

# Phân tích xu thế mưa giai đoạn 1982-2019 tại trạm khí tượng Tân Sơn Hòa, TP. Hồ Chí Minh

Châu Nguyễn Xuân Quang\*, Ngô Ngọc Hoàng Giang, Hồ Văn Hòa, Phạm Quốc Khánh



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## TÓM TẮT

Tác động của đô thị hóa và biến đổi khí hậu đang làm thay đổi mạnh mẽ chế độ mưa tại các khu vực đô thị, góp phần làm trầm trọng thêm các rủi ro liên quan đến nước như ngập lụt, hạn hán, ô nhiễm môi trường. Dự đoán xu thế thay đổi lượng mưa cung cấp những thông tin hữu ích giúp chủ động giảm nhẹ tác động của các rủi ro liên quan đến nước. Nghiên cứu này nhằm đánh giá định lượng sự thay đổi các đặc trưng mưa có thời đoạn 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 và 360 phút từ 1982 đến 2019 tại trạm khí tượng Tân Sơn Hòa, TP. Hồ Chí Minh. Dữ liệu quan trắc lượng mưa cho thấy giai đoạn 1982-2019 đã xảy ra 579 trận mưa có tổng lượng lớn hơn 30mm (trung bình khoảng 15 trận/năm) và tần suất mưa cực trị xảy ra thường xuyên hơn kể từ sau 2016. Kiểm định phi tham số Mann-Kendall và ước lượng độ dốc Sen cho thấy lượng mưa có xu thế tăng mạnh (có ý nghĩa thống kê) đối với các thời đoạn ngắn 15, 30, 45, 60, 90 phút và tăng vừa (có ý nghĩa thống kê) đối với thời đoạn 120 phút nhưng tăng nhẹ đối với thời đoạn 180 và 360 phút và không có ý nghĩa thống kê. Xu thế lượng mưa thời đoạn 45 phút tăng mạnh nhất với tốc độ trung bình khoảng 0,7 mm/năm. Sự gia tăng lượng mưa trong các thời đoạn ngắn có thể làm trầm trọng hơn tình hình ngập lụt đô thị do hệ thống thoát nước bị quá tải. Kết quả nghiên cứu này có thể hỗ trợ cho công tác quản lý rủi ro ngập lụt đô thị cũng như các vấn đề môi trường khác liên quan đến nước tại TP. Hồ Chí Minh.

**Từ khoá:** Kiểm định Mann – Kendall, mưa cực trị, Tân Sơn Hòa, TP. Hồ Chí Minh, ước lượng độ dốc Sen, xu thế mưa

## GIỚI THIỆU

Thành phố Hồ Chí Minh (TP.HCM) là trung tâm kinh tế, chính trị, khoa học kỹ thuật, văn hóa và giáo dục quan trọng phía Nam, đóng vai trò đầu tàu thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội của cả nước. Tuy nhiên, vấn đề ngập lụt đang là một trong những nguyên nhân chính đe dọa sự phát triển bền vững của thành phố bên cạnh các vấn đề kẹt xe, ô nhiễm môi trường và không khí. Thời gian vừa qua, các trận mưa cực trị, vượt quá tần suất thiết kế của hệ thống thoát nước, đã làm trầm trọng thêm tình hình ngập lụt. Nguyên nhân làm biến đổi đặc trưng mưa tại TP.HCM xuất phát từ nền nhiệt độ tăng cao do ảnh hưởng của hiện tượng đảo nhiệt hình thành từ quá trình đô thị hóa và tác động của biến đổi khí hậu.

Anh hưởng của đô thị hóa lên tổng lượng mưa ngày lớn nhất đã được ghi nhận khá sớm tại các đô thị Paris (Pháp), St. Louis và Chicago (Mỹ) từ những năm 1970<sup>1</sup>. Hàng ngàn nghiên cứu về tác động của đô thị hóa đến chế độ mưa đô thị đã được thực hiện. Liu và Niyogi (2018) đã phân tích tổng hợp một cách kỹ lưỡng 489 bài báo được lựa chọn từ 2000 bài báo nghiên cứu về vấn đề này trên toàn thế giới<sup>2</sup>. Kết luận chung được rút ra là đô thị hóa đã làm thay đổi sâu

sắc chế độ mưa tại khu vực đô thị, lượng mưa trung bình tăng 18% theo hướng xuôi chiều gió, 16% toàn bộ thành phố, 2% và 4% lần lượt theo hướng trái và phải của cơn bão. Lượng mưa gia tăng thường xảy ra khoảng cách 20-50km từ trung tâm thành phố.

Tại TP.HCM, dữ liệu quan trắc cho thấy chế độ mưa đang có dấu hiệu thay đổi trong thời gian gần đây như số trận mưa xảy ra nhiều hơn, những trận mưa cực trị với vũ lượng lớn xảy ra thường xuyên hơn như trận mưa 170mm ngày 26/9/2016, trận mưa 165,6mm ngày 1/4/2017, và trận mưa 407,2mm ngày 25-26/11/2018 do ảnh hưởng của cơn bão USAGI. Tần suất xuất hiện các trận mưa cực trị xảy ra thường xuyên hơn trong thời gian vừa qua làm gia tăng rủi ro và tổn thất do ngập lụt tại TP.HCM. Do đó, nghiên cứu về tình hình biến đổi lượng mưa để cung cấp thông tin cần thiết nhằm triển khai những giải pháp ứng phó phù hợp đang là yêu cầu cấp bách hiện nay để hướng đến mục tiêu đô thị có khả năng chống chịu với khí hậu.

Nghiên cứu về xu thế lượng mưa, mưa cực đoạn tại trạm Tân Sơn Hòa đã được thực hiện khá nhiều trong thời gian vừa qua. Phi và Quang (2015) đã xác định được xu thế gia tăng lượng mưa thiết kế thời đoạn

Phòng Thủy văn và Tài nguyên nước, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

### Liên hệ

**Châu Nguyễn Xuân Quang**, Phòng Thủy văn và Tài nguyên nước, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

Email: cnxquang@hcmier.edu.vn

### Lịch sử

- Ngày nhận: 25-7-2021
- Ngày chấp nhận: 14-10-2021
- Ngày đăng: 20-11-2021

DOI: 10.32508/stdjsec.v5iSI1.605



### 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.



**Trích dẫn bài báo này:** Quang C N X, Giang N N H, Hòa H V, Khánh P Q. **Phân tích xu thế mưa giai đoạn 1982-2019 tại trạm khí tượng Tân Sơn Hòa, TP. Hồ Chí Minh.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(S11):SI58-SI64.

180 phút theo các tần suất khác nhau cho giai đoạn 1952-2010 và dự báo được giá trị gia tăng của nó trong tương lai. Bình và Nguyễn (2020) cũng đã chỉ ra xu thế gia tăng lượng mưa thời đoạn 24 giờ và gia tăng giá trị lượng mưa thiết kế khi xác định theo lý thuyết xác suất không dừng trong giai đoạn 1982-2018<sup>3</sup>. Đường cong IDF do tác động của BĐKH đã được cập nhật và đường cong IDF mưa cực đoan cũng đã được thiết lập<sup>4,5</sup>. Tại TP.HCM, nhiều nghiên cứu cho thấy có sự gia tăng xu thế lượng mưa năm, mùa và mưa cực trị cũng như biến động phân bố không gian của lượng mưa từ 1980 đến 2016<sup>6,7</sup>. Khôi và cộng sự (2021) đã dự đoán xu thế tăng của lượng mưa cực đoan trong tương lai do tác động của BĐKH tại TP.HCM<sup>8</sup>. Tuy nhiên các nghiên cứu này chưa đề cập đến diễn biến xu thế lượng mưa xảy ra trong thời đoạn ngắn, khá phổ biến đối với loại mưa đối lưu (xảy ra thời gian ngắn, cường độ lớn), đóng rất vai trò quan trọng trong quản lý ngập lụt tại TP.HCM.

Nghiên cứu này nhằm phân tích và đánh giá các đặc trưng mưa thời đoạn ngắn (15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 và 360 phút) trong giai đoạn 1982-2018 tại trạm khí tượng Tân Sơn Hòa, TP.HCM. Đây là trạm duy nhất có dữ liệu đo khá chi tiết, đầy đủ và tin cậy của khu vực TP.HCM. Mặc dù, kết quả phân tích tại trạm Tân Sơn Hòa không thể đại diện cho toàn bộ TP.HCM nhưng nó có thể cung cấp những thông tin có tính chất tham khảo cần thiết cho các trạm đo lân cận. Kiểm định thống kê phi tham số Mann – Kendall và ước lượng độ dốc Sen được sử dụng để đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa.

## DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### Dữ liệu mưa

Trạm khí tượng Tân Sơn Hòa có tọa độ X=683.481m và Y=1.194.480m, nằm ở quận Tân Bình, TP.HCM, là trạm quốc gia cơ bản và quan trọng nhất trong khu vực Nam Bộ (Hình 1). Tài liệu mưa quan trắc tại trạm này có độ phân giải chi tiết 15 phút (nhỏ nhất hiện nay), có chất lượng tốt và đáng tin cậy. Dữ liệu mưa thời đoạn 15 phút trong vòng 38 năm (từ 1982 đến 2019) được thu thập và tổng hợp thành liệt dữ liệu mưa lớn nhất năm cho các thời đoạn 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 và 360 phút để phục vụ đánh giá diễn biến xu thế.

### Phương pháp nghiên cứu

#### Kiểm định phi tham số Mann-Kendall

Kiểm định phi tham số Mann-Kendall<sup>9,10</sup> được áp dụng rộng rãi để nhận dạng xu thế chuỗi theo thời

gian của các thông số khí tượng, thủy văn. Chỉ số thống kê S được định nghĩa như sau:

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

Trong đó:

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

Trong đó: n là số lượng mẫu, k = 1, 2, ..., n-1 và j = k+1, ..., n. Nếu n > 8 thì thống kê S xấp xỉ phân bố chuẩn. Giá trị trung bình của S bằng 0 và phương sai của S được tính theo công thức:

$$\text{VAR}(S) = \frac{1}{18} [m(m-1)(2m+5)] \quad (3)$$

Giá trị Z của kiểm định xác định theo công thức:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{khi } S > 0 \\ 0 & \text{khi } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{khi } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Nếu Z > 0 chỉ xu thế tăng, Z < 0 chỉ xu thế giảm. Trong nghiên cứu này, các giá trị xu thế được chỉ ra với mức ý nghĩa 5% ( $\alpha = 0,05$ ), tương ứng với với  $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$ . Nghĩa là xu hướng tăng hoặc giảm có ý nghĩa thống kê khi  $|Z| \geq Z_{1-\alpha/2}$ .

### Ước lượng độ dốc Sen

Sen (1968) đề xuất phương pháp phi tham số để ước tính độ dốc của xu thế chuỗi thời gian theo công thức (5) như sau<sup>11</sup>:

$$\beta = \text{median} \left( \frac{x_j - x_i}{j - i} \right), \quad (5)$$

$j > i; i = 1, 2, \dots, n-1; j = 2, 3, \dots, n$

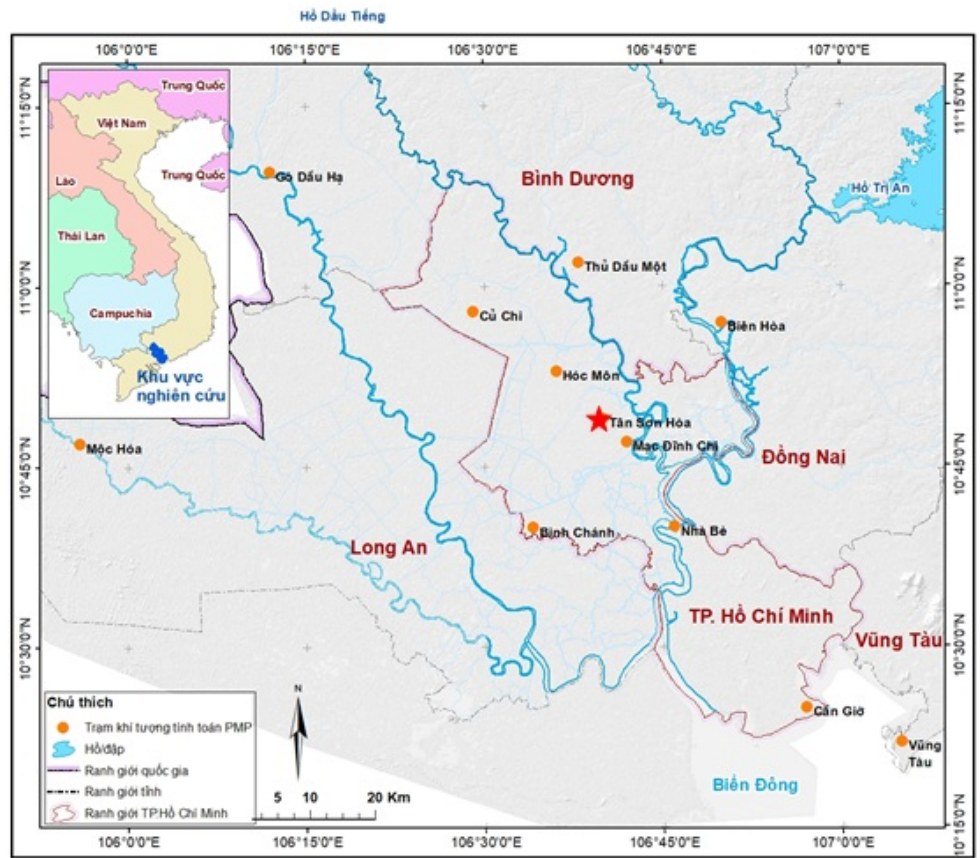
Trong đó:  $\beta$  là giá trị của ước lượng độ dốc Sen;  $\beta > 0$  chuỗi có xu thế tăng và ngược lại.

## KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

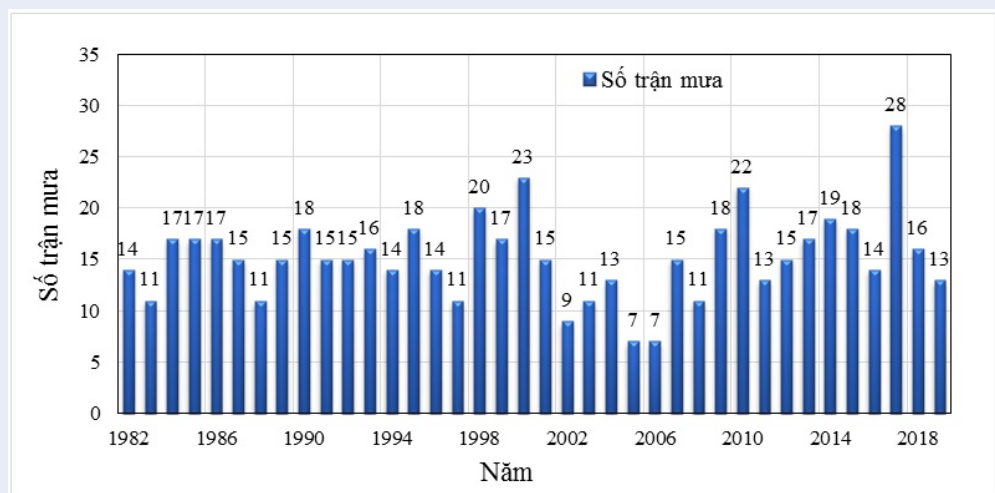
### Xu thế xảy ra các trận mưa cực trị

Từ 1982 đến 2019 đã xảy ra 579 trận mưa có vũ lượng lớn hơn 30mm tại trạm Tân Sơn Hòa. Diễn biến số trận mưa hàng năm được thể hiện trong Hình 2. Năm 2017 có số lượng trận mưa lớn nhất với 28 trận/năm, năm 2005 và 2006 có số trận mưa ít nhất là 7 trận/năm, trung bình từ 1982-2019 mỗi năm xảy ra 15,2 trận mưa có vũ lượng lớn hơn 30mm. Nhìn chung số lượng trận mưa có xu thế tăng nhẹ.

Hình 3 biểu diễn số lượng trận mưa cực đoan có tổng lượng mưa lớn hơn 100mm, 150mm và 170mm trong giai đoạn 1982-2019. Trong vòng 18 năm (1982-1999)



Hình 1: Bản đồ vị trí trạm khí tượng Tân Sơn Hòa, TP.HCM



Hình 2: Số lượng trận mưa xảy ra hàng năm tại trạm Tân Sơn Hòa (1982-2019)

chỉ xảy ra 6 trận mưa có vũ lượng lớn hơn 100mm nhưng trong vòng 20 năm (2000-2019) lại xảy ra 12 trận mưa lớn hơn 100mm, gấp đôi thời kỳ trước 2000. Hơn nữa trong giai đoạn 1982-2015 (34 năm) chỉ xảy ra 12 trận mưa lớn hơn 100mm nhưng từ 2016-2019 (4 năm) lại xảy ra 6 trận mưa lớn hơn 100mm. Tương tự như vậy, từ 1982-2015 (34 năm) chỉ xảy ra 2 trận mưa có vũ lượng lớn hơn 150mm và chưa xảy ra trận mưa nào có vũ lượng lớn hơn 170mm, nhưng kể từ năm 2016-2019 (4 năm) đã xảy ra 3 trận mưa với vũ lượng lớn hơn 150mm (gần như xảy ra hàng năm) và 2 trận mưa với vũ lượng lớn hơn 170mm. Điều này cho thấy số lượng trận mưa cực trị đang gia tăng trong những năm gần đây.

### Diễn biến xu thế mưa

Bảng 1 trình bày các tham số thống kê của kiểm định Mann-Kendall và ước lượng độ dốc Sen để đánh giá xu thế lượng mưa lớn nhất hàng năm từ 1982-2019 với các thời đoạn 15, 45, 60, 90, 120, 180 và 360 phút. Kết quả cho thấy lượng mưa lớn nhất của các thời đoạn ngắn từ 15 đến 90 phút tăng mạnh và có ý nghĩa thống kê. Trong đó lượng mưa thời đoạn 45 phút tăng mạnh nhất với tốc độ trung bình khoảng 0,7 mm/năm. Lượng mưa thời đoạn 120 phút có xu thế tăng vừa phải và có ý nghĩa thống kê, trong khi đó lượng mưa thời đoạn dài từ 180 phút đến 360 phút là có xu thế tăng chậm nhưng không có ý nghĩa thống kê ( $Z < 1,96$ ). Gia tăng lượng mưa trong thời đoạn ngắn dẫn đến gia tăng nguy cơ ngập lụt do một lượng mưa lớn tập trung trong khoảng thời gian ngắn vượt quá khả năng thiết kế của hệ thống thoát nước.

Hình 4 và Hình 5 thể hiện diễn biến lượng mưa lớn nhất hàng năm các thời đoạn 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 và 360 phút tại trạm Tân Sơn Hòa từ năm 1982-2019. Kết quả cho thấy năm 1987 xảy ra lượng mưa lớn nhất thời đoạn 15 phút với giá trị 49,3mm và lặp lại vào năm 2016 nhưng với lượng mưa 45mm, nhỏ hơn so với năm lịch sử 1987. Tuy nhiên nếu xét lượng mưa trong thời đoạn 45 phút thì năm 2016 có lượng mưa lớn nhất là 82,5mm và đây cũng là năm xảy ra trận mưa lịch sử với cường độ mưa lớn nhất cho tất cả các thời đoạn. Mặc dù trận mưa năm 2018 do ảnh hưởng của bão USAGI có tổng lượng mưa lớn nhất từ 1982 đến nay nhưng xảy ra trong thời gian 1545 phút (25,75 giờ) và tổng lượng mưa tối đa trong thời đoạn 15 phút chỉ 30,19 mm nên xét về khía cạnh thoát nước nó không nguy hiểm bằng trận mưa xảy ra năm 2016. Nhìn chung trong giai đoạn trước năm 2010 chỉ có năm 1987 xảy ra mưa lớn nhất, thời gian xảy ra trận mưa lịch sử được lặp lại sau 20 năm nhưng với tổng lượng và cường độ lớn hơn. Hơn nữa, sau thời gian 2016, lượng mưa lớn nhất của các thời đoạn đều cao

hơn so với thời kỳ trước 2016, đặc biệt là trong các thời đoạn ngắn. Điều này cho thấy xu thế gia tăng cường độ mưa đang gây ra áp lực đến hệ thống thoát nước khu vực TP.HCM. Để ứng phó kịp thời thì việc bổ sung nâng cấp năng lực thoát nước là rất cần thiết để giảm nhẹ tác động của các trận mưa cực đoan gây ra ngập lụt nghiêm trọng như các đô thị khác trên thế giới.

### KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả nghiên cứu đã đánh giá định lượng được diễn biến tình hình mưa của trạm Tân Sơn Hòa từ năm 1982-2019. Trung bình mỗi năm xảy ra khoảng 15 trận mưa có vũ lượng lớn hơn 30mm, năm có số trận mưa lớn nhất là 28 trận (2016) và năm có số trận mưa nhỏ nhất là 7 trận (2005, 2006). Kết quả phân tích xu thế cho thấy có sự gia tăng mạnh xu thế lượng mưa trong thời đoạn ngắn nhỏ hơn 90 phút và vừa ở thời đoạn 120 phút. Tuy nhiên không có sự gia tăng lượng mưa cho thời đoạn 180 và 360 phút. Số lượng trận mưa cực trị xảy ra càng nhiều trong thời gian từ 2016. Kết quả nghiên cứu có thể hỗ trợ cho công tác quy hoạch và quản lý hệ thống thoát nước mưa và các vấn đề môi trường liên quan đến nước tại TP.HCM.

### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi ĐHQG-HCM trong khuôn khổ đề tài mã số C2019-48-02.

### XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo này.

### ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

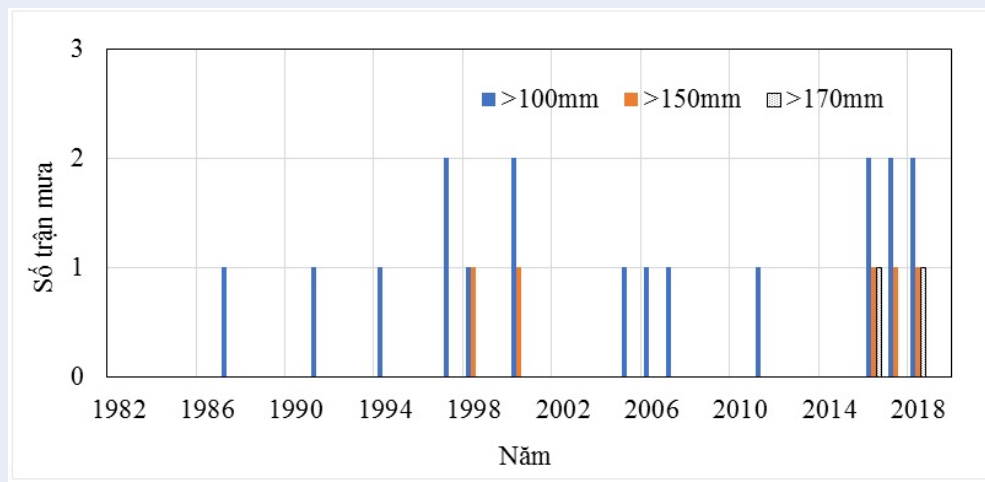
Châu Nguyễn Xuân Quang đóng vai trò định hướng ý tưởng, lên kế hoạch nghiên cứu, viết chính và chỉnh sửa bản thảo.

Ngô Ngọc Hoàng Giang đóng vai trò phân tích các kiểm định thống kê để xác định xu thế lượng mưa và hỗ trợ viết bản thảo.

Hồ Văn Hòa và Phạm Quốc Khánh đóng vai trò tổng hợp, xử lý dữ liệu và hỗ trợ phân tích thống kê, bản đồ.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dettwiller J and SACJ. Possible urban effects on maximum daily rainfall at Paris, St. Louis and Chicago. *J Appl Meteorol.* 1976;15:517-9; Available from: [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1976\)015<0518:PUEOMD>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1976)015<0518:PUEOMD>2.0.CO;2).
2. Liu J, Niyogi D. Meta-analysis of urbanization impact on rainfall modification. *Sci Rep [Internet].* 2019;9(1):1-14; Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-42494-2>.
3. Lê THB, Nguyễn ĐH. Phân tích tần suất mưa cực đoan cho thành phố Hồ Chí Minh có xem xét đến sự biến động các đặc trưng thống kê theo thời gian. *Khoa học Thủy lợi và Môi trường.* 2020;69:50-4;



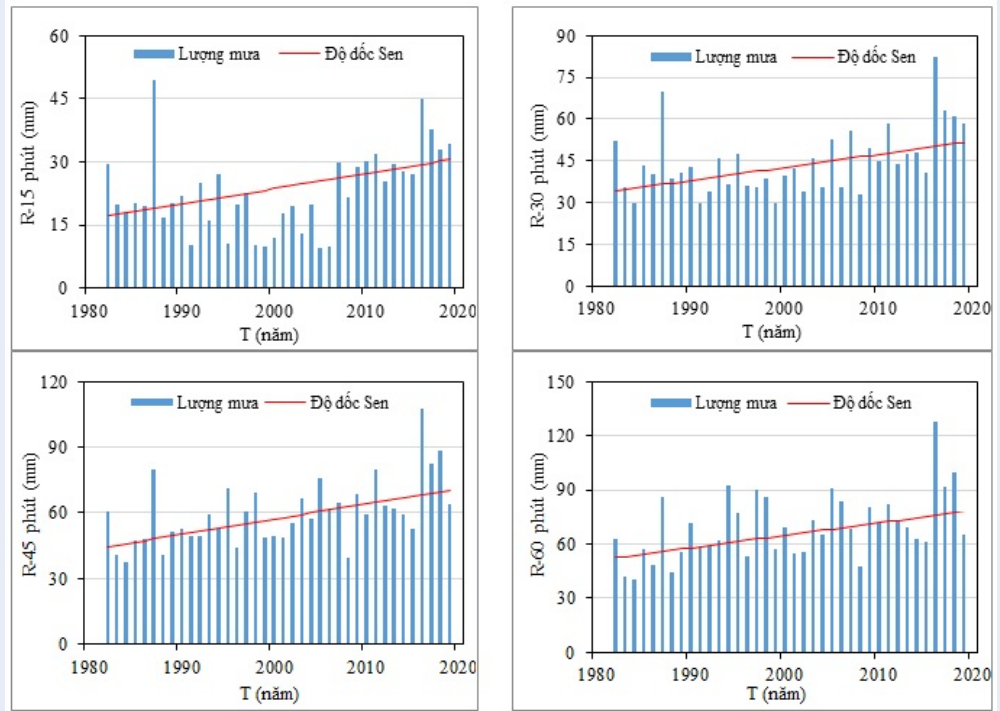
Hình 3: Số lượng trận mưa cực trị xảy ra hàng năm tại trạm Tân Sơn Hòa (1982-2019)

Bảng 1: Các tham số thống kê kiểm định Mann-Kendall và độ dốc Sen

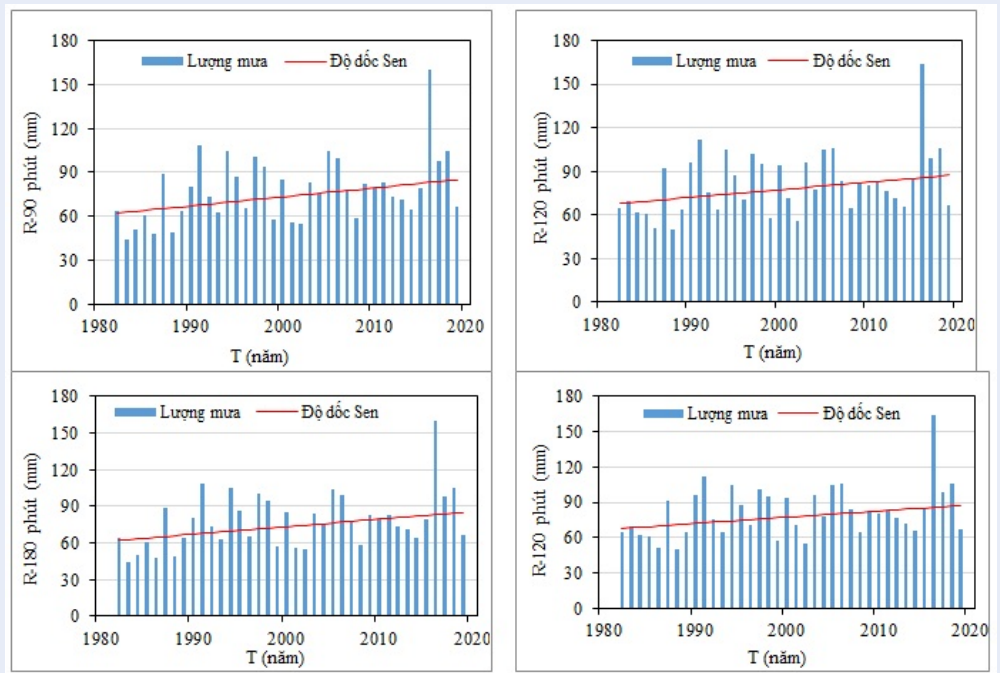
Thời đoạn	p	Z	Độ dốc Sen	Ý nghĩa
15	0,01	2,50	0,36	Có
30	0,01	2,73	0,47	Có
45	0,00	3,61	0,70	Có
60	0,01	2,79	0,69	Có
90	0,04	2,04	0,62	Có
120	0,05	1,99	0,53	Có
180	0,06	1,89	0,64	Không
360	0,39	0,85	0,44	Không

- Khiem MV, Truong HM, Nhat LL. Climate Change Impact on Intensity-Duration- Frequency Curves in Ho Chi Minh city. *J Clim Sci.* 2017;3:40-5;.
- Quần NT, Nhi PTT, Khôi ĐN. Xây dựng đường cong IDF mưa cực đoan cho trạm Tân Sơn Hòa giai đoạn 1980 - 2015. *Tạp Chí Phát Triển Khoa Học Và Công Nghệ.* 2017;20(M2-2017);.
- Khoi DN, Trang HT. Analysis of changes in precipitation and extremes events in Ho Chi Minh City, Vietnam. *Procedia Eng.* 2016;142:229-35; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.036>.
- Phuong DND, Linh VT, Nhat TT, Dung HM, Loi NK. Spatiotemporal variability of annual and seasonal rainfall time series in Ho Chi Minh City, Vietnam. *J Water Clim Chang.* 2019;10(3):658-70; Available from: <https://doi.org/10.2166/wcc.2018.115>.
- Khoi DN, Quan NT, Nhi PTT, Nguyen VT. Impact of climate change on precipitation extremes over Ho Chi Minh city, Vietnam. *Water (Switzerland).* 2021;13(2); Available from: <https://doi.org/10.3390/w13020120>.
- Mann HB. Non-Parametric Test Against Trend. *Econometrica.* 1945;13(3):245-59; Available from: <https://doi.org/10.2307/1907187>.
- Kendall MG. Rank correlation methods. 1975;.
- Sen PK. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau. *Am Statistics J.* 1968;63(324); Available from: <https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934>.





Hình 4: Xu thế tổng lượng mưa thời đoạn 15, 30, 45 và 60 phút tại trạm Tân Sơn Hòa



Hình 5: Xu thế tổng lượng mưa thời đoạn 90, 120, 180 và 360 phút tại trạm Tân Sơn Hòa

# Analysis of rainfall trends in period 1982-2019 at Tan Son Hoa Meteorological Station, Ho Chi Minh City

Chau Nguyen Xuan Quang\*, Ngo Ngoc Hoang Giang, Ho Van Hoa, Pham Quoc Khanh



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## ABSTRACT

The impacts of urbanization and climate change are drastically changing rainfall patterns in urban areas that exacerbate water-related risks such as inundation/flooding, drought, and environmental pollution. Predicting rainfall trends provides useful information to proactively mitigate the impact of water-related risks. This research aims to quantitatively identify the changes of rainfall patterns in durations of 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, and 360 mins covering from 1982 to 2019 at Tan Son Hoa meteorological station located in Ho Chi Minh City. In the period 1982-2019, the observed rainfall data showed 579 rainfall events with a total volume higher than 30mm (average of about 15 events/year), and extreme rainfall events have occurred quite frequently since 2016. Mann-Kendall's nonparametric test and Sen's slope estimator showed that rainfall trend strongly increased (statistical significance) for the short durations of 15, 30, 45, 60, 90 mins and increased moderately (statistical significance) for 120 mins duration but slightly increased for the durations of 180 and 360 mins and it was not statistically significant. The trend of rainfall in the duration of 45 mins increased the most with an average rate of about 0.7 mm/year. An increase in short-duration rainfall can exacerbate urban flooding due to overloaded drainage systems. The findings of this research could support urban flood risk management and other water-related environmental issues in Ho Chi Minh City.

**Key words:** Extreme rainfall, Ho Chi Minh City, Mann-Kendall test, rainfall trend, Sen's slope estimator, Tan Son Hoa

Department of Hydrology and Water Resources, Institute for Environment and Resources, VNU-HCM, Vietnam

## Correspondence

**Chau Nguyen Xuan Quang**, Department of Hydrology and Water Resources, Institute for Environment and Resources, VNU-HCM, Vietnam  
Email: cnxquang@hcmier.edu.vn

## History

- Received: 25-7-2021
- Accepted: 14-10-2021
- Published: 20-11-2021

DOI : 10.32508/stdjsee.v5iS11.605



## Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



**Cite this article :** Quang C N X, Giang N N H, Hoa H V, Khanh P Q. **Analysis of rainfall trends in period 1982-2019 at Tan Son Hoa Meteorological Station, Ho Chi Minh City.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(S11):SI58-SI64.