

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ XU THẾ BIẾN ĐỔI MƯA CỰC ĐOẠN TẠI KHU VỰC PHÍA ĐÔNG BẮC TỈNH CÀ MAU

Vũ Thị Hiền⁽¹⁾, Lâm Thái Vĩ⁽¹⁾, Hồ Gia⁽²⁾, Lê Minh Lưu⁽³⁾, Hà Anh Đông⁽⁴⁾

⁽¹⁾Khoa Khí tượng Thủy văn và Tài nguyên nước, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

⁽²⁾Công ty trách nhiệm hữu hạn thương mại vận tải B&L

⁽³⁾Khoa Trắc địa, Bản đồ và Công trình, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

⁽⁴⁾Khoa Khoa học ứng dụng, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài: 6/8/2025; ngày gửi phản biện: 7/8/2025; ngày chấp nhận đăng: 16/10/2025

Tóm tắt: Nghiên cứu này đánh giá xu thế biến đổi mưa cực đoạn tại khu vực phía Đông Bắc Tỉnh Cà Mau giai đoạn 1980-2023 dựa trên số liệu lượng mưa ngày và số ngày mưa quan trắc tại trạm Bạc Liêu. Phương pháp hồi quy tuyến tính, xu thế Sen và kiểm định phi tham số Mann-Kendall được áp dụng để phân tích. Kết quả cho thấy lượng mưa cực đoạn, bao gồm mưa to (50-100 mm/ngày) và mưa rất to (≥ 100 mm/ngày), nhìn chung có xu thế tăng theo thời gian. Tốc độ tăng trong hồi quy tuyến tính lần lượt là 3.5642 mm/năm và 1.1198 mm/năm. Xu thế Sen xác định mưa to có xu thế tăng 2,687 mm/năm, song không đạt mức ý nghĩa thống kê theo kiểm định Mann-Kendall. Đối với mưa rất to, kiểm định Mann-Kendall cho thấy dấu hiệu tăng ($S > 0$), trong khi xu thế Sen không ghi nhận sự thay đổi rõ rệt. Số ngày mưa to và mưa rất to có xu thế tăng trong hồi quy tuyến tính và Mann-Kendall, nhưng không đảm bảo ý nghĩa thống kê; xu thế Sen cho kết quả không có biến đổi đáng kể. Các phát hiện này góp phần cung cấp thông tin khoa học hữu ích cho việc đánh giá và thích ứng với biến đổi khí hậu tại khu vực phía Đông Bắc Tỉnh Cà Mau.

Từ khóa: Xu thế biến đổi, Mann-Kendall, mưa cực đoạn, độ dốc Sen.

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, mưa lớn xảy ra ở tỉnh Bạc Liêu cũ nay là phía Đông Bắc Tỉnh Cà Mau đã gây ra những thiệt hại lớn về kinh tế. Điển hình như đợt mưa từ 14 đến 24 tháng 7 năm 2022, đợt mưa kéo dài liên tục 10 ngày, với lượng mưa ngày rất lớn, làm ngập úng 1.500 hecta lúa hè thu từ 30 đến 40 ngày tuổi ở huyện Phước Long [1], mức độ thiệt hại trên 70%. Vì vậy để giảm thiểu thiệt hại về kinh tế do mưa lớn gây ra, thì việc đánh giá được xu thế biến đổi mưa lớn theo thời gian là cần thiết để có kế hoạch quản lý tài nguyên nước hiệu quả và phòng chống ngập lụt.

Trên thế giới, các đợt mưa có cường độ trên 100 mm/ngày được liệt kê vào những đợt mưa cực đoạn gây ngập lụt ở một số nơi, điển hình là ở Nelspruit và các vùng lân cận [2]. Trong khi đó

xu thế lượng mưa ngày lớn nhất có xu thế tăng trong 2/3 các trạm được khảo sát trên toàn cầu [3], và diện mưa cũng có xu thế tăng trong lục địa [4]. Và các hiện tượng mưa cực đoạn thường xuất hiện thất thường và không cố định vào thời điểm nào trong năm [5].

Tại Việt Nam việc nghiên cứu về các hiện tượng cực đoạn cũng được quan tâm trong những năm gần đây. Điển hình là nghiên cứu của tác giả Vũ Thanh Hằng và các cộng sự (2009) đã chỉ ra các trị số trên 200 mm/ngày thường rơi vào các tháng mùa hè ở Đồng bằng Nam Bộ [5]. Đặc biệt đặc điểm khí hậu của khu vực Tây Nam Bộ được đề cập chi tiết trong cuốn Khí hậu Việt Nam của tác giả Phạm Ngọc Toàn và Phan Tất Đắc [6], đề cập đến lượng mưa ngày lớn nhất ở một số nơi như Cần Thơ, Phú Quốc có thể lên tới gần 200 mm/ngày. Những năm gần đây, các nghiên cứu về đặc điểm khí hậu và xu thế biến đổi một số yếu tố khí tượng thủy văn ở một số tỉnh thuộc khu vực Nam Bộ nói chung và khu vực Tây Nam Bộ nói riêng đã cập nhật chuỗi

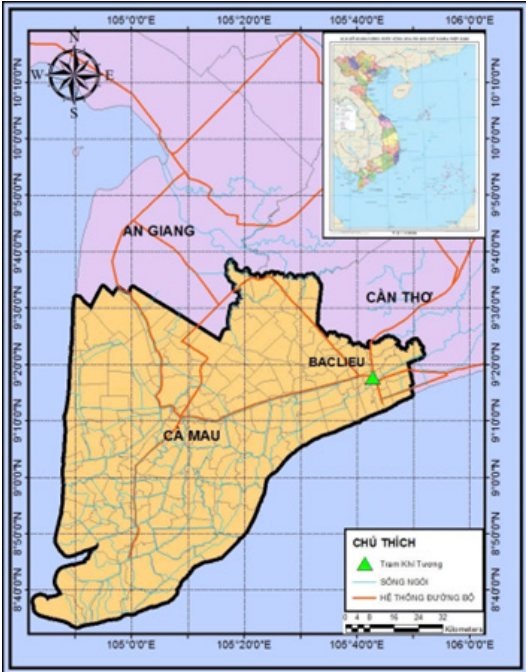
Liên hệ tác giả: Vũ Thị Hiền

Email: vthien@hcmunre.edu.vn

số liệu mới nhất. Năm 2020, tác giả Lê Thanh Tâm và cộng sự [7], đánh giá đặc điểm khí hậu Tỉnh Trà Vinh, kết quả cho thấy khí hậu Trà Vinh được đặc trưng bởi hai mùa chia cắt nhau bởi các thời kỳ gió mùa. Lượng mưa năm ở Trà Vinh có sự phân hóa mạnh theo không gian, thời gian trong năm. Tổng lượng mưa trung bình năm 1.608 mm. Ngày bắt đầu mùa mưa trung bình khoảng 18/5; ngày kết thúc mùa mưa khoảng 27/10. Năm 2021, tác giả Hồng và cộng sự đã chỉ ra lượng mưa trung bình năm tại Kiên Giang có xu thế tăng tại trạm Rạch Giá với tốc độ 2,6 mm/năm, và xu thế giảm tại trạm Phú Quốc với tốc độ giảm khoảng 8,9 mm/năm [8]. Năm 2023, nghiên cứu của tác giả Lan Anh đã chỉ ra xu thế tăng của lượng mưa năm tại trạm Bạc Liêu, nhưng độ tin cậy không đạt 10%, và chuỗi số liệu sử dụng trong nghiên cứu là từ 1996-2021 [9]. Năm 2024, tác giả Minh và cộng sự đã chỉ ra kết quả biến đổi lượng mưa năm tại khu vực Đồng bằng Sông Cửu Long có sự biến đổi không gian rõ rệt [10]. Tỉnh Cà Mau, một tỉnh ven biển, liên tục ghi nhận lượng mưa trung bình hàng năm và theo mùa cao hơn so với các trạm nằm sâu trong nội địa như Cần Thơ và Mộc Hóa. Tuy nhiên, Cà Mau lại cho thấy xu hướng giảm đáng kể lượng mưa hàng

năm. Ngược lại, Cần Thơ ghi nhận sự giảm mưa ở một số tháng trong mùa mưa, nhưng lại có xu hướng tăng lượng mưa trong mùa khô. Mộc Hóa thì cho thấy xu hướng tăng số ngày có mưa, đặc biệt là trong mùa khô [10]. Năm 2025 tác giả Minh và cộng sự chỉ ra mặc dù một số trạm nội địa ghi nhận mức tăng nhẹ lượng mưa trong mùa khô, kết quả tổng thể cho thấy xu hướng giảm lượng mưa ở cả mùa mưa lẫn mùa khô trên toàn vùng. Xu hướng này đặc biệt đáng lo ngại đối với các khu vực ven biển như Tỉnh Cà Mau, nơi phụ thuộc chủ yếu vào nguồn nước mưa do dòng chảy từ thượng nguồn hạn chế. Khu vực này ghi nhận sự sụt giảm đáng kể về lượng mưa hàng năm và mùa mưa, với độ dốc Sen lần lượt là -7,582 mm/năm và -6,335 mm/năm [11].

Như vậy ở Nam Bộ nói chung và phía Đông Bắc Tỉnh Cà Mau nói riêng, đánh giá xu thế mưa lớn cũng như các hiện tượng khí hậu cực trị còn rất ít và chưa đầy đủ. Trong nghiên cứu này, số liệu lượng mưa ngày tại trạm Bạc Liêu thuộc khu vực phía Đông Bắc Tỉnh Cà Mau trong 44 năm (1980-2023) được sử dụng để đánh giá xu thế biến đổi mưa cực đoan. Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học cho các kế hoạch phát triển kinh tế ở phía Đông Bắc của Tỉnh Cà Mau.



Hình 1. Vị trí trạm khí tượng Bạc Liêu

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu

Nghiên cứu sử dụng bộ số liệu mưa ngày được quan trắc tại các trạm Bạc Liêu thuộc khu vực

phía Đông Bắc Tỉnh Cà Mau. Danh sách trạm và vị trí trạm được thể hiện trong Bảng 1 và Hình 1. Trong đó, chuỗi số liệu được dùng trong nghiên cứu có độ dài chuỗi là 44 năm (1980-2023).

Bảng 1. Vị trí trạm lấy số liệu sử dụng trong nghiên cứu

TT	Tên trạm	Tọa độ		Giai đoạn lấy số liệu
		Kinh độ Đông	Vĩ độ Bắc	
1	Bạc Liêu	105,714°E	9,296°N	1980-2023

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) [12-13]. 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 bài toán 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 [14-20]. Nghiên cứu này sử dụng mức ý nghĩa thống kê là 95% ($P\text{value} < 5\%$) để kiểm định xu hướng biến đổi mưa cực đoan tại trạm Bạc Liêu thuộc khu vực tỉnh Bạc Liêu. Lý thuyết chi tiết về phương pháp Mann-Kendall có thể tìm trong [21].

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).

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

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

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

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 [22], [4] để xác định độ lớn xu hướng của chuỗi số liệu mưa lớn của trạm Bạc Liêu thuộc tỉnh Bạc Liêu. Công thức tính (7).

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

Trong đó: Q là trung vị của chuỗi.

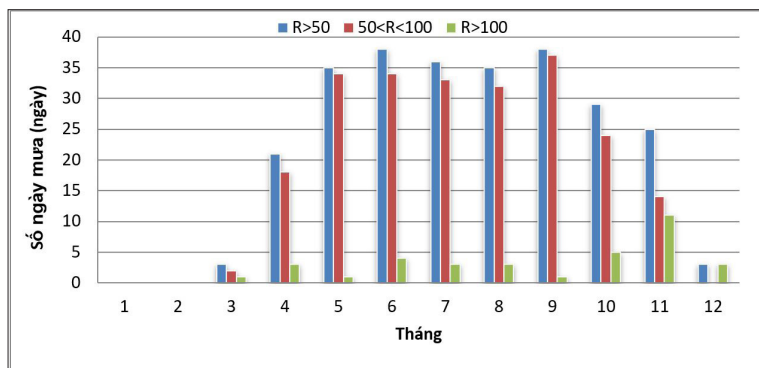
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc điểm mưa cực đoạn tại phía Đông Bắc Tỉnh Cà Mau

Trong phần này nghiên cứu phân tích và tổng hợp các số liệu của số ngày mưa quan trắc tại trạm Bạc Liêu thuộc khu vực phía Đông Bắc Tỉnh Cà Mau trên phần mềm Excel. Kết quả phân bố số ngày mưa theo các tháng trong năm tại trạm Bạc Liêu giai đoạn 1980-2023 được thể hiện trong Hình 2.

Trong Hình 2 cho thấy giai đoạn từ tháng 1 đến tháng 2 tại trạm Bạc Liêu không xuất hiện mưa lớn, mưa to và mưa rất to, bắt đầu vào

tháng 3 xuất hiện mưa lớn, mưa to và mưa rất to dao động trong khoảng từ 1 đến 3 ngày; tháng 4 có số ngày mưa lớn đạt 21 ngày, số ngày mưa to là 18 ngày và số ngày mưa rất to khá khiêm tốn chỉ 3 ngày; giai đoạn từ tháng 5 đến tháng 9 có số ngày mưa tập trung khá cao, các tháng trong giai đoạn này đều có số ngày mưa lớn và số ngày mưa to đạt trên 30 ngày, với số ngày mưa lớn dao động từ 35-38 ngày, số ngày mưa to dao động trong khoảng từ 32-37 ngày, số ngày mưa lớn và số ngày mưa to đều đạt cực đại trong tháng 9, số ngày mưa rất to trong giai đoạn này dao động từ 1-4 ngày; giai đoạn tháng 10 đến tháng 12 có số ngày mưa giảm so với giai đoạn trước đó, cụ thể vào tháng 10 và tháng 11 số ngày mưa lớn đều ở ngưỡng lớn hơn 20 ngày, dao động trong khoảng 25-29 ngày, trong khi đó tháng 12 có số ngày mưa lớn chỉ đạt 3 ngày, số ngày mưa to của giai đoạn tháng 10 đến tháng 11 dao động trong khoảng từ 14-24 ngày, tháng 12 không xuất hiện mưa to, cuối cùng số ngày mưa rất to từ tháng 10 đến tháng 12 dao động trong khoảng 3-11 ngày. Vậy mưa lớn và mưa to tại trạm Bạc Liêu tập trung xuất hiện chủ yếu trong giai đoạn tháng 5 đến tháng 9, mưa rất to lại tập trung vào tháng 10 đến tháng 12 và số ngày mưa rất to tại trạm Bạc Liêu đạt cực đại vào tháng 11 (11 ngày).



Hình 2. Phân bố số ngày mưa lớn, số ngày mưa to và số ngày mưa rất to theo các tháng tại trạm Bạc Liêu thuộc khu vực phía Đông Bắc Tỉnh Cà Mau

3.2. Xu thế biến đổi mưa cực đoạn

Trong phần này, nghiên cứu đánh giá xu thế biến đổi tuyến tính và xu thế Sen của mưa to và mưa rất to tại trạm Bạc Liêu. Kết quả đánh giá được thể hiện trong Hình 3 và Bảng 2.

Lượng mưa: Từ Hình 3a, 3b cho thấy tổng

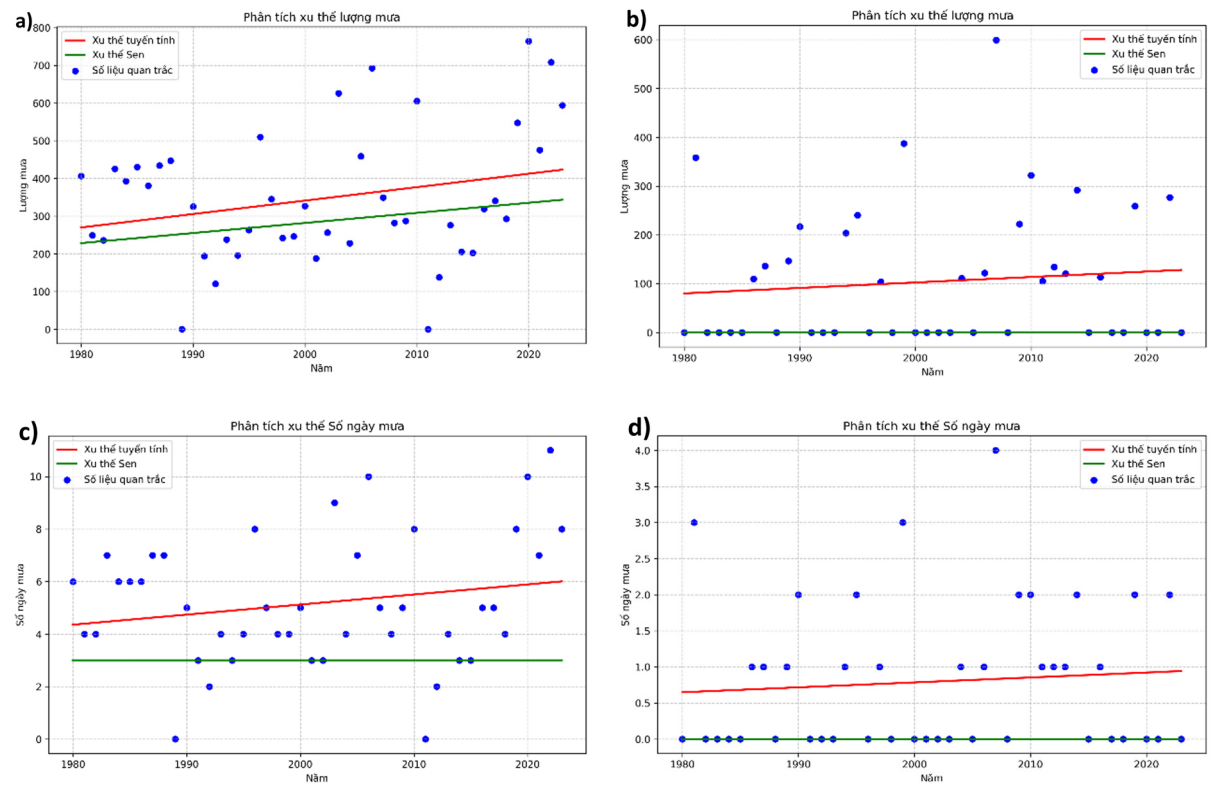
lượng mưa to và lượng mưa rất to trong giai đoạn 1980-2023 của trạm Bạc Liêu có xu thế tăng trong xu thế tuyến tính với tốc độ tăng lần lượt là 3,5642 mm/năm và 1,1198 mm/năm. Đối với xu thế Sen (Bảng 2 và Hình 3a, 3b), hệ số Sen có giá trị dương đối với xu thế biến đổi

của lượng mưa to tại trạm Bạc Liêu, kết quả này cho thấy lượng mưa to tại đây có xu thế tăng khi đánh giá bằng xu thế Sen và với tốc độ tăng là 2,687 mm/năm. Trong kiểm định Mann-Kendall lượng mưa to cũng có xu thế tăng ($S > 0$). Tuy nhiên, độ tin cậy thống kê trong kiểm định phi tham số Mann-Kendall (P-value) luôn lớn hơn

0,05. Trong khi đó, xu thế biến đổi lượng mưa rất to tại trạm Bạc Liêu không đánh giá được bởi xu thế Sen vì hệ số Sen là 0 (Bảng 2) hay xu thế này không thay đổi theo thời gian (Hình 3b). Còn trong kiểm định Mann-Kendall lượng mưa rất to có xu thế tăng, nhưng xu thế này không bảo đảm mức ý nghĩa thống kê.

Bảng 2. Kết quả kiểm định Mann-Kendall, hệ số Sen và hệ số gốc trong hồi quy tuyến tính của lượng/số ngày mưa to và mưa rất to tại trạm Bạc Liêu giai đoạn 1980-2023

STT	Yếu tố khí tượng	Giá trị S trong Mann-Kendall	Kiểm định Mann-Kendall		Hệ số gốc trong HQT
			Mức ý nghĩa thống kê	Hệ số Sen	
	Lượng				
1	Mưa to	135	0,175	2,687	3,5642
2	Mưa rất to	73	0,43	0	1,1198
	Số ngày				
1	Mưa to	90	0,362	0	0,0383
2	Mưa rất to	68	0,457	0	0,0068



Hình 3. Xu thế tuyến tính và xu thế Sen của tổng lượng mưa năm (a - mưa to; b - mưa rất to) và số ngày mưa năm (c - mưa to; d - mưa rất to) tại trạm Bạc Liêu (1980-2023)

Số ngày mưa: Xu thế tuyến tính của tổng số ngày mưa to và mưa rất to giai đoạn 1980-2023 tại trạm Bạc Liêu được thể hiện trong Hình 3c, 3d, có thể thấy tổng số ngày mưa to và số ngày mưa rất to đều có xu thế tăng theo thời gian khi đánh giá xu thế bằng phương pháp hồi quy tuyến tính. Cụ thể, số ngày mưa to có xu thế tăng (0,383 ngày/thập kỷ); và số ngày mưa rất to có xu thế tăng nhưng tốc độ tăng nhỏ (0,068 ngày/thập kỷ). Trong kiểm định Mann-Kendall (Bảng 2 và Hình 3c, 3d), số ngày mưa to và mưa rất to cũng có xu thế tăng trong kiểm định Mann-Kendall ($S > 0$) nhưng không đảm bảo độ tin cậy thống kê (Bảng 2). Trong xu thế Sen, số ngày mưa to và số ngày mưa rất to có hệ số Sen đều bằng 0, do đó không xác định được xu thế Sen của số ngày mưa to và số ngày mưa rất to hay theo thời gian xu thế biến đổi của số ngày mưa to và số ngày mưa rất to không thay đổi theo thời gian (Hình 3c và Hình 3d).

4. Kết luận

Với chuỗi số liệu mưa ngày quan trắc trong 44 năm tại trạm Bạc Liêu thuộc khu vực phía Đông Bắc Tỉnh Cà Mau, nghiên cứu đã đánh giá xu thế biến đổi mưa lớn tại trạm Bạc Liêu. Từ các kết quả phân tích trên, nghiên cứu rút ra một số kết luận:

Tại trạm Bạc Liêu xu thế biến đổi trong xu thế tuyến tính và Mann - Kendall của lượng mưa to và lượng mưa rất to cũng như số ngày mưa to và mưa rất to có xu thế tăng. Tuy nhiên, các xu thế này không đảm bảo mức tin cậy thống kê trong kiểm định phi tham số Mann-Kendall ($P\text{-value} > 0,05$). Trong xu thế Sen, lượng mưa to tại trạm Bạc Liêu có xu thế tăng, riêng lượng mưa rất to không thể xác định được xu thế. Đối với số ngày mưa, trong xu thế Sen, số ngày mưa to và số ngày mưa rất to không xác định được xu thế.

Trong nghiên cứu tiếp theo, nhóm nghiên cứu sẽ áp dụng phương pháp phi tuyến để đánh giá xu thế biến đổi số ngày mưa to và mưa rất to ở khu vực này.

Đóng góp của từng tác giả trong bài báo: Xây dựng ý tưởng: Vũ Thị Hiền, Lâm Thái Vĩ; Xử lý số liệu: Vũ Thị Hiền, Lâm Thái Vĩ, Hồ Gia, Lê Minh Lưu, Hà Anh Đông; Viết bản thảo: Vũ Thị Hiền, Lâm Thái Vĩ.

Lời cảm ơn: Các kết quả trong nghiên cứu này được tài trợ từ kinh phí của đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường năm 2025 mã số CT.2025.18 của trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh.

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. Văn Sỹ (2022), *Mưa 10 ngày bằng cả tháng, người dân Bạc Liêu bắc cầu tạm vào nhà*, Lao động, 18/04/2025. Truy tuyến: <https://laodong.vn/xa-hoi/mua-10-ngay-bang-ca-thang-nguoi-dan-bac-lieu-bac-cau-tam-vao-nha-1072371.lido>.
2. Eric, M. M. et al. (2018), "Statistical analysis of annual maximum daily rainfall for Nelspruit and its environs", *Jambá - Journal of Disaster Risk Studies*, 10(1), n. a499, Doi:10.4102/jamba.v10i1.499.
3. Seth, W. et al. (2013), "Global Increasing Trends in Annual Maximum Daily Precipitation", *Journal of Climate*, 26(11), 3904-3918.
4. Alexander LV et al. (2006), "Global Observed Changes in Daily Climate Extremes of Temperature and Precipitation", *J. Geophys. Res.*, 111(D5), D05109. <https://doi.org/10.1029/2005JD006290>
5. Abderrahmane, N. G., Abdesselam, M. (2016), "Variability and Trend of Annual Maximum Daily Rainfall in Northern Algeria", *International Journal of Geophysics*, 6820397, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2016/6820397>.
6. Vũ Thanh Hằng, Chu Thị Thu Hường, Phan Văn Tân, (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*, tập 25, Số 3S, 423 - 430.
7. Phạm Ngọc Toàn, Phạm Trung Đắc, (1992), *Đặc điểm khí hậu Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật Hà Nội.

8. Lê Thanh Tâm, Nguyễn Thị Phương Chi (2020), "Nghiên cứu đặc điểm khí hậu Tỉnh Trà Vinh", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 717, 56-66.
9. 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*, 18, 19-25.
10. Đặng Thị Lan Anh (2023), "Nghiên cứu biến đổi của một số đặc trưng mưa trong mùa mưa khu vực Nam Bộ", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 747, 98-112; doi:10.36335/VNJHM.2023(747).98-112.
11. Minh, H.V.T. et al., (2024), "Understanding Rainfall Distribution Characteristics over the Vietnamese Mekong Delta: A Comparison between Coastal and Inland Localities", *Atmosphere*, 15(2), 217. <https://doi.org/10.3390/atmos15020217>.
12. Huynh Vuong Thu Minh et al., (2025), "Assessment of long-term rainfall trends and variability in the Vietnamese Mekong Delta: implications for water resources management strategies", *Discover Environment*, 3, 58, <https://doi.org/10.1007/s44274-025-00233-7>.
13. Wilks Daniel S. (1997), *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Ithaca New York. 59: 255.
14. Phan Văn Tân (1999), *Phương pháp thống kê khí hậu học*. Đại học Quốc Gia Hà Nội.
15. SPranab Kumar Sen, (1968), "Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau", *J. Am. Stat. Assoc.*, n. 63(324), p. 1379-1389.
16. Ngô Đức Thành, Phan Văn Tân (2012), "Kiểm nghiệm phi tham số xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng cho giai đoạn 1961-2007", *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, 28(3S), tr. 129-135.
17. Nguyễn Văn Tín, (2017), "Kiểm định Mann-Kendall phi tham số xu thế biến đổi của lượng mưa ngắn hạn cực đại tại TP Hồ Chí Minh giai đoạn 1971-2016", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 685, 52-55.
18. Nguyễn Văn Huệ, Nguyễn Thị Cẩm Mai, (2021), "Xu thế biến đổi khí hậu và kịch bản biến đổi khí hậu tỉnh Ninh Thuận", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 727, tr. 44-55.
19. Nguyen Van Hong et al., (2021), "Trends of climate factors in Kien Giang Provinve", *Journal of Climate chang science*, n. 18, p. 19-25.
20. Nguyễn Văn Huệ et al., (2021), "Nghiên cứu xu hướng biến đổi của lượng mưa ở tỉnh Bình Định giai đoạn 1980-2019", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Khoa học Trái đất và Môi trường*, 5(S12), tr. 1-8.
21. Bùi Mạnh Tuấn, (2022), "Xu thế phi tuyến trong chuỗi số liệu mưa lớn ở Việt Nam", *Tạp chí Khoa học Biến đổi Khí hậu*, 22, tr. 46-55.
22. Kendall, M.G. (1975), *Rank Correlation Methods*. Charles Griffin, London, 272.
23. Hamed, K.H., Rao, A.R. (1998), "A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data", *J. Hydrol*, 204, tr. 182-196.

RESEARCH ON ASSESSMENT OF EXTREME RAIN CHANGE TRENDS IN NORTHEASTERN REGION OF CA MAU PROVINCE

Vu Thi Hien⁽¹⁾, Lam Thai Vi⁽¹⁾, Ho Gia⁽²⁾, Le Minh Luu⁽³⁾, Ha Anh Dong⁽⁴⁾

⁽¹⁾Department of Meteorology, Hydrology and Water Resources, Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment

⁽²⁾Transport Trading Company Limited

⁽³⁾Department of Geodesy, Cartography and GIS, Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment

⁽⁴⁾Department of Applied Sciences, Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment

Received: 6/8/2025; Accepted: 16/10/2025

Abstract: This study investigates trends in extreme rainfall in the northeastern region of Ca Mau Province during 1980-2023 using daily rainfall and rainy-day observations at Bac Lieu station. Linear regression, Sen's slope estimation, and the non-parametric Mann-Kendall test were applied to assess changes. Results indicate that extreme rainfall, including heavy rain (50-100 mm/day) and very heavy rain (≥ 100 mm/day), generally exhibits increasing trends. Linear regression analysis shows growth rates of 3.5642 mm/year and 1.1198 mm/year, respectively. Sen's slope suggests an upward trend of 2,687 mm/year for heavy rainfall; however, this was not statistically significant according to the Mann-Kendall test. For very heavy rainfall, the Mann-Kendall test indicates an increasing tendency ($S > 0$), while Sen's slope shows no significant change. The number of heavy and very heavy rainfall days also displays increasing tendencies in linear regression and Mann-Kendall analysis, though without statistical significance; Sen's slope reveals no clear trend. These findings provide useful scientific insights for climate change assessment and adaptation strategies in the northeastern region of Ca Mau Province.

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