

# ĐÁNH GIÁ XU HƯỚNG BIẾN ĐỘNG MƯA TRÊN LƯU VỰC SÔNG CẢ GIAI ĐOẠN 1959 - 2016 SỬ DỤNG SỐ LIỆU THỰC ĐO

Lê Thị Thu Hiền, Phạm Văn Chiến

Trường Đại học Thủy lợi

**Tóm tắt:** Bài báo này trình bày các kết quả đánh giá xu hướng biến động mưa tháng, mùa và năm lưu vực sông Cả trong giai đoạn 1959-2016 sử dụng dữ liệu mưa thực đo tại 8 trạm, phân tích thống kê và kiểm định Mann-Kendall. Kết quả thể hiện rằng lượng mưa tháng có xu hướng giảm từ -0.06 đến -3.21 mm/tháng tại vùng thượng và hạ lưu, từ -0.01 đến -1.15 mm/tháng tại vùng trung lưu. Xu hướng giảm không chỉ xuất hiện trong các tháng mùa khô từ tháng V – XI mà còn xảy ra ở các tháng mùa mưa như tháng VI. Lượng mưa tháng có xu hướng gia tăng trong tháng VII, với giá trị lên đến 3.80 mm/tháng. Lượng mưa mùa (cả mùa mưa và mùa khô) giai đoạn nghiên cứu có xu hướng tăng từ 0.26 đến 5.26 mm/mùa cho mùa mưa và từ 0.08 đến 0.43 mm/mùa cho mùa khô tại Đô Lương và Quỳnh Châu. Tại các trạm còn lại, lượng mưa mùa có xu hướng giảm mạnh, với giá trị giảm lên tới -3.4 mm/mùa cho mùa mưa và -1.9 mm/mùa cho mùa khô. Lượng mưa năm có xu hướng giảm mạnh tại Mường Xén, Con Cuông, Sơn Diệm, Hòa Duyệt và Quỳnh Hợp, với giá trị giảm thay đổi từ -2.2 đến -3.7 mm/năm, trong khi tại Tương Dương, Đô Lương và Quỳnh Châu, lượng mưa năm có xu hướng tăng với giá trị lên đến 6.2 mm/năm.

**Từ khóa:** Sông Cả, Biến động mưa, Mann-Kendall.

**Summary:** This paper presents assessment results of variable trends of monthly, season and annual rainfall in Ca river basin in the period from 1959 to 2018 using rainfall data at 8 stations, statistical analysis and non-parametric Mann-Kendall test. The results show that monthly rainfall tends to decrease -0.06 to -3.21 mm/month in the upper and downstream regions, from -0.01 to -1.15 mm/month in the middle region of river basin. A decrease of rainfall occurred not only in dry season (from May to November) but also in June of the wet season. Monthly rainfall tends to increase up to 3.80 mm/month in July. At Do Luong and Quy Chau stations, season rainfall (both dry and wet seasons) increases from 0.26 to 5.26 mm/season for wet season and from 0.08 to 0.43 mm/season for the dry season. At remain stations, season rainfall decreases significantly up to 3.4 mm/season for the dry season and -1.9 mm/season for the wet season. The annual rainfall declines greatly in a range between -2.2 and -3.7 mm/year at Muong Xen, Con Cuong, Son Diem, Hoa Duyet and Quy Hop, while at Tuong Duong, Do Luong and Quy Chau, its' value rises up to 6.2 mm/year.

**Keywords:** Ca river basin, rainfall variation, Mann-Kendall test.

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Mưa là đặc trưng khí tượng chính và vô cùng quan trọng quyết định đến các quá trình hình thành dòng chảy trong chu trình thủy văn và lượng dòng chảy sinh ra trên lưu vực. Đồng thời, mưa cũng là yếu tố bổ sung nước ngầm, giúp cho việc gia tăng độ ẩm của các lớp và tầng đất sát mặt cũng như trữ lượng nước ngầm.

Trong sản xuất nông nghiệp, mưa là yếu tố bổ sung nước và có ảnh hưởng mạnh mẽ đến nguồn nước tưới, quá trình tưới và kỹ thuật tưới cho các loại cây trồng cũng như là nguồn nước cho gia súc, động vật [1]. Hơn nữa, mưa cũng như là yếu tố quan trọng trong đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến môi trường sinh thái và các hoạt động phát triển kinh tế xã hội trên

Ngày nhận bài: 14/12/2021

Ngày thông qua phản biện: 14/2/2022

Ngày duyệt đăng: 16/3/2022

lưu vực. Nghiên cứu, xem xét các thay đổi của mưa (và nhiệt độ) trong thời gian dài cùng với các đặc trưng, xu hướng biến đổi của mưa sẽ cho phép xem xét tần suất xuất hiện của các hiện tượng thời tiết cực đoan như lũ lụt, hạn hán, ngập lụt đô thị [1, 2]. Do đó, phân tích đánh giá phân bố và sự thay đổi của mưa theo không gian và thời gian là yếu tố then chốt quyết định đến sự phát triển bền vững của nông nghiệp, của các hệ sinh thái cũng như trợ giúp cho việc đề xuất các giải pháp nhằm giảm thiểu và quản lý rủi ro thiên tai do lũ lụt và hạn hán xảy ra trên lưu vực, nhất là trước những thách thức và tác động của biến đổi khí hậu.

Một số phương pháp thường được sử dụng để nghiên cứu phân tích xu hướng biến đổi của chuỗi số liệu theo thời gian có thể kể đến như phương pháp phân tích thống kê, kiểm định phi tham số Mann-Kendall. Phương pháp kiểm định phi tham số Mann-Kendall đã được sử dụng để xác định xu thế biến đổi và ảnh hưởng của mưa đến quá trình ngập lụt đô thị tại thành phố Đà Nẵng [3] hay trên lưu vực sông Banjo ở Nhật [4]. Phạm Văn Chiến [2] sử dụng kết hợp phân tích thống kê và kiểm định phi tham số Mann-Kendall nghiên cứu phân tích đánh giá xu hướng biến động của mưa tại của một số vị trí trên lưu vực sông Lô thuộc tỉnh Hà Giang. Harka et al. [1] cũng sử dụng phương pháp kiểm định phi tham số Mann-Kendall để đánh giá sự biến đổi của chuỗi số liệu mưa theo thời gian cho thượng lưu sông Wabe Shedelle, Ethiopia. Các ví dụ nêu trên khẳng định rằng phương pháp phân tích thống kê và kiểm định phi tham số Mann-Kendall hoàn toàn có thể được áp dụng để nghiên cứu đánh giá xu hướng biến động của mưa tại các vị trí đo đạc khác nhau trên lưu vực.

Mục tiêu chính của nghiên cứu này xác định xu hướng biến động của lượng mưa tháng, mùa và năm tại các vị trí rải rác khác nhau trên lưu vực sông Cả trong thời kỳ từ 1959-2016 sử dụng chuỗi số liệu mưa thực đo. Cụ thể, chuỗi số liệu mưa ngày thực đo tại 8 trạm (khí tượng và thủy

văn) đã được sử dụng cho mục đích tính toán và phân tích. Đồng thời, phương pháp phân tích thống kê và kiểm định phi tham số Mann-Kendall được sử dụng kết hợp với nhau, để xác định và đánh giá định lượng xu hướng biến động của lượng mưa có tỷ lệ thời gian khác nhau trên lưu vực nghiên cứu.

## 2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Giới thiệu về lưu vực nghiên cứu

Sông Cả có diện tích lưu vực khoảng 27200 km<sup>2</sup> nằm cả trên lãnh thổ Việt Nam và CHDCND Lào. Dòng chính của sông Cả bắt nguồn từ đỉnh núi Phulaileng thuộc tỉnh Hòa Bình (CHDCND Lào), sông chảy theo hướng Tây Bắc Đông Nam. Nhập vào Việt Nam tại bản Keng Đu, dòng chính chảy sát biên giới Việt Lào khoảng 40km, và đi vào nước ta hoàn toàn tại chân của đỉnh núi cao 1067m. Đến Bản Vẽ sông đổi dòng chảy theo hướng Bắc Nam về đến Cửa Rào sông nhập với nhánh Nậm Mô và lại chuyển dòng chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Qua nhiều lần uốn lượn đến Chợ Tràng sông Cả nhập với sông La và đổi dòng một lần nữa theo hướng Tây - Đông, trước khi đổ ra biển Đông tại cửa Hội (Hình 1). Ở Việt Nam, lưu vực sông Cả thuộc địa giới hành chính của các tỉnh Nghệ An, Hà Tĩnh và Thanh Hoá, chiếm khoảng 65% diện tích lưu vực. Sông Cả có vai trò đặc biệt quan trọng cho phát triển kinh tế - xã hội và an ninh quốc phòng đối với các tỉnh trong lưu vực, bởi nguồn tài nguyên thiên nhiên hết sức đa dạng và phong phú.

Dòng chính sông Cả có chiều dài 514 km, trong đó 360 km chảy trên lãnh thổ Việt Nam còn lại là chảy trên đất Lào. Sông Cả bao gồm các nhánh sông Nậm Mô, Nậm Non, sông Hiếu, sông Giăng, sông Trà, suối Rỏ, hệ thống nhánh sông La, sông Ngàn Sâu, Ngàn Phố. Ở thượng nguồn (sông Cả và sông Hiếu), mùa mưa thường từ tháng V đến tháng X, trong khi ở hạ du và sông La mùa mưa có thể tính từ tháng VI đến tháng XI. Mưa lớn trong năm

thường có 2 đỉnh, đỉnh mưa lớn nhất trong năm thường xuất hiện vào cuối tháng IX và đầu tháng X hàng năm. Ngoài ra, đỉnh mưa thứ hai xuất hiện vào cuối tháng 5 đầu tháng 6 khi gió giao mùa và là nguyên nhân chính xuất hiện lũ tiểu mãn. Lượng mưa tháng thường đạt cực đại vào tháng V, VI sau đó mưa giảm nhỏ vào tháng VII, VIII. Tổng lượng mưa hai tháng V và VI đạt tới 20% tổng lượng mưa năm. Trong 2 tháng mưa lớn tháng IX và X lượng mưa đạt tới 40÷50% tổng lượng mưa năm, cường độ mưa trong mùa mưa rất lớn. Tổng lượng mưa 6 tháng mùa khô lại rất nhỏ chỉ chiếm 15÷20% tổng lượng mưa năm. Lượng mưa nhỏ nhất thường vào tháng II và tháng III, với tổng lượng mưa hai tháng này chỉ đạt 1÷2% lượng mưa năm.

Hàng năm, mưa lũ lớn và bất thường đã gây nên tình trạng ngập lụt trên diện rộng và khó khăn cho công tác phòng chống lũ. Trận lũ lớn xảy ra vào các năm 1978, 1988, 2002, 2007, 2010 và mới nhất là trận lũ 2019, 2021 đã gây tổn thất nặng nề cho nền kinh tế, xã hội trên lưu vực. Ngược lại, hạn hán và xâm nhập mặn cũng ngày càng gia tăng gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sinh hoạt, sản xuất đặc biệt là sản xuất nông nghiệp trong vùng hạ du. Một số năm hạn điển hình có thể kể như năm 2005, 2007, đặc biệt là 2010 hạn hán làm cho 25-30% diện tích không đủ nước gieo trồng và mặn xâm nhập sâu vào nội địa. Đồng thời, lưu vực sông Cả cũng là một trong các lưu vực sông ở Việt Nam chịu ảnh hưởng nghiêm trọng từ biến đổi khí hậu, nước biển dâng. Trên lưu vực, nhiều công trình hồ chứa đã được xây dựng nhằm từng bước giải quyết các vấn đề khó khăn trong công tác cấp nước, chống lũ, ngập lụt, hạn hán. Một số công trình hồ chứa điển hình có thể kể đến như hồ Bản Vẽ, Bản Mòng, Khe Bó, Ngàn Trươi, Hồ Hồ. Do đó, nghiên cứu tính toán định lượng xu hướng biến động

mưa trên lưu vực không chỉ giúp cho công tác dự báo dòng chảy đến các hồ hiệu quả, kịp thời mà còn trợ giúp đắc lực cho công tác điều hành hệ thống liên hồ chứa trên lưu vực một cách hiệu quả, nhất là trong tình hình thiên tai ngày càng khắc nghiệt và bất thường.



Hình 1: Bản đồ lưu vực sông Cả và các trạm khí tượng thủy văn vùng nghiên cứu

## 2.2. Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu

Chuỗi số liệu mưa ngày thực đo thời kỳ 1959-2016 đã được sử dụng phục vụ cho mục đích nghiên cứu đánh giá xu hướng biến động của mưa (tháng, mùa, năm) trên lưu vực sông Cả. Chuỗi số liệu lượng mưa ngày thực đo tại 8 trạm (chi tiết thống kê trong Bảng 1 và Hình 1) phân bố rải rác trên lưu vực sông Cả đã được sử dụng trong nghiên cứu này. Mưa là yếu tố có ảnh hưởng quan trọng bậc nhất đến dòng chảy trên lưu vực sông. Do đó, nghiên cứu này chỉ tập trung xem xét đánh giá xu hướng biến động của mưa và không xem xét các yếu tố khí tượng khác như nhiệt độ, bốc hơi, số giờ nắng.

**Bảng 1: Bảng thống kê chuỗi số liệu mưa tại các trạm sử dụng trong nghiên cứu**

| STT | Tên trạm    | Vị trí      |           | Sông      | Thời kỳ quan trắc |
|-----|-------------|-------------|-----------|-----------|-------------------|
|     |             | Kinh độ (°) | Vĩ độ (°) |           |                   |
| 1   | Mường Xén   | 104.1167    | 19.4000   | Nậm Mô    | 1959-2015         |
| 2   | Tương Dương | 104.4667    | 19.2667   | Cả        | 1975-2015         |
| 3   | Con Cuông   | 104.8500    | 19.0667   | Cả        | 1971-2016         |
| 4   | Đô Lương    | 105.2833    | 18.9000   | Cả        | 1975-2016         |
| 5   | Sơn Diệm    | 105.3500    | 18.5000   | Ngàn Phố  | 1961-2015         |
| 6   | Hòa Duyệt   | 105.5833    | 18.3667   | Ngàn Sâu  | 1959-2015         |
| 7   | Quỳ Châu    | 105.1000    | 19.5667   | Sông Hiếu | 1975-2016         |
| 8   | Quỳ Hợp     | 150.1833    | 19.3167   | Sông Hiếu | 1975-2016         |

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu

Các đặc trưng thống kê và tương quan đã được sử dụng cho các mục đích xác định xu thế biến động của mưa trên lưu vực nghiên cứu. Các đặc trưng thống kê bao gồm (i) giá trị nhỏ nhất, (ii) giá trị lớn nhất, (iii) giá trị trung bình và (iv) phương sai, hệ số biến đổi và xu thế biến đổi được tính toán cho các chuỗi số liệu mưa tại 8 trạm mưa (Hình 1) phân bố rải rác trên toàn lưu vực sông Cả. Ngoài ra, phương pháp kiểm định Mann-Kendall cũng được sử dụng.

Kiểm định Mann-Kendall là một kiểm định phi tham số dùng để nhận dạng và đánh giá xu hướng biến đổi của chuỗi số liệu theo thời gian nói chung và chuỗi số liệu mưa nói riêng. Kiểm định phi tham số Mann-Kendall có thể tóm tắt như sau. Xét chuỗi số liệu theo trình tự thời gian  $x_1, x_2, \dots, x_N$  (biểu diễn N điểm số liệu), trong đó  $x_j$  là giá trị của số liệu tại thời điểm j. Khi đó trị số S được xác định theo công thức sau [5]:

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

Trong đó  $\text{sign}(x_j - x_i) = 1$  nếu  $x_j - x_i > 0$ ,  $\text{sign}(x_j - x_i) = 0$  nếu  $x_j - x_i = 0$  và  $\text{sign}(x_j - x_i) = -1$  nếu  $x_j - x_i < 0$ . Giá trị ban đầu của trị số S là không tồn tại xu hướng (hay  $S = 0$ ), trong khi đó giá trị của trị số S dương thể hiện một xu hướng tăng và giá trị của trị số S âm tương ứng với một xu thế giảm.

Để xác định mức ý nghĩa của một xu thế (tăng hoặc giảm), giá trị chuẩn của S (kí hiệu là Z) cũng thường được tính toán. Giá trị chuẩn của S được tính theo phương trình (2).

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} \left[ n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^m t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right] \quad (3)$$

với m là số các nhóm mà trong mỗi nhóm có các giá trị số liệu giống nhau,  $t_p$  là số các điểm số liệu trong nhóm thứ p.

Giá trị của Z được xác định dựa trên giả thiết luật phân phối chuẩn với giá trị trung bình bằng 0 và phương sai bằng 1. Dựa vào giá trị của Z để xác định bác bỏ hay chấp nhận giả thuyết tồn tại hay không xu hướng biến đổi của mưa hoặc lưu lượng dòng chảy. Nếu  $Z > Z_\alpha$  thì tồn tại xu hướng biến đổi, ngược lại  $Z < Z_\alpha$  không tồn tại xu hướng biến đổi (với  $\alpha$  là mức ý nghĩa). Để đảm bảo ý nghĩa thống kê mức ý nghĩa bằng 0.05 thường hay được sử dụng [5].

## 3. KẾT QUẢ

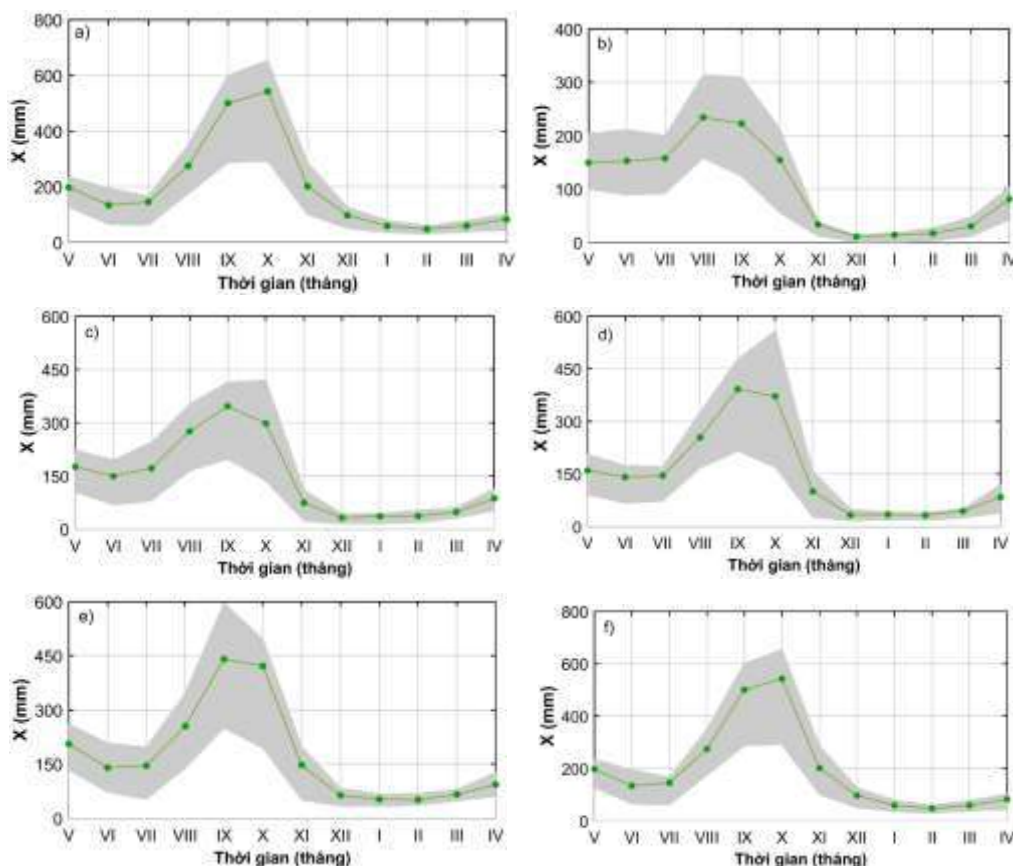
### 3.1. Xu hướng thay đổi của mưa tháng

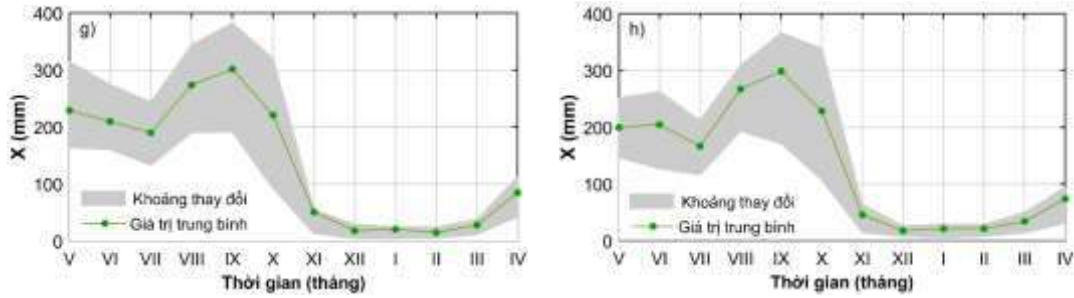
Hình 2 thể hiện biến động của lượng mưa tháng trung bình nhiều năm thời kỳ 1959-2015 tại 8 trạm mưa xem xét, trong khi đó Bảng 5 thống kê chi tiết giá trị của các đặc trưng thống kê và đại lượng của kiểm định phi tham số Mann-Kendall cho lượng mưa tháng. Kết quả tính toán thể hiện rằng lượng mưa tháng trung bình nhiều năm tại tất cả 8 trạm trong thời kỳ xem xét thay đổi từ 10.69 đến 542.45 mm. Tháng IX là tháng có lượng mưa lớn nhất tại các trạm Con Cuông,

Đô Lương, Sơn Diêm, Quỳnh Châu và Quỳnh Hợp, với lượng mưa tháng thay đổi từ 715.9 đến 1875.1 mm tùy thuộc vào vị trí từng trạm cụ thể. Trong khi đó, tại các trạm Mường Xén, Tương Dương và Hòa Duyệt, tháng X là tháng có lượng mưa lớn nhất trong thời kỳ xem xét, với lượng mưa tháng lớn nhất thay đổi từ 666.1 đến 1786.6 mm. Ngược lại, tháng có lượng mưa nhỏ nhất thường xuất hiện vào tháng XII, I và II.

Trên lưu vực sông Nậm Mô tại trạm Mường Xén, lượng mưa tháng có xu hướng giảm trong các tháng V, VI, VIII, IX, XI, XII, I và IV, với giá trị giảm thay đổi từ -0.06 mm/tháng đến -3.21 mm/tháng (Bảng 5). Lượng mưa các tháng VII, II và III có xu hướng tăng, với giá trị từ 0.10 đến 0.36 mm/tháng. Trên lưu vực sông Cả, tại các trạm Tương Dương, Con Cuông và Đô Lương, lượng mưa tháng có xu hướng tăng trong các tháng mùa mưa, với giá trị thay đổi

từ 0.07 đến 3.80 mm/tháng. Trong các tháng mùa khô, lượng mưa có xu hướng giảm từ -0.01 đến -1.15 mm/tháng. Trên lưu vực sông Ngàn Phố và Ngàn Sâu, lần lượt tại trạm Sơn Diêm và Hòa Duyệt, lượng mưa các tháng mùa mưa (trừ tháng VII) cũng có xu hướng giảm, với giá trị thay đổi từ -0.06 đến -3.21 mm/tháng. Đồng thời, lượng mưa các tháng trong mùa khô cũng có xu hướng giảm mạnh từ -0.05 đến -0.33 mm/tháng. Trên lưu vực sông Hiếu, tại trạm Quỳnh Châu và Quỳnh Hợp, lượng mưa có xu hướng tăng trong các tháng VII-IX, XII và III, với giá trị từ 0.07 đến 1.888 mm/tháng. Lượng mưa các tháng còn lại trong năm có xu hướng giảm mạnh mẽ từ -0.03 đến -2.53 mm/tháng. Kết quả kiểm định phi tham số Mann-Kendall thể hiện rằng các kết quả lượng mưa tháng có ý nghĩa thống kê bởi vì phần lớn các tháng trong năm đều có mức ý nghĩa nhỏ hơn 0.05.



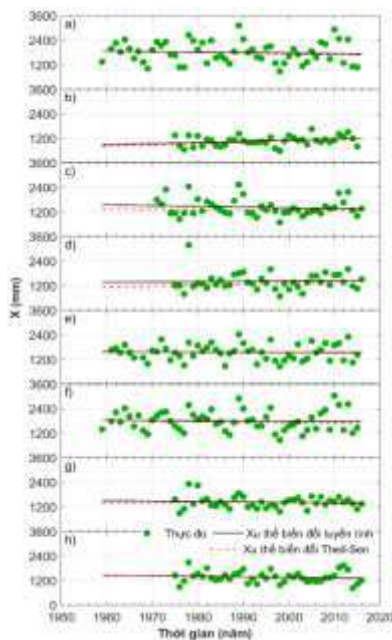


Hình 2: Biến động của lượng mưa tháng thời kỳ 1959-2015, tại: a) Mường Xén, b) Tương Dương, c) Con Cuông, d) Đô Lương, e) Sơn Diêm, f) Hòa Duyệt, g) Quỳnh Châu, h) Quỳnh Hợp

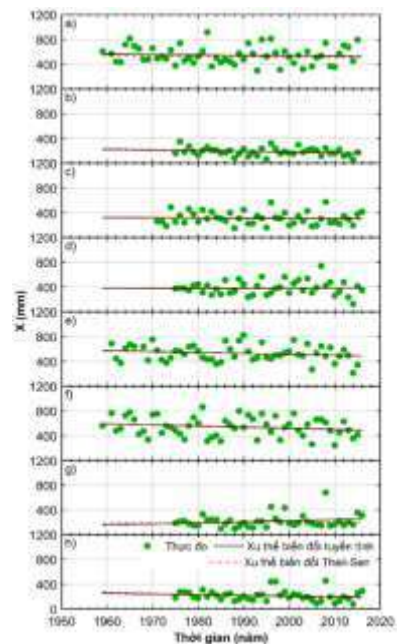
### 3.2 Xu hướng thay đổi của mưa mùa

Như thể hiện trên Hình 2, mùa mưa tại trạm Mường Xén, Tương Dương, Con Cuông, Quỳnh Châu và Quỳnh Hợp kéo dài từ tháng V – X, trong khi đó tại Đô Lương, Sơn Diêm và Hòa Duyệt mùa mưa duy trì từ tháng VI – XI. Hình thể hiện xu hướng biến động lượng mưa mùa mưa tại 8 trạm mưa xem xét, trong khi đó kết quả biến động lượng mưa mùa khô được thể hiện trên Hình 4. Kết quả tính toán các đặc trưng thống kê và đại lượng đặc trưng của kiểm định phi

tuyến Mann-Kendall được thể hiện trong Bảng 2 (mùa mưa) và Bảng 3 (mùa khô). Tại Đô Lương và Quỳnh Châu, lượng mưa mùa (cả mùa mưa và mùa khô) giai đoạn nghiên cứu có xu hướng tăng, với giá trị từ 0.26 đến 5.26 mm (cho mùa mưa) và từ 0.08 đến 0.43 mm (cho mùa khô). Tại các trạm còn lại, lượng mưa mùa có xu hướng giảm mạnh, với giá trị giảm lên tới 3.4 mm (cho mùa mưa) và 1.9 mm (cho mùa khô). Mặt khác, mức ý nghĩa có giá trị nhỏ hơn 0.05, điều đó thể hiện rằng các kết quả tính toán về lượng mưa mùa có ý nghĩa thống kê.



Hình 3: Biến động của lượng mưa mùa mưa, tại: a) Mường Xén, b) Tương Dương, c) Con Cuông, d) Đô Lương, e) Sơn Diêm, f) Hòa Duyệt, g) Quỳnh Châu, h) Quỳnh Hợp



Hình 4: Biến động của lượng mưa mùa khô, tại: a) Mường Xén, b) Tương Dương, c) Con Cuông, d) Đô Lương, e) Sơn Diêm, f) Hòa Duyệt, g) Quỳnh Châu, h) Quỳnh Hợp

**Bảng 2: Các đặc trưng thống kê của lượng mưa mùa mưa**

| Trạm<br>Đặc trưng   | Mường<br>Xén | Tương<br>Dương | Con<br>Cuông | Đ ô<br>Lương | Sơn<br>Diệm | Hòa<br>Duyệt | Quỳ<br>Châu | Quỳ<br>Hợp |
|---------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|------------|
| Giá trị nhỏ nhất    | 879.9        | 579.3          | 688.8        | 685.2        | 867.7       | 862.6        | 887.0       | 821.0      |
| Giá trị lớn nhất    | 3108.3       | 1655.9         | 2533.9       | 3182.8       | 2422.3      | 3027.3       | 2316.3      | 2082.6     |
| Giá trị trung bình  | 1793.89      | 1071.23        | 1417.37      | 1403.8       | 1548.44     | 1798.14      | 1423.74     | 1364.29    |
| Hệ số biến đổi      | 0.29         | 0.22           | 0.29         | 0.30         | 0.25        | 0.27         | 0.21        | 0.21       |
| Xu thế biến đổi     | -2.20        | 5.19           | -3.91        | 0.79         | -0.32       | -0.99        | -2.18       | -2.55      |
| Trị số S            | -98.0        | 152.0          | -33.0        | 113.0        | -47.0       | -98.0        | 5.0         | -65.0      |
| Giá trị chuẩn của Z | -0.69        | 1.70           | -0.30        | 1.21         | -0.34       | -0.69        | 0.04        | -0.69      |
| Mức ý nghĩa         | 0.04         | 0.03           | 0.03         | 0.02         | 0.03        | 0.04         | 0.04        | 0.04       |
| Độ dốc Theil-Sen    | -3.37        | 6.63           | -1.08        | 5.26         | -1.31       | -2.89        | 0.26        | -3.06      |

(Giá trị nhỏ nhất, lớn nhất và trung bình có đơn vị là mm; Xu thế biến đổi có đơn vị là mm/mùa; Hệ số biến đổi, trị số S, giá trị chuẩn của S, mức ý nghĩa và độ dốc Theil-Sen không có đơn vị)

**Bảng 3: Các đặc trưng thống kê của lượng mưa mùa khô (đơn vị của các đặc trưng như Bảng 2)**

| Trạm<br>Đặc trưng   | Mường<br>Xén | Tương<br>Dương | Con<br>Cuông | Đ ô<br>Lương | Sơn<br>Diệm | Hòa<br>Duyệt | Quỳ<br>Châu | Quỳ<br>Hợp |
|---------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|------------|
| Giá trị nhỏ nhất    | 297.4        | 63.6           | 150.1        | 129.3        | 212.3       | 246.2        | 94.5        | 78.5       |
| Giá trị lớn nhất    | 916.7        | 348.7          | 574.3        | 742.4        | 824.3       | 865.3        | 682.0       | 456.0      |
| Giá trị trung bình  | 547.21       | 186.59         | 314.62       | 387.94       | 531.26      | 542.95       | 216.71      | 213.57     |
| Hệ số biến đổi      | 0.26         | 0.34           | 0.32         | 0.29         | 0.24        | 0.28         | 0.50        | 0.41       |
| Xu thế biến đổi     | -0.57        | -1.20          | -0.32        | 0.17         | -1.58       | -1.78        | 1.70        | -1.01      |
| Trị số S            | -57.0        | -112.0         | -51.0        | 3.0          | -137.0      | -178.0       | 41.0        | -149.0     |
| Giá trị chuẩn của Z | -0.40        | -1.25          | -0.47        | 0.02         | -1.01       | -1.25        | 0.43        | -1.60      |
| Mức ý nghĩa         | 0.03         | 0.02           | 0.04         | 0.05         | 0.03        | 0.02         | 0.06        | 0.05       |
| Độ dốc Theil-Sen    | -0.60        | -1.12          | -0.52        | 0.08         | -1.32       | -1.89        | 0.43        | -1.72      |

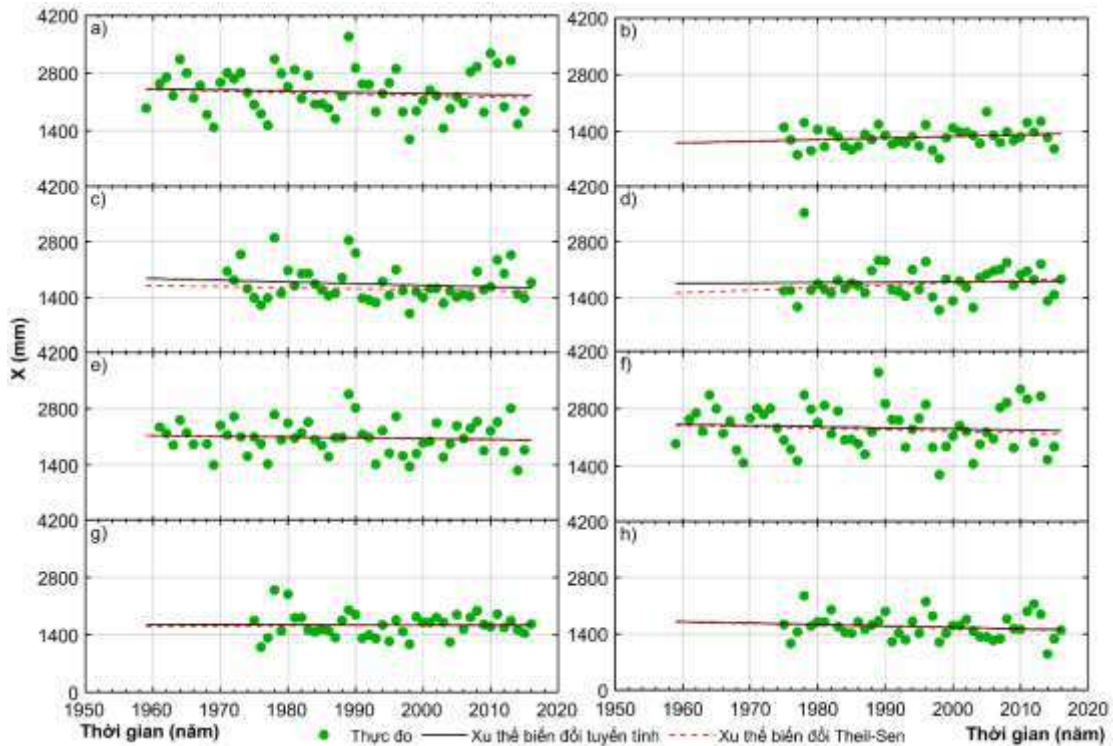
### 3.3. Xu hướng thay đổi của mưa năm

Hình 5 thể hiện sự thay đổi của lượng mưa năm

tại tất cả trạm xem xét, trong khi các đặc trưng thống kê và các đại lượng của kiểm định phi tham

số Mann-Kendall được tóm tắt trong Bảng 4. Kết quả thể hiện rằng (i) lượng mưa năm trung bình nhiều năm tại các vị trí khác nhau trên lưu vực sông Cả thay đổi từ 1257.8 đến 2341.1 mm, (ii) lượng mưa năm trung bình nhiều lớn trên 2000 mm xuất hiện tại Mường Xén, Sơn Diệm và Hòa Duyệt, (iii) lượng mưa năm có xu hướng giảm mạnh tại các trạm Mường Xén, Con Công, Sơn Diệm, Hòa Duyệt và Quỳnh Hợp, với giá trị giảm

thay đổi từ -2.2 đến -3.7 mm/năm và giá trị S biến đổi từ -73 đến -98, (iv) lượng mưa năm có xu hướng tăng tại Tương Dương, Đô Lương và Quỳnh Châu, với giá trị lên đến 6.2 mm/năm và trị số S thay đổi từ 29 đến 105. Kết quả kiểm định phi tham số Mann-Kendall cho mưa năm cũng có ý nghĩa thống kê, tương tự các kết quả kiểm định phi tham số Mann-Kendall cho mưa tháng và mưa mùa.



Hình 5: Biến động của lượng mưa năm, tại: a) Mường Xén, b) Tương Dương, c) Con Công, d) Đô Lương, e) Sơn Diệm, f) Hòa Duyệt, g) Quỳnh Châu, h) Quỳnh Hợp

**Bảng 4: Các đặc trưng thống kê của mưa năm (đơn vị của các đặc trưng như Bảng 2)**

| Trạm                | Mường Xén | Tương Dương | Con Công | Đô Lương | Sơn Diệm | Hòa Duyệt | Quỳnh Châu | Quỳnh Hợp |
|---------------------|-----------|-------------|----------|----------|----------|-----------|------------|-----------|
| Giá trị nhỏ nhất    | 1191.4    | 734.6       | 996.0    | 1083.8   | 1264.0   | 1131.4    | 1101.7     | 899.5     |
| Giá trị lớn nhất    | 3682.1    | 1887.8      | 2901.3   | 3529.4   | 3157.9   | 3362.1    | 2493.9     | 2348.0    |
| Giá trị trung bình  | 2341.1    | 1257.8      | 1732.0   | 1791.7   | 2079.7   | 2341.1    | 1640.5     | 1577.9    |
| Hệ số biến đổi      | 0.23      | 0.20        | 0.25     | 0.24     | 0.19     | 0.20      | 0.18       | 0.19      |
| Xu thế biến đổi     | -2.78     | 3.99        | -4.24    | 0.95     | -1.89    | -2.08     | -0.49      | -3.55     |
| Trị số S            | -98.0     | 98.0        | -73.0    | 105.0    | -71.0    | -98.0     | 29.0       | -73.0     |
| Giá trị chuẩn của Z | -0.69     | 1.09        | -0.68    | 1.13     | -0.52    | -0.60     | 0.30       | -0.78     |
| Mức ý nghĩa         | 0.49      | 0.28        | 0.50     | 0.26     | 0.60     | 0.59      | 0.76       | 0.44      |
| Độ dốc Theil-Sen    | -3.68     | 3.99        | -2.59    | 6.18     | -2.22    | -2.68     | 1.04       | -3.60     |



#### 4. KẾT LUẬN

Dựa trên các kết quả đánh giá biến động của lượng mưa tháng, mùa, năm giai đoạn 1959-2016 tại 8 trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Cả đã trình bày, các kết luận chính của nghiên cứu bao gồm:

Lượng mưa tháng có xu hướng giảm từ -0.06 đến -3.21 mm/tháng tại vùng thượng và hạ lưu, từ -0.01 đến -1.15 mm/tháng tại vùng trung lưu. Xu hướng giảm không chỉ xuất hiện trong các tháng mùa khô từ tháng V – XI mà còn xuất hiện ở các tháng mùa mưa như tháng VI. Lượng mưa tháng có xu hướng gia tăng trong tháng VII, với giá trị lên đến 3.80 mm/tháng. Đồng thời, tháng IX là tháng có lượng mưa lớn nhất tại các trạm Con Công, Đô Lương, Sơn Diệm, Quỳnh Châu và Quỳnh Hợp, với lượng mưa tháng thay đổi từ 715.9 đến 1875.1 mm. Tại các trạm Mường Xén, Tương Dương và Hòa Duyệt, tháng X là tháng có lượng mưa lớn nhất trong thời kỳ xem xét, với lượng mưa tháng lớn nhất thay đổi từ 666.1 đến 1786.6 mm. Tháng có lượng mưa nhỏ nhất thường xuất hiện vào tháng

XII, I và II.

Lượng mưa mùa giai đoạn nghiên cứu có xu hướng tăng từ 0.26 đến 5.26 mm/mùa cho mùa mưa và từ 0.08 đến 0.43 mm/mùa cho mùa khô tại Đô Lương và Quỳnh Châu. Tại các trạm còn lại, lượng mưa mùa có xu hướng giảm mạnh, với giá trị giảm lên tới -3.4 mm/mùa cho mùa mưa và -1.9 mm/mùa cho mùa khô. Lượng mưa mùa mưa biến đổi từ 579.3 đến 3182.8 mm, trong khi mùa khô lượng mưa dao động trong khoảng từ 63.6 đến 916.7 mm.

Lượng mưa năm tại 8 trạm biến đổi từ 734.6 đến 3682.1 mm cho giai đoạn từ 1959-2016. Lượng mưa năm có xu hướng giảm mạnh tại Mường Xén, Con Công, Sơn Diệm, Hòa Duyệt và Quỳnh Hợp, với giá trị giảm dao động từ -2.2 đến -3.7 mm/năm. Tại Tương Dương, Đô Lương và Quỳnh Châu, lượng mưa năm có xu hướng tăng khoảng 6.2 mm/năm. Mặt khác, kết quả kiểm định phi tham số Mann-Kendall cho mưa tháng, mùa và năm đều có ý nghĩa thống kê.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Harka A.E., N.B. Jilo, F. Behulu (2021). Spatial-temporal rainfall trend and variability assessment in the upper Wabe Shebelle river basin, Ethiopia: application of innovative trend analysis method. *Journal of hydrology: regional studies*, 37, 100915.
- [2] Phạm Văn Chiến (2020). Nghiên cứu đánh giá xu hướng biến động mưa và lưu lượng dòng chảy lưu vực sông Lô, tỉnh Hà Giang. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, Số 69 (6/2020), 86-94.
- [3] Nguyễn Minh Kỳ (2016). Phân tích và đánh giá lượng mưa trong xu hướng biến đổi khí hậu giai đoạn 1979-2011 ở thành phố Đà Nẵng. *Tạp chí khoa học trường Đại học An Giang*, 12(4), 110-117.
- [4] Higashino M, G.H Stefan (2019). Variability and change of precipitation and flood discharge in a Japanese river basin. *Journal of Hydrology: Regional studies*, 21, 68-79.
- [5] Kendall M.G (1975). *Rank Correlation Methods*. Charles Griffin, London, 272p.