

# XU THẾ BIẾN ĐỔI PHI TUYẾN TÍNH CỦA MƯA CỰC ĐOAN TRÊN KHU VỰC VIỆT NAM

Bùi Minh Tuấn

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc Gia Hà Nội

Ngày nhận bài: 21/2/2022; ngày chuyển phản biện: 22/2/2022; ngày chấp nhận đăng: 16/3/2022

**Tóm tắt:** Mưa cực đoan thường xuyên xuất hiện ở Việt Nam gây rất nhiều thiệt hại về con người và kinh tế, xã hội. Cùng với xu thế ấm lên của trái đất, mưa cực đoan cũng có xu thế xuất hiện với cường độ nhiều hơn, gây hậu quả nghiêm trọng hơn. Nghiên cứu xu thế biến đổi của mưa lớn đặt ra là một vấn đề có ý nghĩa thực tiễn và khoa học cao. Tuy nhiên, các nghiên cứu về xu thế mưa lớn chủ yếu dựa trên phương pháp phân tích xu thế tuyến tính hoặc phương pháp phi tham số Sen. Các phương pháp này dựa trên giả thiết chuỗi số liệu mưa là dừng (stationary), trong khi trên thực tế chuỗi số liệu mưa là phi tuyến tính, do đó không đưa ra được kết quả chính xác về xu thế biến đổi của mưa. Nghiên cứu này hướng tới phân tích xu thế biến đổi của số ngày mưa cực đoan trên khu vực Việt Nam sử dụng 3 phép phân tích khác nhau, bao gồm phân tích xu thế tuyến tính, xu thế Sen và phương pháp phân tích phổ. Kết quả cho thấy, việc áp dụng phương pháp phân tích phổ giúp đánh giá chính xác hơn về xu thế biến đổi mưa cực đoan trên khu vực Việt Nam. Nhìn chung, số ngày mưa lớn có xu thế tăng ở Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên trong khi xu thế giảm của số ngày mưa lớn ghi nhận tại Đồng bằng Sông Hồng và Nam Bộ. Tuy nhiên, xu thế tăng giảm của mưa là khác nhau trong từng giai đoạn đối với mỗi vùng khí hậu.

**Từ khóa:** Phân tích phổ, mưa cực đoan, kiểm nghiệm Mann-Kandall, xu thế Sen, hồi quy tuyến tính.

## 1. Mở đầu

Hiện tượng ấm lên toàn cầu đang diễn ra mạnh mẽ và gây ra những thay đổi lớn trong hệ thống khí hậu toàn cầu. Một trong những sự thay đổi này được thể hiện trong sự biến đổi của các hiện tượng thời tiết và khí hậu cực đoan, như nắng nóng và mưa lớn. Các bằng chứng cho thấy trong vòng vài thập kỉ qua, có sự gia tăng cả về tần số và cường độ của các hiện tượng khí tượng cực đoan với sự vượt ngưỡng về cả cường độ và thời gian kéo dài của số ngày nắng nóng, mưa lớn. Điều này dẫn đến hạn hán và lũ lụt nghiêm trọng ở một số khu vực [13].

Mưa lớn thường xuyên xuất hiện ở Việt Nam và gây rất nhiều thiệt hại đối với con người, xã hội và môi trường. Tuy nhiên, nghiên cứu và dự báo mưa lớn ở Việt Nam còn rất hạn chế do sự phức tạp của cơ chế vật lí gây ra hiện tượng này. Nằm trong khu vực giao tranh của ba hệ thống gió mùa lớn, bao gồm gió mùa mùa hè Ấn Độ,

gió mùa mùa hè Đông Á và gió mùa mùa hè Tây Thái Bình Dương, thời tiết của Việt Nam chịu tác động bởi cả ba hệ thống này. Mặt khác, địa hình Việt Nam trải dài trên nhiều vĩ độ, với ba phần tư diện tích là đồi núi, thời tiết cũng có sự phân hóa rất mạnh giữa các vùng khí hậu. Do đó, đặc trưng của mưa lớn giữa các vùng miền cũng có sự khác biệt rất lớn.

Một trong những hướng nghiên cứu chính về mưa lớn ở Việt Nam là nhận dạng các hình thể quy mô lớn gây mưa lớn. Các nghiên cứu chủ yếu dựa trên phương pháp synop và thống kê một số lượng lớn các hình thể gây mưa, sau đó tổng quát thành những nhóm hình thể gây mưa chính. Ở Bắc Bộ, xoáy thuận nhiệt đới và dải hội tụ nhiệt đới là hai trong những nhân tố quan trọng gây mưa lớn. Trong một số trường hợp, mưa lớn gây ra bởi các hiện tượng này được tăng cường bởi không khí lạnh hoặc sự phát triển của rãnh mực cao [1]. Ở vùng Trung Bộ, một trong những điều kiện gây mưa lớn điển hình là bão và áp thấp nhiệt đới, dải hội tụ nhiệt đới có tác động của không khí lạnh. Đặc biệt,

Liên hệ tác giả: Bùi Minh Tuấn

Email: tuanbm183hus@vnu.edu.com

dãy Trường Sơn chạy dọc theo hướng Tây Bắc Đông Nam có vai trò là bức tường chắn các dòng mực thấp, gây mưa lớn do hiệu ứng địa hình. Do đó, ở vùng núi Bắc Trung Bộ, mưa lớn diện rộng thường có một số tâm mưa rất lớn được hình thành do ảnh hưởng của điều kiện địa hình đặc biệt. Tại các tâm mưa này, lượng mưa rất lớn có thể xuất hiện trong thời gian ngắn. Đồng thời, do sự phát triển chậm của các hệ thống quy mô lớn như xâm nhập lạnh, những đợt mưa lớn kéo dài hai đến ba ngày thậm chí mưa thành nhiều đợt liên tiếp kéo dài tám đến ngày [2, 3]. Mưa lớn ở Nam Bộ ít xuất hiện hơn, nguyên nhân chính gây mưa lớn ở khu vực này được gây ra bởi sự tương tác của các hiện tượng thời tiết đa quy mô như các dao động 10 - 20 ngày và dao động 30 - 60 ngày [18].

Một số hướng nghiên cứu khác nghiên cứu vai trò của các yếu tố tác động tới sự biến đổi của mưa lớn. Nghiên cứu của Lương Tuấn Minh và Nghiêm Thị Ngọc Linh (2005) [4] cho thấy mùa mưa ở miền Nam Việt Nam chịu tác động mạnh mẽ của dòng xiết Somali. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi dòng xiết Somali mạnh thì ở miền Nam Việt Nam mưa nhiều vào mùa hè và mưa ít vào mùa thu. Ngược lại, dòng xiết Somali yếu gây nên hiện tượng mùa hè mưa ít và mùa thu nhiều mưa. Lê Đình Quang (2005) [2, 6] thấy rằng mưa lớn ở miền Trung từ tháng Chín đến tháng Mười, đôi khi vào tháng Năm, tháng Sáu có sự liên hệ chặt chẽ cấu trúc của dải hội tụ nhiệt đới. Khi các đường đẳng áp có hình dạng đóng kín ở khu vực rãnh áp thấp, kết hợp với không khí lạnh mạnh thì sẽ có khả năng gây mưa cực lớn. Một yếu tố quan trọng liên quan đến sự biến đổi của mưa lớn là ENSO. Ảnh hưởng của ENSO đến mưa ở Việt Nam được nghiên cứu trong nhiều công trình [5, 7]. Kết quả cho thấy trong thời kỳ hoạt động của ENSO có ảnh hưởng lớn nhất đến lượng mưa vùng Nam Bộ và ít ảnh hưởng đến vùng Bắc Bộ. Trong những năm La Nina, mưa lớn có xu hướng xuất hiện nhiều hơn và cường độ lớn hơn ở Trung Bộ. Nghiên cứu của Phạm Vũ Anh (2002) [9] cho thấy, áp cao cận nhiệt Tây Thái Bình Dương và hoàn lưu liên quan đến áp cao này như gió Đông nhiệt đới có liên quan đến mưa lớn ở Trung Bộ. Các nhiễu động trong đới gió Đông, khi gặp điều kiện thuận lợi sẽ tăng cường và trở thành các áp thấp nhiệt đới

di chuyển vào Trung Bộ.

Nghiên cứu các xu thế biến đổi của mưa lớn có vai trò quan trọng trong việc hiểu sâu hơn về sự biến đổi trong thời gian dài của hiện tượng này. Các thông tin về sự biến đổi của mưa lớn có vai trò đặc biệt quan trọng trong nông nghiệp, thiết kế các công trình xây dựng, quản lý tài nguyên nước và phòng tránh thiên tai. Endo [12] cho thấy, mưa cực đoan ở Việt Nam có xu hướng tăng lên ở miền Nam, tuy nhiên cho xu thế giảm ở miền Bắc Việt Nam. Phạm Thanh Hà [16] cho thấy, mưa không gây ra bởi bão và áp thấp nhiệt đới có đóng góp chính dẫn đến sự biến đổi của mưa cực đoan, đặc biệt sự giảm mưa cực đoan ở phía Bắc và sự tăng mưa cực đoan ở phía Nam của Nam Trung Bộ. Trong nghiên cứu khác của Vũ Thanh Hằng và ccs [10], trong giai đoạn 1961 - 2007, mưa có xu thế tăng trên hầu hết cả nước, đặc biệt tăng mạnh trong những năm gần đây, tuy nhiên trong các giai đoạn ngắn, xu thế tăng giảm không đồng nhất giữa các vùng khí hậu.

Các nghiên cứu về xu thế mưa chủ yếu sử dụng phương pháp phân tích xu thế tuyến tính hoặc phương pháp phi tham số Sen [17] và kiểm nghiệm Mann-Kendall [14]. Trong khi phân tích xu thế Sen đưa ra thông tin về biên độ và xu thế, kiểm nghiệm Mann-Kendall xác định xu thế đó có độ tin cậy thống kê hay không. Tuy nhiên các phương pháp này dựa trên giả thiết rằng chuỗi số liệu là dừng (stationary), trong khi trên thực tế, chuỗi số liệu có xu thế biến đổi phi tuyến tính. Việc giả thiết chuỗi số liệu là dừng sẽ dẫn đến việc đánh giá sai khả năng xuất hiện của các hiện tượng cực đoan. Do đó, trong nghiên cứu này, phương pháp phân tích phổ được đề xuất để phân tích xu thế biến đổi phi tuyến tính của mưa cực đoan ở Việt Nam. Phương pháp và số liệu được trình bày trong Chương 2. Kết quả nghiên cứu và kết luận được trình bày trong Chương 3 và 4.

## **2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu**

### **2.1. Số liệu thu thập**

Trong nghiên cứu này, số liệu mưa Việt Nam Gridded Precipitation [15] với độ phân giải 0,1 x 0,1 kinh-vĩ trong khoảng thời gian 31 năm (1980 - 2010) được sử dụng để phân tích các đặc trưng chính của dao động nội mùa của

trường mưa tại Việt Nam. Số liệu VnGP này được nội suy từ số liệu mưa của 481 trạm quan trắc được cung cấp bởi Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia bằng phương pháp Spheremap. Hiện tại, số liệu VnGP được cung cấp bởi Hệ thống Tích hợp và Phân tích Số liệu (Data Integration and Analysis System - DIAS) của Đại học Tokyo, Nhật Bản. Trong đó, ngày xuất hiện mưa cực đoan là ngày có lượng mưa lớn hơn 50 mm. Số ngày mưa của một vùng khí hậu sẽ được lấy trung bình trên toàn bộ các điểm lưới trong vùng khí hậu ấy.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng 3 phương pháp chính để phân tích xu thế mưa, bao gồm phương pháp phân xu thế tích tuyến tính, phương pháp phân tích xu thế Sen và phương pháp phân tích phổ (singular spectral analysis) [11].

Phương pháp phân tích xu thế tuyến tính dựa trên tính toán hệ số hồi quy tuyến tính của chuỗi số liệu theo thời gian. Trong khi đó, với chuỗi số liệu  $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$  trong đó  $x_j$  biểu diễn số liệu tại thời điểm  $j$ . Với tất cả  $N$  giá trị, hệ số Sen được ước lượng là trung bị của dãy gồm  $n(n-1)/2$  phần tử  $(x_j - x_k)/(j-k)$  với  $k=1, 2, 3 \dots n-1; j>k$ .

Để kiểm nghiệm xu thế của chuỗi số liệu, phương pháp kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kandall được sử dụng. Phương pháp này so sánh độ lớn tương đối giữa các phần tử mà không sử dụng chính giá trị của các phần tử của chuỗi. Do đó, phương pháp này giúp đưa ra xu thế của chuỗi không bị tác động quá mạnh bởi các outliers. Đồng thời, phương pháp này cũng không quan tâm tới quy luật phân bố của chuỗi số liệu. Giá trị thống kê Mann-Kendall được định nghĩa như sau:

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

Trong đó:

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

Giá trị tau được gán như sau:

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

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

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} \left[ \sum_{p=1}^g t_p(t_p-1)(2t_p+5) - \frac{n(n-1)(2n+5)}{6} \right]$$

Trong đó,  $g$  là số nhóm trong đó mỗi nhóm là một tập các phần tử của chuỗi có cùng giá trị và  $t_p$  là số các phần tử thuộc nhóm  $p$ .

Giá trị tau dương thể hiện chuỗi có xu thế tăng và giá trị tau âm thể hiện chuỗi có xu thế giảm. Theo cách tính này, tau sẽ cùng dấu với xu thế chuỗi sử dụng ước lượng Sen.

Giá trị  $S > 0$  chỉ xu thế tăng,  $S < 0$  chỉ xu thế giảm.

Phương pháp phân tích phổ được tiến hành dựa trên hai bước: (1) phân tách chuỗi số liệu thành các thành phần phổ khác nhau và (2) xây dựng lại chuỗi số liệu dựa trên kết hợp một vài thành phần dao động này. Trong đó, thành phần đầu tiên biểu diễn xu thế của chuỗi số liệu, các thành phần còn lại biểu diễn các dao động với chu kỳ nhất định. Để tách chuỗi số liệu thành các thành phần phổ khác nhau, ma trận Hankel được xây dựng, với việc chọn bước thời gian trễ  $L$  (window length) như sau:

$$Y = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_L \\ x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_{L+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_K & x_{K+1} & x_{K+2} & \dots & x_N \end{bmatrix}$$

Bước thời gian trễ  $L$  được chọn tùy ý sao cho  $1 < L < N/2$ . Sau đó, ma trận hiệp biến phương sai của ma trận  $Y$  được xây dựng:  $Z = Y^T Y$ . Ma trận này được phân tách thành các eigentriplets sử dụng phương pháp phân tách giá trị kì dị (singular value decomposition). Từ đó, ma trận

$Y$  sẽ được tách thành tổng của  $d$  ma trận, trong đó  $d$  là giá trị lớn nhất của  $i$  với giá trị riêng lớn hơn không.

$$Y = \sum_{i=1}^d Y_i$$

$$Y_i = U_i \sqrt{\lambda_i} V_i^T$$

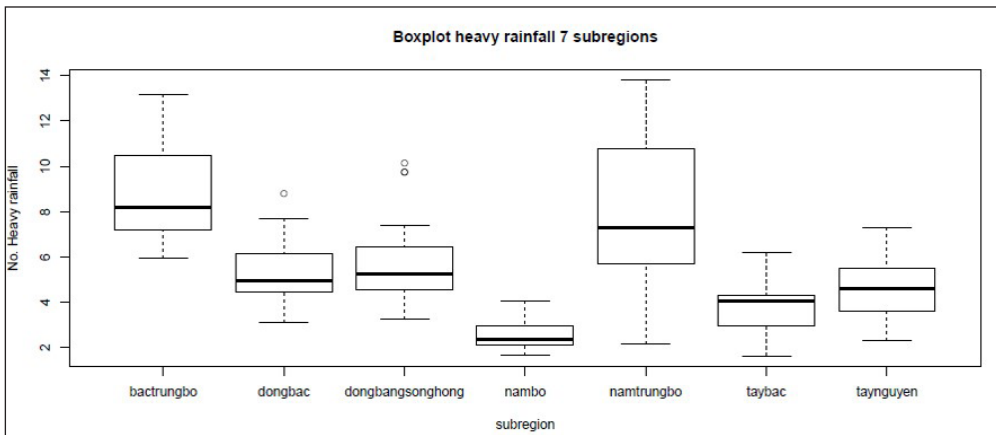
Ở đó,  $\lambda_i$  là giá trị riêng, bộ ba  $(\lambda_i, U_i, V_i^T)$  được gọi là eigentriple. Sau đó, việc xây dựng lại chuỗi số liệu sẽ được thực hiện bằng việc biến đổi một lần nữa ma trận  $Y$  về chuỗi số liệu có độ dài  $N$ .

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Phân bố của số ngày mưa lớn

Phân bố của số ngày mưa lớn trong năm của

7 vùng khí hậu được biểu diễn trong biểu đồ hình hộp (Hình 1). Biểu đồ này cung cấp một số thông tin thống kê của bộ số liệu như sự phân tán, tính đối xứng, sự lệch... thông qua tính các phân vị. Độ cao của hộp (box) tỉ lệ với sự chênh lệch của phân vị 75 (phân vị trên) và phân vị 25 (phân vị dưới). Đồng thời, dựa trên phân vị 50 (trung vị) - giá trị ở giữa của chuỗi số liệu, giúp nhận diện sự phân tán của chuỗi số liệu. Đường phân vị 50 chia hộp thành 2 phần, có thể bằng nhau hoặc không bằng nhau, cho thấy độ lệch phải hoặc trái của chuỗi số liệu. Các thanh ngang biểu diễn những giá trị nằm trong khoảng 1,5 của độ cao hình hộp, là cơ sở để các định các giá trị kì dị. Nếu giá trị nằm ngoài khoảng này sẽ được xem là số liệu ngoại lai, hoặc các giá trị cực đoan.



Hình 1. Biểu đồ hộp biểu diễn số ngày mưa trong năm của 7 vùng khí hậu của Việt Nam

Từ Hình 1 có thể thấy, số ngày mưa lớn có sự khác biệt rất lớn giữa các vùng khí hậu của Việt Nam. Trung vị mưa lớn nhất ở Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ, cho thấy số ngày mưa lớn trong năm xuất hiện lớn nhất ở 2 khu vực này, khoảng 8 đợt mưa lớn/năm. Số ngày mưa lớn có giá trị nhỏ hơn tại khu vực Đông Bắc và Đồng bằng Sông Hồng, với giá trị khoảng 5 - 6 đợt/năm, tiếp theo là Tây Nguyên và Tây Bắc Bộ, với giá trị 4 - 5 đợt/năm. Cuối cùng, Nam Bộ có số ngày mưa lớn trung bình năm nhỏ nhất cả nước, với số ngày mưa trung bình là 2 - 3 đợt/năm.

Dựa trên độ cao các hộp trong Hình 1 cũng cho thấy, khu vực Nam Trung Bộ có sự dao động số ngày mưa lớn giữa các năm lớn nhất, sau đó

là Bắc Trung Bộ, tiếp theo là Đồng bằng Sông Hồng, Đông Bắc Bộ, Tây Nguyên, Tây Bắc và cuối cùng là Nam Bộ. Ở một khía cạnh khác, độ lệch trái phải của chuỗi số liệu được phân tích dựa trên sự khác biệt của độ cao hộp được chia tách bởi trung vị. Trong khi mưa lớn ở các vùng Trung Bộ, Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Sông Hồng, Nam Bộ có xu hướng lệch trái, với phân vị trên xa trung vị hơn phân vị dưới, ngược lại, mưa lớn ở Tây Bắc có xu hướng lệch phải. Trong khi đó, mưa lớn ở Tây Nguyên có hình thể tương đối đối xứng với khoảng cách từ 2 phân vị tới trung vị gần như tương đương.

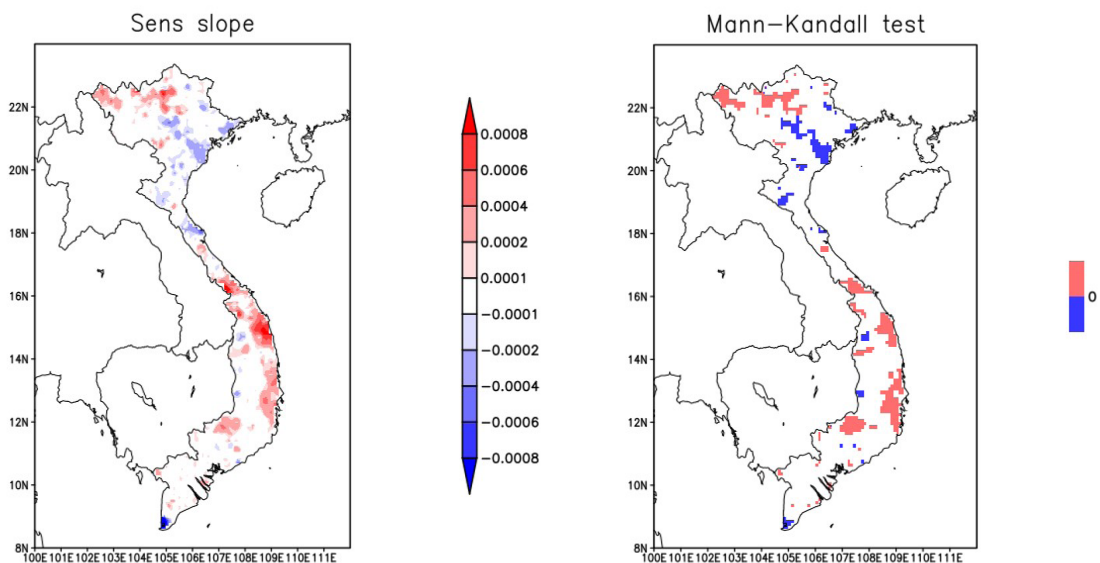
#### 3.2. Xu thế Sen và xu thế tuyến tính

Xu thế biến đổi của số ngày mưa lớn giữa

các vùng khí hậu được phân tích bằng phương pháp xu thế Sen thể hiện trong Hình 2. Điểm mạnh của xu thế Sen so với xu thế tuyến tính là giúp ước lượng được xu thế mà không chịu tác động nhiều bởi những giá trị biến đổi quá mạnh hoặc bất thường. Có thể thấy, xu thế Sen có giá trị tương đối khác biệt giữa các vùng khí hậu. Xu thế Sen cho giá trị dương ở Tây Bắc Bộ, phía Nam của Bắc Trung Bộ, gần như toàn bộ Tây Nguyên và Nam Trung Bộ, cho thấy xu thế tăng của số ngày mưa lớn ở những vùng khí hậu này. Trong khi đó, xu thế Sen cho giá trị âm tại Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Sông Hồng, phía Bắc của Bắc Trung Bộ, cho thấy xu thế giảm của số ngày mưa lớn ở các khu vực này. Kết quả này cũng cho thấy sự phù hợp với những nghiên cứu trước đây

cho thấy, mưa lớn ở Việt Nam có xu thế biến đổi không giống nhau giữa các vùng khí hậu, trong khi đó, số ngày mưa lớn cho xu thế trái ngược rõ rệt giữa Bắc Bộ và Trung Bộ.

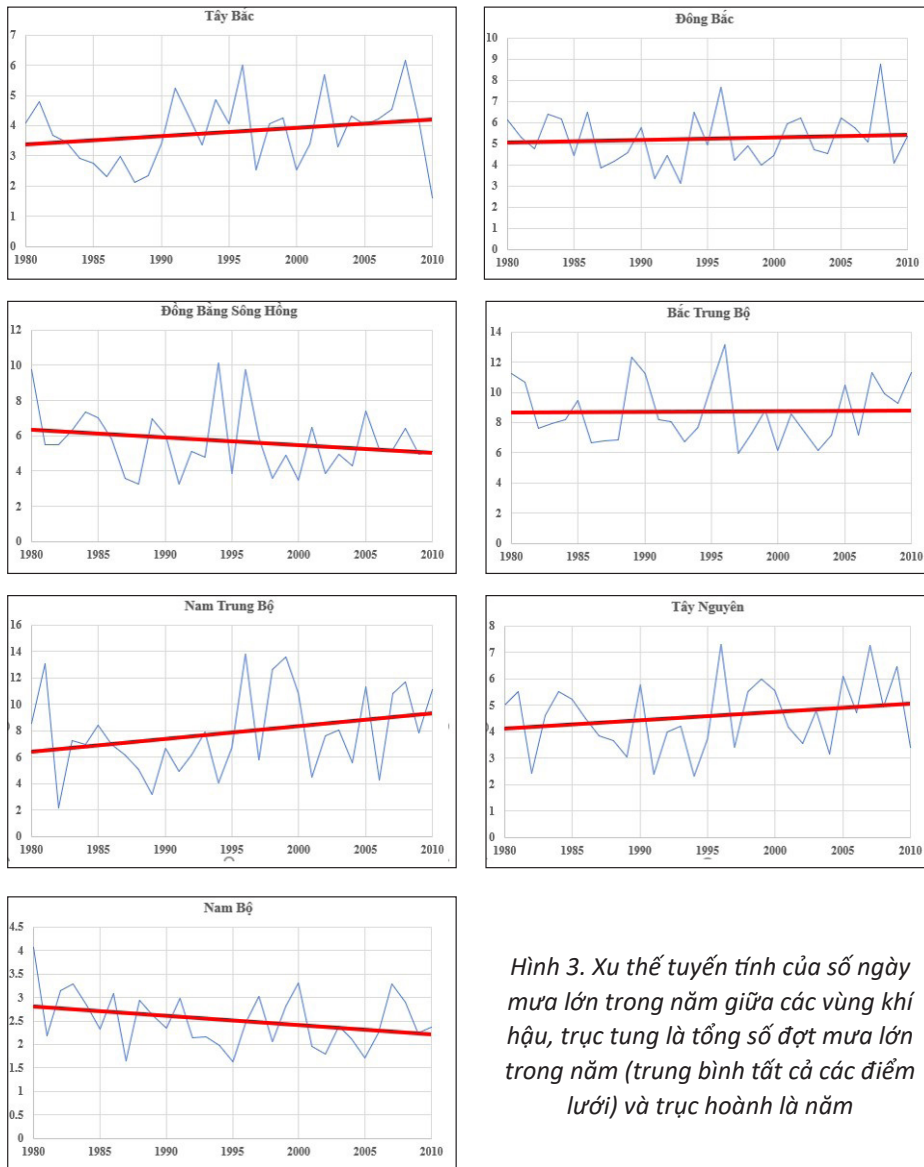
Để đảm bảo ý nghĩa thống kê của xu thế Sen, kiểm nghiệm Mann-Kandall được áp dụng đối với mưa lớn ở Việt Nam. Có thể thấy, kiểm nghiệm Mann-Kandall có giá trị khá đồng bộ với xu thế Sen. Các giá trị dương của giá trị kiểm nghiệm cho tại khu vực Tây Bắc, phía Nam của Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên khẳng định xu thế tăng mưa ở các khu vực này. Đồng thời, giá trị kiểm nghiệm âm tại khu vực Đồng bằng Sông Hồng và 1 số điểm lướn khác thuộc Tây Nguyên và Nam Bộ cũng khẳng định xu thế giảm mưa chắc chắn ở các vùng khí hậu này.



Hình 2. Xu thế Sen của tổng số ngày mưa lớn trong năm (bên trái) và kiểm nghiệm Mann-Kandall với độ tin cậy thống kê 90% (bên phải)

Để thể hiện rõ hơn sự biến đổi của tổng số ngày mưa lớn trong năm, xu thế tuyến tính của số ngày mưa lớn được biểu diễn trong Hình 3. Có thể thấy, xu thế tuyến tính cũng cho kết quả tương tự với xu thế Sen, với sự tăng của số ngày mưa lớn ở Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, trong khi đó, cho xu thế giảm của số ngày mưa lớn tại Đồng bằng Sông Hồng và Nam Bộ. Mặc dù khu vực Bắc Trung Bộ, số ngày mưa lớn có xu thế trái

ngược ở phần phía Bắc và phía Nam của vùng khí hậu này, tuy nhiên nếu lấy trung bình, số ngày mưa lớn vẫn có xu thế tăng. Ngược lại ở khu vực Nam Bộ, mặc dù xu thế mưa không rõ ràng, tuy nhiên nếu lấy trung bình, tổng số ngày mưa lớn trong năm có xu thế giảm. Xu thế tăng mưa mạnh nhất ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, tiếp theo là Tây Bắc Bộ. Ngược lại, xu thế giảm mưa mạnh nhất ở Đồng bằng Sông Hồng, sau đó là Nam Bộ.



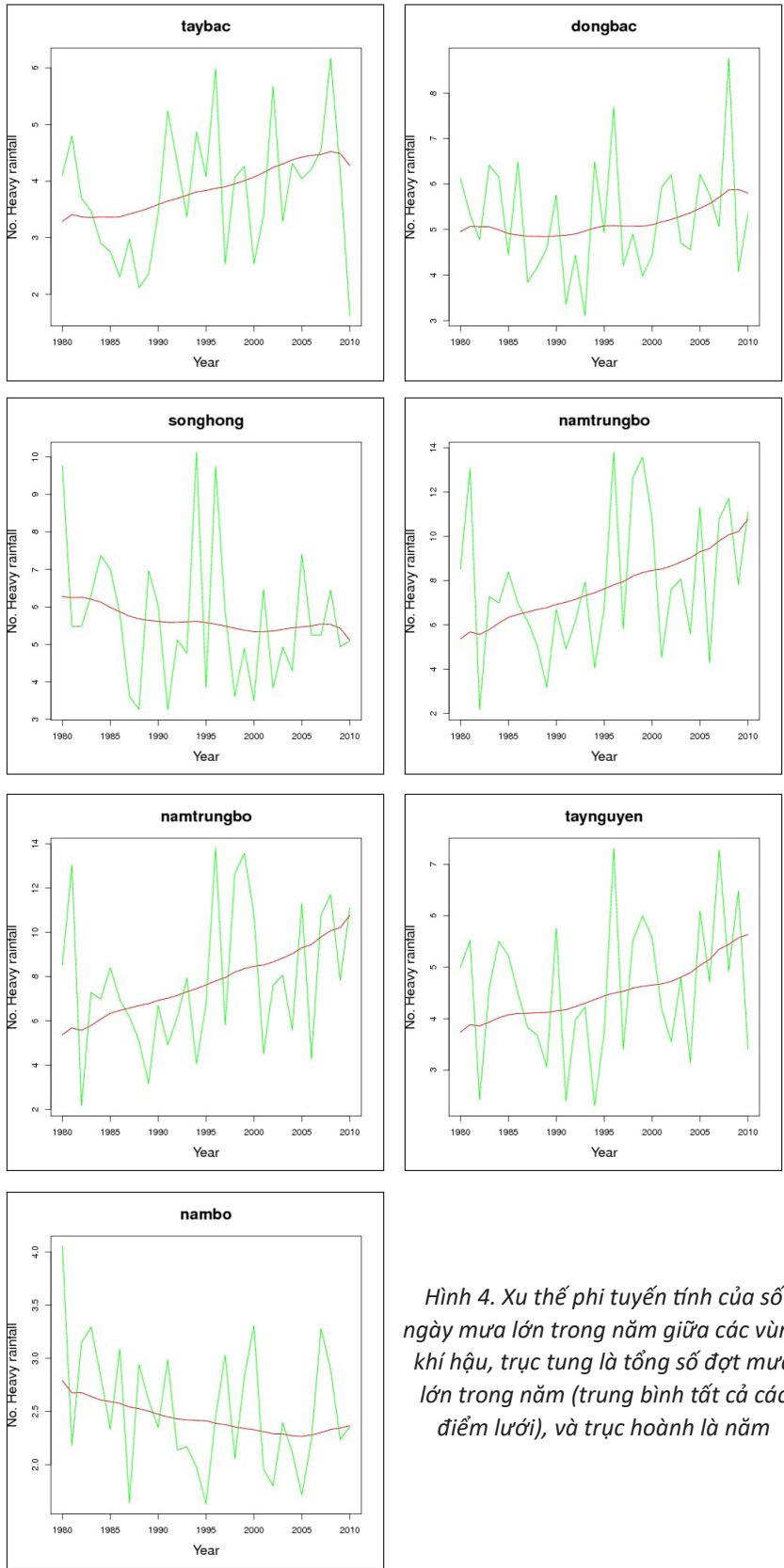
Hình 3. Xu thế tuyến tính của số ngày mưa lớn trong năm giữa các vùng khí hậu, trục tung là tổng số đợt mưa lớn trong năm (trung bình tất cả các điểm lưới) và trục hoành là năm

### 3.3. Xu thế phi tuyến tính

Từ Hình 3 có thể thấy, nhìn chung xu thế tuyến tính nhận diện được xu thế biến đổi của mưa lớn cho toàn giai đoạn ở các vùng khí hậu. Tuy nhiên, giữa các năm, số ngày mưa lớn lại có sự biến động mạnh, đặc biệt trong giai đoạn 1990-2000. Do đó, nếu chỉ dựa vào xu thế tuyến tính sẽ không nhận diện được sự biến động mưa trong từng giai đoạn. Việc sử dụng phương pháp phi tuyến tính sẽ giúp khắc phục được vấn đề này.

Xu thế phi tuyến tính của số ngày mưa lớn

trong năm giữa các vùng khí hậu được biểu diễn trong Hình 4. Nhìn chung, có thể thấy, xu thế phi tuyến tính cũng cho kết quả tương tự với xu thế tuyến tính, với sự tăng của số ngày mưa lớn ở Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, trong khi đó, cho xu thế giảm của số ngày mưa lớn tại Đồng bằng Sông Hồng và Nam Bộ. Tuy nhiên, ở những giai đoạn khác nhau, xu thế phi tuyến tính đã cho thấy được những xu thế biến đổi khác nhau của mưa lớn giữa các vùng khí hậu. Các kết quả chi tiết bao gồm:



Hình 4. Xu thế phi tuyến tính của số ngày mưa lớn trong năm giữa các vùng khí hậu, trục tung là tổng số đợt mưa lớn trong năm (trung bình tất cả các điểm lưới), và trục hoành là năm

Ở khu vực Tây Bắc Bộ, mưa gần như cho xu hướng tăng trong toàn giai đoạn. Tuy nhiên, mưa lớn có xu thế tăng rất nhỏ trong giai đoạn 1980 - 1986, sau đó, xu thế tăng mạnh trong giai đoạn 1986 - 2008. Từ năm 2008 - 2010, mưa lại có xu thế giảm mạnh.

Ở khu vực Đông Bắc Bộ, mưa lớn cũng cho xu thế tăng giảm luân phiên. Từ giai đoạn 1980 - 1990, mưa tăng nhẹ trong đầu giai đoạn, sau đó giảm nhẹ liên tục những năm sau đó. Từ 1991 - 1995 mưa tăng ngược trở lại nhưng lại giảm cho tới năm 2000. Từ năm 2000 - 2009, mưa cho xu thế tăng mạnh và bắt đầu cho xu thế giảm từ năm 2010.

Ở khu vực Đồng bằng Sông Hồng, mưa nhìn chung cho xu thế giảm trong toàn bộ giai đoạn. Ngoại trừ tại đoạn từ năm 1990 - 1995, mưa cho xu thế tăng nhẹ, nhưng lại giảm liên tục những năm sau đó. Từ năm 2000 - 2008, mưa cũng cho xu thế tăng nhẹ, nhưng lại tiếp tục giảm những năm sau đó.

Khu vực Bắc Trung Bộ có sự biến đổi mưa lớn tương đối đột ngột, với lượng mưa giảm mạnh gần như toàn giai đoạn 1981 - 2006, ngoại trừ tăng nhẹ trong năm 1996. Tuy nhiên, từ 2006 tới 2010, mưa lại có xu hướng tăng mạnh ngược trở lại. Điều này cho thấy một xu thế mưa khác biệt so với các vùng khí hậu còn lại, khi mưa từ năm 2009 đều cho xu thế giảm.

Trái ngược với khu vực Bắc Trung Bộ, mưa ở Nam Trung Bộ cho xu thế tăng liên tục trong toàn bộ giai đoạn, ngoại trừ năm 1982 - 1983, có sự giảm mưa không đáng kể. Ở khu vực này, không có sự khác biệt nhiều giữa xu thế tuyến tính và phi tuyến tính.

Tương tự khu vực Nam Trung Bộ, Tây Nguyên cũng cho thấy xu thế tăng gần như toàn bộ giai đoạn, phản ánh mối liên hệ chặt chẽ giữa mưa lớn ở 2 vùng khí hậu này. Mặc dù vậy, xu thế

tăng của số ngày mưa lớn ở Tây Nguyên vẫn nhỏ hơn một chút so với Nam Trung Bộ.

Xu thế giảm mưa ở Nam Bộ khá rõ rệt ở xu thế phi tuyến tính. Mưa gần như giảm liên tục trong toàn bộ giai đoạn từ 1980 - 2005. Từ 2006 đến 2010, mưa có xu thế tăng nhẹ trở lại, tuy nhiên, sự tăng nhẹ này nhỏ hơn rất nhiều so với xu thế giảm trong toàn bộ giai đoạn trước đó.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu này hướng tới phân tích xu thế biến đổi phi tuyến tính của số ngày mưa lớn trong năm tại các vùng khí hậu khác nhau của Việt Nam dựa trên số liệu VnGP và phương pháp phân tích phổ. Kết quả phân tích được so sánh với các phương pháp trước đây như phân tích xu thế Sen và xu thế tuyến tính. Các kết quả thu được như sau:

Dựa trên phương pháp phân tích xu thế Sen và xu thế tuyến tính cho thấy, số ngày mưa lớn có xu thế tăng ở Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, trong khi đó, xu thế giảm tại Đồng bằng Sông Hồng và Nam Bộ. Kết quả này cũng phù hợp với những nghiên cứu trước đây về xu thế biến đổi của mưa lớn ở Việt Nam.

Dựa trên phương pháp phân tích phổ, xu thế mưa cho kết quả tương tự như phương pháp phân tích xu thế Sen và xu thế tuyến tính, tuy nhiên, điểm mạnh của phương pháp này đã cho sự biến đổi khác nhau giữa các giai đoạn. Kết quả này không chỉ cung cấp thêm thông tin chi tiết về sự biến đổi của mưa lớn giữa các vùng khí hậu khác nhau của Việt Nam, mà đưa ra xu thế biến đổi trong toàn giai đoạn chính xác hơn so với việc sử dụng phương pháp phân tích tuyến tính. Đồng thời, kết quả cũng giúp nhận diện những giai đoạn có sự biến đổi mạnh của mưa, đề ra những nghiên cứu trong tương lai để giải thích cơ chế gây ra sự biến đổi này.

**Đóng góp của tác giả:** Toàn bộ nghiên cứu được thực hiện bởi tác giả Bùi Minh Tuấn.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội trong đề tài mã số TN.21.16.

**Lời cam đoan:** Tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.



## Tài liệu tham khảo

### Tài liệu tiếng Việt

1. Cao Đăng Dư, Phùng Đức Chính (2006), "Mưa gây lũ quét ở vùng núi Bắc Bộ", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 07, tr.1-6.
2. Lê Đình Quang (2005), "Mưa lớn ở miền Trung Việt Nam do tác động của không khí lạnh đến dải hội tụ nhiệt đới", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 9, 2005, tr.1-10.
3. Lê Đình Quang và Nguyễn Ngọc Thục (2006), "Mưa lớn ở miền Trung Việt Nam do tác động của không khí lạnh đến dải hội tụ nhiệt đới", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Tập. 548, số. 08, tr. 1-10.
4. Lương Tuấn Minh và Nghiêm Thị Ngọc Linh (2005), "Ảnh hưởng của dòng xiết somali đến mùa mưa ở Việt Nam", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Tập. 538 số. 10, tr.29-34.
5. Mai Trọng Thông và Hoàng Lưu Thu Thủy (2007), "Mối quan hệ giữa lượng mưa với các chỉ số ENSO trên các vùng thuộc lãnh thổ Việt Nam", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, ISSN 8066-8744. Số 553 tháng 1/2007, tr. 2-6.
6. Nguyễn Đức Hậu, Nguyễn Thanh Tùng, Vũ Mạnh Cường (2009), *Khả năng cường độ và hướng xuất hiện gió cực đại khi bão đổ bộ vào vùng duyên hải Miền Trung*, Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
7. Nguyễn Khanh Vân, (2012), "Vai trò của hình thái địa hình đối với mưa lớn ở vùng Bắc Trung Bộ và sự phân hóa giữa Bắc và Nam Đèo Ngang", *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất*, Tập 34 (1), tr.38-46.
8. Nguyễn Khanh Vân (2007), "Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của Enso đến sự biến động của lượng mưa tháng ở Việt Nam", *Viet Nam Journal of Earth Sciences*, 29(2), tr.186-192.
9. Phạm Vũ Anh (2002), "Tín phong và tình hình nghiên cứu mưa lớn có ảnh hưởng của tín phong ở miền Trung", *Tạp chí khí tượng thủy văn*, Số 499, tr.22-28.
10. Vũ Thanh Hằng và cộng sự (2009), "Xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại ở Việt Nam giai đoạn 1961-2007", *Tạp chí Khoa học*, Đại học Quốc gia Hà Nội 2009, Số 25(3S), tr.423-430.

### Tài liệu tiếng Anh

11. Aswathaiah Usha and Nandagiri Lakshman (2020), "Extraction of nonlinear trends in time series of rainfall using singular spectrum analysis", *Journal of Hydrologic Engineering*, 2020, 25(12) 04020053.
12. Endo, N., J. Matsumoto, and T. Lwin (2009), "Trends in precipitation extremes over Southeast Asia", *SOLA*, 5, pp.168-171.
13. IPCC (2013), Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp
14. Kendall, M. G., (1975), *Rank Correlation Methods*. Charles Griffin, London, 272 pp.
15. Nguyen-Xuan, Thanh, et al. (2016), "The Viet Nam gridded precipitation (VnGP) dataset: Construction and validation", *Sola* 12, tr.291-296.
16. Pham-Thanh, H., Ngo-Duc, T., Matsumoto, J., Phan-Van, T., & Vo-Van, H. (2020), "Rainfall Trends in Viet Nam and Their Associations with Tropical Cyclones during 1979-2019", *SOLA*, XXXX, Vol.X, pp.1-16.
17. Sen, P. K., (1968), "Estimates of the regression coefficient based on Kendall's Tau", *J. Am. Stat. Assoc.*, 63, pp. 1379-1389.
18. Thang, V. V., Thanh, C., & Tuan, B. M. (2021), "Multiple-Scale Interactions during an Extreme Rainfall Event over Southern Viet Nam", *Journal of the Earth and Space Physics*, 46(4), pp.259-271.

# NON-LINEAR TREND IN TIME SERIES OF HEAVY RAINFALL IN VIET NAM

Bui Minh Tuan

University of Science, Viet Nam National University, Hanoi

Received: 21/2/2022; Accepted: 16/3/2022

**Abstract:** Viet Nam frequently experiences the most heavy-rainfall-associated severe flood events. Due to global warming, extreme heavy rainfall tends to occur more often and induce significant disaster. Therefore, it is important to study the trend of heavy rainfall in Viet Nam. However, past studies of heavy rainfall trend are mostly based on linear regression or nonparameter method such as Sen method and Mann-Kandall test. However, these methods work with assumption that the time series are considered stationary. This assumption is not true for hydrometeorological variables, which are mostly nonstationary and nonlinear. This study aims to analyze the heavy rainfall trend in Viet Nam using three methods: Linear regression, Sen method and singular spectral analysis. The purpose of using singular spectral analysis is to capture the nonlinear trend of heavy rainfall. The results show that, in general, heavy rainfall exhibits an increasing trend in Northwest, Northeast, North and South Central and Central Highlands while it displays a decreasing trend in Red River Delta and Southern Plain. However, the heavy rainfall shows large fluctuations in different time periods.

**Keywords:** Singular spectral analysis, extreme rainfall, Mann-Kandall test, Sen slope, linear regression.