

Bài báo khoa học

Phân tích đặc điểm và xu thế đặc trưng mưa cho tỉnh Hòa Bình

Nguyễn Tiến Thành^{1*}, Trần Khắc Thạc²

¹ Khoa Kỹ thuật tài nguyên nước, Trường Đại học thủy lợi; thanhnt@tlu.edu.vn

² Trường Đại học Thủy Lợi; thacdt@tlu.edu.vn

*Tác giả liên hệ: thanhnt@tlu.edu.vn, Tel: +84-383928535

Ban Biên tập nhận bài: 11/3/2024; Ngày phản biện xong: 13/4/2024; Ngày đăng: 25/8/2024

Tóm tắt: Mưa là một trong những đại lượng khí tượng đầu vào quan trọng trong các bài toán phân tích và tính toán khí tượng thủy văn nhưng có độ bất định rất lớn theo cả không gian và thời gian. Vì vậy, nghiên cứu này tập trung làm rõ đặc điểm, sự phân bố theo không gian và thời gian cũng như xu thế các đặc trưng mưa cho tỉnh Hòa Bình sử dụng phương pháp phân tích xu thế Sen và kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kendall. Các đặc trưng mưa được xem xét bao gồm lượng mưa 1 giờ lớn nhất, lượng mưa 1 ngày lớn nhất, lượng mưa 5 ngày lớn nhất, lượng mưa tháng, lượng mưa mùa, lượng mưa năm, cường độ mưa, số ngày có lượng mưa lớn hơn 100 mm và số ngày có lượng mưa từ 50 tới 100 mm giai đoạn 1990–2019. Ngoài ra, đường tần suất lý luận cũng được xây dựng và tính toán cho lượng mưa 1 giờ lớn nhất, 1 ngày lớn nhất, 5 ngày lớn nhất và cường độ mưa. Kết quả cho thấy trong thời kỳ 1990-2019, lượng mưa trong các tháng mùa mưa (từ tháng 5 tới tháng 10) chiếm tới hơn 85% tổng lượng mưa cả năm trên tất cả các trạm. Số ngày có lượng mưa lớn hơn 100 mm và lượng mưa từ 50-100 mm có sự gia tăng khá rõ theo hướng Tây Bắc Đông Nam. Các chỉ số mưa này có xu thế giảm tại trạm phía Đông nam của tỉnh. Đặc biệt, xu thế giảm lớn nhất đối với lượng mưa 1 ngày lớn nhất và 5 ngày lớn nhất được ghi nhận tại trạm Chi Nê phía Đông Nam của tỉnh.

Từ khóa: Đặc điểm mưa; Xu thế mưa; Hòa Bình.

1. Đặt vấn đề

Nằm trọn trong miền nhiệt đới với phần lớn địa hình là đồi núi cũng như sự ảnh hưởng của các trung tâm khí áp toàn cầu và khu vực đã hình thành chế độ khí hậu rất đặc trưng và phức tạp của Việt Nam. Tính chất nhiệt đới và sự phức tạp này thể hiện ở nhiều khía cạnh, trong đó có sự giao tranh và tương tác của các hình thái thời tiết khác nhau như gió mùa Đông bắc, Tây Nam, hoàn lưu bão... Đặc biệt, khu vực các tỉnh vùng Tây Bắc bộ do ảnh hưởng độ cao địa hình của nhiều dãy và khối núi chạy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam và có sự chia cắt mạnh. Đây cũng là một trong các nguyên nhân tạo nên tính bất định lớn của các đặc trưng khí tượng thủy văn theo không gian và thời gian. Đặc biệt khi có sự kết hợp với khối không khí lạnh biến tính vào nửa sau mùa đông khi di chuyển qua biển và ảnh hưởng tới khu vực [1]. Bên cạnh đó, tác động của tổ hợp các hình thái thời tiết gây mưa như sự kết hợp của dải hội tụ nhiệt đới và bão trên khu vực Bắc bộ nói chung và vùng Tây Bắc bộ nói riêng cũng dẫn tới sự biến đổi rất phức tạp của các đặc trưng mưa [2].

Cho tới nay, nhiều nghiên cứu quốc tế đã sử dụng phương pháp phân tích xu thế Sen và kiểm nghiệm phi tham số để đánh giá xu thế biến đổi của các yếu tố khí tượng thủy văn, tập trung lượng mưa và nhiệt độ cho các khu vực khác nhau trên thế giới, như ở Serbia [3], Thái Lan [4], Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất UAE [5], Trung Quốc [6]. Nhìn chung, các nghiên cứu đều chỉ ra tính hiệu quả của việc sử dụng phương pháp phân tích xu thế Sen và kiểm nghiệm phi tham số cho các vùng khác nhau trên thế giới [7]. Tại Việt Nam, có rất nhiều

các nghiên cứu liên quan tới phân tích xu thế mưa, điển hình là nghiên cứu sử dụng một bộ số liệu quan trắc của hơn 80 trạm trên toàn lãnh thổ Việt Nam trong giai đoạn 1961-2007 để đánh giá xu thế của 7 yếu tố khí tượng [8]. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng khu vực từ vĩ tuyến 17 trở vào phía Nam lượng mưa có xu thế tăng lên, trong khi một xu thế giảm là được tìm thấy ở khu vực phía Bắc. Trước đó, xu thế biến đổi mưa ngày lớn nhất cũng được phân tích dựa trên bộ số liệu mưa tại các trạm trên lãnh thổ Việt Nam giai đoạn 1961-2007 [9]. Kết quả cũng chỉ ra một xu thế tăng ở vùng Tây Bắc trong giai đoạn này [9].

Gần đây, một số đặc trưng mưa cho khu vực Trung Trung Bộ cũng được phân tích cho thời kỳ 1976-2017 sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính. Kết quả cho thấy xu thế tăng ở các tỉnh phía Nam và giảm ở các tỉnh phía Bắc của khu vực đối với chỉ số mưa lớn [10]. Một vài nghiên cứu khác liên quan tới phân tích đặc điểm và xu thế đặc trưng mưa cũng được thực hiện riêng cho tỉnh Quảng Bình như sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính cho bộ dữ liệu từ 1961-2014 [11] hay cả phương pháp hồi quy tuyến tính và phương pháp phân tích xu thế Sen's slope và kiểm nghiệm phi tham số cho bộ dữ liệu từ 1988-2018 [12]. Ngoài ra, các phương pháp này cũng được sử dụng để làm rõ đặc điểm và xu thế của các đặc trưng mưa trong mùa mưa cho các tỉnh vùng Nam Bộ giai đoạn 1996-2021 [13]. Kết quả cho thấy xu thế giảm của tất cả các đặc trưng mưa trong mùa mưa được xem xét ở hầu hết các trạm trong tổng số 21 trạm được sử dụng trong nghiên cứu. Bên cạnh đó, các đặc trưng liên quan tới nhiệt độ cũng được phân tích và đánh giá sử dụng các phương pháp phân tích xu thế khác nhau, cho các vùng khác nhau trên toàn lãnh thổ Việt Nam [14–16]. Nhìn chung, các nghiên cứu tập trung đánh giá ở quy mô vùng và khu vực với các thời đoạn nghiên cứu khác nhau. Trong khi đó Hòa Bình là tỉnh miền núi phía Tây Bắc với mạng lưới sông lớn như sông Đà và suối, hồ phân bố rộng khắp trên tất cả các huyện, thành phố [17]. Ngoài ra trên địa bàn tỉnh còn có 41 hồ chứa có dung tích lớn hơn 1 triệu m³. Đây là điều kiện thuận lợi để phát triển sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản và nhiều lĩnh vực khác. Vì vậy, việc phân tích đặc điểm và xu thế đặc trưng mưa cho tỉnh Hòa Bình sẽ góp phần sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên nước mưa phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.

Theo thống kê của Tổng cục Phòng chống thiên tai, chỉ riêng 6 tháng đầu năm 2020 trên toàn quốc thiên tai đã làm 47 người chết, 01 người mất tích, 130 người bị thương, làm thiệt hại 108.458 ha lúa và hoa màu, tập trung khu vực Đồng bằng sông cửu long và Nam Trung Bộ [18]. Trong năm 2023, trên địa bàn tỉnh Hòa Bình năm 2023 thiên tai đã làm thiệt hại ước khoảng trên 129 tỷ đồng [19]. Trước những thách thức liên quan tới tình hình thiên tai trên toàn quốc nói chung và Hòa Bình nói riêng, bài báo tập trung phân tích đặc điểm và xu thế các đặc trưng mưa cùng với xây dựng đường tần suất lý luận một số đặc trưng mưa cho tỉnh Hòa Bình dựa trên dữ liệu từ 1981-2019 của 5 trạm mưa trên địa bàn tỉnh.

2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu

2.1. Phương pháp nghiên cứu

2.1.1. Phương pháp xác định xu thế biến đổi đặc trưng mưa

Trong nghiên cứu này, phương pháp kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kendall được sử dụng [20, 21]. Xu thế của một chuỗi được xác định bằng cách so sánh độ lớn tương đối của các thành phần trong chuỗi. Nói cách khác, các thành phần trong chuỗi được xếp hạng từ lớn đến bé mà không quan tâm tới sự khác biệt giá trị cụ thể của chúng. Điểm thuận lợi khi dùng cách tiếp cận này là không phụ thuộc vào quy luật phân bố của tập mẫu. Phương pháp này được mô tả ngắn gọn như sau.

Giả sử tồn tại một chuỗi thời gian $\{x_t, \text{ với } t=1..n\}$. Mỗi một thành phần trong chuỗi sẽ được so sánh với tất cả các thành phần còn lại đứng sau nó. Giả sử ban đầu chuỗi không có xu thế, tức giá trị thống kê Mann-Kendall (S) sẽ được gán bằng 0. Nếu thành phần sau lớn hơn thành phần trước thì giá trị thống kê S sẽ được tăng lên 1 đơn vị, ngược lại sẽ bị trừ đi 1 đơn

vị. Mặt khác, S sẽ không thay đổi nếu hai thành phần có giá trị bằng nhau. Sau tất cả các lần so sánh, giá trị S theo phương trình (1) sẽ được dùng để đánh giá xu thế chung của chuỗi.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k) \tag{1}$$

Trong đó:

$$\text{Sign}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{khi } x_j - x_k > 0 \\ 0 & \text{khi } x_j - x_k = 0 \\ -1 & \text{khi } x_j - x_k < 0 \end{cases} \tag{2}$$

Nếu giá trị S lớn hơn 0, tức chuỗi có xu thế tăng; ngược lại nếu S nhỏ hơn 0, tức chuỗi có xu thế giảm. Mức độ ý nghĩa của xu thế được xác định thông qua giá trị S và n. Trong đó, phương sai của S được tính theo công thức (3).

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_p^g t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right] \tag{3}$$

Với g là số nhóm của các phân tử có giá trị giống nhau và p là số phân tử thuộc nhóm thứ p. Giá trị chuẩn Z của S tuân theo định luật phân phối chuẩn.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{[\text{Var}(S)]^{1/2}} & \text{khi } S > 0 \\ 0 & \text{khi } S = 0 \\ \frac{S+1}{[\text{Var}(S)]^{1/2}} & \text{khi } S < 0 \end{cases} \tag{4}$$

Z có phân phối chuẩn N(0,1) dùng để kiểm định chuỗi có xu thế hay không với mức ý nghĩa cho trước, α chính là sai lầm loại 1 của phương pháp kiểm định này. Nếu $Z > Z_\alpha$: bác bỏ giả thuyết H_0 , có nghĩa có xu thế tăng hoặc giảm; ngược lại $Z < Z_\alpha$, đồng nghĩa với việc chấp nhận giả thuyết chuỗi số liệu không có xu thế rõ ràng.

2.1.2. Phương pháp xu thế Sen's slope

Trong nghiên cứu này, phương pháp xu thế Sen's slope được sử dụng để xác định độ dốc của chuỗi. Độ dốc này được tính toán dựa trên tất cả các cặp dữ liệu ($N=n(n-1)/2$) như được mô tả theo phương trình (5) [20].

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k}; \quad i=1, N \tag{5}$$

Trong đó Q là độ dốc giữa các điểm dữ liệu x_j và x_k , x_j và x_k lần lượt là giá trị dữ liệu tại thời điểm j và k ($j > k$), j là thời gian nối tiếp thời điểm k.

2.1.3. Tính toán các đặc trưng mưa

Các đặc trưng mưa được lựa chọn phân tích, tính toán bao gồm:

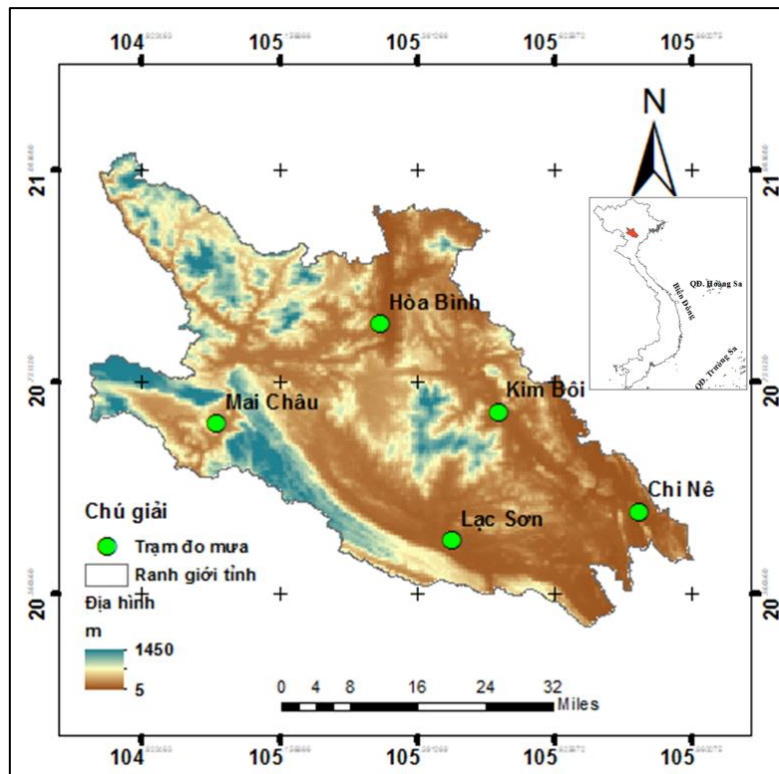
Lượng mưa ngày lớn nhất ($R \times 1 \text{ day}$), lượng mưa 5 ngày lớn nhất ($R \times 5 \text{ day}$), cường độ mưa (SDII), số ngày trong năm có lượng mưa rất to trên 100 mm (R100), số ngày trong năm có lượng mưa to từ 50-100 mm (R50), lượng mưa năm, lượng mưa tháng và lượng mưa mùa mưa, trong đó:

Lượng mưa ngày lớn nhất được tính toán là giá trị lượng mưa lớn nhất 24 giờ, với $R \times 1\text{day}_j = \max(R_{ij})$, trong đó R_{ij} là lượng mưa hàng ngày vào ngày thứ i trong khoảng thời gian j .

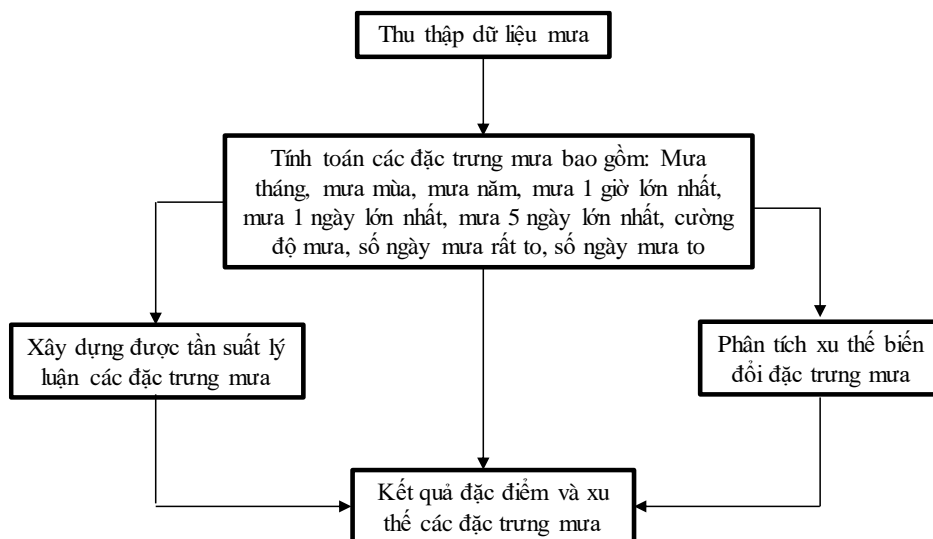
Lượng mưa 5 ngày lớn nhất được tính toán dựa trên lượng mưa lớn nhất trong 5 ngày liên tiếp, với $R \times 5\text{day}_j = \max(R_{kj})$, trong đó R_{kj} là lượng mưa 5 ngày liên tiếp k trong khoảng thời gian j .

Cường độ mưa được xác định như sau: Nếu gọi RR_{wj} là lượng mưa hàng ngày thuộc những ngày có mưa ($RR \geq 1 \text{ mm}$) trong khoảng j và W là số ngày có mưa trong khoảng j thì:

$$SDII_j = \sum_{w=1}^W \frac{RR_{wj}}{W} \quad (6)$$



Hình 1. Mạng lưới trạm đo mưa khu vực tỉnh Hòa Bình.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu.

2.2. Dữ liệu

Dữ liệu từ mạng lưới đo mưa trên địa bàn tỉnh Hòa Bình được thu thập từ năm 1990-2019 và được thống kê trong bảng 1.

Bảng 1. Danh sách trạm đo mưa.

Tên trạm	Xã/Phường	Huyện/Thị xã/TP.	Tọa độ trạm		Độ cao trạm (m)
			Kinh độ (Y)	Vĩ độ (X)	
Mai Châu	TT. Mai Châu	H. Mai Châu	508450,497	2285248,561	345
Hòa Bình	P. Tân Thịnh	TP. Hòa Bình	535050,388	2303048,909	25
Kim Bôi	TT. Bo	H. Kim Bôi	555345,333	2286310,331	57
Chi Nê	TT. Chi Nê	H. Lạc Thủy	581459,144	2265736,587	33
Lạc Sơn	TT. Vụ Bản	H. Lạc Sơn	547713,093	2261832,544	36

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Sự phân bố các đặc trưng mưa theo không gian và thời gian

Bảng 2 cho biết sự biến đổi các đặc trưng thông kê cơ bản của lượng mưa bao gồm hệ số biến thiên (Cv), hệ số bất đối xứng (Cs), giá trị nhỏ nhất (Min), giá trị lớn nhất (Max) và giá trị trung bình. Từ bảng 2 cho thấy hệ số biến thiên không có sự thay đổi lớn tại các trạm được xem xét, dao động từ 0,22 tại trạm Lạc Sơn tới 0,29 tại trạm Chi Nê. Đây là thước đo thống kê độ phân tán của các dữ liệu trong một chuỗi dữ liệu so với giá trị trung bình. Điều này cho thấy mức độ biến thiên biến thiên của dữ liệu trong một mẫu tương quan với giá trị trung bình của tổng thể có sự dao động nhỏ, không đáng kể. Tuy nhiên, đối với giá trị hệ số bất đối xứng có sự thay đổi rõ hơn giữa các trạm, dao động từ 0,22 tại trạm Chi Nê tới 0,8 tại trạm Kim Bôi. Điều này cho thấy mức độ phân phối lệch phải tăng từ nhỏ nhất là trạm Chi Nê tới mạnh nhất là trạm Kim Bôi. Đây là đặc trưng phản ánh sự phân bố không đều của các thành phần trong chuỗi đại lượng nghiên cứu xung quanh giá trị trung bình hoặc là trung tâm phân bố. Nhìn chung các giá trị đều lớn hơn 0 đặc trưng cho các giá trị tản mạn của các thành phần có giá trị lớn hơn trung bình. Lượng mưa trung bình nhiều năm không có sự khác biệt quá lớn giữa các trạm; tuy nhiên biên độ là khá lớn giữa năm có lượng mưa nhỏ nhất và năm có lượng mưa lớn nhất, phổ biến là khoảng 1800 mm.

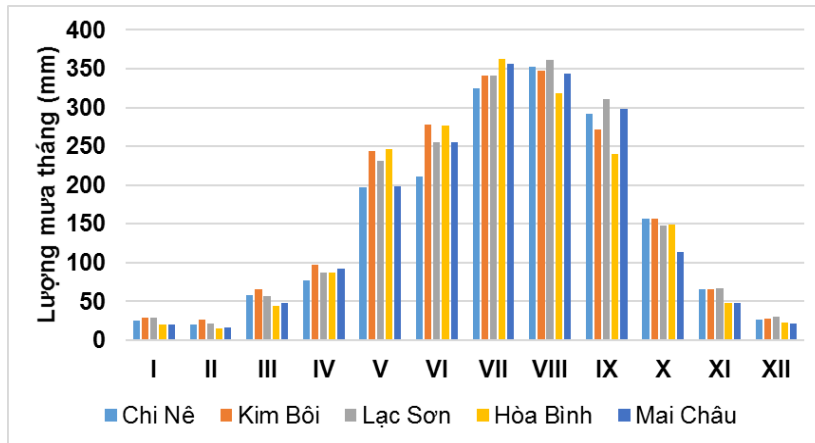
Bảng 2. Bảng các đặc trưng thống kê cơ bản lượng mưa.

Trạm	Cv	Cs	Min	Max	Trung bình
Chi Nê	0,29	0,22	1215,1	2992,0	1801,4
Kim Bôi	0,25	0,80	1251,2	3047,6	1950,5
Lạc sơn	0,22	0,53	1302,7	2757,7	1937,9
Hòa Bình	0,23	0,38	1082,7	2808,4	1829,1
Mai Châu	0,25	0,66	1120,2	2893,6	1809,7

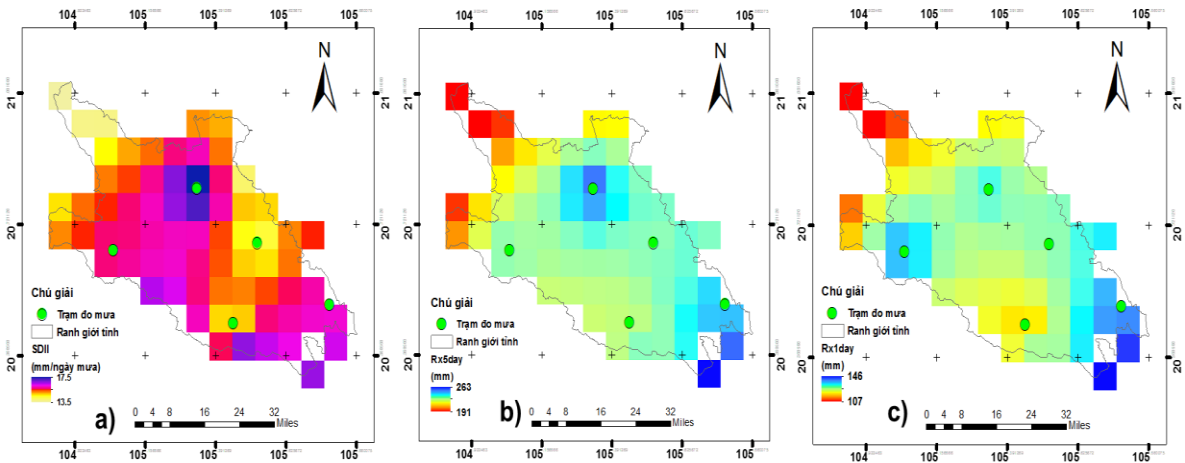
Hình 3 cho biết phân bố lượng mưa tháng tại các trạm đo mưa. Nhìn chung lượng mưa tập trung vào các tháng 5 tới tháng 10 và lớn nhất vào tháng 7 hoặc 8. Lượng mưa trong các tháng mùa mưa (từ tháng 5 tới tháng 10) chiếm tới hơn 85% tổng lượng mưa cả năm trên tất cả các trạm.

Hình 4 và Hình 5 mô tả sự phân bố theo không gian các đặc trưng tương ứng là SDII, R1×day, R5×day; R100 và R50. Nhìn chung, lượng mưa 1 ngày (Hình 4b) và 5 ngày lớn nhất (hình 4c) thấp nhất ở phía tây bắc của tỉnh và cao nhất là phía đông nam khu vực trạm Chi Nê, được theo sau là khu vực giữa tỉnh. Điều này xuất phát từ nguyên nhân chủ yếu là sự tương tác của các hình thế gây mưa lớn, điển hình là ảnh hưởng của bão, dải hội tụ nhiệt đới với dạng địa hình trên địa bàn tỉnh. Điểm nổi bật của dạng địa hình của tỉnh Hòa Bình là núi cao,

chia cắt phức tạp với độ dốc lớn theo hướng Tây bắc-Đông nam. Lượng mưa 5 ngày lớn nhất ghi nhận có thể đạt gần 300 mm trong khi lượng mưa ngày lớn nhất có thể đạt xấp xỉ 150 mm.

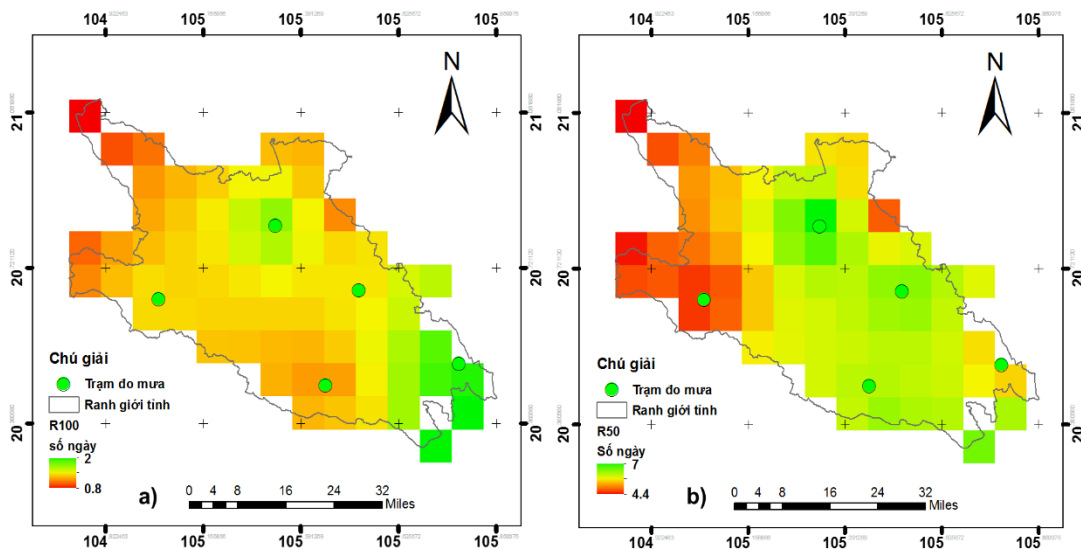


Hình 3. Phân bố lượng mưa tháng các trạm đo mưa.



Hình 4. Phân bố không gian các đặc trưng SDII (a), R×5day (b) và R×1day (c).

Cường độ mưa trung bình trong những ngày mưa (Hình 4a) tập trung lớn nhất là khu vực giữa tỉnh và phía Đông Nam của tỉnh. Khu vực giữa tỉnh trạm Mai Châu và Hòa Bình, cường độ mưa ghi nhận lớn hơn 15 mm/ngày mưa. Trong khi đó, giá trị thấp nhất trạm Lạc Sơn và Kim Bôi khoảng khoảng 14 mm/ngày mưa. Nhìn chung, không có sự chênh lệch quá lớn về cường độ mưa trung bình trong những ngày mưa trên toàn tỉnh.



Hình 5. Phân bố không gian các đặc trưng R100 (a) và R50 (b).

Đối với số ngày có lượng mưa lớn hơn 100 mm (R100) (Hình 5a) và trong khoảng 50-100 mm (R50) (Hình 5b) tập trung chủ yếu phía Đông Nam tỉnh. Số ngày có lượng mưa trong khoảng 50-100 mm có sự gia tăng khá rõ theo hướng Tây Bắc Đông Nam có thể lên tới 7 ngày trong năm (Hình 5b).

3.2. Phân tích các đặc trưng mưa

3.2.1. Diễn biến xu thế các đặc trưng mưa

Mưa là yếu tố khí tượng có tính biến động theo không gian và thời gian khá phức tạp. Ví dụ, đối với đặc trưng mưa năm có những năm lượng mưa có thể vượt xa giá trị trung bình nhiều năm nhưng cũng có năm lượng mưa nhỏ hơn nhiều so với trung bình nhiều năm. Nhằm giảm thiểu những ảnh hưởng của các giá trị cực đại và cực tiểu đến xu thế chung trong cả giai đoạn. Bài báo này phân tích xu thế thay đổi về các đặc trưng mưa dựa trên chuỗi số liệu quan trắc được tại 5 trạm đo mưa trong giai đoạn 1990-2019 bằng phương pháp phân tích xu thế và kiểm định Mann-Kendall. Bảng 3 cho biết kết quả kiểm định xu thế Mann-kendall lượng mưa giai đoạn 1990-2019. Nhìn chung, trong 30 năm, lượng mưa năm có xu thế giảm tại các trạm Chi Nê, Kim Bôi và Hòa Bình. Trong đó, mức giảm lớn nhất ghi nhận được tại trạm Kim Bôi là -6,08 mm/năm và thấp nhất ở trạm Chi Nê có mức giảm -0,03 mm/năm. Xu thế gia tăng lượng mưa được ghi nhận lớn nhất tại trạm Mai Châu. Đối với mưa tháng, tháng 4, tháng 8 và tháng 10 được ghi nhận có xu thế tăng ở tất cả các trạm, với chỉ số Sen's slope lớn nhất tại trạm Mai Châu là 7.5 đối với tháng 10. Các tháng 9, 11, 12 nhìn chung có sự gia tăng ở hầu hết các trạm (Bảng 3).

Bảng 3. Kiểm định phi tham số Mann-Kendall (MK test) lượng mưa giai đoạn 1990-2019.

Trạm	Chi Nê		Kim Bôi		Lạc Sơn		Hòa Bình		Mai Châu	
	Z	Sen's slope	Z	Sen's slope	Z	Sen's slope	Z	Sen's slope	Z	Sen's slope
Tháng 1	0,45	0,16	-1,18	-0,48	-1,21	-0,45	1,27	0,29	2,19	0,69
Tháng 2	-0,93	-0,18	-1,73	-0,59	-1,20	-0,34	-1,71	-0,32	0,37	0,12
Tháng 3	-0,07	-0,08	-0,75	-0,57	0,27	0,18	-1,14	-1,02	0,89	0,64
Tháng 4	1,89	2,04	1,03	1,06	1,62	1,25	1,39	1,35	1,89	1,62
Tháng 5	-0,21	-0,63	-1,28	-3,25	-1,52	-2,70	0,54	1,13	1,46	2,37
Tháng 6	0,54	0,92	-2,36	-4,68	-1,94	-2,63	-3,03	-5,62	-0,18	-0,41
Tháng 7	0,04	0,06	-0,25	-1,52	-0,25	-0,78	-1,00	-2,60	0,43	1,02
Tháng 8	0,39	0,95	0,54	2,03	1,30	3,94	1,46	4,87	2,57	7,50
Tháng 9	0,57	2,02	0,52	0,93	0,84	1,91	-0,75	-2,41	1,11	1,75
Tháng 10	0,71	2,24	0,75	2,14	1,16	3,24	1,00	2,19	2,60	3,59
Tháng 11	0,32	0,39	0,54	0,58	0,79	0,83	-0,05	-0,04	1,78	1,47
Tháng 12	-0,11	-0,03	0,36	0,13	0,16	0,11	-0,18	-0,05	1,11	0,47
Năm	-0,07	-0,85	-0,54	-6,08	0,57	5,42	-0,14	-1,33	2,21	21,99

Từ bảng 4 tới bảng 8, tương ứng là kết quả kiểm định xu thế Mann-Kendall cho các đặc trưng R×1day, R×5day, SDII, R100 và R50. Sử dụng phương pháp kiểm định MK test với mức ý nghĩa 5% (xác suất gặp phải sai lầm loại 1 không quá 5%). Kết quả cho thấy, lượng mưa 1 ngày lớn nhất có xu hướng tăng ở trạm Hòa Bình. Tuy nhiên giá trị p-value > 0,05 nên bác bỏ giả thuyết H₀, hay nói cách khác không có độ tin cậy về xu hướng tăng này. Trong khi đó, các trạm còn lại đều thể hiện xu thế giảm với giá trị p-value < 0,05, hay nói cách khác xu thế giảm này đảm bảo độ tin cậy. Giá trị Sen's slope đối với các trạm Chi Nê, Kim Bôi, Lạc Sơn và Mai Châu lần lượt là -3,02, -2,79, -2,83 và -1,75 (Bảng 4). Tuy nhiên, đối với xu thế lượng mưa 5 ngày lớn nhất có sự sai khác đôi chút so với xu thế lượng mưa 1 ngày lớn nhất. Xu thế tăng và giảm trong nghi ngờ được ghi nhận tại trạm Hòa Bình và tại hai trạm Lạc Sơn, Mai Châu tương ứng (Bảng 5). Xu thế giảm có độ tin cậy cao nhất đối với cả lượng mưa 1 ngày lớn nhất và lượng mưa 5 ngày lớn nhất được ghi nhận tại trạm Chi Nê với độ lớn lớn hơn 3,02.

Bảng 4. Kiểm định phi tham số Mann-Kendall (MK test) R×1day giai đoạn 1990-2019.

Thông số	Lượng mưa 1 ngày lớn nhất (R×1day)				
	Chi Nê	Kim Bôi	Lạc Sơn	Hòa Bình	Mai Châu
MK test value (S)	-172	-162	-173	10	-108
VAR (S)	2842	2843	2841	2842	2842
Z	-0,424	-0,397	-0,427	0,025	-0,266
P-value	0,001	0,003	0,001	0,866	0,045
Sen' Slope	-3,02	-2,79	-2,83	0,208	-1,755

Bảng 5. Kiểm định phi tham số Mann-Kendall (MK test) R×5day giai đoạn 1990-2019.

Thông số	Lượng mưa 5 ngày lớn nhất (R×5day)				
	Chi Nê	Kim Bôi	Lạc Sơn	Hòa Bình	Mai Châu
MK test value (S)	-36	-154	-102	86	-42
VAR (S)	2842	2842	2840	2842	2842
Z	-0,335	-0,379	-0,252	0,212	-0,103
P-value	0,011	0,004	0,058	0,111	0,442
Sen' Slope	-3,83	-3,17	-2,24	3,25	-0,89

Với các đặc trưng khác là cường độ mưa (SDII) (bảng 6) và số ngày có lượng mưa lớn hơn 100 (R100) (bảng 7) và số ngày có lượng mưa trong khoảng 50-100 mm (R50) (Bảng 8) thì một xu thế tăng, giảm, và không đổi trong nghi ngờ được ghi nhận tại hai trạm là Hòa Bình và Mai Châu. Trong khi đó, xu thế giảm là được ghi nhận tại các trạm Chi Nê, Kim Bôi và Lạc Sơn có độ tin cậy đối với tất cả các đặc trưng này. Xu thế giảm mạnh nhất được ghi nhận tại trạm Chi Nê với giá trị Sen's slope đạt -0,348 đối với đặc trưng cường độ mưa (Bảng 6).

Bảng 6. Kiểm định phi tham số Mann-Kendall (MK test) cho SDII giai đoạn 1990-2019.

Thông số	Cường độ mưa (SDII)				
	Chi Nê	Kim Bôi	Lạc Sơn	Hòa Bình	Mai Châu
MK test value (S)	-142	-22	-81	11	-78
VAR (S)	2838	2838	2836	2837	2837
Z	-0,351	-0,302	-0,201	0,027	-0,193
P-value	0,008	0,023	0,03	0,851	0,148
Sen' Slope	-0,348	-0,24	-0,178	0,008	-0,205

Bảng 7. Kiểm định phi tham số Mann-Kendall (MK test) R100 giai đoạn 1990-2019.

Thông số	Số ngày mưa trên 100 mm (R100)				
	Chi Nê	Kim Bôi	Lạc Sơn	Hòa Bình	Mai Châu
MK test value (S)	-198	-191	-167	33	-91
VAR (S)	2511	2279	2419	2639	2226
Z	-0,571	-0,594	-0,502	0,091	-0,284
P-value	0,0001	0,0001	0,001	0,533	0,056
Sen' Slope	-0,083	-0,05	-0,048	0,0	0,0

Bảng 8. Kiểm định phi tham số Mann-Kendall (MK test) R50 giai đoạn 1990-2019.

Thông số	Số ngày mưa từ 50-100 mm (R50)				
	Chi Nê	Kim Bôi	Lạc Sơn	Hòa Bình	Mai Châu
MK test value (S)	-145	-156	-127	-44	-96
VAR (S)	2807	2798	2805	2803	2780
Z	-0,369	-0,399	-0,324	-0,112	-0,248
P-value	0,007	0,003	0,017	0,417	0,072
Sen' Slope	-0,25	-0,25	-0,200	-0,073	-0,138

Phân tích đặc điểm, xu thế lượng mưa mùa mưa (Bảng 9) cho thấy xu thế gia tăng lượng mưa mùa mưa tại các trạm Lạc Sơn, Hòa Bình và Mai Châu. Mức độ gia tăng lớn nhất là tại trạm Mai Châu với giá trị Sen's slope đạt 18,54 và giá trị P-value nhỏ hơn 0,05. Điều này chứng tỏ xu thế tăng có độ tin cậy. Trong khi đó hai trạm còn lại có chỉ số P-value đều lớn hơn 0,05, chứng tỏ xu thế tăng không có độ tin cậy. Chi Nê và Kim Bôi là hai trạm ghi nhận xu thế giảm trong nghi ngờ với các giá trị Sen's slope lần lượt là -3,04 và -8,62. Nhìn chung có thể thấy lượng mưa mùa mưa tại bốn trong tổng số năm trạm xem xét có xu thế tăng, giảm nhưng đều không có độ tin cậy. Trên địa bàn tỉnh, xu thế tăng lượng mưa mùa mưa rõ nét nhất và có độ tin cậy được ghi nhận tại trạm Mai Châu, nơi có độ cao lớn.

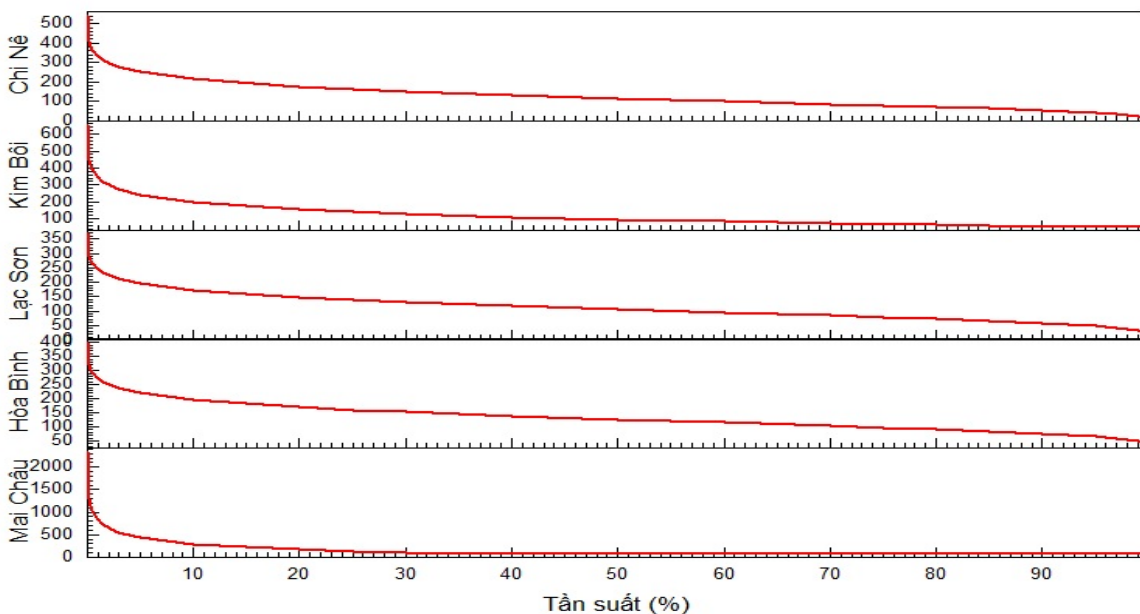
Bảng 9. Kiểm định phi tham số Mann-Kendall (MK test) cho lượng mưa mùa mưa giai đoạn 1990-2019.

Thông số	Lượng mưa mùa mưa				
	Chi Nê	Kim Bôi	Lạc Sơn	Hòa Bình	Mai Châu
MK test value (S)	-14	-52	54	18	120
VAR (S)	2842	2842	2842	2842	2842
Z	-0,034	-0,128	0,133	0,044	0,296
P-value	0,807	0,339	0,32	0,75	0,026
Sen' Slope	-3,04	-8,62	5,84	3,49	18,54

Nhìn chung, so với các nghiên cứu khác có sự sai khác nhất định, ví dụ trong nghiên cứu trước đã chỉ ra xu thế giảm lượng mưa ngày cực đại tại khu vực Tây Bắc [9]. Sự sai khác này có thể xuất phát từ chuỗi thời gian và phương pháp được sử dụng, trước đó nghiên cứu đã sử dụng chuỗi dữ liệu từ 1961-2007 với phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính. Đối với các nguồn dữ liệu gần đây, về cơ bản có sự tương đồng nhất định trên quy mô vùng. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã thu thập và sử dụng dữ liệu mưa từ 5 trạm đủ dài (1990-2019) trên toàn tỉnh. Trong khi đó, ngoài 5 trạm khí tượng còn 3 trạm thủy văn và các điểm đo mưa trong mạng lưới trạm khí tượng thủy văn tỉnh Hòa Bình. Đây là điểm còn hạn chế của nghiên cứu. Trong trường hợp nguồn dữ liệu đủ bao phủ với mật độ dày và thời gian đủ dài trên toàn tỉnh, nghiên cứu hướng tới xây dựng bộ cơ sở dữ liệu đồng nhất phục vụ các bài toán khí tượng thủy văn với việc ứng dụng công nghệ học máy.

3.2.2. Đường tần suất lý luận các đặc trưng mưa

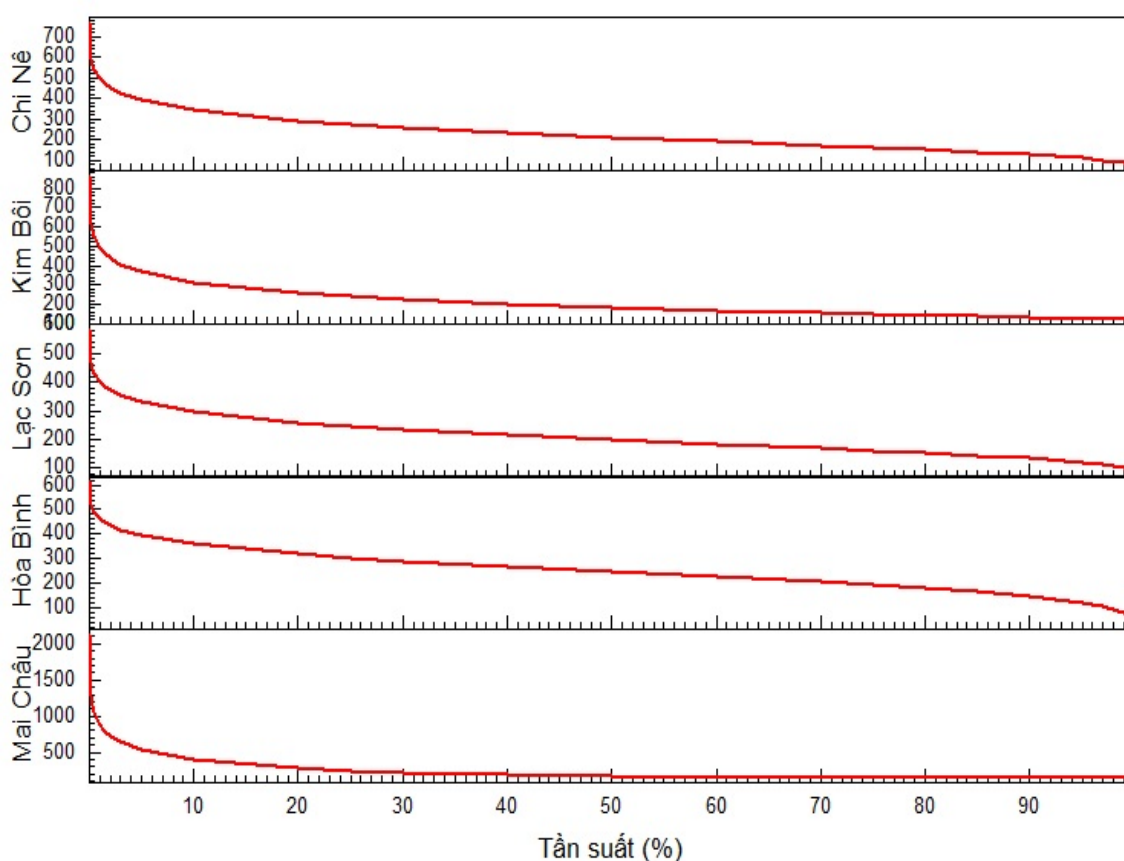
Để mô tả dữ liệu mưa cực trị một số hàm phân phối xác suất thường được sử dụng để phân tích, như các hàm Log-Normal, Gumbel, Pearson dạng III, GEV, Pareto, v.v. các hàm này cũng đã được một số tác giả khảo sát và sử dụng [22, 23]. Trong nghiên cứu này, hàm



Hình 6. Đường tần suất lý luận cho các trạm đối với mưa ngày lớn nhất.

Pearson loại III được sử dụng để phân tích các đặc trưng mưa bao gồm $R \times 1\text{day}$, $R \times 5\text{day}$, SDII và mưa 1h lớn nhất cho các trạm tỉnh Hòa Bình. Hàm phân phối Pearson loại III là một đường trong số các đường cong trong qua trình giải phương trình bậc hai của hàm mật độ dạng quả chuông. Để xác định các tham số khác nhau của phân bố, phương pháp moment được sử dụng trong nghiên cứu này. Kết quả cho từng đặc trưng được mô tả qua các hình 6 tới hình 8.

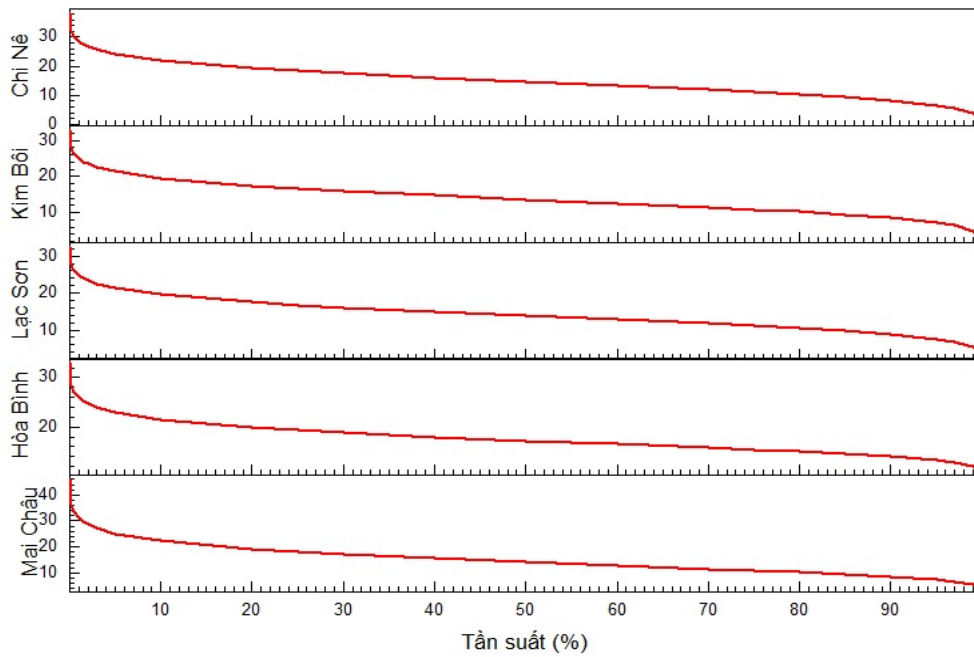
Căn cứ lượng mưa lũy tích trong 24 giờ đạt các ngưỡng 100-200 mm, 200-400 mm, > 400 mm lần lượt tương ứng với các cấp cảnh báo cấp độ rủi ro thiên tai lũ quét: cấp 1, cấp 2, cấp 3 theo Quyết định số 18/2021/QĐ-TTg [24]. Trên cơ sở đó, các ngưỡng được xem xét tại gồm ngưỡng từ nhỏ hơn 2%, từ 2-10%, từ 10 tới 60% và lớn hơn 60% thì nhìn chung, lượng mưa một ngày lớn nhất phổ biến dao động lớn hơn 400 mm, trong khoảng từ 200 tới 400 mm, dao động khoảng 100 tới 200 mm và nhỏ hơn 100 mm ở hầu hết các trạm tương ứng (hình 5). Đối với lượng mưa 5 ngày lớn nhất tương ứng phổ biến là lớn hơn 450 mm, từ 300 tới 450 mm, từ 200 tới 300 mm và nhỏ hơn 200 mm (Hình 7). Trong hình 5 cho thấy ở cùng một tần suất tương ứng với các ngưỡng được xem xét ở trên thì không có sự chênh lệch quá lớn giữa các trạm. Trong khi đó, với giá trị lượng mưa 5 ngày lớn nhất có sự chênh lệch nhất định lên tới gần 200 mm (Hình 7).



Hình 7. Đường tần suất lý luận cho các trạm đối với mưa 5 ngày lớn nhất.

Đối với cường độ mưa (Hình 8), giá trị tương ứng với các ngưỡng kể trên lần lượt là lớn hơn 25 mm/ngày mưa, từ 22-25 mm/ngày mưa, từ 12-22 mm/ngày mưa và nhỏ hơn 12 mm/ngày mưa. Tại các ngưỡng được xem xét có sự chênh lệch lên tới gần 4 mm/ngày mưa giữa các trạm đo mưa được sử dụng. Điều này chứng tỏ sự phân hóa nhất định về cường độ mưa trong những ngày mưa giữa các khu vực trong toàn tỉnh.

Bên cạnh đó, bài báo cũng tính toán tần suất lý luận lượng mưa lớn nhất theo thời đoạn 1 giờ đối với từng trạm trên địa bàn tỉnh (Bảng 10). Ứng với các ngưỡng được xác định từ nhỏ hơn 2%, từ 2-10%, từ 10 tới 60% và lớn hơn 60% thì ngưỡng mưa tương ứng trung bình toàn tỉnh là lớn hơn 84 mm, từ 66 tới 84 mm, từ 40 tới 66 mm và nhỏ hơn 40 mm (Bảng 10).



Hình 8. Đường tần suất lý luận cho các trạm đối với cường độ mưa.

Bảng 10. Bảng tần suất lý luận lượng mưa lớn nhất thời đoạn 1 giờ giai đoạn 1990-2019.

Tần suất P(%)	Trạm				
	Kim Bôi	Hòa Bình	Mai Châu	Lạc Sơn	Chi Nê
0,01	155,47	109,2	123,7	149,34	119,6
0,10	128,49	97,2	103,9	125,84	104,3
0,20	120,22	93,28	97,86	118,5	99,39
0,33	114,18	90,34	93,37	113,1	95,73
0,50	109,12	87,82	89,58	108,54	92,6
1,00	100,56	83,43	83,12	100,75	87,18
1,50	95,46	80,73	79,25	96,06	83,87
2,00	91,79	78,75	76,45	92,67	81,44
3,00	86,54	75,84	72,41	87,77	77,9
5,00	79,76	71,96	67,16	81,37	73,19
10,00	70,14	66,14	59,6	72,12	66,22
20,00	59,77	59,37	51,3	61,87	58,21
25,00	56,18	56,88	48,38	58,25	55,28
30,00	53,11	54,67	45,86	55,11	52,71
40,00	47,94	50,78	41,56	49,74	48,21
50,00	43,53	47,25	37,83	45,05	44,17
60,00	39,5	43,81	34,36	40,65	40,26
70,00	35,58	40,23	30,91	36,26	36,23
75,00	33,58	38,29	29,12	33,97	34,07
80,00	31,49	36,17	27,23	31,52	31,72
85,00	29,23	33,75	25,14	28,82	29,06
90,00	26,65	30,77	22,71	25,65	25,81
95,00	23,32	26,51	19,46	21,36	21,24
97,00	21,46	23,84	17,57	18,84	18,41
99,00	18,54	18,99	14,45	14,62	13,36
99,90	15,08	11,28	10,33	8,85	5,56

Nhìn chung, tại các ngưỡng mưa được xem xét, sự thay đổi về lượng mưa lớn nhất thời đoạn 1 giờ trong toàn tỉnh nhỏ hơn 20 mm.

4. Kết luận

Từ số liệu lượng mưa được thu thập tại 5 trạm trên đại bàn tỉnh Hòa Bình giai đoạn 1990-2019 và phương pháp phân tích tính toán được sử dụng thì hoàn toàn có thể áp dụng được cho các vùng nghiên cứu khác. Các kết quả nhận được cho thấy:

- Lượng mưa trong các tháng mùa mưa (từ tháng 5 tới tháng 10) chiếm tới hơn 85% tổng lượng mưa cả năm. Nhìn chung, có sự gia tăng về độ lớn của các đặc trưng mưa theo hướng Tây bắc - Đông nam. Đặc biệt, số ngày có lượng mưa lớn hơn 100 mm và lượng mưa từ 50-100 mm có sự gia tăng khá rõ theo hướng Tây Bắc Đông Nam. Các chỉ số mưa này có xu thế giảm tại trạm phía Đông nam của tỉnh. Xu thế giảm lớn nhất đối với lượng mưa 1 ngày lớn nhất và 5 ngày lớn nhất được ghi nhận tại trạm Chi Nê về phía Đông Nam của tỉnh.

- Đối với mưa tháng, tháng 4, tháng 8 và tháng 10 được ghi nhận có xu thế tăng ở tất cả các trạm, với giá trị lớn nhất tại trạm Mai Châu là 7,5 mm/tháng đối với tháng 10. Các tháng 9, 11, 12 nhìn chung có sự gia tăng ở hầu hết các trạm.

- Với lượng mưa ngày lớn nhất với tần suất nhỏ hơn 2%, từ 2-10%, từ 10 tới 60% và lớn hơn 60% thì phổ biến dao động ở mức lớn hơn 400 mm, trong khoảng từ 200 tới 400 mm, từ 100 tới 200 mm và nhỏ hơn 100 mm ở hầu hết các trạm. Đối với mưa giờ lớn nhất, tương ứng là các giá trị lớn hơn 84 mm, từ 66 tới 84 mm, từ 40 tới 66 mm và nhỏ hơn 40 mm.

Đóng góp của tác giả: Viết bản thảo bài báo N.T.T.; Xử lý số liệu: N.T.T., T.K.T.; Chỉnh sửa bài báo: N.T.T., T.K.T.; Chỉnh sửa và hoàn thiện bài báo: N.T.T., T.K.T.

Lời cảm ơn: Bài báo này được thực hiện và hoàn thiện nhờ sự hỗ trợ từ đề tài: Nghiên cứu xây dựng, đánh giá tác động của các kịch bản mưa, lũ cực hạn đến hồ chứa lớn lưu vực sông Đà dựa trên nền tảng tích hợp mô hình khí tượng-thủy văn và thuật toán chuyển vị động lực các điều kiện khí quyển, mã số ĐTĐL.CN - 51/22. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ đã tài trợ kinh phí thực hiện đề tài.

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 và sử dụng số liệu từ đề tài.

Tài liệu tham khảo

1. Minh, T.C. Khí tượng synop nhiệt đới. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia, 2003.
2. Ngõ, N.Đ.; Hiệu, N.T. Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, 2013.
3. Milan, G.; Trajkovic, S. Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. *Global Planet. Change* **2013**, *100*, 172–182.
4. Atsamon, L.; Singhruck, P. Long-term trends and variability of total and extreme precipitation in Thailand. *Atmos. Res.* **2016**, *169*, 301–317.
5. Tarek, M.; Siddique, M.; Shanableh, A. Assessment of seasonal and annual rainfall trends and variability in Sharjah City, UAE. *Adv. Meteorol.* **2016**, *2016*, 1–13.
6. Sheng, Y.; Wang, C.Y. The Mann-Kendall test modified by effective sample size to detect trend in serially correlated hydrological series. *Water Resour. Manage.* **2004**, *18(3)*, 201–218.
7. Stocker, T.F.; Qin, D.; Plattner, G.K.; Tignor, M.M.M.B.; Allen, S.K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V.; Midgley, P.M. The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. *Comput. Geom.* **2013**, *18(2)*, 95–123.

8. Thành, N.Đ.; Tân, P.V. Kiểm nghiệm phi tham số xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng cho giai đoạn 1961-2007. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* **2012**, 28, 129–135.
9. Hằng, V.T.; Hường, C.T.T.; Tân, P.V. Xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại ở Việt Nam giai đoạn 1961-2007. *Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội* **2009**, 25, 423–430.
10. Toàn, N.T.; Hương, P.T.; Hường, N.V. Đặc điểm mưa ở khu vực Trung Trung Bộ - Việt Nam thời kì 1976-2017. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, 701, 29–40.
11. Thắng, N.V.; Thắng, V.V. Nghiên cứu đặc điểm, xu thế mưa hiện tại và tương lai ở Quảng Bình. *Tạp chí khí tượng Thủy văn* **2017**, 677, 14–22.
12. Cảnh, L.Q.; Vân, H.N.T.; Thành, N.T.; Huy, N.Đ.; Quang, T.H.; Tài, Đ.T. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến nhiệt độ và lượng mưa khu vực tỉnh Quảng Bình. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2021**, 724, 1–14.
13. Anh, Đ.T.L. Nghiên cứu biến đổi của một số đặc trưng mưa trong mùa mưa khu vực Nam Bộ. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2023**, 747, 98–112.
14. Hà, H.T.M.; Tân, P.V. Xu thế và mức độ biến đổi của nhiệt độ cực trị ở Việt Nam trong giai đoạn 1961–2007. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* **2009**, 25(3S), 412–422.
15. Tuyết, B.T.; Minh, P.T. Nghiên cứu đặc điểm và xu thế biến đổi mưa nhiệt tỉnh Kiên Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2018**, 685, 36–47.
16. Tuyết, N.T.; Minh, P.T.; Thảo, T.T.T.; Hằng, N.T. Nghiên cứu đặc điểm, xu thế biến đổi nhiệt độ và lượng mưa trên khu vực Nam Trung Bộ giai đoạn 1989-2018. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2021**, 729, 63–78.
17. Trục tuyến: <https://www.hoabinh.gov.vn/>.
18. Cục Quản lý đê điều và Phòng chống thiên tai. Báo cáo tổng kết tình hình thiên tai năm 2020.
19. Ban chỉ huy Phòng chống thiên tai - Tìm kiếm cứu nạn và Phòng thủ dân sự tỉnh Hòa Bình. Báo cáo tổng kết công tác phòng, chống thiên tai-tìm kiếm cứu nạn và phòng thủ dân sự năm 2023, phương hướng nhiệm vụ năm 2024.
20. Kendall, M.G. Rank correlation methods. Charles Griffin, London. 1975, pp. 272.
21. Sen, P.K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. *J. Am. Stat. Assoc.* **1968**, 63(324), 1379–1389.
22. Mạnh, T.X.; Việt, T.Q.; Thường, L.T. 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. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2024**, 760, 41–53.
23. Thanh, N.T. Fitting a probability distribution to extreme precipitation for a limited mountain area in Vietnam. *J. Geosci. Environ. Protect.* **2017**, 5, 92.
24. Quyết định số 18/2021/QĐ-TTg ngày 22 tháng 4 năm 2021 quy định về dự báo, cảnh báo, truyền tin thiên tai và cấp độ rủi ro thiên tai.

Analyzing the characteristics and trends of precipitation for Hoa Binh province

Nguyen Tien Thanh^{1*}, Tran Khac Thac²

¹ Faculty of Water resources engineering, Thuyloi University; thanhnt@tlu.edu.vn

² Thuyloi University; thacdt@tlu.edu.vn

Abstract: Precipitation is one of the important input meteorological factors for hydrometeorological analysis and calculation with a great uncertainty in both space and time. Therefore, the study focuses on clarifying the characteristics, spatio-temporal distribution as well as trends of precipitation characteristic for Hoa Binh province based on Sen's slope and Mann-Kendall nonparametric test. Precipitation characteristics considered include the maximum one-hour precipitation, a concentration on maximum one-and five-day precipitation, monthly-, seasonal- and annual precipitation, simple daily intensity index, days with rainfall greater than 100 mm, days with rainfall from 50 to 100 mm in the period 1990-2019 is carefully clarified. In addition, theoretical distribution is also calculated for the maximum one-hour precipitation, one- and five-day precipitation, and simple daily intensity. The results showed that during the period 1990-2019, amount of precipitation in the rainy season (from May to October) occupies more than 85% of the total yearly precipitation at all stations. The number of days with precipitation greater than 100 mm and from 50-100 mm has significantly increased in the Northwest-Southeast direction. The considered precipitation indices tend to decrease at the southeastern stations of the province. In particular, the strongest decreasing trend for maximum one-and five-day precipitation is observed at Chi Ne station in the southeast of the province.

Keywords: Precipitation characteristics; Precipitation trend; Hoa Binh.