



Original Article

Trend Analysis of Rainfall in the Phu Quoc Island

Nguyen Quang Hung^{1,*}, Le Xuan Hien²

¹*VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

²*Kien Giang provincial Meteo-Hydrological Center,*

01 Nguyen Van Kien, Vinh Thanh, Rach Gia, Kien Giang, Vietnam

Received 15 September 2020

Revised 25 January 2021; Accepted 29 January 2021

Abstract: Assess the trend of rainfall change in Phu Quoc island is an interesting topic which establishes a scientific basis for rainfall forecast trends as well as regional development planning. Rainfall measurement data from 1985 to 2018 was used to analyse with different methods included Sen's slope, linear regression, Mann-Kendall (MK) test, CV coefficient (Coefficient of Variation), PCI (Precipitation Concentration Index); examine drought level over time by using SPI - standardized rainfall index. Results show that, according to the linear regression analysis, regional annual rainfall is not much fluctuated, the rainy season and annual rainfall tend to decrease, while rainfall in the dry season tends to increase. According to Sen's slope chart, July rain gains highest increasement, while that of August tends to decrease most. In general, the precipitation concentration index revealed the presence of a high and very high concentration of rainfall.

Keyword: MK test, Sen's slope, Phu Quoc, daily rainfall.

* Corresponding author.

E-mail address: nguyenquanghung@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4683>

Đánh giá xu thế biến đổi của lượng mưa tại đảo Phú Quốc

Nguyễn Quang Hưng^{1,*}, Lê Xuân Hiền²

¹Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

²Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Kiên Giang,
01 Nguyễn Văn Kiến, Vĩnh Thanh, Rạch Giá, Kiên Giang, Việt Nam

Nhận ngày 16 tháng 9 năm 2020

Chỉnh sửa ngày 25 tháng 01 năm 2021; Chấp nhận đăng ngày 29 tháng 01 năm 2021

Tóm tắt: Nghiên cứu đánh giá xu thế biến đổi của lượng mưa ngày tại đảo Phú Quốc là đề tài thú vị và thiết lập cơ sở khoa học để dự báo xu hướng mưa cũng như tính toán quy hoạch phát triển khu vực. Số liệu đo mưa ngày từ 1985 cho đến 2018 đã được sử dụng để phân tích qua các phương pháp xu thế Sen, phép hồi quy tuyến tính, kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kendall (MK), phân tích biến đổi lượng mưa bằng việc sử dụng hệ số CV (Coefficient of Variation), chỉ số PCI (Precipitation Concentration Index); kiểm tra mức độ hạn hán theo thời gian bằng việc sử dụng chỉ số SPI – chỉ số lượng mưa tiêu chuẩn hóa. Các kết quả cho thấy, theo phân tích hồi quy tuyến tính, lượng mưa khu vực biến động không nhiều, mùa mưa và cả năm lượng mưa đang có xu hướng giảm, còn lượng mưa trong mùa khô có xu hướng tăng lên. Theo biểu đồ biểu diễn xu thế Sen thì tháng 7 có xu hướng tăng mạnh nhất, trong khi tháng 8 có xu hướng giảm mạnh nhất. Nhìn chung mưa trên đảo Phú Quốc có đặc tính tập trung khá cao.

Từ khóa: MK test, xu hướng Sen, Phú Quốc, mưa ngày.

1. Mở đầu

Mưa và nhiệt độ là hai yếu tố quan trọng được quan tâm nghiên cứu trong lĩnh vực khí hậu và thủy văn, thường được sử dụng để tìm hiểu những dao động của khí hậu, biến động của thời tiết (IPCC-2007) [1]. Nghiên cứu về sự biến đổi lượng mưa trên quy mô toàn cầu và khu vực đã có rất nhiều các kết quả được công bố rộng rãi. Hạn hán nhìn chung trong thế kỷ 20 tăng lên [2], hàng loạt nghiên cứu thông qua chỉ số đo mức độ hạn hán Palmer (PDSI) đều đưa đến nhận định khu vực đất rất khô trên toàn cầu đã tăng hơn gấp đôi trong khoảng từ những năm 1970 cho tới nay.

Các con số thống kê cũng đã chỉ ra trên rất nhiều khu vực có sự thay đổi mạnh tổng lượng mưa và những đặc trưng mưa khác, đặc biệt tần suất xuất hiện của mưa lớn nhiều hơn, kể cả khi lượng mưa trung bình không có nhiều biến động [2].

A. Piticar, D. Ristoiu [3] sử dụng chuỗi số liệu quan trắc 50 năm (1961-2010) tại phía đông bắc Romania, áp dụng kỹ thuật Kriging Detrended mô tả phân bố không gian của mưa, sử dụng phương pháp xu thế Sen để phân tích biến đổi theo thời gian của chuỗi số liệu. Các chỉ số phân tích cho thấy khu vực miền núi phía tây có mưa nhiều hơn và miền đông khô hơn, khu vực đông nam đặc biệt khô vào mùa xuân và mùa

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: nguyenquanghung@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4683>

hè. Lượng mưa nói chung tăng trong mùa hè và mùa thu và giảm vào mùa đông và mùa xuân.

Trong nghiên cứu của mình, Amogne Asfaw và các cộng sự [4] đã dùng phương pháp phân tích xu thế Sen để đánh giá sự thay đổi của lượng mưa và nhiệt độ ở miền bắc Ethiopia. Dữ liệu mưa được phân tích bằng hệ số biến thiên, chỉ số dị thường, chỉ số cường độ mưa và chỉ số mức độ nghiêm trọng của hạn hán Palmer. Hơn nữa, kiểm nghiệm phi tham số MK đã được sử dụng để phát hiện xu hướng chuỗi thời gian. Kết quả tính toán chỉ số hạn hán Palmer đã chứng minh xu hướng gia tăng của số năm hạn hán. Phân tích kiểm nghiệm phi tham số MK cho thấy xu hướng tăng nhiệt độ trung bình và trung bình cực tiểu đáng kể trong khi xu hướng nhiệt độ cực đại không đáng kể.

Năm 2019 [5], nhóm tác giả đã giới thiệu các phương pháp kiểm nghiệm MK, Pettitt và Tiêu chuẩn đồng nhất chuẩn (SNH) sử dụng để phát hiện xu hướng cho mưa và nhiệt độ trên lưu vực sông Mono (Benin, Tongo). Kết quả cho thấy trên quy mô hàng năm và trên toàn lưu vực, nhiệt độ và lượng mưa có xu hướng tăng lên trong giai đoạn quan sát. Ở khu vực phía nam lưu vực, đỉnh mưa thứ hai, thường xảy ra vào tháng 9, sẽ được kéo dài đến tháng 10 với giá trị cao hơn. Ở miền trung và miền bắc, thời điểm bắt đầu mùa mưa sẽ chậm hơn, xuất hiện đỉnh vào tháng 9 và lượng mưa nhỏ hơn kéo dài đến tháng 6 và tăng trở lại sau đó. Sự gia tăng và giảm lượng mưa lớn nhất dự kiến ở phần phía bắc của lưu vực sông.

Ở Việt Nam, trong những năm gần đây cũng đã có nhiều nghiên cứu về đặc điểm và xu thế biến đổi của lượng mưa. Tuy nhiên, trong hầu hết những nghiên cứu này, việc phân tích, đánh giá xu thế và mức độ biến đổi của yếu tố chủ yếu dựa vào hệ số góc của phương trình hồi quy tuyến tính [6], đây là phương pháp bình phương tối thiểu rất phổ biến. Nhược điểm cơ bản của phương pháp này là rất nhạy cảm với sai số quan trắc cũng như tính biến động của yếu tố được xét. Ngoài ra, phương pháp xu thế Sen và kiểm nghiệm phi tham số MK cũng được ứng dụng và đem lại hiệu quả cao và đáng tin cậy [7].

Trong nghiên cứu công bố năm 2017 [8], tác giả đã dùng phương pháp kiểm nghiệm phi tham

số MK và xu thế Sen để đánh giá xu thế biến đổi của lượng mưa thời đoạn lớn nhất: 15', 30', 45', 60', 90', 120' và 180' tại trạm Tân Sơn Hòa, thành phố Hồ Chí Minh, sử dụng chuỗi số liệu từ 1971-2016. Kết quả cho thấy xu thế biến đổi của lượng mưa thời đoạn lớn nhất có xu hướng tăng, tốc độ tăng nhanh nhất là 1,84 mm/10 năm (lượng mưa 15') tiếp đến là lượng mưa 180' tăng 1,83 mm/10 năm. Có thể thấy rằng xu thế tăng của lượng mưa thời đoạn lớn nhất ở thành phố Hồ Chí Minh là khá rõ rệt, đó là một trong những nguyên nhân gây ra hiện tượng ngập úng ở thành phố.

Trong nghiên cứu của mình, Phạm Thanh Long và Nguyễn Văn Tín [9] đã dùng phương pháp kiểm định MK và xu thế Sen để đánh giá xu thế biến đổi của ngày bắt đầu và kết thúc mùa mưa ở đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 1984-2016. Kết quả cho thấy, ngày bắt đầu mùa mưa tại các trạm Rạch Giá và Cà Mau có xu hướng đến sớm với tốc độ tương ứng là 5 ngày/10 năm và 4,4 ngày/10 năm. Ngày bắt đầu mùa mưa tại trạm Vị Thanh có xu hướng đến muộn khoảng 2,7 ngày/10 năm. Về phân bố ngày bắt đầu mùa mưa trung bình nhiều năm, khu vực các tỉnh Cà Mau, Kiên Giang, Hậu Giang thường đến sớm hơn (khoảng đầu tháng 6). Khu vực các tỉnh ven biển phía Đông thuộc Bến Tre, Trà Vinh, Tiền Giang có ngày bắt đầu mùa mưa đến muộn hơn khoảng 10 ngày so với khu vực phía Cà Mau. Ngày kết thúc mùa mưa có xu thế đến muộn hơn tại Ba Tri với tốc độ khoảng 8,5 ngày/10 năm và Vĩnh Long khoảng 4,7 ngày/10 năm, ngược lại ngày kết thúc mùa mưa tại trạm Cần Thơ có xu hướng đến sớm hơn khoảng 4,7 ngày/10 năm và Cà Mau khoảng 3,2 ngày/10 năm.

Trong một nghiên cứu, Ngô Đức Thành và Phan Văn Tân [10] đã sử dụng phương pháp kiểm định MK và xu thế Sen để đánh giá xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng cho giai đoạn 1961-2007. Các tác giả đã đánh giá xu thế biến đổi của 7 yếu tố khí tượng gồm: Nhiệt độ trung bình ngày tại 2m (T2m), nhiệt độ cực đại ngày (Tmax), nhiệt độ cực tiểu (Tmin), lượng mưa trung bình ngày (Pre), tốc độ gió 10m cực đại ngày (Vx), độ ẩm tương đối cực tiểu ngày (Um), bốc hơi tiềm năng (Evap) cho giai đoạn 1961-2007. Kết quả phân tích cho thấy, T2m

tăng rõ rệt trên hầu khắp các trạm, T_{min} có xu thế tăng mạnh, lớn hơn xu thế của T_{2m} trong khi đó T_{max} lại có xu thế tăng tương đối nhỏ trên đa số các trạm thuộc Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Xu thế của lượng mưa biến động khá mạnh theo không gian, khu vực phía Bắc giảm mưa trong khi khu vực từ Trung Trung Bộ trở vào lượng mưa lại có xu hướng tăng. Phân tích tốc độ gió cực đại ngày cho thấy V_x có xu thế giảm rõ rệt, đặc biệt là ở khu vực Nam Trung Bộ. Độ ẩm tương đối cực tiểu ngày không có sự biến đổi một cách hệ thống, trong khi đó lượng bốc hơi tiềm năng cho xu thế biến đổi rõ rệt, với mức tăng, giảm phụ thuộc vào từng khu vực cụ thể.

Bài báo này công bố các kết quả đánh giá về xu thế biến đổi của lượng mưa tại đảo Phú Quốc, dựa trên một số các phương pháp khác nhau như: phương trình hồi quy tuyến tính, phân tích biến đổi lượng mưa bằng việc sử dụng hệ số CV, chỉ số PCI, phương pháp đánh giá xu thế Sen. Phân tích xu hướng được thực hiện thông qua các thử nghiệm tham số và không tham số. Tính chuẩn và tính đồng nhất của phương sai trong toàn bộ chuỗi số liệu có thể bị ảnh hưởng bởi các yếu tố và dữ liệu bị thiếu trong các thử nghiệm tham số. Ưu điểm của kiểm tra thống kê không tham số so với kiểm tra tham số là phù hợp hơn với dữ liệu không phân phối, bị thiếu và thường gặp trong chuỗi thời gian thủy văn. Do đó, kiểm định MK được sử dụng rộng rãi để phát hiện xu hướng của biến đổi các yếu tố khí tượng nói chung và lượng mưa nói riêng. Kiểm định MK là một thử nghiệm không theo tỉ lệ, kiểm tra xu hướng trong một chuỗi thời gian mà không xác định xu hướng là tuyến tính hay phi tuyến tính. Việc áp dụng nhiều phương pháp khác nhau để tính toán xu thế khác với phương pháp bình phương tối thiểu mà các nghiên cứu trước đã dùng, kết hợp với việc kiểm nghiệm mức ý nghĩa của các xu thế là những đóng góp mới của nghiên cứu này.

2. Khu vực nghiên cứu

Phú Quốc còn được mệnh danh là Đảo Ngọc, trải dài từ vĩ độ: 9°53' đến 10°28' độ vĩ bắc và kinh độ: 103°49' đến 104°05' độ kinh đông, bao gồm thị trấn Dương Đông, An Thới và 8 xã: Bãi

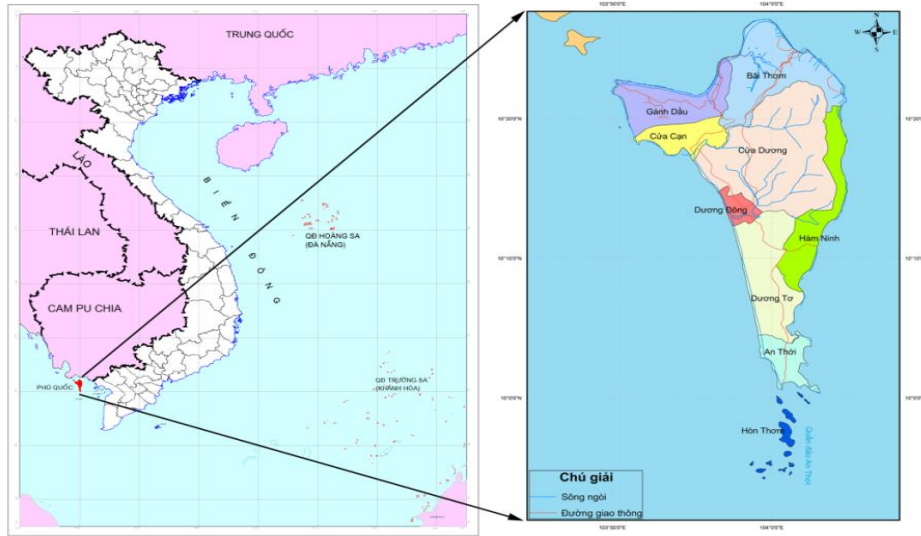
Thom, Gành Dầu, Cửa Cạn, Cửa Dương, Hàm Ninh, Dương Tơ, Hòn Thom và Thổ Chu. Đây là hòn đảo lớn nhất của Việt Nam cũng là đảo lớn nhất trong quần thể 22 đảo tại đây, nằm trong vịnh Thái Lan. Đảo Phú Quốc cùng với các đảo khác tạo thành huyện đảo Phú Quốc trực thuộc tỉnh Kiên Giang. Toàn bộ huyện đảo có tổng diện tích 589.23 km². Thị trấn Dương Đông, tọa lạc ở phía tây, là huyện lỵ của huyện đảo. Phú Quốc nằm cách thành phố Rạch Giá 120 km và cách thành phố Hà Tiên 45 km. Năm 2006, Khu dự trữ sinh quyển ven biển và biển đảo Kiên Giang bao gồm cả huyện này được UNESCO công nhận là khu dự trữ sinh quyển thế giới.

Vùng biển Phú Quốc có địa hình phức tạp và bị chia cắt bởi các con sông; nơi có địa hình cao nhất là phía Bắc đảo và thấp dần về phía Nam đảo. Phân các vùng biển quanh đảo nông có độ sâu chưa đến 10 m. Nền địa chất đảo là các loại sa thạch hoặc đá macma chua hoặc trung tính như đá Granit, Granodiorit, Andezit. Thành tạo các macma này chủ yếu là thạch anh, biotit, hocblen. Các loại đất hình thành trên nền đá sa thạch và macma chua thường nghèo dinh dưỡng.

Phú Quốc là hòn đảo có thời tiết mang tính nhiệt đới gió mùa do nằm sâu trong vùng Vịnh Thái Lan với vĩ độ thấp. Khí hậu được chia làm hai mùa rất rõ rệt với mùa mưa bắt đầu từ tháng 5 âm lịch kéo dài cho đến tháng 10 âm lịch, nhiều khu vực trong đảo có lượng mưa lên tới 4000 mm/năm, trung bình lượng mưa tháng mùa mưa là hơn 400 mm/tháng, nhiều năm có những thời gian mưa kéo dài tới 20 ngày liên tục, độ ẩm trong suốt mùa mưa luôn ở mức cao 85-90%. Đảo Phú Quốc có chu vi đường bờ biển khoảng 130 km, địa hình phức tạp, núi bị chia cắt liên tục nên có nhiều suối rạch, vùng đất phẳng dọc bờ biển nhỏ, tập trung đông dân cư, nhất là trong khoảng 5 năm gần đây. Như đã nói ở trên, lượng mưa trên đảo tập trung trong mùa mưa, do các vùng đồng bằng nhỏ lại thiếu thảm thực vật, thêm vào một loạt các đập ngăn nước nhỏ được xây dựng trên đảo, núi có độ dốc cao, nên lượng nước mặt thường chảy tập trung nhanh, chảy với tốc độ cao, dẫn đến sự xói mòn và rửa trôi đất đá. Cũng chính vì các đặc trưng nói trên nên trong mùa khô nước biển lấn sâu vào và gây nhiễm

mặn, hiện tượng khô cạn xảy ra đều đặn. Trên huyện đảo Phú Quốc có 3 sông chính: sông Dương Đông bắt nguồn từ núi Đá Bạc và Cái Khế đổ về khu vực Dinh Cậu, chiều dài dòng chính là 18,5 km, diện tích lưu vực là 105 km²; sông Cửa Cạn bắt nguồn từ núi Chùa, men theo đường tự thủy giữa núi Chùa và Vo Quáp đổ ra

bãi Cửa Cạn, chiều dài dòng chính là 28,75 km, diện tích lưu vực là 147 km²; Rạch Tràm bắt nguồn từ dãy Hàm Ninh đổ ra bờ Bắc của đảo, chiều dài dòng chính là 14,8 km, diện tích lưu vực là 49 km². Các rạch lớn như rạch Cửa Cạn, rạch Đầm,... là nơi thoát nước ngọt ra biển và thường để nước mặn xâm nhập vào đảo trong mùa khô.



Hình 1. Bản đồ hành chính đảo Phú Quốc.

3. Phương pháp nghiên cứu và số liệu thu thập

3.1. Phương pháp nghiên cứu

Mục đích của phân tích xu thế biến đổi của chuỗi số liệu theo thời gian là xác định các biến đổi của một biến ngẫu nhiên là tăng hay giảm theo thời gian hay xác suất phân bố thay đổi theo thời gian. Trong nghiên cứu này, các phương pháp hồi quy tuyến tính, kiểm nghiệm phi tham số MK, xu thế Sen, phân tích biến đổi lượng mưa bằng hệ số CV, chỉ số PCI kiểm tra mức độ hạn hán theo thời gian bằng việc sử dụng chỉ số SPI – chỉ số lượng mưa tiêu chuẩn hóa, đã được áp dụng.

3.1.1. Hệ số CV (Coefficient of Variation)

CV được tính toán để đánh giá sự thay đổi của lượng mưa. Giá trị CV cao thì chỉ số có độ biến thiên lớn và ngược lại:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \times 100$$

Trong đó:

CV - hệ số biến thiên; σ - độ lệch chuẩn; μ - lượng mưa trung bình.

Theo Hare [11], CV được sử dụng để phân loại mức độ biến đổi của lượng mưa và được chia thành các ngưỡng như sau: $CV < 20$: ít biến thiên; $20 < CV < 30$: vừa phải; $CV > 30$: biến thiên lớn.

3.1.2. Chỉ số PCI (Precipitation Concentration Index)

PCI được sử dụng để kiểm tra sự thay đổi (tính không đồng nhất) của lượng mưa ở các quy mô khác nhau (hàng năm hoặc theo mùa). Các giá trị PCI được tính toán, đưa ra bởi Oliver và sửa đổi bởi De Luis và các đồng nghiệp [12]:

$$PCI_{annual} = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i^2}{\left(\sum_{i=1}^{12} P_i\right)^2} \times 100$$

Trong đó: P_i – lượng mưa của tháng thứ i .

Theo Oliver (1980) [13]: $PCI < 10$: tập trung thấp; $11 < PCI < 15$: tập trung vừa phải; $16 < PCI < 20$: tập trung cao; $PCI > 21$: tập trung rất cao.

3.1.3. Chỉ số lượng mưa chuẩn hóa SPI (Standardized Precipitation Index)

Chỉ số SPI là một công cụ khuyến cáo của tổ chức Khí tượng thế giới (WMO) và được sử dụng rộng rãi để định lượng thâm hụt lượng mưa qua khoảng thời gian khác nhau.

$$I(i) = \frac{(X_i - \bar{X}_i)}{\sigma}$$

Trong đó: $I(i)$ - chỉ số chuẩn hóa của năm thứ i ; X_i - lượng mưa hàng năm; \bar{X}_i - lượng mưa trung bình nhiều năm; σ - độ lệch chuẩn của chuỗi thời gian.

Trong nghiên cứu, SPI được sử dụng để đánh giá thâm hụt hoặc vượt quá lượng mưa hàng năm: $SPI > 2$: vô cùng ẩm ướt; $1,5 < SPI < 1,99$: rất ẩm; $1,0 < SPI < 1,49$: ẩm bình thường; $-0,99 < SPI < 0,99$: bình thường; $-1,49 < SPI < -1$: khô vừa; $-1,99 < SPI < -1,5$: khô nghiêm trọng; $SPI < -2$: vô cùng khô.

Mặt khác, lượng mưa bất thường chuẩn hóa còn được sử dụng để kiểm tra bản chất của xu hướng, cho phép xác định năm khô và ướt trong chuỗi thời gian và được sử dụng để đánh giá tần suất và mức độ nghiêm trọng của hạn hán. Các mức độ hạn hán: $I < -1,65$: hạn hán cực đoạn; $-1,28 > I > -1,65$: hạn hán nghiêm trọng; $-0,84 > I > -1,28$: hạn hán vừa phải; $I > -0,84$: không hạn hán.

3.1.4. Kiểm định phi tham số MK (MK test)

Kiểm định MK so sánh độ lớn tương đối của các phần tử trong chuỗi dữ liệu chứ không xét chính giá trị của các phần tử, điều này có thể tránh được các giá trị cực đại hoặc cực tiểu cục bộ của chuỗi số liệu. Một ưu điểm nữa của

phương pháp này là không cần quan tâm việc tập mẫu tuân theo luật phân bố nào.

Giả sử có chuỗi trình tự thời gian (x_1, x_2, \dots, x_n) với x_i biểu diễn số liệu tại thời điểm i . Giá trị thống kê MK(S) được định nghĩa:

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

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

Trong đó: x_i, x_j là giá trị tại thời điểm thứ i và j ($j > i$)

$$\text{Gán } \tau = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \text{ khi } S > 0 \\ 0 \text{ khi } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \text{ khi } S < 0 \end{cases}$$

Với $\text{Var}(S)$ là phương sai của S , được tính bởi:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m 1_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18}$$

Trong đó:

m là số nhóm, trong đó mỗi nhóm là một tập các phần tử của chuỗi có cùng giá trị, và t_1 là số các phần tử thuộc nhóm t .

τ có phân bố chuẩn chuẩn hóa $N(0,1)$. Giá trị τ dương thể hiện chuỗi có xu thế tăng, τ âm thể hiện chuỗi có xu thế giảm. Do $\tau \in N(0,1)$ nên việc kiểm nghiệm chuỗi có xu thế hay không trở nên đơn giản hơn. Trong nghiên cứu này, các giá trị xu thế được chỉ ra với mức ý nghĩa $\alpha = 0.1$, nghĩa là xác suất phạm phải sai lầm loại 1 là 10%.

3.1.5. Xu thế Sen (Sen's slope)

Để xác định độ lớn Q của xu thế chuỗi, ta sử dụng ước lượng của Sen [14, 15]. Q được xác định là trung vị của dãy gồm $n(n-1)/2$ phần tử

$$\left\{ \frac{x_j - x_i}{j - i} \right\}, \text{ với } i=1,2,\dots,n-1; j>i. \text{ Với định nghĩa}$$

như vậy, Q có cùng dấu với τ .

Trong tính toán, khi đã tính được τ ta hoàn toàn xác định được xác suất $P(T > |\tau|)$ từ phân bố chuẩn chuẩn hóa:

$$P(T > |\tau|) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{|\tau|}^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = 0.5 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{|\tau|} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Nếu $2P(T > |\tau|) < p$ ta kết luận chuỗi có xu thế, ngược lại nếu $2P(T > |\tau|) > p$ thì chuỗi không có xu thế (với độ tin cậy p hay với mức ý nghĩa α).

3.2. Số liệu sử dụng

Số liệu được sử dụng trong nghiên cứu là số liệu lượng mưa ngày (lượng mưa tích lũy 24 h) tại trạm Phú Quốc trong thời đoạn từ năm 1985-2018, có nguồn gốc từ Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Kiên Giang, được xử lý phân tích thành các chuỗi mưa tháng, năm.

4. Kết quả và phân tích

4.1 Kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kendall (MK test)

Giá trị lượng mưa hàng năm và theo mùa của chuỗi thời gian được phân tích bằng kiểm nghiệm MK (áp dụng cho lượng mưa tháng, mùa và cả năm) tại khu vực Phú Quốc với mức ý nghĩa $\alpha = 0,1$. Kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 1.

Lượng mưa trung bình nhiều năm của khu vực nghiên cứu là 2803,3 mm với độ lệch chuẩn

517,42 và 18.46% CV. Lượng mưa năm lớn nhất là 4164,5 mm tại năm 2000, được ghi nhận là năm ẩm nhất trong chuỗi thời gian. Lượng mưa năm nhỏ nhất là 1881,0 mm tại năm 2002, được ghi nhận là năm khô nhất trong chuỗi thời gian. Mùa mưa đóng góp khoảng 87,78% tổng lượng mưa, tập trung chủ yếu vào tháng 7, 8, 9. Mùa khô kéo dài từ tháng 12 dương lịch năm trước tới hết tháng 4 năm sau, đóng góp một lượng mưa nhỏ chiếm khoảng 12,21% tổng lượng mưa cả năm). Mùa khô có giá trị CV 59,48 trong đó mùa mưa là 16,73 thể hiện mùa khô có những dao động về mưa nhiều hơn là trong mùa mưa. Tương tự như vậy ta thấy chi tiết trong từng tháng, dao động mưa tháng nhiều nhất là trong tháng 2 và tháng 3 với giá trị CV lần lượt là 145,87 và 124,52 và ít dao động nhất là các tháng 6, tháng 9.

Kết quả tính toán kiểm định MK cho thấy dữ liệu lượng mưa trung bình hàng năm thỏa mãn mức ý nghĩa $\alpha = 0,1$, còn lượng mưa mùa mưa và mùa khô không thỏa mãn $\alpha = 0,1$. Lượng mưa mùa mưa và mùa khô đều có xu hướng tăng mặc dù không có ý nghĩa thống kê. Thông qua Bảng 1, cho thấy kết quả kiểm định MK cho giá trị $S > 0$ ở các tháng 3, 4, 7, 9, 11, 12, điều này chứng tỏ lượng mưa ở các tháng này có xu hướng tăng; các tháng 1, 2, 5, 6, 8, 10 cho giá trị $S < 0$, chứng tỏ lượng mưa ở các tháng này có xu hướng giảm. Tháng 7 có xu hướng tăng lớn nhất; tháng 5, 8 có xu hướng giảm thấp nhất. Tuy nhiên, xét về mặt ý nghĩa thống kê MK chỉ có ý nghĩa với xu thế của lượng mưa các tháng 5, 7, 8, 12 – thỏa mãn mức ý nghĩa $\alpha = 0,1$.

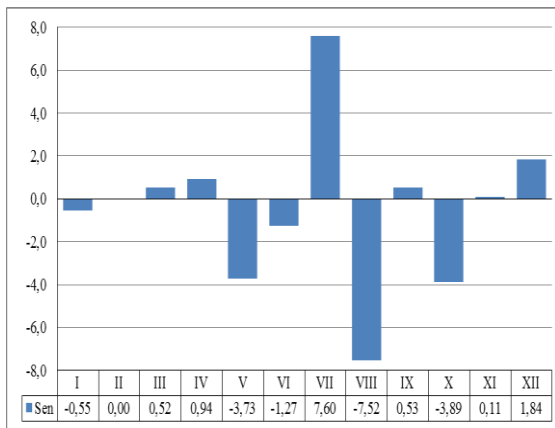
Bảng 1. Các thống kê cơ bản và phân tích xu hướng về lượng mưa Phú Quốc theo thử nghiệm MK

Tháng	Trung bình	SD	CV (%)	MK (S)	Sen	p - value
1	32,0	35,69	111,55	-92	-0,55	0,176
2	24,3	35,52	145,87	-1	0,00	1,000
3	73,3	91,26	124,52	73	0,52	0,285
4	151,4	96,95	64,03	40	0,94	0,562
5	259,7	107,62	41,44	-133	-3,73	0,050
6	370,7	132,30	35,69	-45	-1,27	0,513
7	412,0	184,37	44,75	157	7,60	0,020

8	448,3	199,90	44,59	-133	-7,52	0,050
9	469,9	145,80	31,02	17	0,53	0,812
10	343,7	144,33	41,99	-93	-3,89	0,172
11	156,4	90,19	57,65	7	0,11	0,929
12	61,4	49,55	80,69	156	1,84	0,021
Mùa mưa	2460,8	411,68	16,73	1	16,8	1
Mùa khô	342,5	203,71	59,48	4	16,8	0,448
Năm	2803,3	517,42	18,46	26	35,5	0,086

4.2. Xu thế biến đổi Sen

Xu thế biến đổi của các đặc trưng mưa được xác định bằng phương pháp Sen thông qua phân tích giá trị góc Sen, sau khi sử dụng phương pháp kiểm định phi tham số MK để kiểm tra xu thế của các đặc trưng với mức xác suất ý nghĩa $\alpha = 0,1$. Căn cứ vào giá trị hệ số góc Sen có thể biết được xu thế biến đổi của các đặc trưng: nếu hệ số góc Sen dương thì xu thế biến đổi của đặc trưng tăng; nếu hệ số góc Sen âm thì xu thế biến đổi của các đặc trưng giảm. Xu thế biến đổi lượng mưa nhiều năm của các tháng được thể hiện trong Bảng 1 và Hình 2.

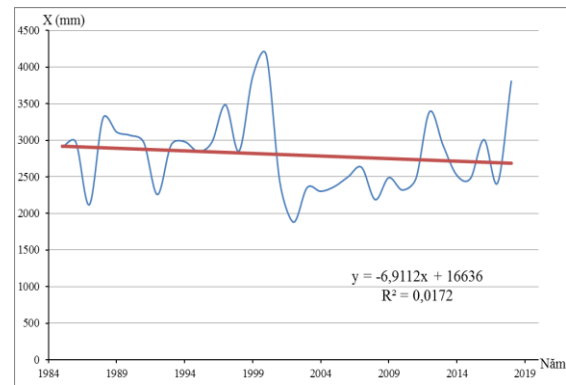


Hình 2. Biểu đồ hệ số góc xu thế Sen đặc trưng lượng mưa tháng nhiều năm.

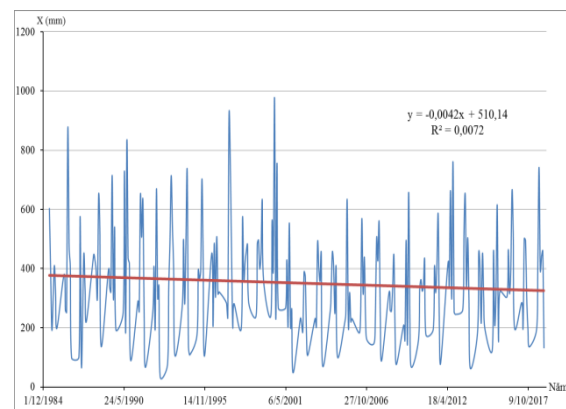
Biểu đồ biểu diễn xu thế biến đổi đặc trưng lượng mưa tháng nhiều năm tại trạm Phú Quốc (Hình 2) cho thấy xu thế biến đổi giữa các tháng không đồng đều: tháng 7 có xu hướng tăng mạnh nhất, trong khi tháng 8 có xu hướng giảm mạnh nhất.

4.3. Phương trình hồi quy tuyến tính

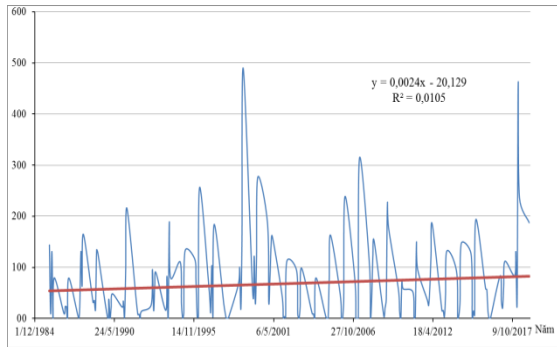
Sử dụng phương trình hồi quy tuyến tính, biến đổi của lượng mưa hàng năm, lượng mưa trong mùa mưa và lượng mưa trong mùa khô được phân tích và biểu diễn kết quả trên các Hình 3, Hình 4 và Hình 5.



Hình 3. Biến đổi lượng mưa năm tại trạm Phú Quốc.



Hình 4. Biến đổi lượng mưa mùa mưa tại trạm Phú Quốc.



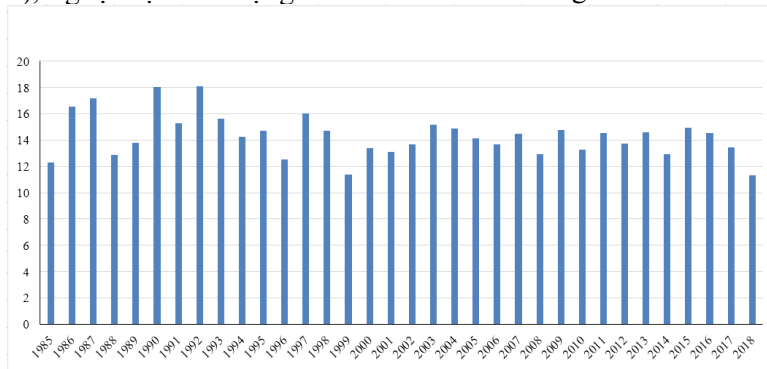
Hình 5. Biến đổi lượng mưa mùa khô tại trạm Phú Quốc.

Tốc độ thay đổi được xác định bởi độ dốc của đường hồi quy, với công thức các đường hồi quy thể hiện trong Hình số 3, 4 và 5. Nhìn vào hình ta có thể nói lượng mưa năm và lượng mưa mùa mưa có xu hướng giảm nhẹ (góc đường hồi quy có dấu âm), ngược lại với lượng mưa

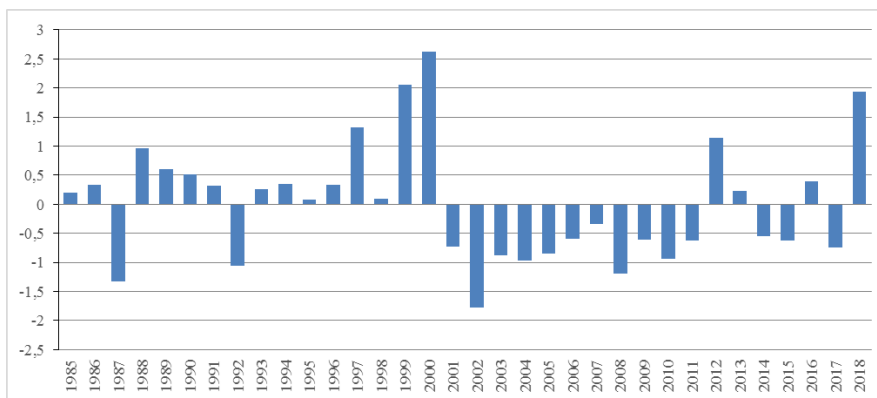
mùa khô có xu hướng tăng lên (góc đường hồi quy mang dấu dương).

4.4 Chỉ số PCI và SPI

Ngoài ra, trong nghiên cứu này còn tính toán các chỉ số PCI và SPI để đánh giá sự thay đổi (tính không đồng nhất) và năm khô, năm ẩm của khu vực nghiên cứu, căn cứ trên chuỗi số liệu 34 năm từ 1985 đến 2018. Theo chỉ số PCI, kết quả tính toán cho thấy: trong chuỗi thời gian nghiên cứu thì không có năm nào chỉ số PCI < 10; có 28 năm có mức độ tập trung mưa vừa phải ($11 < PCI < 15$); có 6 năm có mức độ tập trung mưa cao ($16 < PCI < 20$) (Hình 6). Nói chung, lượng mưa tại Phú Quốc có độ tập trung khá đồng đều, ít có biến đổi đột biến. Theo tính toán cho thấy nhìn chung khoảng từ năm 2000 tới nay thì lượng mưa tập trung khá cao, đồng đều và ít biến động hơn so với những năm 1999 về trước.



Hình 6. Biểu đồ chỉ số PCI tại trạm Phú Quốc.

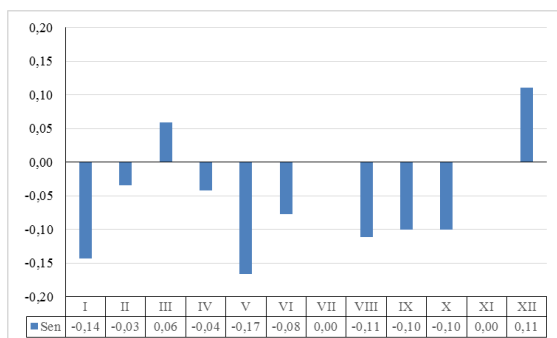


Hình 7. Biểu đồ chỉ số SPI từng năm tại trạm Phú Quốc.

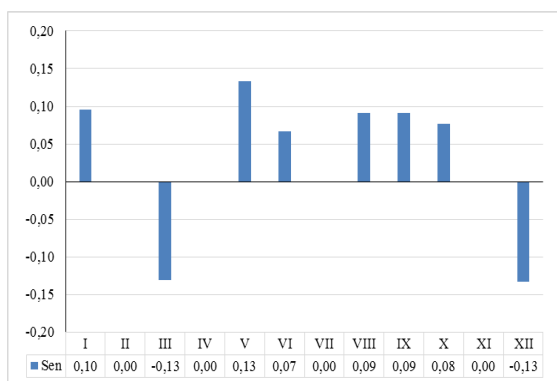
Theo chỉ số SPI: thì năm ẩm nhất là năm 2000, còn năm 2002 là năm hạn nghiêm trọng; các năm 1987, 1992, 2008 là các năm có mức độ hạn vừa; các năm 1997, 2012 là các năm ẩm bình thường; năm 2018 là năm rất ẩm; còn các năm khác ở mức độ bình thường. Năm 2018 đánh dấu lượng mưa khá lớn gây ra độ ẩm cao trong khu vực nghiên cứu (Hình 7).

4.5. Xu thế biến đổi số ngày mưa và số ngày không mưa

Biểu đồ biểu diễn xu thế biến đổi số ngày mưa nhiều năm tại trạm Phú Quốc (Hình 8). Kết quả tính toán cho thấy số ngày mưa có xu hướng giảm trong hầu hết các tháng trong năm, chỉ có 2 tháng có xu hướng tăng (tháng 3 và 12), tháng 12 có xu hướng tăng mạnh nhất, trong khi tháng 5 có xu hướng giảm mạnh nhất.



Hình 8. Biểu đồ hệ số góc Sen đặc trưng nhiều năm của số ngày mưa.



Hình 9. Biểu đồ hệ số góc Sen đặc trưng nhiều năm của số ngày không mưa.

Biểu đồ biểu diễn xu thế biến đổi số ngày mưa nhiều năm tại trạm Phú Quốc (Hình 9) cho thấy số ngày không mưa có xu hướng tăng, tăng mạnh nhất vào tháng 5, chỉ có tháng 3 và tháng 12 số ngày không mưa có xu hướng giảm với mức giảm tương đương nhau.

6. Kết luận

Nghiên cứu đã đánh giá xu thế biến đổi của lượng mưa theo từng tháng nhiều năm, theo từng mùa tại trạm Phú Quốc từ 1985-2018 theo nhiều phương pháp và chỉ số khác nhau. Kết quả cho thấy xu thế biến đổi của lượng mưa theo mùa khô tại trạm Phú Quốc đều xu hướng tăng trong đó xu hướng của mùa mưa và trung bình năm thì lại có xu hướng giảm. Sự biến đổi giữa các tháng không đồng đều, tốc độ tăng nhanh nhất là tháng 7 (76 mm/10 năm), tốc độ giảm nhiều nhất là tháng 8 (75 mm/10 năm). Năm ẩm nhất là năm 2000, còn năm 2002 là năm hạn nhất trong chuỗi thời gian nghiên cứu. Đồng thời, hầu hết các năm đều có mức độ tập trung mưa vừa phải, có 6 năm ở mức độ tập trung mưa cao.

Tài liệu tham khảo

- [1] IPCC, Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Cambridge University Press, Cambridge, 2007, United Kingdom and New York, USA.
- [2] K. E. Trenberth, L. Smith, T. Qian, A. Dai, J. Fasullo, Estimates of the Global Water Budget and Its Annual Cycle Using Observational and Model Data, Journal of Hydrometeorology, Vol. 8. Iss. 4, 2007, pp. 758-769, <https://doi.org/10.1175/JHM600.1>
- [3] A. Piticar, D. Ristoiu, Spatial Distribution and Temporal Variability of Precipitation in Northeastern Romania, Riscuri si Catastrophe, Nr. XII 13, Nr. 2, 2013, pp 35-46.
- [4] A. Asfaw, B. Simane, A. Hassen, A. Bantider, Variability and Time Series Trend Analysis of Rainfall and Temperature in NorthCentral Ethiopia: A Case Study in Woleka Sub-basin, Weather and Climate Extremes, Vol 19, 2018, pp. 29-41, <https://doi.org/10.1016/j.wace.2017.12.002>.

- [5] A. E. Lawin, N. R. Houngùè, C. A. Biaoou, D. F. Badou, Statistical Analysis of Recent and Future Rainfall and Temperature Variability in the Mono River Watershed (Benin, Togo), *Climate*, Vol. 7, Iss. 1, 2019, article 8, <https://doi.org/10.3390/cli7010008>.
- [6] V. T. Hanh, C. T. T Huong, P. V Tan, Trend of Maximum Daily Rainfall in Vietnam During 1961-2007, *VNU Journal of Science, Natural Sciences and Technology*, Vol. 25, No. 3S, 2009, pp. 423-430 (in Vietnamese).
- [7] L. N. Quan, P. V. Tan, Projected Changes of Heavy Rainfall Indices over Vietnam Using Regional Climate Model (RegCM3), *VNU Journal of Science, Natural Sciences and Technology*, Vol. 27, No. 1S, 2011, pp. 200-210 (in Vietnamese).
- [8] N. V. Tín, Non-parametric MK Test for Trend Detection of Maximum Short Period Rainfall Data in Ho Chi Minh City from 1971-2016, *Vietnam Journal of Hydrometeorology*, Vol. 683, 2017, pp. 52-55 (in Vietnamese).
- [9] P. T. Long, N. V. Tin, Non-parametric Mann-Kendall Test for Trend Detection of the Start and End of Rainy Season in Mekong Delta, Vietnam, *Journal of Climate Change Science*, No. 7, 2018, pp. 1-7 (in Vietnamese).
- [10] N. D. Thanh, P. V. Tan, 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 Vietnamese).
- [11] W. Hare, Assessment of Knowledge on Impacts of Climate Change, Contribution to the Specification of Art, 2 of the UNFCCC, WBGU, Berlin Germany, 2003.
- [12] M. De Luis, J. C. G. Hidalgo, M. Brunetti, L. A. Longares, Precipitation Concentration Changes in Spain 1946-2005, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, Vol. 11, Iss. 5, 2011, pp. 1259-1265, <https://doi.org/10.5194/nhess-11-1259-2011>.
- [13] J. E. Oliver, Monthly Precipitation Distribution: A Comparative Index, *The Professional Geographer*, Vol. 32, Iss. 3, 1980, pp. 300-309, <https://doi.org/10.1111/j.0033-0124.1980.00300.x>.
- [14] P. K. Sen, Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 63, Iss. 324, 1968, pp. 1379-1389, <https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>.
- [15] K. E. Trenberth, J. M. Caron, The Southern Oscillation Revisited: Sea Level Pressures, Surface Temperature and Precipitation, *Journal of Climate*, Vol. 13, Iss. 24, 2000, pp. 4358-4365, [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2000\)013<4358:TSORSL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013<4358:TSORSL>2.0.CO;2).