

ĐẶC ĐIỂM MƯA TẠI THÀNH PHỐ VINH, NGHỆ AN

Thái Thị Thanh Minh¹, Tăng Văn An²,
Lê Hoàng Tùng Anh³, Vương Trọng Kha⁴

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Đài Khí tượng Thủy văn Bắc Trung Bộ

³Công ty Quản lý bay Miền trung

⁴Trường Đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt

Phân tích biến đổi đặc trưng mưa trên khu vực thành phố Vinh, Nghệ An có vai trò quan trọng phục vụ bài toán dự báo/cảnh báo ngập lụt đô thị. Mục đích của nghiên cứu phân tích chi tiết biến đổi mưa theo mùa mưa, ngày mưa và giờ mưa, đặc trưng mưa theo cấp mưa và cường độ mưa, đồng thời giải thích cơ chế gây mưa trên khu vực nghiên cứu. Phương pháp nghiên cứu sử dụng là phân tích xu thế của Mann-Kendall, phân cấp cấp độ mưa theo phân vị, phương pháp thống kê. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, mưa ở các trạm ở Vinh có xu thế tăng từ tháng tám, cực đại vào tháng chín, tháng mười sau đó giảm mạnh trong các tháng còn lại. Mưa ở Vinh có xu hướng tăng từ sau 19h tối tới trước 9h sáng hôm sau. Xu thế này không rõ ràng nhất ở các thời đoạn 2h - 12h và rõ ràng hơn ở thời đoạn 1h - 24h.

Từ khóa: Cấp mưa; Cường độ mưa; Mùa mưa; Ngày mưa và giờ mưa

Abstract

Rainfall characteristics in Vinh city, Nghe An province

Analysis of rainfall characteristics in Vinh city, Nghe An province plays an important part in forecasting/warning urban flood. The purpose of this study is to analyze rainfall variation according to rainy season, rainy day and rainy hour, rain characteristics according to rain level and intensity of rain, and explain the mechanism of rainfall in the study area. The trend analysis of Mann-Kendall, classification of rainfall level by percentile, statistical method were used. The results showed that, rainfall in Vinh station tends to increase from August, maximum in September and October, then decrease in the other months. Rainfall in Vinh station tends to increase from 19pm to 9am the next morning and this trend is not most obvious in the 2h - 12h period and more obvious in the 1h - 24h period.

Keywords: Rain level; Rainfall intensity; Rainy season; Rainy day and rainy hour

1. Giới thiệu

Rất nhiều các thông tin về mưa mang tính khí hậu đều dựa trên giá trị trung bình tháng, trung bình mùa và trung bình năm, vốn được tính toán dựa trên giá trị trung bình ngày ở từng trạm quan trắc. Tuy nhiên, các thông tin về mưa ở quy mô thời gian nhỏ hơn như giờ, thậm chí là phút có vai trò cực kì quan trọng trong việc quản lý hệ thống tưới tiêu, các

hoạt động nông nghiệp và nghiên cứu về xói mòn đất,... Biến đổi chu kỳ ngày của mưa, cường độ mưa có thể cung cấp những thông tin thú vị, phản ánh những đặc trưng mưa mang tính địa phương của từng khu vực. Có rất nhiều khu vực ở Việt Nam, lượng mưa cực đoan xuất hiện chỉ trong vài giờ nhưng có thể gây nên tình trạng lũ lụt nghiêm trọng, do lượng nước đến vượt quá sức chứa giới hạn của

các hồ chứa nước. Điều này xảy ra rất phổ biến ở khu vực Trung Bộ.

Sự biến đổi của mưa chu kỳ ngày được nghiên cứu khá nhiều trên thế giới. Một trong những nghiên cứu sớm nhất phải kể đến là của Kincer (1961) [7] với nghiên cứu về biến đổi mưa chu kỳ ngày ở Hoa Kỳ. Sau đó, nhiều nghiên cứu khác đã được tiến hành đối với các khu vực khác nhau trên thế giới. Bleeker và Andre (1951) [1] tiến hành nghiên cứu tần suất xuất hiện mưa ban đêm tại trung tâm Hoa Kỳ, và những đóng góp của quá trình nóng lên hoặc lạnh đi dẫn đến sự biến đổi của hoàn lưu quy mô lớn tại Rocky Mountain. Kousky (1980) [8] tính toán tác động của gió địa phương và địa hình trong việc gây ra mưa ở phía Đông bắc Brazil, khẳng định mối liên hệ chặt chẽ giữa gió gây ra bởi núi cao và gió đất - biển và mưa quan trắc được ở khu vực này. Các nghiên cứu khác cũng đã khẳng định vai trò của địa hình núi cao trong việc kích hoạt các hệ thống đối lưu ở vùng nhiệt đới (Yang và Slingo, 2001 [18]). Deshpande và cộng sự (2012) [1] nghiên cứu đặc điểm gió mùa Tây nam ở Ấn Độ với số liệu sử dụng trạm Cochin (ven biển) và Minicoy (trạm đảo) trong giai đoạn 1973 - 1982. Kết quả nghiên cứu cho thấy có sự thay đổi lượng mưa ngày cực đại sau nửa đêm và cuối giờ chiều. Biên độ biến động lượng mưa ngày rất lớn đối với các đợt mưa có cường độ mạnh ở thời đoạn mưa 250 giờ với trạm Cochin và 110 giờ đối với Minicoy. Đặc biệt nghiên cứu tập trung phân tích thời đoạn mưa 24 h vì đây là thời đoạn mưa quan trọng trong việc quản lý tài nguyên nước và kiểm soát lũ lụt. Roy và Balling (2007 [12], 2009 [13]) phân tích chu kỳ ngày của mưa trên khu vực Ấn Độ với dữ liệu mưa cho 78 trạm, giai đoạn 1980 đến 2000. Phân bố mưa dọc phía Tây lục địa Ấn Độ chủ yếu tập trung vài giờ sau nửa đêm cho đến sáng,

song sâu trong lục địa thời gian bắt đầu từ chiều đến tối do quá trình đối lưu cực bộ gây nên. Nghiên cứu của Shashikant (2018) [14] phân tích đặc trưng mưa ngày trên khu vực Ấn Độ như sau: 1) Sử dụng số liệu mưa giờ để phân cấp cường độ mưa theo phương pháp phân vị; 2) Phân tích chu kỳ mưa theo tháng, năm và mùa tương ứng với từng loại cường độ mưa; 3) Phân tích xu thế và kiểm định phương trình xu thế mưa theo tháng, năm và mùa. Kết quả nghiên cứu chỉ ra lượng mưa có cường độ mưa khác nhau hàng tháng, năm và mùa gió mùa của bốn trạm không đảm bảo tính thống kê. Xu hướng thế và cường độ mưa ở phía Đông và phía Bắc của lục địa Ấn Độ không có sự thay đổi.

Ở Việt Nam, các nghiên cứu chủ yếu tập trung phân tích lượng mưa ngày lớn nhất (Phan Văn Tân và cộng sự, 2008 [15]; Chu Thị Thu Hường., 2014 [3]; Mai Văn Khiêm và cộng sự., 2014 [6], Thái Thị Thanh Minh và cộng sự, 2018 [11]). Kết quả cho thấy, lượng mưa ngày lớn nhất tập trung trong các tháng mùa mưa. Tần suất lặp 20 năm, không có nhiều nơi có lượng mưa lớn nhất trên 400 mm. Tần suất lặp 50 năm, lượng mưa ngày lớn nhất nhiều nơi trên 400 mm. Trong khi, tần suất lặp 100 năm, chỉ một số nơi có lượng mưa ngày trên 500 mm ở Bắc Quang, Thanh Hóa, Vinh và Đà Nẵng. Tuy nhiên, cho tới thời điểm hiện tại việc nghiên cứu về biến đổi chu kỳ ngày của mưa ở Việt Nam còn rất ít và hạn chế. Vì vậy, mục tiêu của bài báo sẽ phân tích đặc điểm biến đổi mưa theo mùa mưa, ngày mưa và giờ mưa.

2. Số liệu và phương pháp

2.1. Số liệu

Nguồn số liệu được sử dụng trong nghiên cứu là: Số liệu quan trắc mưa giờ tại Vinh, được thu thập tại Đài Khí tượng Thủy văn Bắc Trung Bộ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

*** Phương pháp thống kê**

Được sử dụng trong phân tích các đặc trưng trung bình, phân vị tương ứng với các loại mưa, ngưỡng mưa khác nhau.

*** Phương pháp phân tích xu thế**

Phương pháp Mann-Kendall (Hirsch và cộng sự, 1993) được sử dụng để tính toán xu thế biến đổi theo thời gian của phân vị mưa. Phương pháp Mann-Kendall là phương pháp phi tham số dùng để xác định xu thế trong một chuỗi dữ liệu thời gian. Phương pháp này so sánh biên độ tương đối của dữ liệu hơn là bản thân giá trị của các dữ liệu đó. Điều này giúp tránh được xu thế giả tạo do một vài giá trị cực trị cục bộ gây ra.

Cách xác định hệ số Sen slope: Về bản chất hệ số Sen slope hay hệ số góc Sen được đặc trưng cho xu thế biến đổi của các đại lượng khí hậu, cũng giống như hệ số a_1 trong phương trình hồi quy tuyến tính một biến. Nghĩa là, xu thế biến đổi của từng đại lượng khí hậu tăng lên hay giảm đi phụ thuộc vào dấu của hệ số Sen slope, còn mức độ tăng giảm phụ thuộc vào giá trị tuyệt đối của hệ số đó.

Độ tin cậy của hệ số Sen slope: Được đánh giá thông qua kiểm nghiệm Fisher hay Student,... Song để đánh giá độ tin cậy của hệ số Sen slope, các tác giả thường dùng kiểm nghiệm của Mann-Kendall và được thể hiện thông qua chỉ số p-value.

2.3. Lựa chọn cấp độ mưa và thời đoạn mưa

*** Cấp độ mưa**

Thông thường, việc phân chia mưa được dựa trên cường độ mưa, ví dụ trên 16 mm/ngày được gọi là mưa lớn Shashi Kant (2018) [12]. Đối với Việt Nam, việc phân cấp cường độ mưa dựa vào Thông tư 41/2017/TT-BTNMT, ngày 23/10/2017

[1], được phân thành 7 cấp cho lượng mưa 12 h, trong đó cấp mưa lớn nhất với R trong 12 h trên 50 mm. Tuy nhiên, các khu vực khác nhau có các đặc trưng mưa rất khác nhau, nếu áp dụng ngưỡng mưa lớn chung cho tất cả các khu vực sẽ không phản ánh đúng được sự khác biệt giữa các trạm. Để xét đến khía cạnh mang tính địa phương này, nghiên cứu sử dụng phương pháp phân vị để phân chia các ngưỡng mưa khác nhau dựa trên cường độ mưa. Công thức tính phân vị được viết như sau:

$$P_t = l + \frac{h}{f} \left(\frac{iN}{100} - c \right); i = 1, 2, 3, \dots, 99$$

Trong đó, l là biên dưới của nhóm phân vị; h là độ cao nhóm phân vị; f là tần suất nhóm phân vị; N là tổng số quan trắc; c là tần số tích lũy nhóm phân vị. Trên cơ sở đó, nhóm tác giả phân cấp cường độ mưa tương ứng với các phân vị (Bảng 1).

Bảng 1. Cường độ mưa tương ứng với các phân vị

STT	Loại mưa	Phân vị (%)
1	Mưa rất nhỏ	< 50
2	Mưa nhỏ	50 - 75
3	Mưa vừa	75 - 90
4	Mưa lớn	90 - 95

*** Thời đoạn mưa**

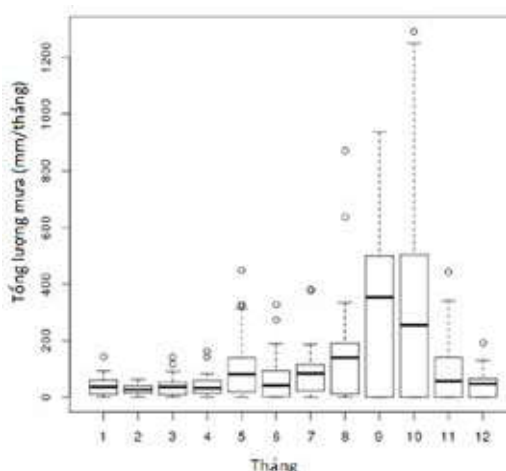
Dickinson T. (1977) [4] lựa chọn thời đoạn mưa 5, 10, 15, 30, 120, 360, 420 và 1440 phút khi xây dựng đường cong cường độ - tần suất - thời đoạn (IDF) mưa. Tiếp đến nghiên cứu của Lê Minh Nhật và cộng sự (2006 [9], 2008 [10]) lựa chọn thời đoạn mưa là 6 phút, 10 phút, 15 phút,... đến 1h cho Nagoya, Nhật Bản; Deagu, Hàn Quốc; và Malaysia. Tarana A. Solaiman và cộng sự (2011) [16] lựa chọn thời đoạn mưa 1h, 2h, 6h, 12h, 24h để tính toán cường độ mưa trong tương lai. Song Demarée G. R. và cộng sự (2013) lại lựa chọn thời đoạn mưa 15, 30, 45, 60 và 1440 phút

tương ứng với 0.25, 0.5, 0.75, 1 và 24h trong nghiên cứu của mình tại Rwanda, Trung Phi. Vũ Văn Thăng và cộng sự (2017) [17] lựa chọn thời đoạn mưa 1h, 2h, 6h, 12h và 24h cho Hà Tĩnh để xây dựng đường cong IDF mưa. Dựa trên các nghiên cứu ở trên, nhóm tác giả lựa chọn thời đoạn mưa 1h, 2h, 6h, 12h và 24h. Bởi lẽ, đây là thời đoạn mưa được lựa chọn trong nghiên cứu tại Việt Nam, dễ dàng trong đối sánh kết quả nghiên cứu.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc trưng biến đổi của mùa mưa

Hình 1 thể hiện sự biến đổi mưa theo mùa tại Vinh. Có thể nhận thấy, mùa mưa tại đây tập trung từ tháng 8 đến tháng 10, lớn nhất vào tháng 9 và tháng 10. Lượng mưa nhỏ lại vào tháng 1, 2, 3, 4 và tháng 12. Lượng mưa trung bình khoảng 20 - 100 mm/tháng, giá trị mưa cực trị thường rất lớn, khoảng 1000 - 1500 mm/tháng. Có thể giải thích sự biến đổi lượng mưa trên khu vực thành phố Vinh thông qua cơ chế hoàn lưu. Từ tháng 1 đến tháng 3, áp cao cận nhiệt đới với tâm ở đảo Đài Loan mở rộng sang phía Tây và thống trị Việt Nam. Do đó, thời gian từ tháng 1 đến tháng 3 đều là mùa khô. Sang tháng 4, khu vực này không chịu sự ảnh hưởng của áp cao này nữa, gió thịnh hành chủ yếu là gió Đông và gió Đông nam, tạo điều kiện cho sự di chuyển dần lên phía Bắc của dải mưa xích đạo. Tháng 5, áp cao cận nhiệt đới tiếp tục rút lui, tạo điều kiện cho sự mở rộng của đới gió Tây ở khu vực Ấn Độ Dương phát triển tới bán đảo Đông Dương và khu vực Đông Á, mưa bắt đầu xuất hiện.



Hình 1: Biểu đồ biểu diễn sự biến đổi của mưa tại trạm Vinh

Trong các tháng tiếp theo, từ tháng 6 đến tháng 7, đới gió Tây và Tây nam tiếp tục tăng cường, đồng thời với sự mở rộng lên phía Bắc của dải hội tụ nhiệt đới. Trong các tháng tiếp theo của mùa hè, hiệu ứng phon tiếp tục được duy trì, do đó, mùa hè vẫn là mùa khô ở khu vực thành phố Vinh. Cuối tháng 7 và tháng 8, rãnh gió mùa khơi sâu, tạo điều kiện cho số lượng các cơn bão di chuyển vào miền Bắc Việt Nam. Sang tháng 9, gió mùa Tây nam bắt đầu suy yếu, song có sự kết hợp khối không khí lạnh từ Siberia và ITCZ đã gây ra mưa lớn. Tháng 11, áp cao cận nhiệt đới Tây Thái Bình Dương di chuyển ngược sang phía Tây và thống trị Việt Nam. Điều này đã dẫn đến sự kết thúc mùa mưa và chuyển sang mùa khô ở thành phố Vinh. Sự hiện diện của dải áp cao cũng đẩy dải hội tụ nhiệt đới rất sâu xuống phía Nam, đánh dấu sự kết thúc của gió Mùa mùa hè châu Á. Như vậy, cơ chế gây mưa lớn ở thành phố Vinh có thể được giải thích dựa trên 3 yếu tố chính: địa hình, xâm nhập lạnh và nhiễu động nhiệt đới.

3.2. Đặc trưng biến đổi của mưa ngày

Biến đổi chu kỳ ngày mưa tại Vinh được biểu diễn trung bình lượng mưa giờ từ 0h đến 24h (Hình 2a). Thực tế cho thấy biến đổi chu kỳ ngày của lượng mưa

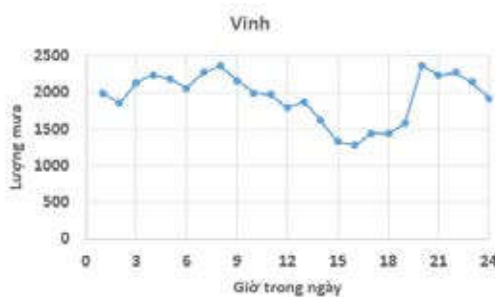
Nghiên cứu

phản ánh rõ nhất sự thay đổi quy mô địa phương tại 1 trạm. Nhìn chung, lượng mưa xuất hiện về đêm và sáng, giảm vào buổi chiều và có xu hướng tăng ngược lại sau 18h tối.

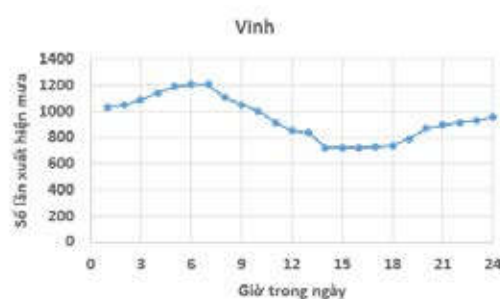
Tại trạm Vinh, mưa chu kỳ ngày có sự khác biệt: Lượng mưa duy trì đều từ 0h tới 8h, đạt cực đại lúc 8h với lượng mưa ở khoảng 2400 mm. Sau đó, lượng mưa giảm nhanh xuống khoảng 1200 mm vào lúc 16h, sau đó tăng ngược trở lại,

đạt cực đại thứ 2 vào lúc 20h với ngưỡng mưa khoảng 2400 mm. Sau đó, mưa lại cho thấy xu thế giảm từ 20h tới 24h, trở về ngưỡng dưới 2000 mm.

Hình 2b chỉ ra biến đổi tần số xuất hiện mưa chu kỳ ngày tại trạm Vinh. Từ hình cho thấy số lần mưa cực đại thường xuất hiện vào khoảng 7h giờ, sau đó giảm nhanh tới 16h và có dấu hiệu tăng trở lại sau 16h.



(a)

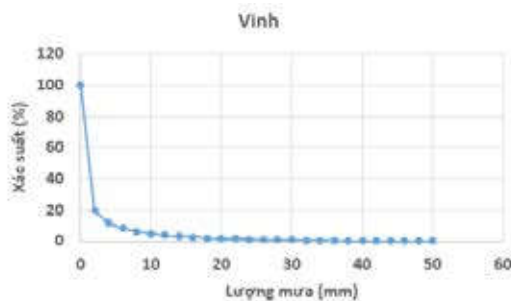


(b)

Hình 2: (a) Biến đổi lượng mưa giờ trong ngày; (b) Biến đổi tần số xuất hiện chu kỳ mưa ngày tại trạm Vinh

3.3. Đặc trưng biến đổi của mưa giờ

Cường độ mưa tại trạm Vinh xấp xỉ 2.05 mm/h và độ lệch chuẩn có giá trị 5.3. Điều đó cho thấy cường độ mưa tại đây khá lớn. Nguyên nhân gây mưa là tương tác kết hợp nhiều yếu tố, bao gồm xâm nhập lạnh, ITCZ, bão,...trong đó, địa hình có vai trò quan trọng trong việc tăng cường các dòng mực thấp và gây mưa do địa hình.



Hình 3: Hàm phân bố tích lũy mưa giờ tại trạm Vinh

Hình 3 chỉ ra phân bố tích lũy mưa giờ tại trạm Vinh với xác suất xuất hiện mưa giảm rất nhanh từ 100% đến 20% với cường độ mưa 0 đến 2 mm/h. Cường độ mưa ngày có xu thế tăng từ sau 19h tối tới trước 9h sáng hôm sau. Ngoài ra, mưa có xu thế tăng về lượng mưa, số giờ mưa, tuy nhiên lượng mưa có sự tăng mạnh hơn số giờ mưa.

3.4. Biến đổi cường độ mưa theo cấp mưa

Cường độ mưa theo cấp mưa được lựa chọn trên Bảng 1. Kết quả tính toán hệ số Sen Slope với các ngưỡng phân vị khác nhau được chỉ ra trên Bảng 2 và kiểm nghiệm bởi phương pháp phi tham số Mann Kendall (p-value). Với phân vị < 50%, hệ số Sen slope đạt giá trị 0.51, đồng nghĩa cường độ mưa có xu thế tăng ở ngưỡng phân vị này. So với các phân vị

khác, ngưỡng phân vị 50 - 75%, cường độ mưa có xu thế tăng nhanh nhất, ứng với hệ số Sen slope 1.74. Tuy nhiên, khoảng phân vị từ 75 - 90%, cường độ mưa có xu thế giảm nhẹ, hệ số Sen slope có giá trị âm (-0.24). Đặc biệt đối với ngưỡng 90 - 95 % là ngưỡng mưa lớn, có khả năng gây lũ lụt và nhiều thiệt hại khác, xu thế tăng mạnh với hệ số Sen slope là 1.64. Mưa trong ngưỡng này thường hiếm xuất hiện hơn, và được gây ra bởi sự kết hợp của nhiều hình thể thời tiết phức tạp như ITCZ kết hợp không khí lạnh, không khí lạnh kết hợp địa hình, hoặc hội tụ gió trên cao kết hợp không khí lạnh.

Bảng 2. Hệ số Sen slope tương ứng với các phân vị khác nhau tại trạm Vinh

Phân vị	p-value	Sen slope
< 50%	0.47	0.51
50 - 75%	0.07	1.74
75 - 90%	1.00	-0.24
90 - 95%	0.70	1.64

3.5. Biến đổi cường độ mưa theo thời đoạn mưa

Thời đoạn mưa được lựa chọn để đánh giá là 1h, 2h, 6h, 12h và 24h. Bảng 3 chỉ ra hệ số Sen slope ứng với các thời đoạn mưa khác nhau. Có thể nhận thấy tại trạm Vinh, giá trị mưa cực đại thời đoạn 1h có xu thế tăng với hệ số Sen slope nhận được là 1.26, song giá trị p-value chỉ đạt 0.04. Điều đó cho thấy cường độ mưa ở thời đoạn 1h không thật sự mạnh.

Xu thế mưa cực đại thời đoạn 2h được chỉ ra trên Bảng 3. Xu hướng mưa tăng tại trạm Vinh thể hiện hệ số Sen slope đạt giá trị 0.88. Song với thời đoạn 6h, 12h, 24h mức tăng khá cao, với hệ số Sen slope là 2.78; 1.7 và 2.45 tương ứng với giá trị p-value là 0.8; 0.47 và 0.17. Điều đó cho thấy nguy cơ xảy ra mưa lớn và mưa lớn kéo dài khá cao tại trạm Vinh.

Bảng 3. Hệ số Sen slope tương ứng với thời đoạn mưa khác nhau tại trạm Vinh

Thời đoạn mưa	p-value	Sen slope
1h	0.04	1.26
2h	0.22	0.88
6h	0.8	2.78
12h	0.47	1.7
24h	0.17	2.45

4. Kết luận

Từ phân tích và nhận định trên nhóm tác giả đưa ra một số kết luận sau:

Mưa ở các trạm ở Vinh có xu thế tăng từ tháng 8, cực đại vào tháng 9, tháng 10 sau đó giảm mạnh trong các tháng còn lại. Sự khác biệt của mưa chu kỳ năm gây ra bởi các cơ chế mưa khác nhau.

Cơ chế gây mưa lớn ở Vinh là do sự tương tác của nhiều yếu tố bao gồm địa hình, nhiễu động trong đới gió Đông và xâm nhập lạnh.

Mưa ở Vinh có xu hướng tăng từ sau 19h tối tới trước 9h sáng hôm sau. Nhìn chung mưa có xu thế tăng về lượng mưa, số giờ mưa, tuy nhiên lượng mưa có sự tăng mạnh hơn số giờ mưa, cho thấy xu thế tăng của cường độ mưa.

Biến đổi chu kỳ ngày của mưa lớn cho thấy sự chênh lệch mạnh giữa mưa buổi sáng và mưa buổi chiều không rõ ràng tại trạm Vinh. Ngoài ra, xu thế cường độ mưa chỉ tăng ở một vài ngưỡng nhất định.

Sử dụng hệ số Sen slope và kiểm nghiệm phi tham số Mann Kendal cho trạm Vinh cho thấy mưa lớn ở tất cả các thời đoạn dường như cho xu thế mưa không rõ ràng với các giá trị p-value tương đối lớn. Xu thế này không rõ ràng nhất ở các thời đoạn 2h - 12h và rõ ràng hơn ở thời đoạn 1h - 24h.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2017). *Thông tư quy định kỹ thuật đánh*

Nghiên cứu

giá chất lượng dự báo, cảnh báo khí tượng. Thông tư số 41, ngày 23 tháng 10 năm 2017.

[2]. Bleeker, W. and Andre, M. J. (1951). *On the diurnal variation of precipitation, particularly over central U.S.A., and its relation to large-scale orographic circulation systems*. Q.J.R. Meteorol. Soc., Vol.77, pp 260 - 271.

[3]. Chu Thị Thu Hường (2015). *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến một số cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam*. Luận án tiến sĩ.

[4]. Dickinson, T. (1977). *Rainfall intensity-frequency relationships from monthly extremes*. Journal of Hydrology, Vol 35, pp.137 - 145.

[5]. Deshpande, N. R., Kulkarni, A. and Krishna Kumar, K., (2012). *Characteristic features of hourly rainfall in India*. Int. J. Climatol., 32, 11, 1730 - 1744.

[6]. Mai Văn Khiêm và cộng sự (2015). *Nghiên cứu xây dựng atlas khí hậu và biến đổi khí hậu Việt Nam*. Đề tài khoa học cấp Nhà nước, mã số BĐKH-17.

[7]. Kincer, J. B., (1916). *Daytime and nighttime precipitation and their economic significance*. Mon. Wea. Rev., 44, 628 - 633.

[8]. Kousky, V.E., (1980). *Diurnal Rainfall Variation in Northeast Brazil*. Mon. Wea. Rev., Vol.108, pp 488 - 498.

[9]. Minh Nhat, L., Y. Tachikawa, and K. Takara (2006). *Establishment of Intensity-Duration-Frequency curves for precipitation in the monsoon area of Vietnam*. Annuals of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, N° 49B.

[10]. Minh Nhat, L. (2008). *Development of Intensity-Duration-Frequency Relationships Based on Scaling Characteristics of Rainfall Extremes*. Doctoral Dissertation

[11]. Thái Thị Thanh Minh và cộng sự (2018). *Phân bố không gian mưa cực trị trên 7 vùng khí hậu Việt Nam, giai đoạn 1961 - 2010*. Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường, số 20, tháng 6/2018.

[12]. Roy Sen, S. and Robert C. Balling Jr. (2007). *Diurnal variations in summer season precipitation in India*. Int. J. Climatol., 27, 969 - 976.

[13]. Roy, S. S., (2009). *A spatial analysis of extreme hourly precipitation patterns in India*. Int. J. Climatol., 29, 3, 345 - 355.

[14]. Shashi Kant (2018). *Trend and variability of hourly intensity of rainfall over eastern and northern part of Uttar Pradesh during 1969-2014*. MAUSAM, 69, 4 (October 2018), 577 - 588.

[15]. Phan Văn Tân và cộng sự (2008). *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó*. Đề tài Khoa học Cấp Nhà nước, Mã số KC08.29/06-10.

[16]. Tarana A. Solaiman and Slobodan P. Simonovic (2011). *Development of probability based intensity-duration-frequency curves under climate change*. Report No.072, Department of civil and environmental engineering, The university of western Ontario, London, Ontario, Canada.

[17]. Vũ Văn Thắng và cộng sự (2017). *Dự tính biến đổi khí hậu và đánh giá sự thay đổi mưa cực đoan cho Hà Tĩnh*. Tạp chí Khoa học biến đổi khí hậu, số 1, trang 55 - 61.

[18]. Yang, G. and J. Slingo (2001). *The Diurnal Cycle in the Tropics*. Mon. Wea. Rev., Vol.129, pp 784 - 801.

BBT nhận bài: 05/10/2020; Phản biện xong: 14/10/2020; Chấp nhận đăng: 15/12/2020