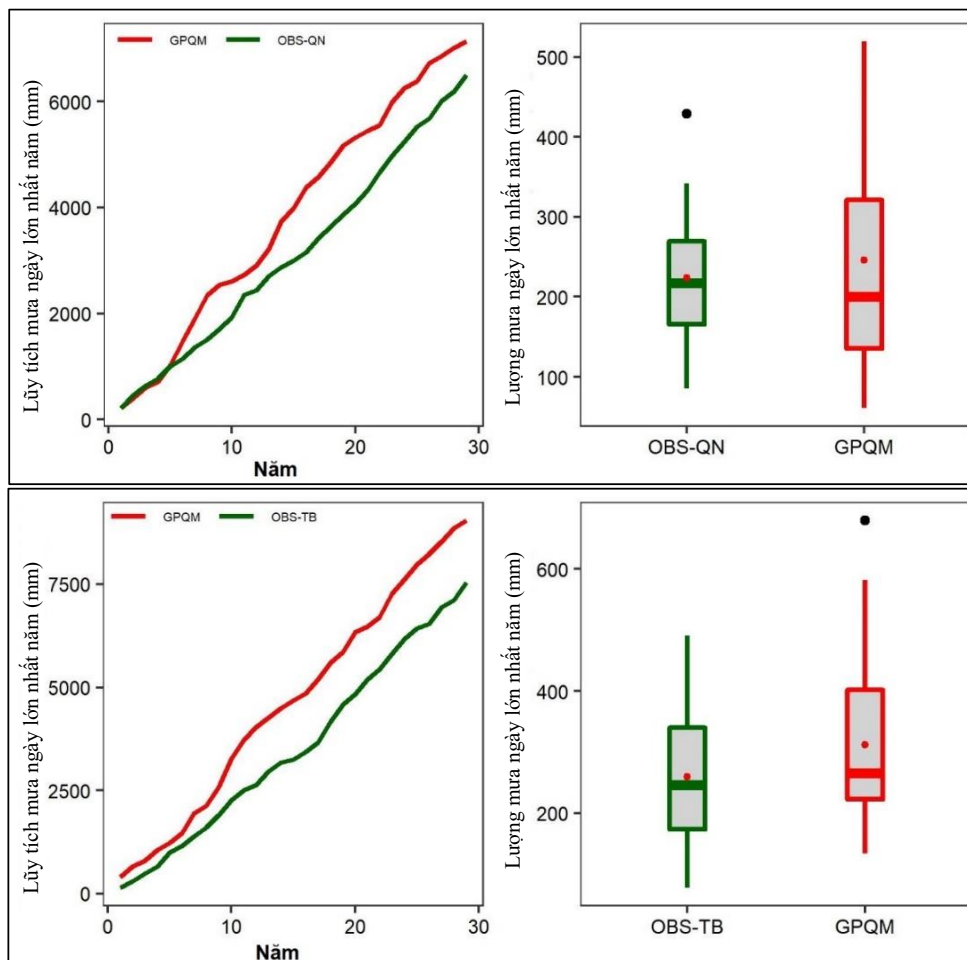
Hình 3. So sánh biến động lượng mưa cực trị theo mùa của 3 dữ liệu gồm mưa chưa hiệu chỉnh (thô), mưa thực đo (OBS) và mưa sau hiệu chỉnh sai số (GPQM) tại trạm Quảng Ngãi (a) và Trà Bồng (b).

Kết quả tính toán cho thấy, nhìn chung lượng mưa lớn nhất 1 ngày (RX1day) sau hiệu chỉnh sai số cho kết quả khả quan hơn so với trước khi hiệu chỉnh khi so sánh với các giá trị thực đo tại hai trạm Trà Bồng và Quảng Ngãi. Tuy nhiên có thể thấy các kết quả hiệu chỉnh RX1day hơi thiên lớn so với các giá trị thu thập từ mô hình khí hậu khu vực. Bảng 1 cho thấy các sai số thống kê của RX1day được cải thiện đáng kể sau khi áp dụng phương pháp hiệu chỉnh sai số. Cụ thể, giá trị NSE giảm từ -1,55 còn lại -0,25, trong khi đó giá trị RMSE giảm từ 160 mm còn lại 100 mm tại trạm Trà Bồng. Tương tự, giá trị NSE giảm từ -11,8 xuống còn -1,89 và giá trị RMSE giảm từ 216 xuống còn 102 mm tại trạm Quảng Ngãi. Ngoài ra, xu thế giảm sai số khi sử dụng đánh giá tương tự cho chỉ số R95p cũng được thể hiện thông qua các kết quả tại hai trạm nêu trên.

Điều này cho thấy sau khi hiệu chỉnh sai số thì RX1day và R95p có xu thế giống với thực đo hơn. Phân tích tương tự cho chỉ số RX5day cũng cho thấy rằng sau hiệu chỉnh thì giá trị chỉ số cực trị này cũng giống với thực đo hơn tại trạm Quảng Ngãi. NSE và RMSE tại trạm Quảng Ngãi lần lượt giảm từ -5,10 xuống còn -2,60 và từ 377 mm xuống còn 289 mm. Tuy nhiên tại trạm Trà Bồng thì chỉ số RX5day lại cho kết quả ngược lại, nghĩa là sau hiệu chỉnh giá trị của sai số RMSE gia tăng. Đối với chỉ số R50mm là một chỉ số liên quan đến số lượng các trận mưa lớn thì kết quả sau hiệu chỉnh cho thấy sai số giữa thực đo và tính toán vẫn còn rất lớn. Điều này có thể thấy rằng phương pháp hiệu chỉnh sai số sử dụng trong bài báo này chỉ cho kết quả tốt với hiệu chỉnh giá trị, còn đối với hiệu chỉnh sai số về thời gian (số lượng các sự kiện) vẫn còn có những hạn chế.



Hình 4. So sánh mưa cực trị chưa hiệu chỉnh (xanh lam), thực đo (xanh lá) và đã hiệu chỉnh sai số (đỏ) tại trạm Quảng Ngãi (a) và Trà Bồng (b).



Hình 5. So sánh lượng mưa 1 ngày lớn nhất trong tương lai và thời kì cơ sở.

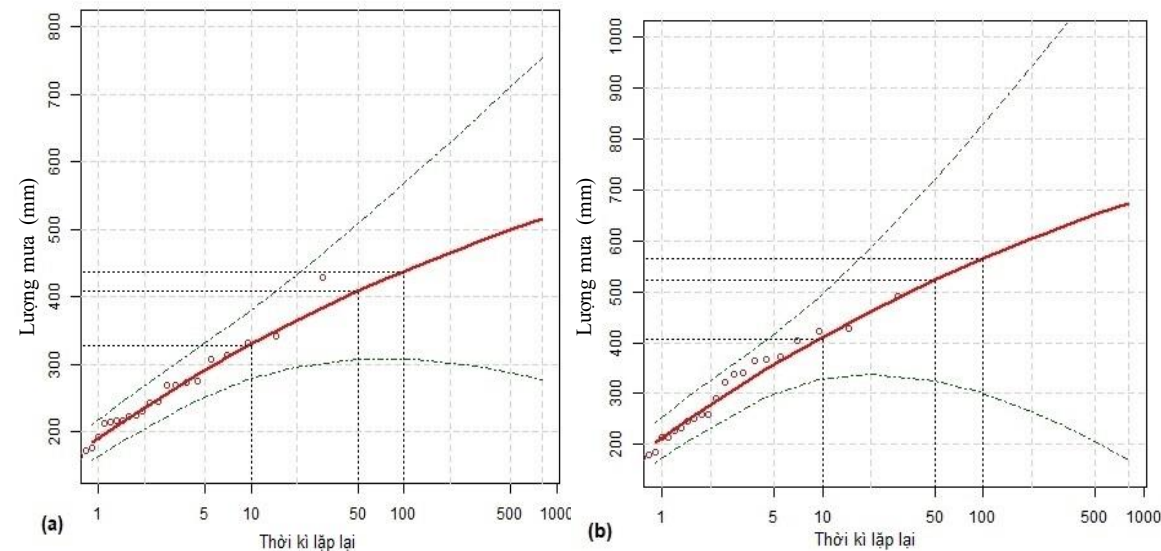
Qua phân tích trên có thể thấy chỉ số RX1day sau khi được hiệu chỉnh cho kết quả khả quan nhất. Do vậy chỉ số này được lựa chọn cho các phân tích tiếp theo trong nghiên cứu này. Kết quả phân tích biến đổi mưa lớn nhất 1 ngày cho giai đoạn gồm thời kì cơ sở 1977-2005 và thời kì tương lai 2006-2035 của kịch bản BĐKH hậu RCP 8.5 được thể hiện trong hình 5 dưới đây. Nhìn chung kết quả nghiên cứu cho thấy chỉ số RX1day có xu thế gia tăng trong tương lai. Đặc biệt lũy tích lượng mưa cho thấy trong tương lai gần lượng mưa 1 ngày lớn nhất có xu thế gia tăng mạnh tại hai trạm Trà Bồng và Quảng Ngãi. Điều này còn thể hiện trong tương lai sẽ xuất hiện nhiều lượng mưa vượt lịch sử. Qua phân tích lượng mưa lớn nhất bình quân cho thấy trong tương lai lượng mưa có xu thế tăng vào khoảng 10 đến 15% so với thời kì cơ sở.

3.2. Phân tích tần suất mưa cực trị

Trong nội dung này, như đã trình bày ở các mục trước hai mô hình ổn định và bất ổn định của phân phối GEV được sử dụng để xây dựng các đường tần suất cho chuỗi dữ liệu mưa cực trị thực đo và dự báo (BĐKH) tại hai trạm Trà Bồng và Quảng Ngãi. Theo đó, hai thời kì gồm (1) thời kì cơ sở (1977-2005) và (2) thời kì tương lai (1977-2035) được sử dụng cho các tính toán trong nội dung này.

Trong bài báo này mô hình ổn định (M1) được sử dụng cho thời kì cơ sở do giai đoạn này được đánh giá là có chuỗi dữ liệu khá ổn định, trong khi đó cả hai mô hình M1 và M2 sẽ cùng được sử dụng cho thời kì tương lai nhằm tìm ra một mô hình phù hợp nhất. Sau khi xác định được các mô hình phù hợp cho các chuỗi dữ liệu thì giá trị tần suất tương ứng với các tần suất khác nhau sẽ được trích xuất để so sánh. Ngoài ra, trong bài báo này, để xác định xu thế của các chuỗi dữ liệu, phương pháp kiểm tra Mann Kendall (M-K) cũng được sử dụng. Để xác định được mô hình phù hợp nhất cho chuỗi dữ liệu thì hai hệ số kiểm tra Tỷ lệ khả năng (Likelihood-ratio) và Akaike Information Criterion (AIC) cũng sẽ được sử dụng.

Kết quả phân tích tần suất mưa 1 ngày lớn nhất tại hai trạm Trà Bồng và Quảng Ngãi tại tỉnh Quảng Ngãi sử dụng mô hình M1 thể hiện trong Bảng 2 và Hình 6 dưới đây. Theo đó, phương pháp MLE được sử dụng để ước lượng giá trị các tham số μ , σ , ξ và sai số tiêu chuẩn của chúng. Các tần suất mưa được lựa chọn gồm 1, 2 và 10%. Các khoảng độ tin cậy 95% (Confident Interval - CI) cũng được tính toán.



Hình 6. Đường tần suất mưa 1 ngày lớn nhất tại trạm Quảng Ngãi (a) và Trà Bồng (b) ứng với mô hình M1.

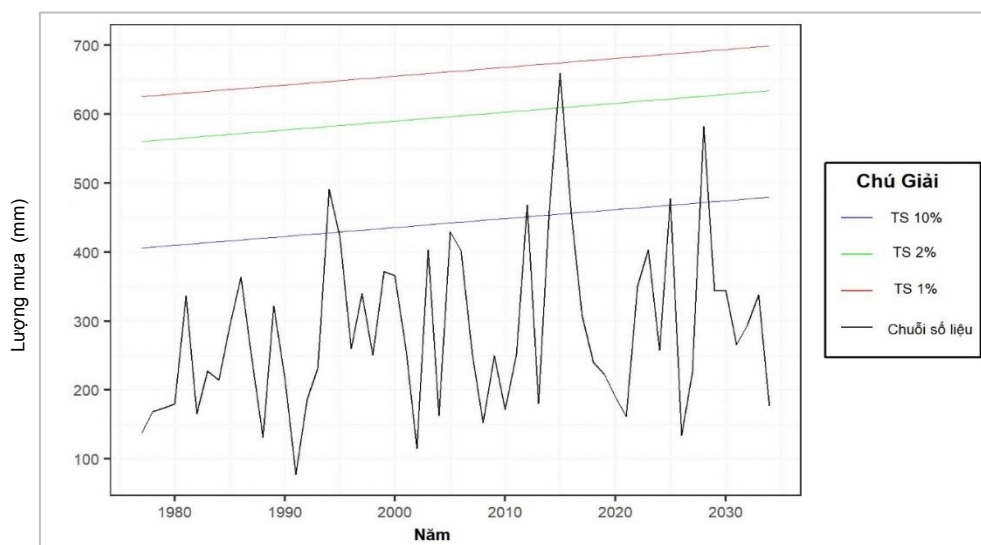
Bảng 2. Kết quả tính toán mô hình M1 cho hai trạm Trà Bồng và Quảng Ngãi.

Mô hình 1		Trà Bồng	Quảng Ngãi
Tham số	μ (mm)	216,11	192,58
	σ (mm)	93,34	65,45
	ξ	-0,13	-0,11
Sai số tiêu chuẩn	μ (mm)	20,37	13,60
	σ (mm)	15,21	9,61
	ξ	0,18	0,13
Tần suất 1%		533	428
95% CI		(350 - 716)	(317 - 541)
Tần suất 2%		497	400
95% CI		(359 - 635)	(313 - 487)
Tần suất 10%		396	323
95% CI		(333 - 460)	(277 - 369)

Tiếp theo, hai mô hình M1 và M2 lần lượt được sử dụng cho chuỗi dữ liệu dự báo. Trước tiên để xác định xem chuỗi dữ liệu có tính xu thế hay không, như đã giới thiệu, phương pháp kiểm tra Mann Kendall (M-K) được sử dụng để kiểm tra xu thế dựa trên giả thiết kiểm tra với mức ý nghĩa 0,05 khi xác định hệ số tương quan Kendall's Tau. Theo đó, giá trị Kendall's Tau dương sẽ cho biết chuỗi dữ liệu có xu thế tăng dần hoặc ngược lại khi hệ số này mang giá trị âm. Đồng thời mức ý nghĩa thống kê p-value nhỏ hơn giá trị lựa chọn (0,05) sẽ cho biết chuỗi dữ liệu là có xu thế. Kết quả tính toán hệ số Kendall's Tau và mức ý nghĩa p-value thông qua phương pháp kiểm tra M-K tại trạm Trà Bồng là 0,189 và 0,035, và kết quả tính tại trạm Quảng Ngãi là 0,039 và 0,67. So sánh các kết quả này với các tiêu chuẩn thấy rằng chỉ có chuỗi dữ liệu tại trạm Trà Bồng là có xu thế biến đổi theo chiều hướng gia tăng các giá trị mưa cực trị. Kết quả này cho thấy chuỗi dữ liệu lượng mưa 1 ngày lớn nhất tại trạm Trà Bồng là không ổn định trong tương lai.

Trong bước tiếp theo, như đã trình bày, hai hệ số kiểm tra Tỷ lệ khả năng (*Likelihood-ratio*) và AIC sẽ cùng được sử dụng để so sánh nhằm tìm ra mô hình tốt nhất. Đối với trạm Trà Bồng, như đã phân tích ở trên chuỗi dữ liệu là không ổn định, do đó biến thời gian (t) sẽ được sử dụng cho tham số vị trí. Kết quả sử dụng phương pháp ước lượng tham số MLE xác định được tham số vị trí cho mô hình M2 là $\mu_0 = 193$ và $\mu_1 = -0,25$, và tương ứng là các sai số tiêu chuẩn 19,97 and 0,59. Trong khi đó tham số về tỉ lệ và hình dạng ước lượng được lần lượt là 79,23 và 0,025 với sai số tiêu chuẩn là 9,01 và 0,12. Trong trường hợp này, giá trị hệ số tỉ lệ khả năng là 4,62 lớn hơn phân vị 95% của giá trị Chi-square là 3,84, và mức ý nghĩa tìm được là nhỏ hơn 0,05 cho thấy rằng có sự khác biệt lớn giữa hai mô hình. Mặt khác, giá trị AIC của mô hình M2 nhỏ hơn so với mô hình M1, tất cả điều này cho thấy mô hình M2 là phù hợp nhất với chuỗi dữ liệu tại trạm Trà Bồng. Do đó, mô hình này sẽ tiếp tục được sử dụng để xác định các giá trị tương ứng với các tần suất đã lựa chọn. Hình 7 dưới đây thể hiện đường tần suất của các giá trị tần suất đã lựa chọn sử dụng phân bố GEV với mô hình dữ liệu không ổn định. Từ hình 7 có thể thấy rằng giá trị tần suất là biến đổi tuyến tính theo thời gian, ví dụ với tần suất 1% lượng mưa 1 ngày lớn nhất là 616 mm vào năm 1977 nhưng đến năm 2035 giá trị mưa sẽ rơi vào khoảng 691 mm.

Tính toán và phân tích tương tự được thực hiện cho trạm Quảng Ngãi, kết quả cho thấy giá trị hệ số AIC ước lượng được là khá gần với mô hình M1 và M2. Hệ số kiểm tra tỉ lệ khả năng tìm được là 1,1673 nhỏ hơn nhiều so với giá trị 95% phân vị của giá trị Chi-square là 3,84. Bên cạnh đó, mức ý nghĩa p-value tìm được là 0,28 nhỏ hơn nhiều so với ngưỡng là 0,05 điều này cho thấy rằng mô hình M2 là không phù hợp với trạm Quảng Ngãi. Do đó mô hình M1 sẽ được sử dụng để tính toán các giá trị tần suất trong trường hợp này.



Hình 7. Tần suất mưa 1 ngày lớn nhất tại trạm Trà Bồng sử dụng phân bố GEV với mô hình không ổn định.

Bảng 3. Giá trị tần suất và mức thay đổi tìm được tại hai trạm Trà Bồng và Quảng Ngãi.

Tần suất mưa (mm)	Trà Bồng		Quảng Ngãi	
	Thời kì tương lai	Mức thay đổi (%)	Thời kì tương lai	Mức thay đổi (%)
1%	691	29,6	564	31,7
2%	620	24,5	507	26,5
10%	478	20,7	370	14,5

Cuối cùng, bảng 3 thể hiện mức biến đổi lượng mưa ứng với các tần suất thiết kế của thời kì tương lai so với thời kì cơ sở. Kết quả cho thấy lượng mưa ứng với các tần suất của thời kì tương lai là lớn hơn so với thời kì cơ sở. Mức biến đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất ứng với 3 giá trị tần suất 1, 2 và 10% có giá trị thấp nhất là 14,5% và lớn nhất là 31,7%. Theo đó, tại trạm Quảng Ngãi lượng mưa ngày lớn nhất ứng với tần suất 1% sẽ gia tăng vào khoảng 31,7% trong tương lai. Tương tự với trạm Trà Bồng, lượng mưa 1 ngày lớn nhất ứng với tần suất 1% sẽ tăng vào khoảng 29,6% trong tương lai so với thời kì cơ sở.

4. Kết luận

Bài báo này đã trình bày một phương pháp hiệu chỉnh sai số dựa vào các phân bố xác suất cho các dữ liệu biến đổi khí hậu khai thác từ các mô hình khí hậu toàn cầu hay mô hình khí hậu khu vực. Kết quả ứng dụng phương pháp hiệu chỉnh sai số Gamma-Pareto Quantile Mapping cho dữ liệu mưa thu thập tại các trạm mưa trên địa bàn tỉnh Quảng Ngãi đã cho thấy tính hiệu quả của phương pháp trong việc giảm thiểu sai số hệ thống từ các mô hình khí hậu cho các giá trị cực trị. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng phương pháp này có thể chưa thực sự hiệu quả trong việc hiệu chỉnh số lượng các sự kiện. Tuy nhiên cũng phải lưu ý rằng số lượng trạm mưa và dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu còn hạn chế chưa mang tính tổng quát do vậy trong tương lai cần áp dụng tính cho nhiều trạm mưa khác nhau để có thể kết luận chính xác nhất. Ngoài ra, bài báo cũng bước đầu áp dụng hàm phân bố giá trị cực trị tổng quát GEV sử dụng hai mô hình dữ liệu ổn định và bất ổn định cho hai thời kì cơ sở và tương lai nhằm xác định mức biến đổi lượng mưa cực trị. Kết quả nghiên cứu đã chứng minh trong một số trường hợp việc áp dụng hàm phân bố với giả thiết chuỗi dữ liệu là ổn định có thể sẽ không phù hợp cho những chuỗi dữ liệu chịu ảnh hưởng bởi BĐKH. Do đó với những nghiên cứu liên quan đến BĐKH thì việc phân tích tần suất cần chú ý đến sự không ổn định của chuỗi số liệu nhằm lựa chọn hàm phân bố phù hợp nhất. Cuối cùng, nghiên cứu này cũng chỉ ra rằng trong tương lai gần lượng mưa 1 ngày lớn nhất tại một số trạm thuộc tỉnh Quảng Ngãi theo kịch bản BĐKH RCP8.5 sẽ gia tăng đáng kể, nghĩa là sẽ xuất hiện nhiều lượng mưa 1 ngày lớn nhất vượt lịch sử. Qua phân tích lượng mưa lớn nhất bình quân tại các trạm nghiên cứu cho thấy trong tương lai lượng mưa có xu thế tăng vào khoảng 10 đến 15% so với thời kì cơ sở.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu T.X.M.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: T.X.M.; Xử lý số liệu và tính toán: T.X.M., T.Q.V., L.T.T.; Viết bản thảo bài báo: T.X.M., T.Q.V., L.T.T.; Chỉnh sửa bài báo: T.X.M.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change. 2018. In Press. doi:10.1038/291285a0.

2. World Bank (WB) & Asian Development Bank (ADB). Climate risk country profile - Vietnam. 2020. Available at: www.worldbank.org.
3. Charlton, R.; Fealy, R.; Moore, S.; Sweeney, J.; Murphy, C. Assessing the impact of climate change on water supply and flood hazard in Ireland using statistical downscaling and hydrological modelling techniques. *Clim. Change* **2006**, 74(4), 475–491. doi:10.1007/s10584-006-0472-x.
4. Azim, F.; Shakir, A.S.; Habib-ur-Rehman.; Kanwal, A. Impact of climate change on sediment yield for Naran watershed, Pakistan. *Int. J. Sediment Res.* **2016**, 31(3), 212–219. doi:10.1016/j.ijsrc.2015.08.002.
5. Allani, M.; Mezzi, R.; Zouabi, A.; Béji, R.; Joumade-Mansouri, F.; Hamza, M.E.; Sahli, A. Impact of future climate change on water supply and irrigation demand in a small mediterranean catchment. Case study: Nebhana dam system, tunisia. *J. Water Clim. Change* **2020**, 11(4), 1724–1747. doi:10.2166/wcc.2019.131.
6. Huang, S.; Hattermann, F.F.; Krysanova, V.; Bronstert, A. Projections of climate change impacts on river flood conditions in Germany by combining three different RCMs with a regional eco-hydrological model. *Clim. Change* **2013**, 116(3–4), 631–663. doi:10.1007/s10584-012-0586-2.
7. Hattermann, F.F.; Huang, S.; Burghoff, O.; Willems, W.; Österle, H.; Büchner, M.; Kundzewicz, Z. Modelling flood damages under climate change conditions-a case study for Germany. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* **2014**, 14(12), 3151–3169. doi:10.5194/nhess-14-3151-2014.
8. Meresa, H.K.; Gatachew, M.T. Climate change impact on river flow extremes in the upper blue Nile river basin. *J. Water Clim. Change.* **2019**, 10(4), 759–781. doi:10.2166/wcc.2018.154.
9. Try, S.; Tanaka, S.; Tanaka, K.; Sayama, T.; Lee, G.; Oeurng, C. Assessing the effects of climate change on flood inundation in the lower Mekong Basin using high-resolution AGCM outputs. *Prog. Earth Planet. Sci.* **2020**, 7, 34.
10. An, N.L. Đánh giá sự thay đổi mưa một ngày lớn nhất dưới ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu vùng Miền Trung và Tây Nguyên. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy Lợi và Môi Trường* **2016**, 52, 77–84.
11. An, N.L.; Linh, P.M.; Thủy, N.T. Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu đến đường quan hệ cường độ mưa-thời đoạn- tần suất và mô hình mưa thiết kế tại Hà Nội. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* **2019**, 67(2), 54–62.
12. Quyên, N.T.N.; Anh, P.T.T.; Khôi, Đ.N.; Hùng, L.V.; Hội, N.Q.; Lợi, N.K. Xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu lưu vực Srepok bằng phương pháp chỉ tiết hóa thống kê dưới sự hỗ trợ của công cụ SDSM. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2016**, 669, 7–15.
13. Tuyết, T.T.; Yên, L.T.H.; An, N.L.; Hà, N.T.T. Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến lũ thiết kế trên các lưu vực sông thuộc tỉnh Bình Định. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* **2020**, 63, 111–119.
14. Fowler, H.J.; Blenkinsop, S.; Tebaldi, C. Linking climate change modelling to impacts studies: recent advances in downscaling techniques for hydrological modelling. *Int. J. Climatol.* **2007**, 27, 1547–1578. doi:10.1002/joc.1556.
15. Gutjahr, O.; Heinemann, G. Comparing precipitation bias correction methods for high-resolution regional climate simulations using COSMO-CLM: Effects on extreme values and climate change signal. *Theor. Appl. Climatol.* **2013**, 114(3–4), 511–529. doi:10.1007/s00704-013-0834-z.

16. Điều kiện tự nhiên tỉnh Quảng Ngãi, Công thông tin điện tử Bộ Kế hoạch và Đầu tư”. Truy cập ngày 20 tháng 10 năm 2023. Trực tuyến: <https://quangngai.gov.vn/web/portal-qni/trang-chu>.
17. Supari, T.F.; Juneng, L.; Cruz, F.; Chung, J.X.; Ngai, S.T.; Salimun, E.; Mohd, M.S.F.; Santisirisomboon, J.; Singhruck, P.; Tan, P.V.; Thanh, N.D.; Narisma, G.; Aldrian, E.; Gunawan, D.; Sopaheluwakan, A. Multi-model projections of precipitation extremes in Southeast Asia based on CORDEX-Southeast Asia simulations. *Environ. Res.* **2020**, *184*, 109350. doi:10.1016/j.envres.2020.109350.
18. Teutschbein, C.; Seibert, J. Bias correction of regional climate model simulations for hydrological climate-change impact studies: Review and evaluation of different methods. *J. Hydrol.* **2012**, *456–457*, 12–29. doi:10.1016/j.jhydrol.2012.05.052.
19. Coles, S. An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. Springer, London: Springer, 2001.
20. Gilleland, E.; Katz, R.W. ExtRemes 2.0: An extreme value analysis package in R. *J. Stat. Software.* **2016**, *72(8)*, 1–39. doi:10.18637/jss.v072.i08.

Application of the distribution-based quantile mapping method and the Generalized Extreme Value distribution to assess the impact of climate change on extreme precipitation

Trinh Xuan Manh^{1*}, Tran Quoc Viet¹, Le Thi Thuong¹

¹ Hanoi University of Natural Resources and Environment; txmanh@hunre.edu.vn; tqviet@hunre.edu.vn; lthuong.kttv@hunre.edu.vn

Abstract: This paper evaluates the impact of climate change on the extreme rainfall in some rain gauge stations in Quang Ngai province, a province located in the South Central region of Vietnam. In this paper, future precipitation data were extracted from the REMO-MPI-ESM-LR regional climate model for the RCP8.5 extreme scenario. The scenario data were bias-corrected using the distribution-based quantile mapping method based on Gamma-Pareto distribution functions. The Generalized Extreme Value (GEV) distribution function, specifically with both stationary and non-stationary models, was then used to calculate different design rainfall frequencies, including 1%, 2%, and 10%. The results indicate a significant increase in the maximum one-day rainfall in Quang Ngai province in the future, by about 10 to 15% relative to the baseline period. The variation in the maximum one-day rainfall corresponding to the 1, 2, and 10% frequency values fluctuates from 14,5% to 31,7%. The study emphasizes the necessity of correcting system errors from climate models. Additionally, for future datasets considering the impact of climate change, the application of probability distribution functions should take into account the stationary assumption of the datasets in order to identify the appropriate distribution functions.

Keywords: Bias correction; Extreme rainfall; Regional Climate Model; Precipitation frequency.