

Ứng dụng phương pháp Mann-Kendall kiểm định xu hướng biến đổi lượng mưa và nhiệt độ tỉnh Bạc Liêu 1980-2022

Tôn Thất Lãng^{1,*}, Phạm Thị Minh^{2,*}, Nguyễn Thị Phương Chi², Nguyễn Văn Tín²

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này phương pháp Mann-Kendall và phân tích hồi quy tuyến tính được ứng dụng để đánh giá xu hướng biến đổi lượng mưa và nhiệt độ trên địa bàn tỉnh Bạc Liêu trên cơ sở số liệu ngày thực đo bao gồm: nhiệt độ không khí trung bình, nhiệt độ tối cao và nhiệt độ tối thấp ở độ cao 2 m tại trạm khí tượng Bạc Liêu; và lượng mưa tại 4 trạm như Bạc Liêu, Phước Long, Gành Hào và Đông Hải. Kết quả chỉ ra rằng xu hướng tăng về nhiệt độ cả giá trị trung bình ngày và tối thấp, tối cao với mức ý nghĩa thống kê 95% trong kiểm định. Cụ thể, nhiệt độ trung bình ngày tăng khoảng $0.03^{\circ}\text{C}/\text{năm}$, nhiệt độ tối cao tăng $0.02^{\circ}\text{C}/\text{năm}$ và nhiệt độ tối thấp tăng $0.0306^{\circ}\text{C}/\text{năm}$. Như vậy, chênh lệch giữa nhiệt độ tối cao và tối thấp thu hẹp và nhiệt độ tối thấp tăng lên đồng nghĩa với đêm ấm kéo dài. Lượng mưa năm có xu hướng tăng trên tất cả 4 trạm, trong đó trạm Bạc Liêu, Phước Long và Đông Hải tăng lần lượt khoảng 7.5 mm/năm, 11.5 mm/năm và 12.8 mm/năm đảm bảo mức ý nghĩa thống kê 95%, còn trạm Gành Hào xu hướng biến đổi lượng mưa không đáng tin cậy. Ngoài ra, tốc độ tăng của lượng mưa trong phân tích hồi quy tuyến tính lớn hơn tốc độ tăng trong xu hướng Sen.

Từ khóa: Mann-Kendall, Xu hướng lượng mưa, Xu hướng nhiệt độ, Hồi quy tuyến tính

¹Khoa Môi trường, Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường TP. HCM, Việt Nam

²Khoa Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường TP. HCM, Việt Nam

Liên hệ

Tôn Thất Lãng, Khoa Môi trường, Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường TP. HCM, Việt Nam

Email: ttlang@hcmunre.edu.vn

Liên hệ

Phạm Thị Minh, Khoa Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường TP. HCM, Việt Nam

Email: minhpt201@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 21-4-2024
- Ngày sửa đổi: 25-8-2024
- Ngày chấp nhận: 16-9-2024
- Ngày đăng: 31-12-2024

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjsee.v8i2.770>



Bản quyền

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



MỞ ĐẦU

Theo đánh giá của Ngân hàng thế giới, khu vực Đông Nam Á nói chung và nước ta nói riêng là một trong các nước chịu ảnh hưởng lớn do biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD). Đối với khu vực phía nam của nước ta, đồng bằng sông Cửu Long sẽ bị ngập lụt trầm trọng nhất. Trong vài thập kỷ gần đây tác động của BĐKH khiến cho các hiện tượng cực đoan (bão, lũ) xảy ra với cường độ mạnh hơn và dẫn đến các vấn đề khác như suy giảm dòng chảy mùa kiệt gây ra hạn hán diện rộng. Các yếu tố khí tượng liên quan trực tiếp đến các hiện tượng khí hậu cực đoan là nhiệt độ và lượng mưa. Khi nhiệt độ quá cao, gây ra các đợt nắng nóng gay gắt ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống của con người và sản xuất nông công nghiệp tại địa phương, tương tự khi mưa xảy với cường độ lớn, thời gian mưa thu hẹp lại dẫn đến mùa khô kéo dài làm tình trạng thiếu nước ngọt nghiêm trọng hơn ở một số địa phương như các huyện Phước Long, Hồng Dân và thị xã Giá Rai¹. Vì vậy, cần có những nghiên cứu để đánh giá được xu hướng biến đổi của các yếu tố khí tượng nói trên nhằm cung cấp các cơ sở khoa học cho các chương trình quốc gia ứng phó với BĐKH ở từng địa phương.

Một số nghiên cứu trước đây đã điều tra, và đánh giá tài nguyên khí hậu trên từng vùng miền ở Việt Nam. Điển hình ở miền Bắc, Tây Nguyên, Tây Bắc²⁻⁷ và

trên toàn bộ lãnh thổ Việt Nam⁸ với chuỗi số liệu từ năm 1960-2000 của một số yếu tố nhiệt độ, mưa lấy trên 650 trạm quan trắc (trạm khí tượng và trạm đo mưa). Đối với khu vực Nam Bộ, đặc điểm khí hậu của từng vùng miền được đề cập chi tiết trong⁴. Trong thập kỷ gần đây, chuỗi số liệu được kéo dài hơn và được các nghiên cứu sử dụng để phân tích đặc điểm và xu hướng biến đổi một số yếu tố khí tượng trên một số tỉnh thuộc khu vực Nam Bộ. Các nghiên cứu trên các tỉnh Đồng Nai, thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Bình Phước đều chỉ ra xu hướng tăng của nhiệt độ trung bình, nhiệt độ tối cao và nhiệt độ tối thấp⁹⁻¹¹. Trong đó nhiệt độ tối thấp có tốc độ tăng nhanh hơn so với nhiệt độ trung bình và nhiệt độ tối cao¹⁰. Còn nghiên cứu¹² tại tỉnh Tây Ninh chỉ ra nhiệt độ tối thấp có xu hướng tăng ít hơn so với nhiệt độ tối cao. Ngoài ra nghiên cứu¹³ chỉ ra một số đặc điểm nổi bật của khí hậu tỉnh Trà Vinh trong chuỗi số liệu 1978-2019. Đối với lượng mưa thường có xu hướng biến đổi tăng hoặc giảm tùy từng địa phương¹¹.

Các nghiên cứu trên thế giới cũng chỉ ra đặc điểm khí hậu từng vùng miền chịu ảnh hưởng của BĐKH. Về lượng mưa, các trận mưa cực đoan có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống của con người. Sự gia tăng nồng độ khí nhà kính trong khí quyển và hậu quả là hiện tượng ấm lên toàn cầu dự kiến sẽ gây ra những thay đổi đáng kể trong cấu trúc lượng mưa (ví

Trích dẫn bài báo này: Lãng T T, Minh P T, Chi N T P, Tín N V. Ứng dụng phương pháp Mann-Kendall kiểm định xu hướng biến đổi lượng mưa và nhiệt độ tỉnh Bạc Liêu 1980-2022. *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2024; 8(2):975-987.

dự, lượng, cực trị và sự biến thiên theo vị trí địa lý). Cụ thể, nghiên cứu của Seth Westra và các cộng sự 2013 đã chỉ ra lượng mưa ngày cực đại năm có xu hướng tăng trong 2/3 số trạm khảo sát trên toàn cầu¹⁴. Còn trong nghiên cứu của Eric M. Masereka và các cộng sự 2018¹⁵, chỉ ra khi lượng mưa ngày trên 100 mm được xác định là các sự kiện gây ra các nguy cơ lũ lụt dẫn đến thảm họa lũ lụt ở Nelspruit và các vùng phụ cận, tương tự những đợt mưa có cường độ > 100mm/ngày được coi là các hiện tượng cực đoan gây ra các thảm họa lũ lụt. Năm 2006, nghiên cứu của M. Taylor và các cộng sự¹⁶, chỉ ra trong thế kỷ 20, cường độ mưa trên toàn cầu có xu hướng tăng nhẹ trên lục địa, còn diện mưa có xu hướng tăng lên rõ rệt. Trong khi đó, nghiên cứu¹⁷ thì chỉ ra sự xuất hiện của hiện tượng cực đoan có thể đến bất kỳ thời điểm nào trong năm. Đối với nhiệt độ, các kết quả trên thế giới cũng chỉ xu hướng tăng của nhiệt độ trung bình năm¹⁸. Tại Thái Lan¹⁹ số ngày có nhiệt độ tối cao trên 35°C và nhiệt độ tối thấp cao đều có xu hướng tăng lên. Nghiên cứu của Xu và các cộng sự năm 2015 thì chỉ ra nhiệt độ cực đại và cực tiểu của không khí có sự biến đổi theo thời gian và không gian²⁰. Ở Italia, nghiên cứu của Toreti A và Desiato F²¹ đã chỉ ra khoảng cách giữa giá trị cực đại của nhiệt độ và giá trị cực tiểu của nhiệt độ trung bình trong ngày được nói rộng trong giai đoạn 1961-2004. Ngoài ra, nghiên cứu của Dulamsuren Dashkhuu và cs 2015²² đã chỉ ra số ngày hè có xu hướng tăng rõ rệt, còn số ngày sương giá có xu hướng giảm.

Như vậy với sự thay đổi về vị trí địa lý cùng với sự nóng lên của trái đất, tác động của con người, và quá trình đô thị hóa nhanh có thể làm thay đổi xu hướng biến đổi một số yếu tố khí tượng trong từng vùng miền, thậm chí từ tỉnh này qua tỉnh khác. Trong khi đó, xu hướng biến đổi nhiệt độ và lượng mưa tại tỉnh Bạc Liêu lại chưa được nghiên cứu nào để cập tới. Vì vậy sự biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa 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.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Số liệu

Bộ cơ sở dữ liệu được đánh giá bao gồm: nhiệt độ không khí 2 m trung bình ngày, nhiệt độ tối cao trung bình, nhiệt độ tối thấp trung bình và lượng mưa ngày. Nghiên cứu sử dụng số liệu tại các trạm với thông tin vị trí, thời gian đo đạc được liệt kê trong Bảng 1 và minh họa trong Hình 1.

Phương pháp thống kê

Nhiệt độ và lượng mưa được phân tích bằng các phương pháp thống kê, các đặc trưng thống kê của 2 thành phần này được tính theo các công thức liệt kê trong Bảng 2^{24,25}.

Đánh giá xu hướng

a) Phương pháp phân tích 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. Phương trình 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; a₀ là hệ số tự do; và a₁ là hệ số góc. Khi hệ số góc a₁ > 0 tương ứng với xu hướng tăng; a₁ < 0 tương ứng với xu hướng giảm.

b) 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 tượng²⁶⁻³². Nghiên cứu này sử dụng mức ý nghĩa thống kê là 95% (Pvalue<5%) để kiểm định xu hướng biến đổi của lượng mưa và nhiệt độ tại tỉnh Bạc Liêu. Lý thuyết chi tiết về phương pháp Mann-Kendall có thể tìm trong³³.

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.

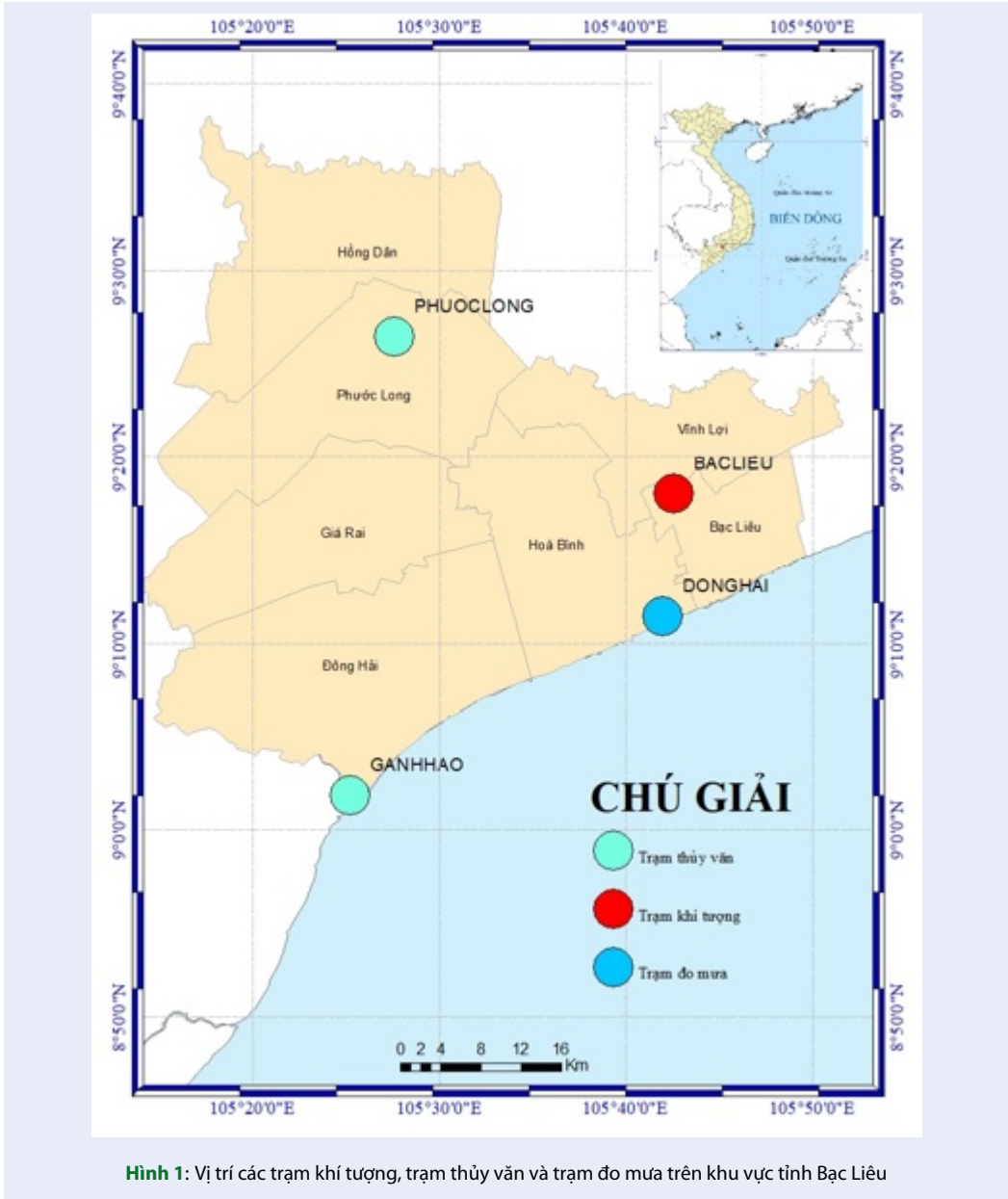
Phương sai S:

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

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

Bảng 1: Danh sách và tọa độ kinh vĩ của trạm khí tượng, thủy văn và đo mưa trên tỉnh Bạc Liêu²³.

Tên Trạm	Kinh độ	Vĩ độ	Độ dài chuỗi	Ghi chú
Bạc Liêu	105.714°E	9.296°	1980–2022	Trạm khí tượng
Phước Long	105.458°E	9.435°	1980–2022	Trạm thủy văn
Gành Hào	105.420°E	9.031°	1980–2022	Trạm thủy văn
Đông Hải	105.694°E	9.191°	1984–2022	Trạm đo mưa



Hình 1: Vị trí các trạm khí tượng, trạm thủy văn và trạm đo mưa trên khu vực tỉnh Bạc Liêu

Bảng 2: Công thức tính các đặc trưng thống kê của nhiệt độ và lượng mưa tại tỉnh Bạc Liêu

Tên đặc trưng thống kê	Công thức	Ghi chú
Trung bình	$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$	$\bar{y}$: giá trị trung bình;
Biên độ	$Q_A = y_{max} - y_{min}$	y_i : thành phần thứ i
Phương sai	$\widetilde{D}_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	n: tổng số liệu trong chuỗi;
Độ lệch chuẩn	$s_y = \sqrt{\widetilde{D}_y}$	y_{max}, y_{min} : giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của chuỗi
Hệ số biến sai	$C_v = \frac{s_y}{\bar{y}} . 100\%$	
Trung vị	$M_e = q_{0.5} = \begin{cases} x_{(\frac{n+1}{2})} & n \text{ lẻ} \\ \frac{x_{(n/2)} + x_{(n/2+1)}}{2} & n \text{ chẵn} \end{cases}$	

tp 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).

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

$$Z = 0, S = 0 \tag{5}$$

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

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.
c) Xu hướng Sen
Nghiên cứu sử dụng xu hướng Sen^{16,33,34} để xác định độ lớn xu hướng của chuỗi số liệu nhiệt độ và lượng mưa tại tỉnh Bạc Liêu. Công thức tính (7)

$$Q = \left\{ \frac{x_j - x_i}{j - i} \right\}, i = 1, 2, \dots, n - 1; j > 1$$

Trong đó: Q là trung vị của chuỗi.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Đặc điểm nhiệt độ và mưa tại tỉnh Bạc Liêu

Tỉnh Bạc Liêu mang những nét đặc sắc của miền khí hậu khu vực nhiệt đới gió mùa. Về đặc điểm khí hậu nói chung, Bạc Liêu có nhiệt độ cao với biên độ dao động trong năm nhỏ, lượng mưa lớn, mùa mưa biến đổi theo thời gian. Tuy nhiên, khí hậu tỉnh Bạc Liêu cũng có những nét đặc sắc riêng của địa phương, thể hiện thông qua đặc điểm của nhiệt độ và mưa tại đây.

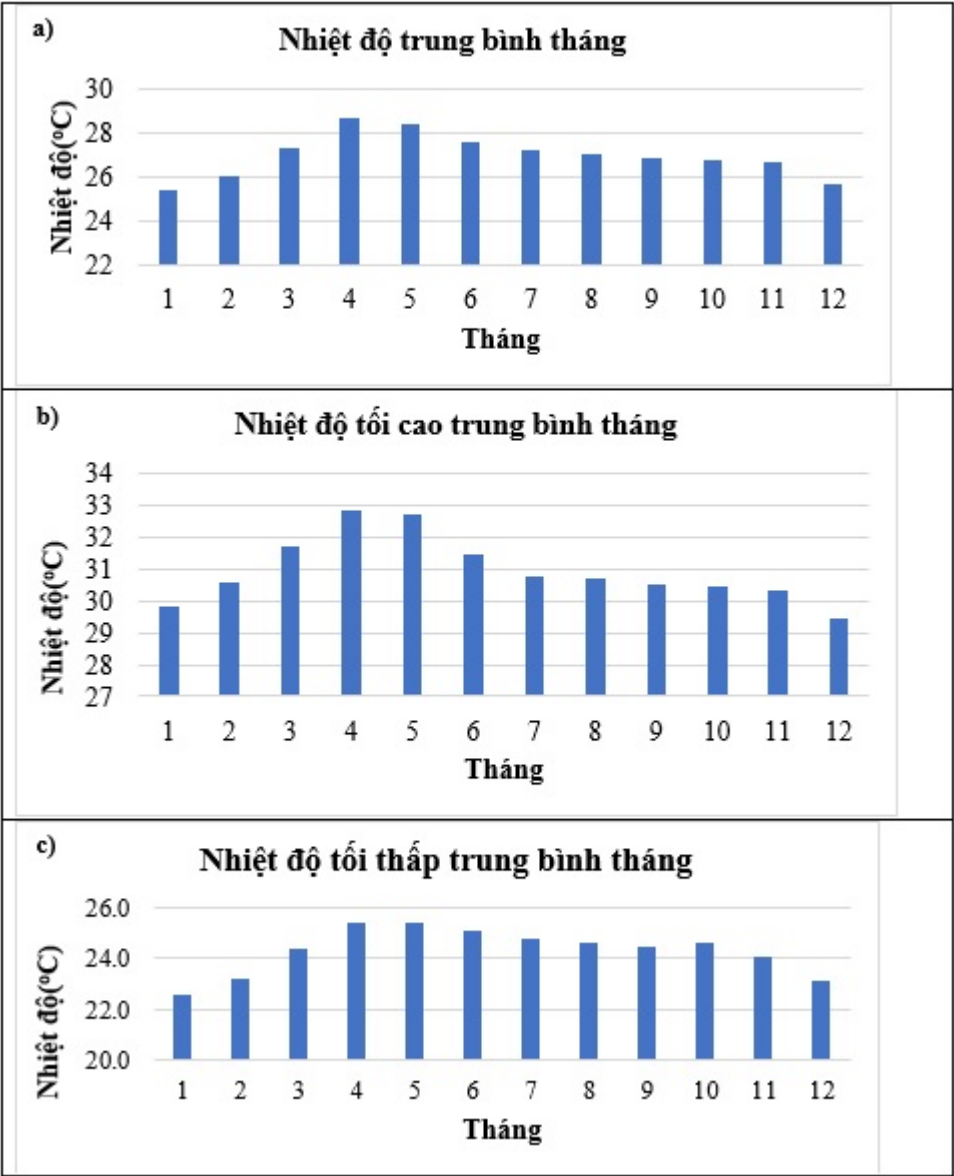
Đặc điểm nhiệt độ tại tỉnh Bạc Liêu

Một số đặc điểm cơ bản của nhiệt độ tại trạm Bạc Liêu thể hiện thông qua biến thiên năm của nhiệt độ trung bình tháng, nhiệt độ tối cao trung bình tháng và nhiệt độ tối thấp trung bình tháng (Hình 2). Từ Hình 2a cho thấy nhiệt độ trung bình tháng cao nhất rơi vào

tháng 4 và tháng 5, đây là tháng các tháng chuyển từ mùa khô qua mùa mưa có giá trị khoảng 28-29°C, cao hơn nhiệt độ trung bình cao nhất ở trạm Rạch Giá – Kiên Giang. Còn giá trị nhỏ nhất của nhiệt độ trung bình tháng quan sát thấy trong tháng 12 và tháng 1 năm sau có giá trị trong khoảng 25 – 25.5°C, như vậy biên độ năm trung bình khoảng từ 3-4°C. Biên độ này dao động rộng hơn so với biên độ nhiệt năm tại trạm Cần Thơ⁴ là trạm nằm trên cùng kinh độ nhưng ở vĩ độ cao hơn so với trạm Bạc Liêu.

Từ Hình 2b, nhiệt độ tối cao trung bình tháng tại trạm Bạc Liêu cũng có biến trình năm tương tự như nhiệt độ trung bình tháng. Giá trị nhiệt độ tối cao trung bình tháng cực đại trong năm khoảng 32-33°C quan sát thấy ở tháng 4 hoặc tháng 5 (Hình 2b), giá trị này cao hơn so với giá trị nhiệt độ tối cao trung bình tại trạm Rạch Giá Kiên Giang khoảng 31°C³⁰. Còn giá trị của nhiệt độ tối cao trung bình tháng cực tiểu trong năm có giá trị khoảng 29.0°C xuất hiện trong tháng 12. Biến trình năm của nhiệt độ tối thấp trung bình tháng cũng có biến trình năm tương đồng với nhiệt độ trung bình tháng và nhiệt độ tối cao trung bình tháng, với giá trị lớn nhất năm xuất hiện trong tháng 4 và tháng 5 có giá trị trên 25°C, còn giá trị nhỏ nhất khoảng 22.5°C xuất hiện vào tháng 1 năm sau, giá trị này cao hơn so với nhiệt độ tối thấp tại trạm Cần Thơ là 21,9°C⁴. Kết quả này có thể là do ảnh hưởng của vị trí địa lý tại Bạc Liêu gần biển hơn so với Cần Thơ.

Tiếp theo, nghiên cứu tính toán một số thông số thống kê của chuỗi số liệu nhiệt độ tại trạm Bạc Liêu (Bảng 3) bao gồm: trung bình, biên độ, phương sai, độ lệch chuẩn, hệ số biến sai và trung vị. Các giá trị của các thông số thống kê nói trên cho thấy chuỗi số liệu được sử dụng trong nghiên cứu không có giá trị bất thường nào (quá cao hoặc quá thấp so với chuẩn khí hậu). Vì giá trị trung bình chuỗi khá tương đồng với trung vị của chuỗi, biên độ và mức dao động quanh giá trị trung bình đều tương đương nhau bằng 1,6°C.



Hình 2: Biến trình năm của nhiệt độ trung bình tháng (a); nhiệt độ tối cao trung bình tháng (b); nhiệt độ tối thấp trung bình tháng (c) tại trạm Bạc Liêu giai đoạn 1980-2022

Đặc điểm mưa tại Bạc Liêu

Tổng lượng mưa năm tại Bạc Liêu dao động theo không gian và thời gian trong khoảng từ 1200 mm đến 3000 mm (Hình 3). Lượng mưa trong các tháng mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 11) đóng góp phần lớn vào lượng mưa năm, với lượng mưa trên 1500 mm, chiếm khoảng 90-93% tổng lượng mưa năm. Trong khi đó lượng mưa trong mùa khô chiếm tỷ trọng nhỏ chỉ khoảng 7-10% tổng lượng mưa năm, với giá trị lượng mưa chỉ từ 129 mm đến 203 mm/năm (Bảng 4). Tuy nhiên, biến trình năm của lượng mưa tháng tại trạm

Phước Long và trạm Bạc Liêu khá tương đồng với nhau, trong khi biến trình năm của lượng mưa tháng tại trạm Gành Hào tương đồng với biến trình lượng mưa tháng tại trạm Đông Hải, nhìn chung đường biến trình của 4 trạm thuộc khu vực tỉnh Bạc Liêu khá thấp đều dưới 50 mm (ngoại trừ trạm Đông Hải) từ tháng 1 đến tháng 3 và biến trình tăng dần từ tháng 4 đến tháng 9, sau đó giảm nhẹ đến tháng 10 và giảm mạnh đến tháng 12 tại hai trạm Bạc Liêu và Phước Long; còn 2 trạm Gành Hào và Đông Hải giảm nhẹ từ tháng 7 đến tháng 8 sau đó tăng trở lại từ tháng 9 đến tháng

Bảng 3: Các thông số thống kê của chuỗi số liệu nhiệt độ tại trạm Bạc Liêu giai đoạn 1980-2022. Đơn vị: °C

Trạm		Bạc Liêu
Các đặc trưng số	Tổng	1161,80
Trung bình	TB	27,00
Biên độ	R	1,60
Phương sai	D	0,16
Độ lệch chuẩn	ĐLC	0,40
Hệ số biến sai	Cv	1,60
Trung vị	Tg	27,02

10, giảm mạnh trong tháng 11 và 12 (Hình 4). Tiếp theo nghiên cứu thực hiện nội suy lượng mưa trung bình năm đo tại các trạm trên khu vực tỉnh Bạc Liêu bằng phần mềm ArcGis để vẽ phân bố không gian của lượng mưa năm trung bình nhiều năm (Hình 5). Từ Hình 5 cho thấy phân bố mưa năm theo không gian trên khu vực tỉnh Bạc Liêu không đồng đều. Những khu vực có lượng mưa năm lớn thường ở phía bắc và phía đông của tỉnh (trạm Phước Long, trạm Bạc Liêu (Hình 5) với lượng mưa năm trên 2000 mmm. Tương tự đối với chuỗi số liệu nhiệt độ, nghiên cứu tính toán một số thông số thống kê của chuỗi số liệu mưa tại 4 trạm thuộc tỉnh Bạc Liêu (Bảng 5) bao gồm: trung bình, biên độ, phương sai, độ lệch chuẩn, hệ số biến sai và trung vị. Các giá trị của các thông số thống kê nói trên cho thấy chuỗi số liệu được sử dụng trong nghiên cứu không có giá trị bất thường nào (quá cao hoặc quá thấp so với chuẩn khí hậu). Vì giá trị trung bình chuỗi tương đương với trung vị của chuỗi trên từng trạm, các thông số khác cũng khá tương đồng giữa các trạm (Bảng 5).

Đánh giá xu hướng biến đổi nhiệt độ và mưa trên tỉnh Bạc Liêu

Trong phần này, nghiên cứu áp dụng phương pháp Mann-Kendall để kiểm định xu thế biến đổi nhiệt độ và lượng mưa tại tỉnh Bạc Liêu với mức tin cậy thống kê 95%. Và sử dụng xu hướng Sen để xác định độ lớn của xu hướng. Ngoài ra, nghiên cứu cũng sử dụng phân tích hồi quy tuyến tính để đánh giá xu hướng biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa trên địa bàn tỉnh Bạc Liêu.

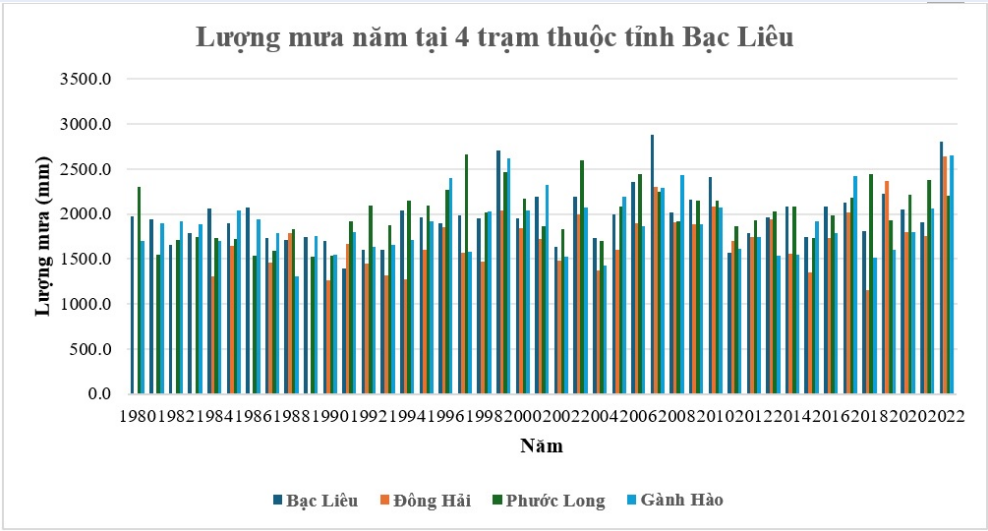
Đánh giá xu hướng biến đổi nhiệt độ tại tỉnh Bạc Liêu

Trong phần này nghiên cứu đánh giá xu hướng biến đổi nhiệt độ tại tỉnh Bạc Liêu bằng phương pháp Mann- Kendall với mức ý nghĩa thống kê 95% và

phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính. Kết quả đánh giá được tóm tắt trong Bảng 6, bao gồm: Giá trị S trong Mann-Kendall, mức ý nghĩa thống kê, hệ số Sen và hệ số góc trong hồi quy tuyến tính (HQTТ). Từ Bảng 6 cho thấy, giá trị S>0, hệ số Sen>0, và hệ số góc trong HQTТ >0, hay các yếu tố khí tượng (nhiệt độ trung bình năm – Ttb; nhiệt độ tối cao trung bình năm – Txtb; và nhiệt độ tối thấp trung bình năm - Tmtb) có xu hướng tăng, trong đó độ lớn trong xu hướng Sen và HQTТ (hệ số Sen và hệ số góc trong HQTТ) khá tương đồng nhau, có giá trị khoảng 0.306°C/thập kỷ đối với mức biến đổi xu hướng của nhiệt độ tối thấp trung bình, 0.2°C/thập kỷ đối với mức biến đổi xu hướng của nhiệt độ tối cao trung bình, còn nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 0.29°C/thập kỷ. Các kết quả đánh giá xu hướng biến đổi của Ttb, Txtb và Tmtb đều thỏa mãn mức tin cậy 95% trong kiểm định Mann-Kendall. Tiếp theo nghiên cứu đánh giá xu hướng biến đổi của yếu tố liên quan đến nhiệt độ không khí (Ttb, Txtb và Tmtb) tại trạm Bạc Liêu bằng phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính. Kết quả xu hướng biến đổi tuyến tính của các yếu tố khí tượng trên được thể hiện trong Hình 6. Từ Hình 6, có thể quan sát thấy xu hướng tăng của Ttb, Txtb và Tmtb tại trạm Bạc Liêu, với độ lớn của xu hướng có giá trị lần lượt là 0.273°C/thập kỷ, 0.191°C/thập kỷ và 0.295°C/thập kỷ, độ lớn xu hướng trong HQTТ thấp hơn so với độ lớn xu hướng Sen. Trong đó độ lớn xu hướng của Tmtb lớn hơn độ lớn xu hướng Txtb trong cả xu hướng Sen và HQTТ, hay Tmtb tăng nhanh hơn so với Txtb khoảng 0.101°C/thập kỷ. Điều này có nghĩa là thời gian nhiệt độ cao trong ngày được kéo dài hơn, do đó có thể làm tăng cường các hiện tượng khí hậu cực đoan tại tỉnh Bạc Liêu.

Đánh giá xu hướng biến đổi của lượng mưa trên tỉnh Bạc Liêu

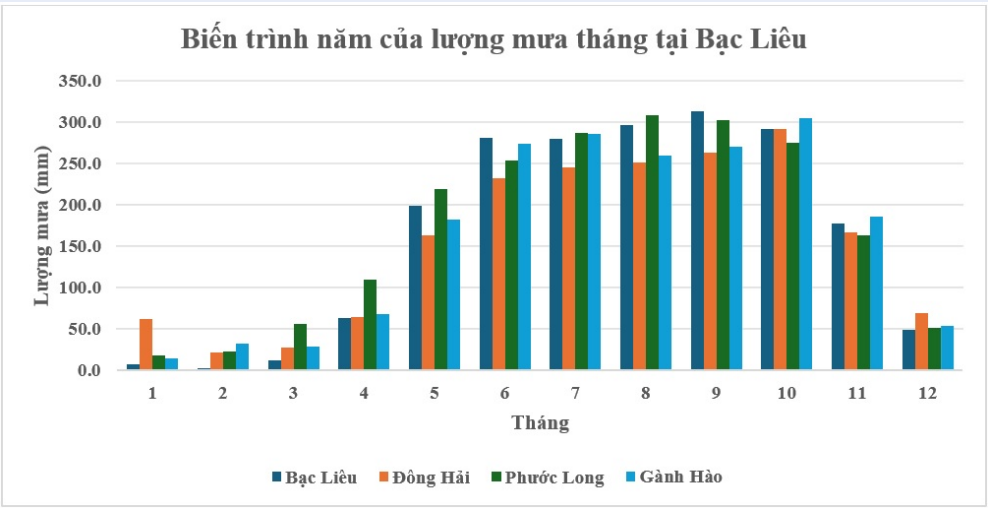
Tương tự như trong phần đánh giá xu hướng biến đổi nhiệt độ trên, trong phần này nghiên cứu đánh giá



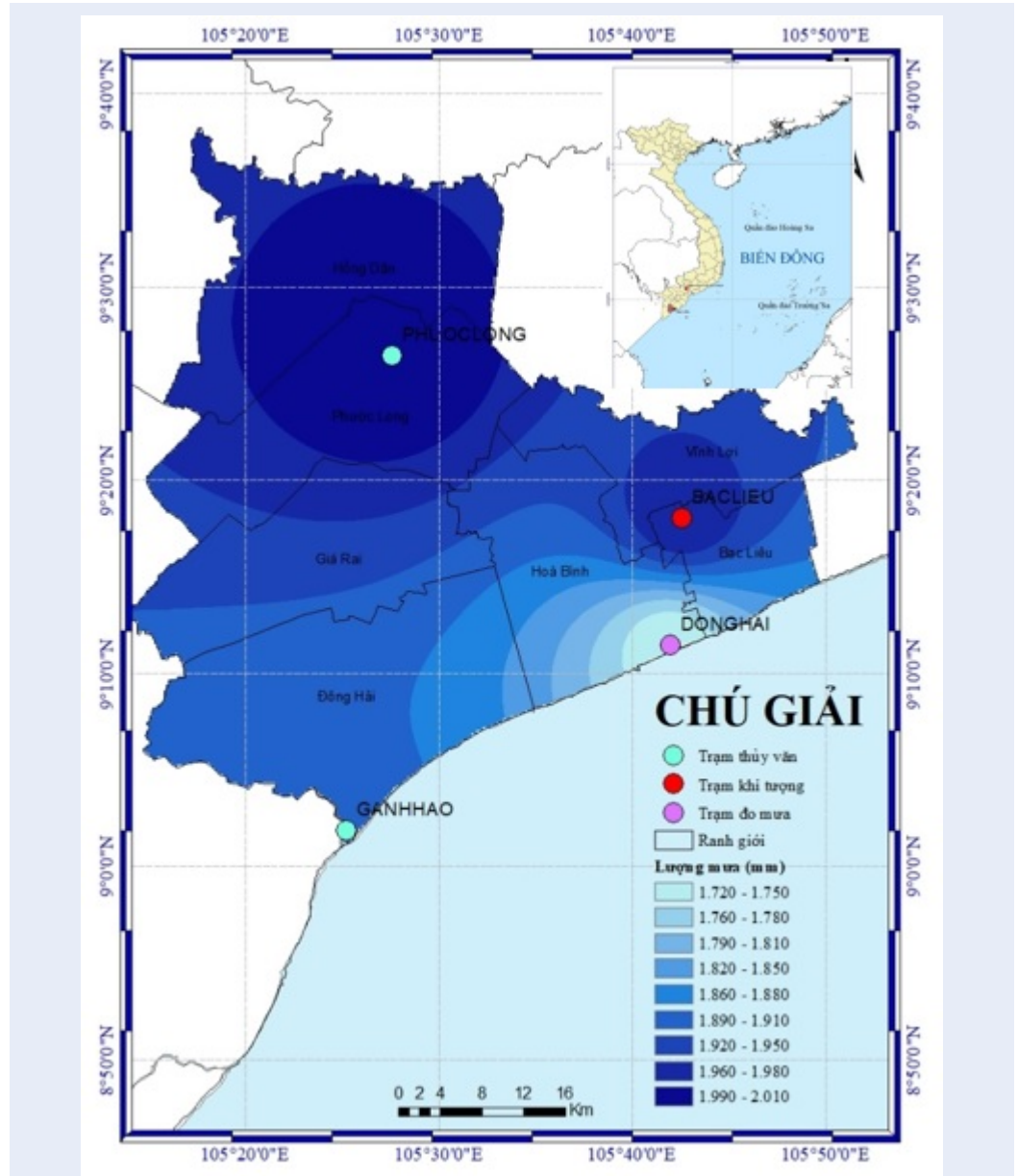
Hình 3: Biểu đồ tổng lượng mưa năm trong 43 năm (1980-2022) tại các trạm Bạc Liêu, Đông Hải, Phước Long và Gành Hào

Bảng 4: Lượng mưa năm trung bình trong 43 năm (1980-2022) và lượng mưa trong mùa mưa và mùa khô cùng với tỷ trọng so với lượng mưa năm tại các trạm trên tỉnh Bạc Liêu

Trạm	Tổng lượng mưa năm trung bình(mm)	Tổng lượng mưa mùa khô trung bình (mm)	Tỷ lệ (%)	Tổng lượng mưa mùa mưa trung bình (mm)	Tỷ lệ (%)
Bạc Liêu	1987	137	7	1841	93
Đông Hải	1717	141	8	1576	92
Phước Long	2010	206	10	1804	90
Gành Hào	1886	129	7	1758	93



Hình 4: Biến trình năm của lượng mưa tháng tính trung bình trong 43 năm (1980-2022) tại các trạm thuộc tỉnh Bạc Liêu



Hình 5: Phân bố không gian lượng mưa năm tính trung bình trong 43 năm (1980-2022) trên khu vực tỉnh Bạc Liêu

xu hướng biến đổi lượng mưa năm (R_n) tại 4 trạm Phước Long, Bạc Liêu, Gành Hào và Đông Hải thuộc tỉnh Bạc Liêu bằng phương pháp Mann- Kendall với mức ý nghĩa thống kê 95% và phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính. Kết quả đánh giá xu hướng được thể hiện trong hình 9 và Bảng 7. Từ hình 9, quan sát thấy, hệ số Sen và giá trị S đều lớn hơn 0 tại 4 trạm thuộc khu vực tỉnh Bạc Liêu, kết quả này chỉ ra xu hướng tăng của R_n trong 4 trạm trên với tốc độ tăng trên các địa phương trong tỉnh là khác nhau. Trong đó tốc độ tăng của xu hướng Sen lớn nhất tại

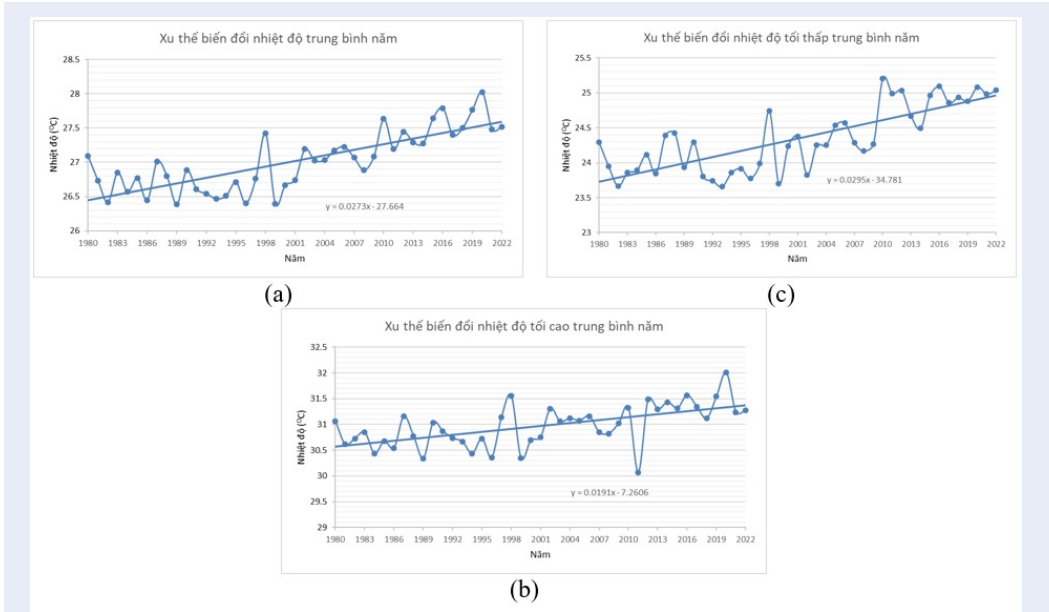
trạm Đông Hải là 12.8 mm/năm, trạm Phước Long có tốc độ tăng 11.5 mm/năm và trạm Bạc Liêu tốc độ tăng là 7.5 mm/năm. Kết quả này cho thấy độ lớn xu hướng tăng lượng mưa năm trên các trạm thuộc tỉnh Bạc Liêu cao hơn so với trạm Rạch Giá tại Kiên Giang^{30,35}. Trong kết quả đánh giá xu hướng trên, chỉ có xu hướng biến đổi R_n tại các trạm Bạc Liêu ($P_{\text{value}}=0.015$), trạm Phước Long ($P_{\text{value}}=0.003$) và trạm Đông Hải ($P_{\text{value}}=0.006$) (Bảng 7) đảm bảo độ tin cậy thống kê 95%, còn trạm Gành Hào không đảm bảo độ tin cậy thống kê (tam giác màu xám ở Hình 7

Bảng 5: Các thông số thống kê của chuỗi số liệu mưa tại 4 trạm thuộc tỉnh Bạc Liêu giai đoạn 1980-2022. Đơn vị: mm

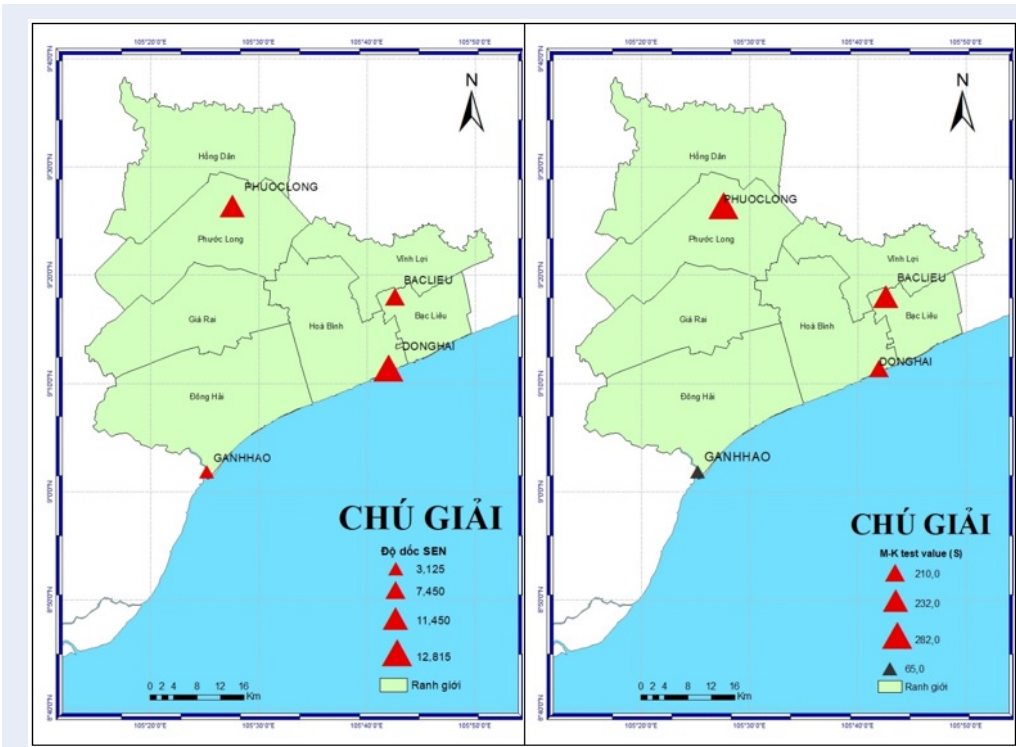
Trạm		Bạc Liêu	Đông Hải	Phước Long	Gành Hào
Các đặc trưng số	Tổng	85047,90	63539,70	86435,20	81114,0
Trị trung bình	TB	1978,0	1717,3	2010,1	1886,4
Biên độ	R	1486,2	1491,4	1141,0	1338,6
Phương sai	D	98228,0	107160,0	86952,1	102022,0
Độ lệch chuẩn	ĐLC	313,0	327,35	294,88	319,41
Hệ số biến sai	Cv	0,16	0,19	0,15	0,17
Trung vị	Tg	1958,00	1722,0	2014,7	1869,2
Năm xuất hiện Trung vị		2013	2001	1998	2006

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 nhiệt độ trung bình năm, nhiệt độ tối cao trung bình và nhiệt độ tối thấp trung bình tại trạm Bạc Liêu

STT	Trạm	Yếu tố	Giá trị S trong Mann-Kendall	Kiểm định Mann-Kendall	Hệ số Sen	Hệ số góc trong HQT
				Mức ý nghĩa thống kê		
1	Bạc Liêu	Ttb	523	4.667E-08	0.0287	0.0273
2	Bạc Liêu	Txtb	392	4.26E-05	0.0198	0.0191
3	Bạc Liêu	Tmtb	471	8.7E-07	0.0306	0.0295



Hình 6: Xu hướng tuyến tính của nhiệt độ trung bình năm (a), nhiệt độ tối cao trung bình (b) và nhiệt độ tối thấp trung bình (c) tại trạm Bạc Liêu.



Hình 7: Xu hướng Sen của Rn (bên trái) và giá trị S trong Mann-Kendall (bên phải), xu hướng tăng (giảm) được ký hiệu bằng hình tam giác (hình vuông). Nếu giá trị S thỏa mãn mức độ tin cậy thống kê 95% thì hình tam giác (hình vuông) có màu đỏ. Độ lớn của xu hướng tương ứng với kích thước của hình tam giác (hình vuông)

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 trong đánh giá xu hướng biến đổi lượng mưa năm tại trạm Bạc Liêu, Phước Long, Gành Hào và Đông Hải thuộc khu vực tỉnh Bạc Liêu

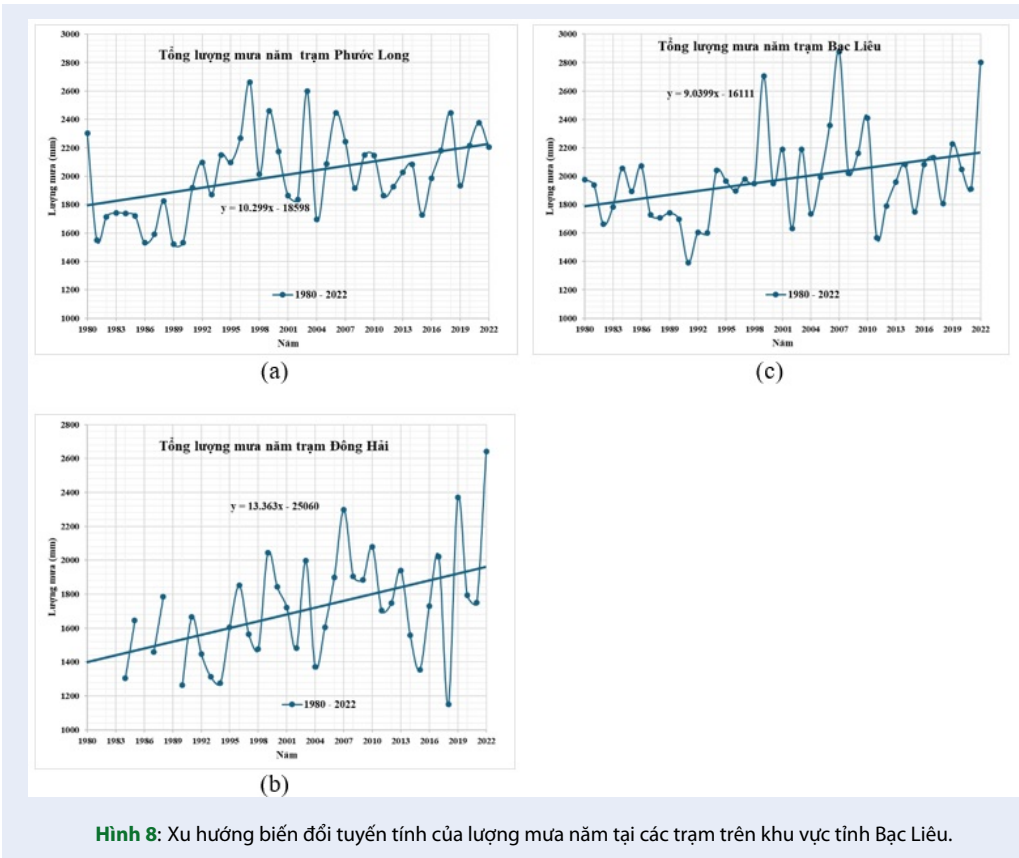
TT	Trạm	Kiểm định Mann-Kendall		Hệ số góc trong	
		Giá trị S trong Mann-Kendall	Mức ý nghĩa thống kê	Độ dốc Sen	hồi quy
1	Bạc Liêu	232	0.015	7.5	9.0
2	Phước Long	282	0.003	11.5	10.3
3	Gành Hào	65	0.503	3.1	4.3
4	Đông Hải	210	0.006	12.8	13.3

bên phải).
Để thể hiện rõ hơn xu hướng biến đổi lượng mưa năm, nghiên cứu biểu diễn xu hướng bằng phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính tại các trạm có đánh giá xu hướng đảm bảo mức tin cậy thống kê 95% (trạm Bạc Liêu, Phước Long và Đông Hải) (Hình 8). Có thể thấy, xu hướng tuyến tính cũng cho kết quả tương tự xu hướng Sen, với lượng mưa năm ở trạm Bạc Liêu, Phước Long và Đông Hải cho xu hướng tăng. Trong đó, xu hướng tăng mạnh nhất ở trạm Đông Hải, xu hướng tăng yếu nhất là ở trạm Bạc Liêu, tốc độ tăng

trong HQT lớn hơn trong xu hướng Sen ở trạm Bạc Liêu và Đông Hải, còn trạm Phước Long có độ dốc Sen lớn hơn độ dốc trong HQT.

KẾT LUẬN

Sau khi phân tích các kết quả tính toán và đánh giá xu hướng biến đổi của nhiệt độ và mưa tại tỉnh Bạc Liêu, nghiên cứu rút ra một số kết luận sau:
Nhiệt độ tại tỉnh Bạc Liêu có xu hướng tăng theo thời gian, với tốc độ tăng khoảng 0.306°C/thập kỷ đối với xu hướng của Tmtb, 0.2°C/thập kỷ đối với xu hướng



Hình 8: Xu hướng biến đổi tuyến tính của lượng mưa năm tại các trạm trên khu vực tỉnh Bạc Liêu.

của Txb và khoảng 0.29°C /thập kỷ đối với xu hướng của Ttb. Như vậy, Tmtb tăng nhanh hơn Txb khoảng 0.106°C /thập kỷ, cho thấy khoảng cách giữa 2 cực trị nhiệt độ (tối cao và tối thấp) này bị thu hẹp tại Bạc Liêu. Các kết quả đánh giá xu hướng tăng của nhiệt độ tại tỉnh Bạc Liêu đảm bảo độ tin cậy thống kê 95%, hay các xu hướng biến đổi của nhiệt độ được chỉ ra trong nghiên cứu là đáng tin cậy.

Lượng mưa năm tại các trạm thuộc khu vực tỉnh Bạc Liêu cũng có xu hướng tăng theo thời gian khi đánh giá bằng xu hướng Sen và phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính. Trong đó, trạm Bạc Liêu, trạm Phước Long và trạm Đông Hải có xu hướng tăng đảm bảo mức tin cậy thống kê 95%, chỉ có xu thế biến đổi lượng mưa tại trạm Gành Hào không thỏa mãn mức tin cậy thống kê 95%. Ngoài ra, độ lớn xu hướng xác định bởi xu hướng Sen có giá trị lần lượt là 12.8 mm/năm tại trạm Đông Hải, 11.5 mm/năm tại trạm Phước Long và 7.5 mm/năm tại trạm Bạc Liêu. Độ lớn xu hướng này nhỏ hơn độ lớn xu hướng khi đánh giá bằng phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính.

Trong nghiên cứu tiếp theo, nhóm nghiên cứu sẽ áp dụng phương pháp phân tích xu hướng phi tuyến để thấy được các biến động phi tuyến trong các giai đoạn dao động 10 năm, 20 năm,

LỜI CẢM ƠN

Các kết quả trong nghiên cứu này được tài trợ từ kinh phí của nhiệm vụ khoa học: “XÂY DỰNG KẾ HOẠCH HÀNH ĐỘNG ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU GIAI ĐOẠN 2023-2030, TẦM NHÌN ĐẾN NĂM 2050 VÀ ĐÁNH GIÁ KHÍ HẬU TỈNH BẠC LIÊU” của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bạc Liêu.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

- BĐKH: Biến đổi khí hậu
- NBD: Nước biển dâng
- XNM: Xâm nhập mặn
- HQTT: Hồi quy tuyến tính
- Ttb: Nhiệt độ tối cao trung bình năm
- Txb: Nhiệt độ tối cao trung bình năm
- Tmtb: Nhiệt độ tối thấp trung bình năm
- Rn: Lượng mưa năm

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả cam đoan rằng không có xung đột lợi ích trong công bố bài báo “Ứng dụng phương pháp Mann-Kendall kiểm định xu hướng biến đổi lượng mưa và nhiệt độ tỉnh Bạc Liêu 1980-2022”.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Tác giả Tôn Thất Lăng, Phạm Thị Minh, Nguyễn Thị Phương Chi, Nguyễn Văn Tín cùng thực hiện các bước và các thử nghiệm kết quả của nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bạc Liêu. Báo cáo nhiệm vụ: Xây dựng kế hoạch hành động ứng phó Biến đổi khí hậu giai đoạn 2023-2030, tầm nhìn đến năm 2050 và đánh giá khí hậu tỉnh Bạc Liêu. 2023;.
2. Xiển N, Toàn PN, Đắc PT. Đặc điểm khí hậu miền Bắc Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học; 1968;.
3. Cương ĐĐ. Khí hậu Việt Nam. Sài Gòn: Khai Trí; 1968;.
4. Toàn PN, Đắc PT. Đặc điểm khí hậu Việt Nam. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội; 1992. p. 219–223;.
5. Đắc PT. Khí hậu Hà Tây. NXB Hà Tây; 1971. p. 199;.
6. Ngũ ND. Khí hậu Tây Nguyên. Viện KTTV xuất bản, Hà Nội; 1985;.
7. Hiệu NT. Khí hậu Tây Bắc. Viện KTTV xuất bản; 1980;.
8. Ngũ ND, Hiệu NT. Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam. NXB Nông nghiệp, Hà Nội; 2004;.
9. Nguyễn Kỳ Phùng, Lê Thị Phùng, Huỳnh Lưu Trùng Phùng, Trần Xuân Hoàng, Lê Ngọc Tuấn. Xu hướng biến đổi một số yếu tố khí tượng thủy văn tại tỉnh Đồng Nai. 2017;.
10. Trần Xuân Hoàng, Lê Ngọc Tuấn. Nghiên cứu xu hướng biến đổi nhiệt độ trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại Thành phố Hồ Chí Minh. Tạp chí Khoa học Đại học Sài Gòn. 2016;23(48);.
11. Nam LH, Tín NV, Toàn HC, Hoàng TT, Long PT. Đánh giá xu hướng và xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho tỉnh Bình Phước. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. 2020;717:32-43;.
12. Lê Ngọc Tuấn, Nguyễn Văn Tín, Trần Tuấn Hoàng, Phạm Thanh Long, Nguyễn Kỳ Phùng. Xây dựng kịch bản biến đổi nhiệt độ trong bối cảnh biến đổi khí hậu cho khu vực tỉnh Tây Ninh. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. 2020;710:58-69;.
13. Lê Thanh Tâm, Nguyễn Thị Phương Chi. Nghiên cứu đặc điểm khí hậu tỉnh Trà Vinh. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. 2020;717:56-66;.
14. Westra S, Alexander LV, Zwiers FW. Global increasing trends in annual maximum daily precipitation. J Climate. 2013;26(11):3904–18;.
15. Masereka EM, Ochieng GM, Snyman J. Statistical analysis of annual maximum daily rainfall for Nelspruit and its environs. Jamba J Disaster Risk Stud. 2018;499;.
16. Alexander LV, Zhang X, Peterson TC, Caesar J, Gleason B, Klein Tank AMG, et al. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. Am J Climate Change. 2006;3(2);.
17. Ghenim AN, Megnounif A. Variability and trend of annual maximum daily rainfall in Northern Algeria. Int J Geophys. 2016;.
18. Ruml M, Enike G, Mirjam V, Slavica R, Gordana M, Ana V, et al. Observed changes of temperature extremes in Serbia over the period 1961–2010. Atmos. 2017;183:26–41;.
19. Sharma D, Babel MS. Trends in extreme rainfall and temperature indices in western Thailand. Int J Climatol. 2014;34:2393–407;.
20. Xu ZX, Yang XJ, Zuo DP, Chu Q, Liu WF. Spatiotemporal characteristics of extreme precipitation and temperature: a case study in Yunnan Province, China. Proc IAHS. 2015;369:121–7;.
21. Toreti A, Desiato F. Temperature trends over Italy from 1961 to 2004. Theor Appl Climatol. 2008;91:81;.
22. Dulamsuren D, Jong PK, Jong AC, Woo-Seop L. Long-term trends in daily temperature extremes over Mongolia. Weather Clim Extremes. 2015;8:26–33;.
23. Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ;.
24. Wilks DS. Statistical methods in the atmospheric sciences. Ithaca, New York; 1997. p. 255;.
25. Tân PV. Phương pháp thống kê khí hậu học. Đại học Quốc Gia Hà Nội; 1999;.
26. Sen PK. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. J Am Stat Assoc. 1968;63(324):1379–89;.
27. Ngô ĐT, Phan VT. Non-parametric test for trend detection of some meteorological elements for the period 1961–2007. VNU J Sci. 2012;1–8;.
28. Nguyen VT. Non-parametric Mann-Kendall test for trend detection of the maximum of short-term rainfall in Ho Chi Minh City from 1971–2016. J Hydro-Meteorol. 2017;685:52–5;.
29. Nguyen VH, Nguyen TCM. Climate trends and climate change scenarios in Ninh Thuan province, Vietnam. J Hydro-Meteorol. 2021;727:44–55;.
30. Hồng NV, Nguyễn VT, Ngọc LA, Mi NTC. Trends of climate factors in Kien Giang Province. J Climate Change Sci. 2021;18:19–25;.
31. Nguyen VH, Nguyen VT, Pham TL, Tran DC. Nghiên cứu xu hướng biến đổi của lượng mưa ở tỉnh Bình Định giai đoạn 1980–2019. Sci Tech Dev J - Sci Earth Environ. 2021;5(S12):1–8;.
32. Tuan BM. Non-linear trends in time series of heavy rainfall in Vietnam. J Climate Change Sci. 2022;22:46–55;.
33. Kendall MG. Rank correlation methods. Charles Griffin, London; 1975. p. 272;.
34. Hamed KH, Rao AR. A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. J Hydrol. 1998;204:182–96;.
35. Hà HTM, Tân PV. Xu hướng 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):412–22;.

Applying the Mann-Kendall method to test the change trend of rainfall and temperature in Bac Lieu province 1980-2022

Ton That Lang^{1,*}, Pham Thi Minh^{2,*}, Nguyen Thi Phương Chi², Nguyen Van Tin²

ABSTRACT

In this study, the Mann-Kendall method and linear regression analysis were used to assess trends in rainfall and temperature changes in Bac Lieu province, based on daily data from the Bac Lieu meteorological station and four additional rainfall stations (Bac Lieu, Phuoc Long, Ganh Hao, and Dong Hai). The results indicated a statistically significant increasing trend in temperature, including daily average, maximum, and minimum temperatures, at the 95% confidence level. Specifically, the average daily temperature rose by approximately 0.03°C per year, the maximum temperature increased by 0.02°C per year, and the minimum temperature increased by 0.0306°C per year. This trend resulted in a narrowing gap between maximum and minimum temperatures, leading to longer periods of warmer nights. Rainfall also showed an increasing trend at all four stations. At Bac Lieu, Phuoc Long, and Dong Hai stations, rainfall increased by about 7.5 mm/year, 11.5 mm/year, and 12.8 mm/year, respectively, with statistical significance at the 95% confidence level. However, the rainfall trend at Ganh Hao station was not statistically significant. Additionally, the linear regression analysis indicated a greater rate of increase in rainfall compared to the Sen trend analysis.

Key words: Mann-Kendall, Precipitation trends, Temperature trends, Linear regression

¹Department of Environment, Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment, 236B Le Van Si street, Ward 1, Tan Binh District, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Department of Meteorology, Hydrology and Climate change, Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment, 236B Le Van Si street, Ward 1, Tan Binh District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Correspondence

Ton That Lang, Department of Environment, Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment, 236B Le Van Si street, Ward 1, Tan Binh District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: ttlang@hcmunre.edu.vn

Correspondence

Pham Thi Minh, Department of Meteorology, Hydrology and Climate change, Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment, 236B Le Van Si street, Ward 1, Tan Binh District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: minhpt201@gmail.com

Cite this article : Lang T T, Minh P T, Chi N T P, Tin N V. **Applying the Mann-Kendall method to test the change trend of rainfall and temperature in Bac Lieu province 1980-2022** . *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2024, 8(2):975-987