

ỨNG DỤNG CÁC PHƯƠNG PHÁP THỐNG KÊ ĐÁNH GIÁ XU THẾ BIẾN ĐỔI LƯỢNG MƯA NGÀY CỰC ĐẠI TẠI TỈNH GIA LAI

Vũ Thị Hiền⁽¹⁾, Phạm Thị Kiều Oanh⁽²⁾, Nguyễn Thị Phương Chi⁽¹⁾,
Trần Thị Hồng Trường⁽¹⁾, Trịnh Minh Ngọc⁽³⁾, Hà Anh Đông⁽¹⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP Hồ Chí Minh

⁽²⁾Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên

⁽³⁾Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài: 8/12/2024; ngày chuyển phản biện: 9/12/2024; ngày chấp nhận đăng: 17/01/2025

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này tác giả sử dụng số liệu lượng mưa ngày thu thập tại ba trạm khí tượng tỉnh Gia Lai (trạm Pleiku, An Khê và Ayunpa) trong 40 năm (1981-2020) để phân tích đặc điểm phân bố và đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại của tỉnh Gia Lai. Phân bố lượng mưa ngày cực đại của các tháng trong năm cho thấy lượng mưa ngày cực đại lớn nhất tại các trạm xảy ra vào các tháng khác nhau. Trong đó, trạm An Khê lượng mưa ngày cực đại lớn nhất xảy ra vào tháng 11 với giá trị là gần 260,1 mm/ngày, là lượng mưa ngày cực đại lớn nhất so với hai trạm Ayunpa và Pleiku. Trạm Ayunpa có lượng mưa ngày cực đại lớn nhất xảy ra trong tháng 10, với lượng mưa đạt 211,6 mm/ngày. Tại trạm Pleiku có lượng mưa ngày cực đại lớn nhất xảy ra trong tháng 8, với lượng mưa đạt 204,2 mm/ngày. Đối với xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng trong các tháng đại diện cho mùa mưa (tháng 7), tháng đại diện cho mùa khô (tháng 1) và hai tháng chuyển mùa (tháng 4 và tháng 10) tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai đều không đảm bảo mức ý nghĩa thống kê trong kiểm định Mann-Kendall. Ngoại trừ trạm Ayunpa, xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng có xu thế giảm và đảm bảo độ tin cậy thống kê trong kiểm định Mann-Kendall trong tháng 4 và tháng 10 với tốc độ giảm lần lượt là 6 mm/thập kỷ và 13 mm/thập kỷ. Về phương pháp hồi quy tuyến tính, tùy từng tháng mà xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tại các trạm có xu thế tăng hoặc giảm, thậm chí không có xu thế. Đối với lượng mưa ngày cực đại năm có xu thế biến đổi không đảm bảo mức tin cậy thống kê ở tất cả các trạm thuộc tỉnh Gia Lai trong kiểm định Mann-Kendall. Khi sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính đánh giá xu thế, lượng mưa ngày cực đại năm có xu thế tăng tại trạm An Khê với tốc độ tăng khoảng 10 mm/thập kỷ, xu thế giảm tại hai trạm Ayunpa và Pleiku với tốc độ giảm lần lượt là 9 mm/thập kỷ và 4 mm/thập kỷ. Kết quả này là một tham khảo hữu ích trong chiến lược hoạch định phát triển kinh tế vùng.

Từ khóa: Xu thế biến đổi, Mann-Kendall, lượng mưa ngày lớn nhất, độ dốc Sen.

1. Mở đầu

Gia Lai là một tỉnh thuộc khu vực Bắc Tây Nguyên, và nằm gần như hoàn toàn ở phía Đông dãy Trường Sơn. Với địa hình núi, cao nguyên và thung lũng, tỉnh Gia Lai chịu ảnh hưởng rất lớn khi có mưa lớn kéo dài. Cụ thể, trong năm 2021, tỉnh này bị thiệt hại trên 227.443 tỷ đồng do ảnh hưởng nặng nề của hạn hán, các cơn bão số 5, 6,

7 và 8, áp thấp nhiệt đới và mưa lớn. Riêng đợt mưa lớn kéo dài từ ngày 27 đến ngày 30/11/2021 khoảng 56,29 tỷ đồng [1]; Năm 2023, từ đêm ngày 1 đến ngày 2 tháng 8, khu vực tỉnh Gia Lai có mưa vừa, mưa to, có nơi mưa rất to và dông. Tổng lượng mưa phổ biến 40-80 mm, có nơi trên 100 mm như: Làng Mít Kom II, Ia O (huyện Ia Grai) 190,4 mm, Bình Giáo (huyện Chư Prông) 215,6 mm, Hồ chứa nước Ia Glai (huyện Chư Sê) 179,8 mm, Chư Mố 2 (huyện Ia Pa) 112 mm [2]. Đợt mưa này gây ngập úng đến trên 100 ha lúa nước tại địa phương, nhiều nhà người dân bị

Liên hệ tác giả: Vũ Thị Hiền

Email: vthien@hcmunre.edu.vn

ngập nước. Năm 2024, ngày 13/11, nhiều ngày nay trên địa bàn có mưa lớn kéo dài, mực nước ở các sông, suối liên tục dâng cao. Mưa lớn kết hợp với nước lũ từ thượng nguồn đổ về gây ngập tràn bắc qua suối Đăk Pi Hao khiến hơn 300 hộ dân thôn Mơ Nang 2, xã Kim Tân bị cô lập [3]. Trong khi đó, lượng mưa ngày cực đại trên 100 mm là một trong yếu tố chính gây ra đợt lũ lụt ngập úng tại các địa phương cụ thể [4]. Trong đó xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại năm tăng trong 2/3 trạm khảo sát trên toàn cầu [5], và cường độ mưa cũng tăng nhẹ trên lục địa [6].

Ở Việt Nam đã có các nhóm tác giả nghiên cứu về đặc điểm và xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại nói riêng, các yếu tố cũng như các hiện tượng khí hậu cực trị nói chung. Vũ Thanh Hằng và các cộng sự (2009) đã chỉ ra trong thời kỳ từ năm 1961 đến 2007 [7], hầu hết trên khắp cả nước đều thể hiện xu thế tăng lên của lượng mưa ngày cực đại, đặc biệt những năm 2001-2007 là thời kỳ có lượng mưa ngày cực đại tăng mạnh ở tất cả các vùng khí hậu trên cả nước. Ngoài ra nghiên cứu cũng chỉ ra các trị số trên 200 mm/ngày thường rơi vào các tháng mùa hè ở Đồng bằng Nam Bộ [7]. Đối với khu vực Tây Nguyên, đặc điểm khí hậu của từng vùng miền được đề cập chi tiết trong cuốn Khí hậu Việt Nam của tác giả Phạm Ngọc Toàn và Phan Tất Đắc [8], [9]. Ngoài ra, còn một số nghiên cứu khác về khu vực Tây Nguyên, điển hình như phân vùng khí hậu Tây Nguyên năm 2014 [10]; đánh giá đợt mưa lớn ở Tây Nguyên đầu tháng VII năm 1996 [11]; năm 2017 có nghiên cứu ngày bắt đầu gió mùa mùa hè, ngày bắt đầu mùa mưa ở Tây Nguyên và khả năng dự báo thời điểm bắt đầu mùa mưa bằng phương pháp phân tích Canon [12]; năm 2019, nghiên cứu [13] đánh giá Chu trình mưa ngày đêm và biến động của nó trên khu vực Tây Nguyên; năm 2022 nghiên cứu [14] phân tích xu thế biến đổi của lượng mưa khu vực Tây Nguyên giai đoạn 1990-2021, đã chỉ ra xu thế giảm của lượng mưa ngày cực đại tại trạm AyunPa có độ tin cậy thống

kê; và gần đây năm 2024, [15] nghiên cứu phân tích các đặc trưng của gián đoạn mưa gió mùa mùa hè trên khu vực Tây Nguyên. Kết quả phân tích cho thấy, các giai đoạn kéo dài chủ yếu từ 5-7 ngày, và số đợt gián đoạn kéo dài trên 7 ngày gần như không đáng kể. Số ngày gián đoạn tăng dần từ đầu mùa mưa, đạt cực đại vào khoảng giữa mùa mưa đối với các trạm ở phía Tây của khu vực Tây Nguyên và lệch về cuối mùa mưa tại các trạm ở phía Đông của khu vực này. Giai đoạn gián đoạn mùa mưa ở Tây Nguyên liên quan đến sự xuất hiện của dị thường xoáy nghịch mực thấp và sự suy giảm của đối lưu ở khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ. Riêng tỉnh Gia Lai chưa có nhiều nghiên cứu về đặc điểm khí hậu cũng như đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng và năm không nhiều, mặc dù nghiên cứu [7], [14] có đề cập đến xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại ở hai trạm AyunPa và Pleiku thuộc tỉnh Gia Lai, tuy nhiên chuỗi số liệu trong hai nghiên cứu trên xét từ 1976-2007 và 1990-2021. Do đó, trong nghiên cứu này tác giả sử dụng số liệu 40 năm từ năm 1981-2020 để phân tích đặc điểm phân bố lượng mưa ngày cực đại và đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tại tỉnh Gia Lai. Phương pháp sử dụng trong nghiên cứu này gồm phương pháp hồi quy tuyến tính và phương pháp kiểm định phi tham số Mann-Kendall. Ngoài ra, nghiên cứu sử dụng số liệu Sen để xác định độ dốc trong kiểm định Mann-Kendall. Kết quả nghiên cứu là một trong những thông tin thiết yếu cần phải đánh giá khi thực hiện quá trình quy hoạch hay định hướng phát triển kinh tế của tỉnh.

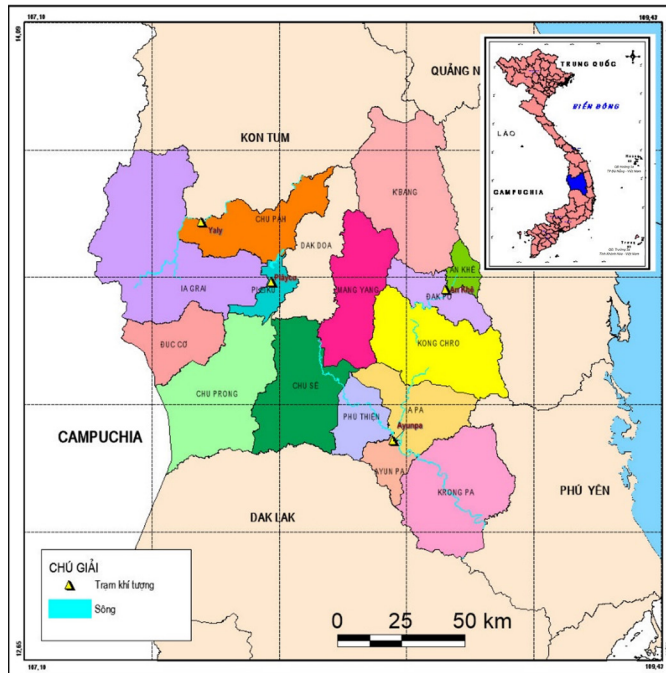
2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu

Bộ số liệu sử dụng trong nghiên cứu là số liệu mưa ngày quan trắc tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai, danh sách các trạm được thống kê trong Bảng 1 và vị trí các trạm được thể hiện trong Hình 1. Trong đó, trạm YaLy chuỗi số liệu mới có từ năm 2002-2020, nên nghiên cứu không sử dụng.

Bảng 1. Danh sách các trạm quan trắc khí tượng tại khu vực Hà Nội

TT	Tên trạm	Tọa độ		Giai đoạn lấy số liệu
		Kinh độ Đông	Vĩ độ Bắc	
1	PleiKu	108°01'	13°58'	1981-2020
2	An Khê	108°39'	13°57'	1981-2020
3	AyunPa	108°27'	13°23'	1981-2020
4	YaLy	107°45'	14°12'	2002-2020



Hình 1. Vị trí các trạm khí tượng thuộc tỉnh Gia Lai

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp hồi quy tuyến tính

Đánh giá xu hướng biến đổi của một yếu tố khí tượng bằng phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính tức là dựa vào hệ số góc trong phương trình hồi quy - phương trình mô tả mối quan hệ giữa yếu tố khí tượng cần đánh giá xu hướng với biến thời gian t (đơn vị là năm) [16-17]. Phương trình hồi quy tuyến tính có dạng (1):

$$y = a_0 + a_1 t \quad (1)$$

Trong đó: y là yếu tố khí tượng cần đánh giá xu hướng biến đổi; t là thời gian tính theo năm; a_0 là hệ số tự do; và a_1 là hệ số góc. Khi hệ số góc $a_1 > 0$ tương ứng với xu hướng tăng; $a_1 < 0$

tương ứng với xu hướng giảm.

2.2.2. Phương pháp Mann- Kendall

Phương pháp Mann-Kendall được áp dụng khá rộng rãi trong đánh giá xu hướng biến đổi của các yếu tố khí tượng với ràng buộc xu hướng biến đổi đáng tin cậy trong một mức ý nghĩa thống kê nào đó, có thể là 90%, 95% hoặc 98%. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra được những ưu việt của phương pháp Mann-Kendall trong bài toán đánh giá xu hướng biến đổi của các yếu tố khí tượng [18-24]. Nghiên cứu này sử dụng mức ý nghĩa thống kê là 95% ($P\text{value} < 5\%$) để kiểm định xu hướng biến đổi của lượng mưa ngày cực đại tháng và năm tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai. Lý thuyết chi tiết về phương pháp Mann-Kendall có thể tìm trong [25].

Chỉ số thống kê Mann-Kendall S được tính

theo công thức (2):

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i) \quad (2)$$

Trong đó:

$$\text{sign}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & \text{khi } x_j - x_i > 0 \\ 0 & \text{khi } x_j - x_i = 0 \\ -1 & \text{khi } x_j - x_i < 0 \end{cases}$$

Khi $S > 0$ tương ứng với xu hướng tăng; ngược lại $S < 0$ xu hướng giảm.

Ngoài ra mức độ ý nghĩa thống kê của xu hướng biến đổi được tính thông qua xác suất của S và n .

Phương sai S :

$$AR(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^g t_p(t_p-1)(2t_p+5)] \quad (3)$$

Trong đó: g là số nhóm (nhóm được xác định là một tập hợp các phần tử của chuỗi có cùng giá trị); t_p là số các phần tử thuộc nhóm thứ p .

Giá trị chuẩn hóa của S là Z tuân theo luật phân phối chuẩn và được xác định trong công thức (4) - (6).

$$Z = \frac{S - 1}{[VAR(S)]^{1/2}}, S > 0 \quad (4)$$

$$Z = 0, \quad S = 0 \quad (5)$$

$$Z = \frac{S + 1}{[VAR(S)]^{1/2}}, S < 0 \quad (6)$$

Z có phân phối chuẩn $N(0,1)$.

$Z > 0$ thì yếu tố cần đánh giá có xu hướng tăng

$Z < 0$ thì yếu tố cần đánh giá có xu hướng giảm.

Nghiên cứu sử dụng xu hướng Sen [25-27] để xác định độ lớn xu hướng của chuỗi số liệu nhiệt độ và lượng mưa tại tỉnh Gia Lai. Công

thức tính (7):

$$Q = \left\{ \frac{x_j - x_i}{j - i} \right\}, \text{ với } i = 1, 2, \dots, n - 1; j > 1 \quad (7)$$

Trong đó: Q là trung vị của chuỗi.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân bố lượng mưa cực đại tại tỉnh Gia Lai

Trong phần này, nghiên cứu thống kê phân bố lượng mưa ngày cực đại tháng và năm trong 40 năm tại 3 trạm An Khê, AyunPa và PleiKu thuộc tỉnh Gia Lai (Hình 2 và Hình 3). Từ Hình 2 cho thấy cực đại tháng của lượng mưa ngày tại ba trạm thuộc tỉnh Gia Lai có sự phân bố theo không gian và thời gian không đồng đều. Cụ thể, vào các tháng chính mùa khô (tháng 1 đến tháng 3) lượng mưa cực đại tại các trạm dưới 100 mm/ngày; trong các tháng chuyển mùa (tháng 4 và tháng 10) và các tháng đầu mùa khô lượng mưa ngày cực đại tháng dao động trong khoảng 70-250 mm/ngày, riêng trạm An Khê có lượng mưa cực đại tháng dao động từ 100 đến 250 mm/ngày; còn các tháng mùa mưa, lượng mưa ngày cực đại tháng dao động từ 80-205 mm/ngày, trong đó trạm PleiKu có lượng mưa ngày cực đại tháng dao động từ 148-205 mm/ngày. Các kết quả thống kê trên khá phù hợp với điều kiện khí hậu tại tỉnh Gia Lai. Trạm An Khê có giá trị lượng mưa ngày cực đại rơi chủ yếu vào tháng chuyển mùa và các tháng đầu mùa khô (tháng 10, tháng 11 và tháng 12) do trạm khí tượng An Khê thuộc thị xã An Khê, tỉnh Gia Lai, nằm ở phía Đông dãy Trường Sơn, trên bậc thềm chuyển tiếp giữa Cao Nguyên và miền duyên hải Trung Bộ, nên có khí hậu nhiệt đới gió mùa Cao Nguyên và mùa mưa gần trùng với mùa mưa tại Trung Bộ (các tháng mùa đông). Trong khi đó, trạm AyunPa thuộc thị xã AyunPa, tỉnh Gia Lai. Khu vực này là một vùng trũng nằm trong địa hào sông Ba, tiếp nối với An Khê và nằm về phía Đông Nam tỉnh, độ cao trung bình 180-200 m. Với địa hình này đã làm ảnh hưởng đến lượng mưa nơi đây. Nên lượng mưa ngày cực đại tháng cũng giống tương tự với trạm An Khê, với lượng mưa cực đại lớn nhất tháng đạt 211,6 mm xảy ra vào tháng 10. Lượng mưa cực đại nhỏ nhất là 23,2 mm xảy ra vào tháng 2. Chênh lệch giữa lượng mưa cực đại lớn nhất và

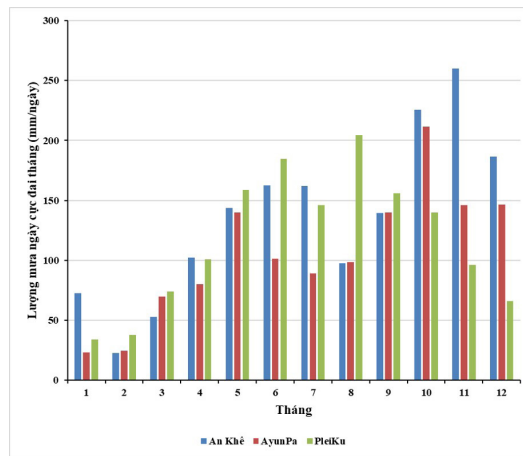
nhỏ nhất là 188,4 mm. Còn trạm PleiKu nằm tại thành phố PleiKu, trung tâm của tỉnh Gia Lai, là đỉnh của cao nguyên PleiKu, có độ cao 1.028 m. Vào các tháng mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10, lượng mưa cực đại xảy ra tương đối đồng đều. Trong đó, lượng mưa đạt lượng lớn nhất xảy ra vào tháng 6 và tháng 8. Lượng mưa cực đại lớn nhất đạt 204,2 mm xảy ra vào tháng 8 và nhỏ nhất là 34,2 mm xảy ra vào tháng 2.

Đối với lượng mưa ngày lớn nhất năm (R1x) (Hình 3) có giá trị dao động từ 50 mm/ngày đến 255 mm/ngày, tùy thuộc từng năm và từng trạm. Trong 10 năm trở lại đây (2009 - 2020), R1x tại trạm An Khê có giá trị lớn hơn so với 2 trạm AyunPa và trạm PleiKu. Kết quả này cũng phù hợp với vị trí địa lý và điều kiện khí hậu tại Gia Lai, do trạm An Khê nằm ở sườn đón gió của dãy Trường Sơn nên R1x có giá trị lớn hơn so với 2 trạm còn lại. Các năm 1991, 2002, 2003, 2006 và 2008 giá trị R1x của cả 3 trạm thuộc tỉnh Gia Lai đều trên dưới 100 mm/ngày, kết quả này có thể do ảnh hưởng của hiện tượng ENSO (là

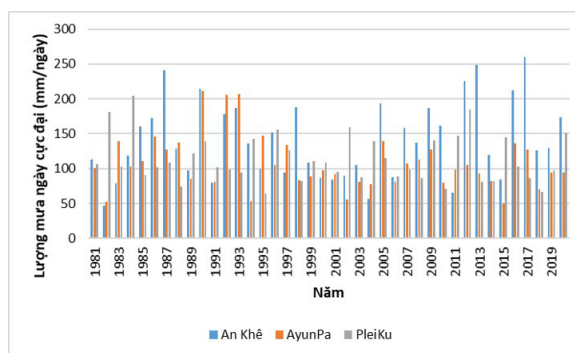
những năm La Nina). Những năm trước năm 1990, R1x tại cả 3 trạm dao động từ 50 mm/ngày đến 240 mm/ngày, trong giai đoạn này trạm PleiKu có R1x dao động từ 80 mm/ngày đến 205 mm/ngày.

Như vậy, phân bố lượng mưa ngày lớn nhất tháng và phân bố lượng mưa ngày lớn nhất năm tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai là không đồng đều, tùy thuộc vào vị trí địa lý và thời gian trong năm mà lượng mưa ngày lớn nhất có giá trị khác nhau. Tuy nhiên, đối với mùa mưa, sự phân bố lượng mưa tháng lớn nhất tại trạm PleiKu đồng đều hơn so với hai trạm còn lại; đối với tháng chuyển mùa và các tháng đầu mùa khô lượng mưa ngày cực đại tháng của trạm An Khê và AyunPa có giá trị lớn hơn so với trạm PleiKu. Sự đồng đều giá trị R1x tại trạm PleiKu cũng thể hiện qua các năm so với trạm An Khê và trạm AyunPa.

Trong phần tiếp theo nghiên cứu đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng và lượng mưa ngày cực đại năm.



Hình 2. Phân bố lượng mưa ngày cực đại tháng tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai giai đoạn 1981-2020



Hình 3. Phân bố lượng mưa ngày cực đại năm tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai giai đoạn 1981-2020

3.2. Đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng

Trong phần này, nghiên cứu đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng ở các tháng đại diện cho mùa mưa (tháng 7), mùa khô (tháng 1) và các tháng chuyển mùa từ mùa khô sang mùa mưa hoặc chuyển từ mùa mưa sang mùa khô (tháng 4 và tháng 10) bằng phương pháp hồi quy tuyến tính và phương pháp Mann-Kendall với độ tin cậy thống kê là 95%. Trong đó, xu thế Sen sử dụng để xác định độ dốc trong kiểm định Mann-Kendall. Kết quả đánh giá xu thế cho từng trạm ứng với từng tháng trong giai đoạn 1981-2020 được thể hiện trong Bảng 2 và các bảng từ Bảng 3 đến Bảng 6. Trong đó Bảng 2 thống kê hệ số góc trong phương pháp hồi quy tuyến tính.

Đối với tháng 1 (Hình 3), là tháng chính mùa khô ở Gia Lai, lượng mưa cực đại tháng có thể lên tới trên 50 mm/ngày tại trạm An Khê, trong khi đó hai trạm còn lại lượng mưa cực đại tháng dao động 20 mm đến 30 mm/ngày. Xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại trong tháng này tăng hoặc không có xu thế trong cả phương pháp hồi quy tuyến tính và kiểm định Mann-Kendall (Bảng 3). Cụ thể, trạm An Khê lượng mưa ngày cực đại có xu thế tăng trong kiểm định Mann-Kendall với giá trị S lớn hơn 0 và có xu thế tăng trong phương pháp hồi quy tuyến tính thể hiện qua hệ số góc lớn hơn 0. Tuy nhiên, xu thế tăng của lượng mưa cực đại tháng tại trạm An Khê giai đoạn 1981-2020 không đảm bảo mức ý nghĩa thống kê 95%. Hai trạm AyunPa và trạm PleiKu, lượng mưa ngày cực đại tháng cũng có xu hướng tăng trong kiểm định Mann-Kendall, nhưng xu hướng này cũng không thỏa mãn mức độ tin cậy thống kê. Trong phương pháp hồi quy tuyến tính, trạm AyunPa, lượng mưa ngày cực đại tháng có xu hướng tăng với tốc độ tăng khoảng 1,0 mm/thập kỷ, còn trạm PleiKu lượng mưa ngày cực đại tháng không có xu thế (hệ số góc bằng 0).

Tháng 4 là tháng chuyển từ mùa khô sang mùa mưa tại tỉnh Gia Lai, lượng mưa ngày cực đại tháng tại đây dao động từ 70 mm/ngày đến 100 mm/ngày. Về xu hướng biến đổi, cả 3 trạm An Khê, AyunPa và PleiKu, lượng mưa ngày cực

đại tháng có xu thế giảm khi đánh giá bằng kiểm định Mann-Kendall (Bảng 4). Trong đó, xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng tại trạm AyunPa có xu thế giảm đảm bảo độ tin cậy thống kê với tốc độ giảm khoảng 6,0 mm/thập kỷ. Trong phương pháp hồi quy tuyến tính, lượng mưa ngày cực đại tháng có xu hướng giảm ở hai trạm An Khê và trạm AyunPa với tốc độ giảm lần lượt là 3 mm/thập kỷ và 6 mm/thập kỷ. Riêng trạm PleiKu, lượng mưa ngày cực đại tháng có xu thế tăng với tốc độ tăng khoảng 1 mm/thập kỷ.

Trong tháng 7, tháng đại diện cho mùa mưa tại tỉnh Gia Lai, lượng mưa ngày cực đại tháng có xu thế tăng ở hai trạm An Khê và trạm PleiKu và xu thế giảm tại trạm AyunPa trong kiểm định Mann-Kendall, thể hiện ở giá trị S (Bảng 5). Tuy nhiên, các xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng này không đảm bảo mức độ tin cậy thống kê. Trong phương pháp hồi quy tuyến tính, lượng mưa ngày cực đại tháng có xu thế tăng ở cả 3 trạm thuộc tỉnh Gia Lai, với tốc độ tăng lần lượt là 8 mm/thập kỷ tại trạm An Khê và 1 mm/thập kỷ ở 2 trạm còn lại.

Tháng 10 là tháng chuyển mùa từ mùa mưa sang mùa khô tại tỉnh Gia Lai. Lượng mưa ngày cực đại trong tháng này có xu thế giảm tại trạm An Khê và trạm AyunPa, còn trạm PleiKu có xu thế giảm khi đánh giá bằng kiểm định Mann-Kendall. Trong đó, xu thế giảm tại trạm AyunPa đảm bảo mức độ tin cậy thống kê với tốc độ giảm khoảng 10,4 mm/thập kỷ. Khi sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng, trạm An Khê không có xu thế (do hệ số góc bằng 0), hai trạm AyunPa và trạm PleiKu lần lượt có xu thế giảm và tăng. Tốc độ giảm khoảng 13 mm/thập kỷ tại trạm AyunPa và tăng khoảng 1 mm/thập kỷ tại trạm PleiKu. Như vậy, lượng mưa ngày cực đại tháng trong các tháng chuyển mùa (tháng 4 và tháng 10) tại trạm AyunPa có xu thế giảm và đảm bảo độ tin cậy thống kê trong kiểm định Mann-Kendall, các trạm còn lại, xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng không đảm bảo độ tin cậy thống kê trong cả hai tháng đại diện cho mùa khô và mùa mưa (tháng 1 và tháng 7). Trong hồi quy tuyến tính,

tùy từng tháng mà xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tại các trạm có xu thế tăng hoặc giảm, thậm chí không có xu thế. Trong phần

tiếp theo, nghiên cứu trình bày đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại năm trong giai đoạn 1981-2020.

Bảng 2. Bảng tốc độ biến đổi của lượng mưa ngày cực đại tháng được đánh giá bằng phương pháp hồi quy tuyến tính (Đơn vị: mm/năm)

Trạm	Tháng 1	Tháng 4	Tháng 7	Tháng 10
An Khê	0,3	-0,3	0,8	0,0
AyunPa	0,1	-0,6	0,1	-1,3
PleiKu	0,0	0,1	0,1	0,1

Bảng 3. Giá trị S trong Mann-Kendall, mức ý nghĩa thống kê, hệ số Sen và hệ số góc trong hồi quy tuyến tính của lượng mưa ngày cực đại tháng 1 giai đoạn 1981-2020 tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai

STT	Trạm	Giá trị S trong Mann-Kendall	Kiểm định Mann-Kendall		Hệ số góc trong HQT
			Mức ý nghĩa thống kê	Hệ số Sen	
1	An Khê	113	0,192	0,095	0,3
2	AyunPa	11	0,905	0,00	0,1
3	PleiKu	114	0,112	0,0	0,0

Bảng 4. Giá trị S trong Mann-Kendall, mức ý nghĩa thống kê, hệ số Sen và hệ số góc trong hồi quy tuyến tính của lượng mưa ngày cực đại trong tháng 4 tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai

STT	Trạm	Giá trị S trong Mann-Kendall	Kiểm định Mann-Kendall		Hệ số góc trong HQT
			Mức ý nghĩa thống kê	Hệ số Sen	
1	An Khê	-97	0,263	-0,381	-0,3
2	AyunPa	-169	0,050	-0,578	-0,6
3	PleiKu	-10	0,961	-0,056	0,1

Bảng 5. Giá trị S trong Mann-Kendall, mức ý nghĩa thống kê, hệ số Sen và hệ số góc trong hồi quy tuyến tính của lượng mưa ngày cực đại trong tháng 7 tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai

STT	Trạm	Giá trị S trong Mann-Kendall	Kiểm định Mann-Kendall		Hệ số góc trong HQT
			Mức ý nghĩa thống kê	Hệ số Sen	
1	An Khê	105	0,226	0,606	0,8
2	AyunPa	-38	0,666	-0,104	0,1
3	PleiKu	51	0,560	0,297	0,1

Bảng 6. Giá trị S trong Mann-Kendall, mức ý nghĩa thống kê, hệ số Sen và hệ số góc trong hồi quy tuyến tính của lượng mưa ngày cực đại trong tháng 10 tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai

STT	Trạm	Giá trị S trong Mann-Kendall	Kiểm định Mann-Kendall		Hệ số góc trong HQT
			Mức ý nghĩa thống kê	Hệ số Sen	
1	An Khê	-20	0,825	-0,120	0,0
2	AyunPa	-188	0,029	-1,045	-1,3
3	PleiKu	11	0,907	0,087	0,1

3.3. Đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại năm tại tỉnh Gia Lai

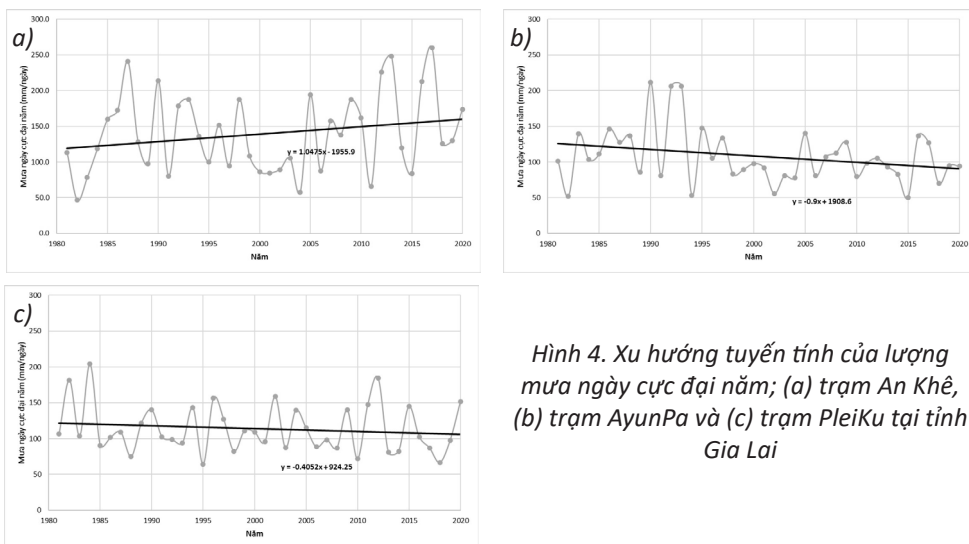
Trong phần này, nghiên cứu đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại năm tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai bằng phương pháp hồi quy tuyến tính và kiểm định Mann-Kendall (Bảng 7). Từ Bảng 7 cho thấy giá trị S trong Mann-Kendall âm tại trạm AyunPa và trạm PleiKu và dương tại trạm An Khê, hay xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại năm có xu hướng giảm (trạm AyunPa và PleiKu) và có xu hướng tăng tại trạm An Khê. Tuy nhiên mức ý nghĩa thống kê của các xu thế trên không thỏa mãn độ tin cậy 95%. Trong phương pháp hồi quy tuyến tính, xu thế giảm cũng được xác định tại hai trạm AyunPa và trạm PleiKu, và xu thế tăng tại trạm An Khê. Trong đó tốc độ tăng tại trạm An Khê khoảng 10,48 mm/thập kỷ, tốc độ giảm tại trạm AyunPa và PleiKu lần lượt là 9,0 mm/thập kỷ và 4,05 mm/thập kỷ. Các xu thế biến đổi tuyến tính của lượng mưa ngày cực đại năm tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai được biểu diễn trong Hình 4. Từ Hình 4, cho thấy theo

thời gian lượng mưa ngày cực đại năm có xu thế giảm ở hai trạm nằm ở phía Đông Nam (AyunPa) và trung tâm tỉnh (trạm PleiKu) nơi lượng mưa ngày cực đại phân bố đều trong các tháng mùa mưa và có sự chênh lệch không nhiều giữa các tháng, còn xu thế tăng của lượng mưa ngày cực đại năm được xác định tại trạm An Khê là trạm nằm ở phía Đông dãy Trường Sơn, nơi mang nhiều đặc trưng mùa mưa của Trung Bộ với tốc độ tăng khá lớn khoảng 10 mm/thập kỷ. Kết quả này khá khác biệt với đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa 1 ngày R1x trong nghiên cứu [14], sự khác biệt này có thể là do chuỗi số liệu nghiên cứu là khác nhau.

Như vậy, lượng mưa ngày cực đại năm có xu thế biến đổi không đảm bảo mức tin cậy thống kê ở tất cả các trạm thuộc tỉnh Gia Lai trong kiểm định Mann-Kendall. Còn trong hồi quy tuyến tính, xu thế tăng tại trạm An Khê với tốc độ tăng khoảng 10 mm/thập kỷ, xu thế giảm tại hai trạm AyunPa và PleiKu với tốc độ giảm lần lượt là 9 mm/thập kỷ và 4 mm/thập kỷ.

Bảng 7. Giá trị S trong Mann-Kendall, mức ý nghĩa thống kê, hệ số Sen và hệ số góc trong hồi quy tuyến tính của lượng mưa ngày cực đại trong năm tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai

STT	Trạm	Giá trị S trong Mann-Kendall	Kiểm định Mann-Kendall		Hệ số góc trong HQT
			Mức ý nghĩa thống kê	Hệ số Sen	
1	An Khê	108	0,212	1,12	1,048
2	AyunPa	-163	0,116	-0,579	-0,90
3	PleiKu	-82	0,345	-0,449	-0,405



Hình 4. Xu hướng tuyến tính của lượng mưa ngày cực đại năm; (a) trạm An Khê, (b) trạm AyunPa và (c) trạm PleiKu tại tỉnh Gia Lai

4. Kết luận

Với chuỗi số liệu mưa ngày quan trắc 40 năm tại 3 trạm thuộc tỉnh Gia Lai (An Khê, AyunPa và PleiKu), nghiên cứu đã đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng và năm tại tỉnh Gia Lai. Từ các kết quả phân tích trên, nghiên cứu rút ra một số kết luận:

Phân bố lượng mưa ngày lớn nhất tháng và phân bố lượng mưa ngày lớn nhất năm tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai là không đồng đều, tùy thuộc vào vị trí địa lý và thời gian trong năm. Đối với mùa mưa, sự phân bố lượng mưa ngày cực đại tháng tại trạm PleiKu có giá trị đồng đều hơn so với hai trạm còn lại; đối với tháng chuyển mùa và các tháng đầu mùa khô lượng mưa ngày cực đại tháng của trạm An Khê và AyunPa có giá trị lớn hơn so với trạm PleiKu vì thời gian này chịu ảnh hưởng của mùa mưa muộn của khu vực Trung Bộ và do vị trí hai trạm nằm ở phía Đông dãy Trường Sơn. Đối với lượng mưa ngày cực đại năm tại trạm PleiKu cũng đồng đều hơn với trạm An Khê và trạm AyunPa.

Xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng trong các tháng đại diện cho mùa mưa

(tháng 7), tháng đại diện cho mùa khô (tháng 1) và hai tháng chuyển mùa (tháng 4 và tháng 10) tại các trạm thuộc tỉnh Gia Lai đều không đảm bảo mức ý nghĩa thống kê ngoại trừ trạm xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng tại trạm AyunPa có xu thế giảm và đảm bảo độ tin cậy thống kê trong kiểm định Mann-Kendall trong tháng 4 và tháng 10. Trong phương pháp hồi quy tuyến tính, tùy từng tháng mà xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tại các trạm có xu thế tăng hoặc giảm, thậm chí không có xu thế.

Đối với lượng mưa ngày cực đại năm có xu thế biến đổi không đảm bảo mức tin cậy thống kê ở tất cả các trạm thuộc tỉnh Gia Lai trong kiểm định Mann-Kendall. Còn trong hồi quy tuyến tính, lượng mưa ngày cực đại năm có xu thế tăng tại trạm An Khê với tốc độ tăng khoảng 10 mm/thập kỷ, xu thế giảm tại hai trạm AyunPa và PleiKu với tốc độ giảm lần lượt là 9 mm/thập kỷ và 4 mm/thập kỷ.

Nhóm tác giả kiến nghị nghiên cứu tương lai tập trung vào sử dụng phương pháp phi tuyến để đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại tháng và năm tại tỉnh Gia Lai.

Đóng góp của từng tác giả trong bài báo: Xây dựng ý tưởng: Vũ Thị Hiền, Phạm Thị Kiều Oanh; Xử lý số liệu: Vũ Thị Hiền, Phạm Thị Kiều Oanh, Trịnh Minh Ngọc, Trần Thị Hồng Tường; Viết bản thảo: Vũ Thị Hiền, Phạm Thị Kiều Oanh, Nguyễn Thị Phương Chi, Hà Anh Đông.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của mình, chưa từng công bố trước đó, không sao chép, đạo văn; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Duy Phong (2021), *Gia Lai chịu nhiều thiệt hại bởi mưa lũ, thiên tai*, Tuyên giáo, 08/11/2024. Truy tuyến: <https://www.tuyengiao.vn/gia-lai-chiu-nhieu-thiet-hai-boi-mua-lu-thien-tai-141671>.
2. Lê Nam, Nguyễn Diệp, Sang Phương (2023), *Gia Lai: Mưa lớn nhiều địa phương ngập nặng*, Gia Lai online, 05/10/2024. Truy tuyến: <https://baogialai.com.vn/gia-lai-mua-lon-nhieu-dia-phuong-ngap-nang-post244870.html>
3. Phạm Hoàng (2024), *Gia Lai: Mưa lớn gây ngập, hơn 300 hộ dân bị cô lập*, Dân Trí, 15/9/2024. Truy tuyến: <https://dantri.com.vn/xa-hoi/gia-lai-mua-lon-gay-ngap-hon-300-ho-dan-bi-co-lap-20241113172240283.htm>.
4. Eric M. Masereka et al. (2018), "Statistical analysis of annual maximum daily rainfall for Nelspruit and its environs", *Jàmá - Journal of Disaster Risk Studies*, Mar 26;10(1):499. doi: 10.4102/jamba.v10i1.499. eCollection 2018.
5. Seth Westra et al. (2013), "Global Increasing Trends in Annual Maximum Daily Precipitation", *Journal of Climate*; 26(11):3904-3918.
6. Alexander LV et al. (2006), "Global Observed Changes in Daily Climate Extremes of Temperature

- and Precipitation", *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Volume 111, Issue D5, 1-22, <https://doi.org/10.1029/2005JD006290>
7. Vũ Thanh Hằng và cộng sự (2009), "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, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 25, Số 3S (2009) 423 - 430.
 8. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc (1993), *Khí hậu Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 312 tr.
 9. Nguyễn Đức Ngữ (1985), *Khí hậu Tây Nguyên*, Viện Khí tượng thủy văn xuất bản, Hà Nội.
 10. Hoàng Đức Cường và cộng sự (2014), "Nghiên cứu phân vùng khí hậu Tây Nguyên", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số tháng 11/2014, 5-9.
 11. Nguyễn Trung Trực (1996), *Đánh giá đợt mưa lớn ở Tây Nguyên đầu tháng VII năm 1996*, báo cáo Đài khí tượng Thủy văn Trung ương.
 12. Phạm Thị Châm và cộng sự (2017), "Nghiên cứu ngày bắt đầu gió mùa mùa hè, ngày bắt đầu mùa mưa ở Tây Nguyên và khả năng dự báo thời điểm bắt đầu mùa mưa bằng phương pháp phân tích Canon", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 11/2017.
 13. Nguyễn Văn Huấn (2019), "Chu trình mưa ngày đêm và biến động của nó trên khu vực Tây Nguyên", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số tháng 04/2019, 65-74.
 14. Nguyễn Văn Tín và cộng sự (2022), "Phân tích xu thế biến đổi của lượng mưa khu vực Tây Nguyên giai đoạn 1990-2021", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 744(1), 15-25; doi:10.36335/VN-JHM.2022(744(1)).15-25 <http://tapchikttv.vn/>.
 15. Trần Trung Thành và cộng sự (2024), "Nghiên cứu phân tích các đặc trưng của gián đoạn mưa gió mùa mùa hè trên khu vực Tây Nguyên", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 765, 15-26; doi:10.36335/VN-JHM.2024(765).15-26 <http://tapchikttv.vn/>.
 16. Wilks Daniel S. (2005), *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*, Ithaca New York.
 17. Phan Văn Tân (1999), *Phương pháp thống kê khí hậu học*, Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Hà Nội.
 18. SEN, P. K. (1968), "Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 63, No. 324 (Dec., 1968), pp. 1379-1389. <https://doi.org/10.2307/2285891>.
 19. Ngô Đức Thành, Phan Văn Tân (2012), "Non-parametric test for trend detection of some meteorological elements for the period 1961-2007", *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, Vol. 28, No. 3S, 2012, pp. 129-135 (in Viet Namese).
 20. Nguyen Van Tin (2017), "Non-parametric Mann-Kendall test for trend detection of the maximum of short-term rainfall in Ho Chi Minh city from 1971-2016", *Journal of hydro-meteorology*, 11, 52-55.
 21. Nguyễn Văn Hồng, Nguyễn Thị Cầm Mi (2021), "Xu thế biến đổi của các yếu tố khí hậu và kịch bản biến đổi khí hậu tỉnh Ninh Thuận", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 727, 44-55.
 22. Nguyễn Văn Hồng và cộng sự (2021), "Xu thế biến đổi các yếu tố khí hậu tại Tỉnh Kiên Giang", *Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu*, số 18, 19-25.
 23. Nguyễn Văn Hồng và cộng sự (2021), "Nghiên cứu xu hướng biến đổi của lượng mưa ở tỉnh Bình Định giai đoạn 1980-2019", *Tạp chí Phát triển Khoa học và công nghệ, Khoa học trái đất, Đại học Quốc gia TP.HCM*, 5(S12), 1-8, 75-83.
 24. Bùi Minh Tuấn (2022), "Xu thế biến đổi phi tuyến tính của mưa cực đoan trên khu vực Việt Nam", *Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu*, số 22, 46-55.
 25. Kendall, M.G. (1975), *Rank Correlation Methods*, Charles Griffin, London.
 26. Khaled H. Hamed, A. Ramachandra Rao (1998), "A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data", *J. Hydrol, Journal of Hydrology*, Volume 204, Issues 1-4, 30 January 1998, Pages 182-196.
 27. Alexander L.V. et al. (2006), "Global Observed Changes in Daily Climate Extremes of Temperature and Precipitation", *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Volume 111, Issue D5, 1-22.

APPLICATION OF MANN-KENDALL METHOD TO ASSESS THE TREND OF CHANGE IN MAXIMUM DAILY RAINFALL IN GIA LAI PROVINCE

Vu Thi Hien⁽¹⁾, Pham Thi Kieu Oanh⁽²⁾, Nguyen Thi Phuong Chi⁽¹⁾,
Tran Thi Hong Tuong⁽¹⁾, Trinh Minh Ngoc⁽⁴⁾, Ha Anh Dong⁽¹⁾

⁽¹⁾Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment

⁽²⁾The Central Highlands Regional Hydro - Meteorological Station

⁽³⁾VNU Hanoi university of science

Received: 8/12/2024; Accepted: 17/01/2025

Abstract: In this study, the author analyzed 40 years (1981-2020) of daily rainfall data from three meteorological stations in Gia Lai province (Pleiku, An Khe, and Ayunpa stations) to examine the distribution characteristics and evaluate trends in maximum daily rainfall changes. The distribution of maximum daily rainfall across the months shows that the peak values at the stations occur in different months. At An Khe station, the highest maximum daily rainfall was recorded in November, reaching nearly 260.1 mm/day, which is the largest among the three stations. Ayunpa station recorded its highest maximum daily rainfall in October, with 211.6 mm/day, while Pleiku station's peak occurred in August, with 204.2 mm/day. For the trends in monthly maximum daily rainfall changes during representative months-July (rainy season), January (dry season), and the transition months of April and October-at stations in Gia Lai province, the Mann-Kendall test results were not statistically significant. However, at Ayunpa station, a statistically reliable decreasing trend was observed in April and October, with rates of 6 mm/day and 13 mm/day, respectively. Using the linear regression method, trends in maximum daily rainfall varied depending on the month and station, showing increases, decreases, or no trends. For annual maximum daily rainfall, the Mann-Kendall test did not indicate statistically significant trends at any station in Gia Lai province. However, the linear regression method showed an increasing trend at An Khe station, with a rate of approximately 10 mm/decade, and decreasing trends at Ayunpa and Pleiku stations, with rates of 9 mm/decade and 4 mm/decade, respectively. These findings provide valuable insights for regional development planning strategies.

Keywords: Trend change, Mann-Kendall, maximum daily rainfall, Sen's slope.