

## **NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ XU HƯỚNG BIẾN ĐỘNG MƯA VÀ LƯU LƯỢNG DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG LÔ, TỈNH HÀ GIANG**

**Phạm Văn Chiến<sup>1</sup>**

**Tóm tắt:** Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu xu hướng biến động mưa và dòng chảy lưu vực sông Lô (tỉnh Hà Giang) giai đoạn 1972-2018 sử dụng phân tích thống kê, đường lũy tích sai chuẩn và kiểm định phi tham số Mann-Kendall. Kết quả thể hiện rằng (i) lượng mưa năm trung bình nhiều năm tại Hà Giang và Bắc Quang lần lượt là 2430 mm và 4510 mm, (ii) lượng mưa năm trung bình nhiều năm tại Hà Giang và Bắc Quang có xu hướng giảm 4 mm/năm, (iii) nhóm các năm mưa nhiều là 1972-1990 và 1994-2006 và nhóm các năm mưa ít là 1990-1994 và 2006-2018, (iv) lượng mưa tháng trung bình nhiều năm giảm lớn nhất (6.0 mm) vào tháng V. Tại Đạo Đức, dòng chảy năm trung bình nhiều năm là 150 m<sup>3</sup>/s và có xu hướng giảm 1.24 m<sup>3</sup>/s/năm. Dòng chảy tháng có xu hướng giảm từ tháng V đến tháng II năm sau, trong đó IX là tháng có mức độ giảm lớn nhất (3.73 m<sup>3</sup>/s). Tại Vĩnh Tuy, dòng chảy năm trung bình nhiều năm là 304 m<sup>3</sup>/s và có xu hướng tăng với giá trị 2.45 m<sup>3</sup>/s/năm.

**Từ khoá:** Sông Lô, Biến động mưa, Biến động dòng chảy, Mann-Kendall.

### **1. GIỚI THIỆU CHUNG**

Sông Lô là con sông lớn nhất chảy qua tỉnh Hà Giang, đồng thời cũng là nguồn cấp nước và điện chính cho các hoạt động dân sinh và phát triển kinh tế trọng điểm của tỉnh Hà Giang. Sông bắt nguồn từ tỉnh Vân Nam (Trung Quốc) chảy vào nước ta tại xã Thanh Thủy huyện Vị Xuyên tỉnh Hà Giang trước khi chảy qua địa phận tỉnh Tuyên Quang, một phần diện tích của tỉnh Lào Cai và Phú Thọ. Chiều dài sông tính từ nguồn đến trạm thủy văn Vĩnh Tuy là 284 km, trong đó chiều dài sông chảy trên địa phận tỉnh Hà Giang là 97 km. Diện tích lưu vực sông Lô tính đến trạm thủy văn Vĩnh Tuy là 10104 km<sup>2</sup> (trong đó khoảng 8000 km<sup>2</sup> lưu vực thuộc lãnh thổ Trung Quốc). Sông Lô thuộc địa bàn tỉnh Hà Giang có nhiều thác ghềnh và độ dốc lòng sông lớn (khoảng 0.25‰), hình thành nhiều bậc thang thủy điện. Các phụ lưu chính của sông Lô thuộc tỉnh Hà Giang là sông Miện, sông Con và sông Ngòi Sáo (Hình ). Lưu vực sông Lô có lượng nước trung bình nhiều năm lớn, với module dòng chảy trung bình nhiều năm tại Vĩnh Tuy khoảng 33.2 (l/skm<sup>2</sup>). Mùa mưa thường kéo dài từ tháng V đến X, trong khi mùa kiệt xuất hiện từ tháng XI đến tháng IV năm sau.

Mùa lũ kéo dài từ tháng VI đến tháng X và lượng dòng chảy mùa lũ chiếm khoảng 74.6% lượng dòng chảy năm. Lũ lớn thường xảy ra vào các tháng VII và VIII, trong khi đó dòng chảy kiệt nhất thường xuất hiện vào tháng III (Phạm Văn Chiến, 2020).

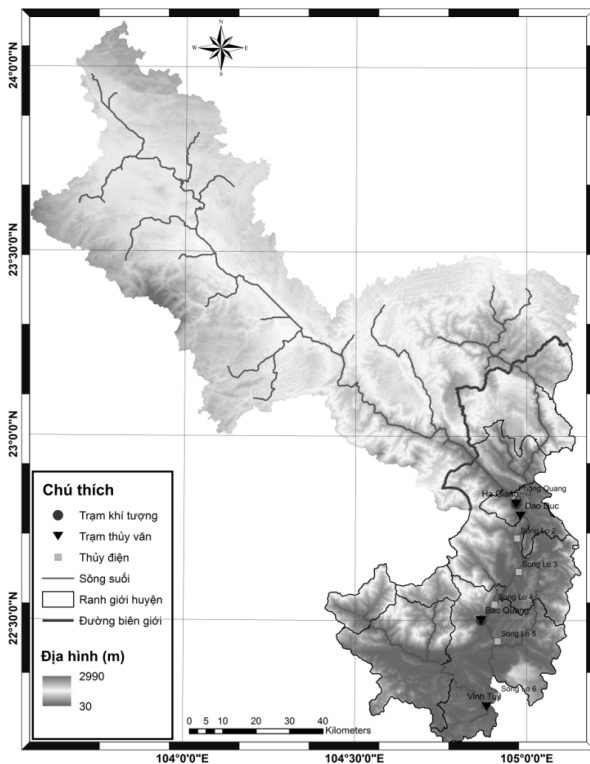
Nguồn nước lưu vực sông Lô tỉnh Hà Giang đã và đang được khai thác mạnh mẽ cho các mục tiêu phát triển kinh tế xã hội khác nhau, nổi bật nhất có thể kể đến là mục tiêu phát điện, với hệ thống bậc thang gồm 6 thủy điện (Phong Quang, Sông Lô 2, 3, 4, 5, và 6). Phát điện hiện tại có thể coi là mục tiêu hàng đầu trong khai thác nguồn nước sông Lô tỉnh Hà Giang bởi vì các ưu thế về điều kiện địa hình và các đầu nước tập trung cho phép khai thác thủy năng một cách thuận lợi. Tuy nhiên, bên cạnh các lợi ích về kinh tế, hệ thống thủy điện bậc thang trên dòng chính sông Lô tỉnh Hà Giang cũng đặt ra không ít các thách thức như (i) thay đổi trạng thái tự nhiên của dòng chảy, (ii) ảnh hưởng mạnh mẽ tới môi trường sinh thái vùng hạ lưu sau các đập, (iii) sạt và xói lở bờ, lòng sông. Ngoài ra, biến đổi khí hậu (BĐKH) cũng làm gia tăng các hình thái thời tiết bất thường và cực đoan như mưa lớn gây ngập lụt nghiêm trọng (điển hình có thể kể đến trận mưa lớn tháng 6 năm 2018,

---

<sup>1</sup> Khoa Kỹ thuật tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy lợi

hiều vùng trong thành phố Hà Giang đã bị ngập trong nước). Vì vậy việc nghiên cứu đánh giá xu hướng biến đổi của mưa và lưu lượng dòng chảy lưu vực sông Lô tỉnh Hà Giang, không chỉ giúp cho việc khai thác sử dụng nguồn nước cho mục đích phát điện một cách hiệu quả và bền vững mà còn hỗ trợ các cơ quan quản lý nhà nước trong việc xây dựng, điều chỉnh kế hoạch, quy hoạch phát triển phù hợp với những biến động về tài nguyên nước, nhất là trước những thách thức và tác động của BĐKH.

Mục tiêu chính của nghiên cứu này xác định xu hướng biến động của mưa và lưu lượng dòng chảy lưu vực sông Lô thuộc tỉnh Hà Giang sử dụng chuỗi số liệu đo đạc giai đoạn 1972-2018. Chuỗi số liệu (i) mưa tại trạm Hà Giang và Bắc Quang và (ii) lưu lượng dòng chảy tại trạm Đạo Đức và Vĩnh Tuy đã được sử dụng cho mục đích tính toán. Các phương pháp (i) phân tích thống kê, (ii) đường lũy tích sai chuẩn, (iii) kiểm định phi tham số Mann-Kendall được sử dụng kết hợp với nhau xác định và đánh giá định lượng xu hướng biến động của lượng mưa và lưu lượng dòng chảy năm và tháng lưu vực nghiên cứu



Hình 1. Bản đồ lưu vực sông Lô, tỉnh Hà Giang

## 2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 3.1 Dữ liệu

Để đánh giá xu hướng biến động của mưa và lưu lượng dòng chảy (theo tỷ lệ thời gian của năm và của tháng) trong lưu vực sông Lô tỉnh Hà Giang, chuỗi số liệu đo đạc từ năm 1972 đến 2018 đã được phân tích. Cụ thể, nghiên cứu đã sử dụng chuỗi số liệu mưa ngày tại trạm Hà Giang và Bắc Quang (Hình 1) và lưu lượng ngày tại trạm thủy văn Đạo Đức và Vĩnh Tuy (Hình 1). Lưu ý rằng ngoài mưa thì nhiệt độ và bốc hơi cũng có ảnh hưởng nhất định đến dòng chảy trên lưu vực. Các số liệu nhiệt độ và bốc hơi tại các trạm trên lưu vực nghiên cứu còn rất hạn chế và rời rạc, nhất là xem xét trong thời kỳ dài từ năm 1972 đến 2018. Do đó, xu hướng biến động của bốc hơi và nhiệt độ đã không được xem xét trong nghiên cứu này.

### 3.2 Phương pháp nghiên cứu

Phân tích các tham số thống kê, đường lũy tích sai chuẩn và phương pháp kiểm định phi tham số Mann-Kendall đã được sử dụng trong nghiên cứu này. Phương pháp thống kê và đường lũy tích sai chuẩn được sử dụng cho mục đích xem xét đánh giá xu hướng biến đổi, trong khi phương pháp kiểm định phi tham số Mann-Kendall dùng cho mục đích xem xét mức độ thay đổi theo thời gian (Kendall, 1975; Nguyễn Minh Kỳ, 2016).

#### a) Phân tích các tham số thống kê

Các đặc trưng thống kê và tương quan đã được sử dụng cho các mục đích xác định xu thế biến động của mưa và lưu lượng dòng chảy 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 (i) mưa tại Hà Giang và Bắc Quang và (ii) lưu lượng tại trạm thủy văn Đạo Đức và Vĩnh Tuy. Đồng thời, quan hệ giữa mưa và dòng chảy được xác định dựa trên các tương quan tuyến tính nhằm mục đích đơn giản nhất có thể trong tính toán (Higashino and Stefan, 2019).

#### b) Đường lũy tích sai chuẩn

Bên cạnh các đặc trưng thống kê của chuỗi số liệu, đường lũy tích sai chuẩn cũng được sử dụng để nghiên cứu xu thế biến động của mưa và lưu lượng dòng chảy từ năm này sang năm khác trong

lưu vực nghiên cứu. Đường lũy tích sai chuẩn thể hiện quan hệ giữa giá trị  $\sum_{i=1}^N (k_i - 1)$  với thời gian  $t_i$ , trong đó  $k_i = x_i/x_0$  là hệ số biến suất, với  $x_i$  và  $x_0$  lần lượt là giá trị năm thứ  $i$  và giá trị trung bình nhiều năm. Nếu một năm nào đó có giá trị nhỏ hơn giá trị trung bình nhiều năm ( $x_i < x_0$ ), thì giá trị  $K_i-1$  của năm đó âm (tương ứng với đường lũy tích sai chuẩn đi xuống), trong trường hợp ngược lại  $x_i > x_0$  thì đường lũy tích sai chuẩn có hướng đi lên. Nếu đường lũy tích sai chuẩn luôn đi lên hoặc luôn đi xuống trong những năm liên tục thì sẽ hình thành nhóm năm nhiều nước hoặc nhóm năm ít nước (Kendall, 1975).

*c) Kiểm định phi tham số Mann-Kendall*

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 theo thời gian của các đặc trưng khí tượng thủy văn nói riêng. 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 (Kendall, 1975):

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

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 (Kendall, 1975). Chi tiết giá trị của các đặc trưng nêu trên và độ dốc Theil-Sen được trình bày trong mục tiếp theo.

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Xu hướng thay đổi của mưa và dòng chảy tháng**

**Bảng 1. Các đặc trưng thống kê của mưa và dòng chảy tháng**

*(Giá trị nhỏ nhất, lớn nhất và trung bình có đơn vị là mm cho mưa và m<sup>3</sup>/s cho lưu lượng;*

*Xu thế biến đổi có đơn vị là mm/tháng cho mưa và m<sup>3</sup>/s/tháng cho lưu lượng;*

*Hệ số biến đổi, trị số S, giá trị chuẩn của S, mức ý nghĩa và độ dốc Theil-Sen không có đơn vị)*

Đặc trưng \ Tháng	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
	Mưa Hà Giang											
Giá trị nhỏ nhất	67.2	147.7	81.8	110.1	81.8	6.1	0.5	0.0	3.4	2.6	4.5	14.2
Giá trị lớn nhất	705.8	827.6	1079.3	868.8	524.0	616.0	291.9	260.2	102.3	131.5	258.9	298.8
Giá trị trung bình	286.4	400.3	514.3	413.7	246.0	193.9	79.4	40.4	44.9	40.3	71.4	99.2
Hệ số biến đổi	0.506	0.363	0.465	0.418	0.468	0.654	0.886	1.098	0.557	0.803	0.880	0.618
Xu thế biến đổi	-3.005	-2.165	1.867	2.106	-1.257	-0.790	-0.753	0.599	-0.017	-0.633	0.040	0.107
Trị số S	-221	-92	15	129	-54	-125	-99	161	-9	-224	33	13

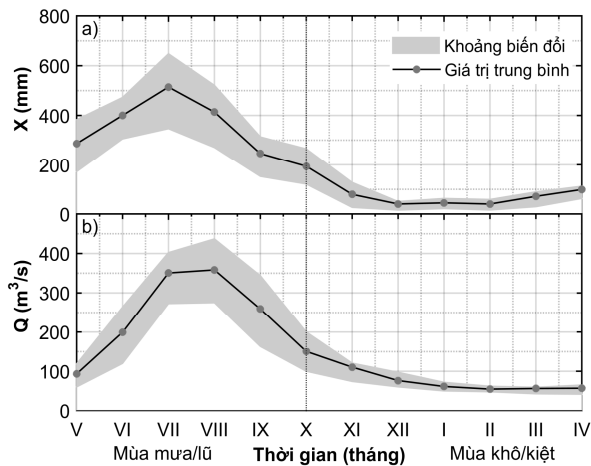
Tháng	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
Đặc trưng												
Giá trị chuẩn của S	-2.018	-0.835	0.128	1.174	-0.486	-1.137	-0.899	1.467	-0.073	-2.045	0.293	0.110
Mức ý nghĩa	0.044	0.040	0.029	0.0240	0.027	0.026	0.037	0.014	0.042	0.041	0.069	0.012
Độ dốc Theil-Sen	-3.388	-1.472	0.520	2.077	-0.765	-1.276	-0.561	0.425	-0.039	-0.475	0.155	0.048
Mưa Bắc Quang												
Giá trị nhỏ nhất	220.3	85.4	42.1	0.0	0.0	29.5	2.2	6.6	18.5	3.2	9.4	31.0
Giá trị lớn nhất	1651.1	1634.3	2156.6	1527.7	1116.6	1348.0	632.9	204.9	197.1	222.4	282.6	607.9
Giá trị trung bình	740.6	857.5	817.5	601.8	440.7	373.2	149.1	62.7	73.8	66.6	97.1	232.2
Hệ số biến đổi	0.415	0.423	0.459	0.533	0.563	0.844	0.913	0.798	0.579	0.678	0.727	0.623
Xu thế biến đổi	-5.919	4.432	1.282	2.281	1.467	-6.073	1.028	0.048	-0.144	-0.893	0.045	-1.539
Trị số S	-239	143	27	43	59	-151	101	29	24	-210	32	-109
Giá trị chuẩn của S	-2.183	1.302	0.238	0.385	0.532	-1.376	0.917	0.257	0.211	-1.917	0.284	-0.990
Mức ý nghĩa	0.029	0.019	0.012	0.010	0.056	0.017	0.036	0.020	0.033	0.055	0.076	0.022
Độ dốc Theil-Sen	-6.147	4.983	1.561	1.396	1.729	-3.467	1.146	0.133	0.078	-0.788	0.327	-1.118
Lưu lượng dòng chảy trạm Đạo Đức												
Giá trị nhỏ nhất	32.9	30.5	90.3	117.7	91.0	69.7	43.8	40.4	40.3	34.2	32.4	28.9
Giá trị lớn nhất	259.0	445.4	713.7	678.1	561.8	299.0	341.2	125.9	102.5	88.9	118.3	138.2
Giá trị trung bình	93.4	199.3	350.7	358.4	259.2	150.5	110.4	76.3	61.3	54.6	56.2	56.8
Hệ số biến đổi	0.498	0.491	0.348	0.374	0.470	0.403	0.507	0.271	0.236	0.209	0.405	0.387
Xu thế biến đổi	-1.082	-2.593	-2.032	-2.188	-3.733	-2.228	-0.852	-0.097	-0.004	-0.104	-0.030	0.139
Trị số S	-240	-283	-157	-223	-305	-399	-243	-45	-80	-140	108	70
Giá trị chuẩn của S	-2.192	-2.586	-1.431	-2.036	-2.788	-3.650	-2.219	-0.404	-0.724	-1.275	0.981	0.633
Mức ý nghĩa	0.028	0.010	0.015	0.042	0.005	0.0001	0.026	0.018	0.047	0.020	0.026	0.027
Độ dốc Theil-Sen	-0.964	-2.966	-1.803	-2.400	-3.441	-2.194	-0.817	-0.100	-0.094	-0.156	0.164	0.103
Lưu lượng dòng chảy trạm Vĩnh Tuy												
Giá trị nhỏ nhất	75.0	98.7	278.6	408.5	247.0	161.3	86.9	66.3	62.1	55.2	47.6	55.8
Giá trị lớn nhất	612.2	1172.7	1582.1	1790.1	1319.1	794.0	685.8	279.7	224.6	188.8	264.4	401.6
Giá trị trung bình	257.8	558.7	936.3	874.8	633.7	362.0	230.6	152.4	122.8	109.0	111.8	129.4
Hệ số biến đổi	0.441	0.444	0.310	0.343	0.364	0.371	0.435	0.368	0.350	0.305	0.445	0.500
Xu thế biến đổi	1.182	1.023	3.244	2.852	-0.400	0.510	2.750	2.886	2.453	1.826	2.165	2.247
Trị số S	79	9	155	89	-13	9	313	541	675	617	527	477
Giá trị chuẩn của S	0.715	0.073	1.412	0.807	-0.110	0.073	2.861	4.952	6.181	5.649	4.824	4.365
Mức ý nghĩa	0.047	0.042	0.016	0.042	0.012	0.042	0.004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Độ dốc Theil-Sen	0.711	0.140	4.716	2.264	-0.441	0.151	2.351	2.813	2.230	1.761	2.025	2.073

Hình 2 thể hiện biến động của lượng mưa (tại trạm Hà Giang) và lưu lượng dòng chảy (tại trạm Đạo Đức) tháng trung bình nhiều năm giai đoạn 1972-2018. Sự biến động lượng mưa tháng tại trạm Bắc Quang và lưu lượng dòng chảy tháng tại Vĩnh Tuy được thể hiện như Hình 3. Các đặc trưng thống kê và giá trị của các đại lượng của kiểm định phi tham số Mann-Kendall cho mưa và lưu lượng dòng chảy tháng được thống kê như Bảng 1. Tại trạm Hà

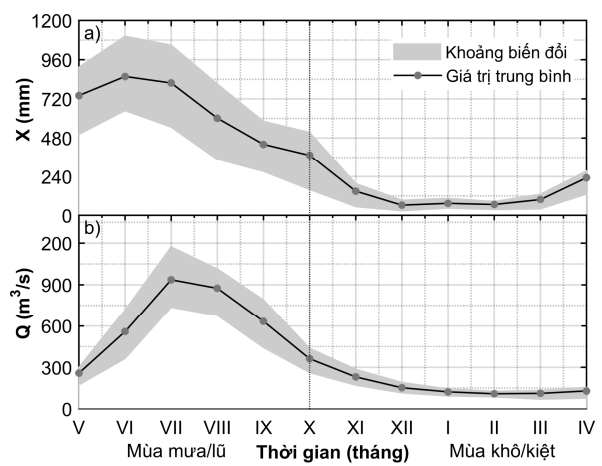
Giang, lượng mưa tháng trung bình nhiều năm giai đoạn nghiên cứu có xu hướng giảm từ 0.02 mm/tháng đến 3.00 mm/tháng, trong khi tại trạm Bắc Quang lượng mưa tháng có xu hướng giảm từ 0.90 mm/tháng đến 6.08 mm/tháng. Tháng V là tháng có lượng mưa lớn nhất (Hình 2) và cũng là tháng có trị số giảm lớn nhất (với giá trị 6 mm). Lưu lượng dòng chảy tháng trung bình nhiều năm giai đoạn nghiên cứu tại trạm Đạo Đức có xu hướng

giảm từ 0.03 đến 3.73 m<sup>3</sup>/tháng và tháng IX là tháng có mức độ giảm lớn nhất. Tại trạm thủy văn Vĩnh Tuy, lưu lượng dòng chảy tháng có xu hướng tăng từ 0.51 đến 3.24 m<sup>3</sup>/s/tháng. Kết quả kiểm định

phi tham số Mann-Kendall thể hiện rằng các kết quả mưa và dòng chảy 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: a) lượng mưa tháng tại Hà Giang và b) lưu lượng dòng chảy tháng tại Đạo Đức giai đoạn 1972-2018



Hình 3. Biến động của: a) lượng mưa tháng tại Bắc Quang và b) lưu lượng dòng chảy tháng tại Vĩnh Tuy giai đoạn 1972-2018

### 3.2 Xu hướng thay đổi của mưa và dòng chảy mùa

**Bảng 2. Các đặc trưng thống kê của mưa và dòng chảy mùa (đơn vị của các đặc trưng như Bảng 1)**

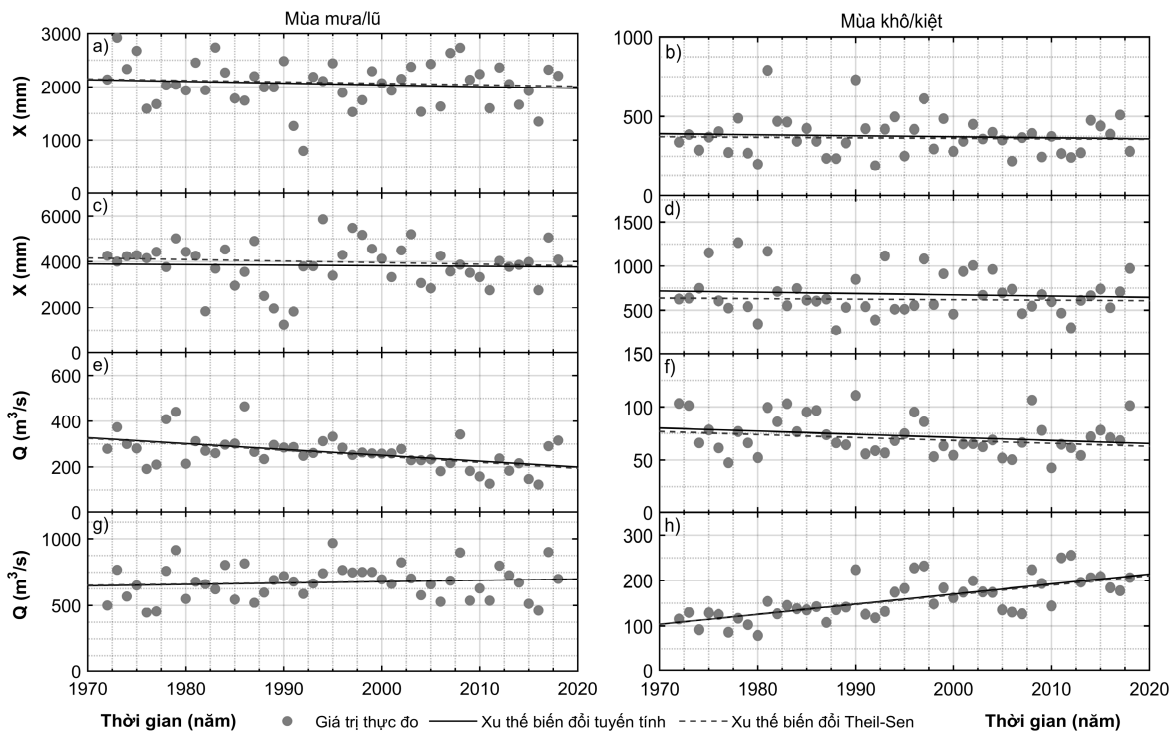
Đặc trưng	Trạm		Mưa (mm)				Lưu lượng (m <sup>3</sup> /s)			
			Hà Giang		Bắc Quang		Đạo Đức		Vĩnh Tuy	
	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa lũ	Mùa kiệt	Mùa lũ	Mùa kiệt		
Giá trị nhỏ nhất	803.0	189.7	1249.1	270.7	123.6	42.5	447.2	79.1		
Giá trị lớn nhất	2919.8	791.9	5859.7	1266.5	465.3	110.9	968.5	255.8		
Giá trị trung bình	2054.6	375.5	3831.2	681.4	263.6	72.7	673.1	159.1		
Hệ số biến đổi	0.204	0.334	0.255	0.342	0.271	0.245	0.188	0.276		
Xu thế biến đổi	-3.244	-0.658	-2.530	-1.454	-2.555	-0.290	1.037	2.216		
Trị số S	-63.0	-23.0	-81.0	-39.0	-389.0	-149.0	73.0	549.0		
Giá trị chuẩn của S	-0.569	-0.202	-0.734	-0.348	-3.558	-1.357	0.660	5.025		
Mức ý nghĩa	0.0370	0.040	0.046	0.027	0.0001	0.017	0.051	0.0001		
Độ dốc Theil-Sen	-2.725	-0.324	-2.785	-0.608	-2.619	-0.277	0.949	2.141		

Như đã trình bày, mùa mưa lưu vực sông Lô tỉnh Hà Giang kéo dài từ tháng V đến tháng X và mùa khô từ tháng XI đến tháng IV năm sau. Tương tự, mùa lũ từ tháng VI đến tháng X và mùa kiệt từ tháng XI đến tháng V. Kết quả tính toán xác định xu hướng biến động của mưa và dòng chảy mùa giai đoạn 1972-2018 được thể hiện như trên Hình 4, trong khi các đặc trưng thống kê và đại lượng đặc

trung của kiểm định phi tuyến Mann-Kendall được tóm tắt trong Bảng 2. Tại Hà Giang và Bắc Quang, lượng mưa mùa (cả mùa mưa và mùa khô) giai đoạn nghiên cứu có xu hướng giảm, với giá trị từ 2.5 đến 3.3 mm (cho mùa mưa) và từ 0.3 đến 1.5 mm (cho mùa khô). Dòng chảy mùa tại Đạo Đức có xu hướng giảm, với giá trị giảm lớn nhất trung bình nhiều năm giai đoạn nghiên cứu là 2.62 m<sup>3</sup>/s (cho mùa lũ) và

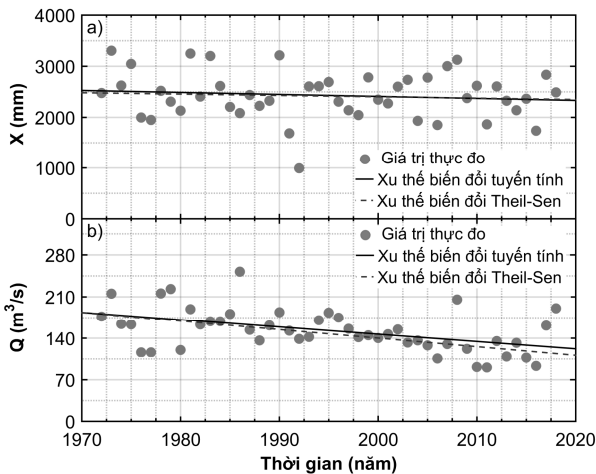
0.30 m<sup>3</sup>/s (cho mùa kiệt). Lưu lượng mùa tại Vĩnh Tuy có xu hướng tăng, với giá trị 1.0 m<sup>3</sup>/s (cho mùa lũ) và 2.2 m<sup>3</sup>/s (cho mùa kiệt). Mặt khác, mức ý

nghĩa có giá trị nhỏ hơn 0.05, điều đó thể hiện rằng các kết quả tính toán về mưa và dòng chảy mùa có ý nghĩa thống kê.



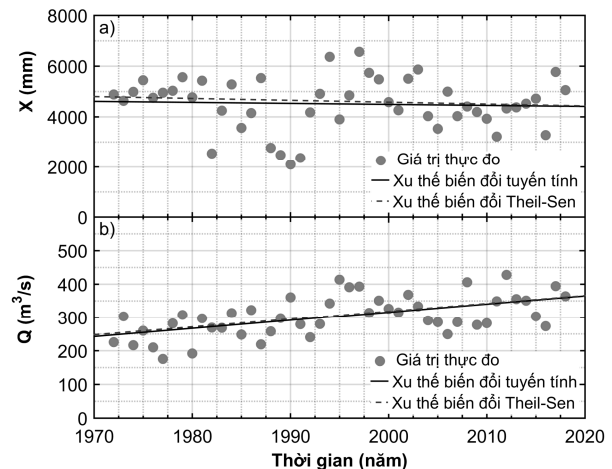
Hình 4. Xu hướng thay đổi mưa mùa tại: a-b) Hà Giang, c-d) Bắc Quang và xu hướng thay đổi dòng chảy mùa tại: e-f) Đạo Đức và g-h) Vĩnh Tuy

### 3.3. Xu hướng thay đổi của mưa và dòng chảy năm



Hình 5. Xu hướng thay đổi:  
a) lượng mưa năm tại Hà Giang và  
b) lưu lượng dòng chảy năm tại Đạo Đức

Hình 5 thể hiện sự thay đổi của lượng mưa năm tại trạm Hà Giang và lưu lượng dòng chảy năm tại trạm Đạo Đức, trong khi kết quả biến động của mưa năm



Hình 6. Xu hướng thay đổi:  
a) lượng mưa năm tại Bắc Quang và  
b) lưu lượng dòng chảy năm tại Vĩnh Tuy

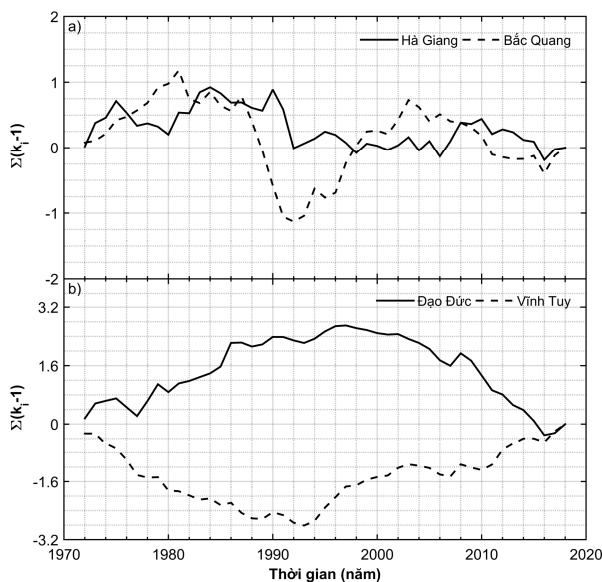
tại trạm Bắc Quang và lưu lượng dòng chảy năm tại trạm thủy văn Vĩnh Tuy được thể hiện như trên Hình 6. Các đặc trưng thống kê và các đại lượng của kiểm

định phi tham số Mann-Kendall được tóm tắt trong *Bảng 3*. Kết quả thể hiện rằng (i) lượng mưa năm trung bình nhiều năm tại Hà Giang và Bắc Quang lần lượt là 2430 mm và 4510 mm, (iii) lượng mưa năm

trung bình nhiều năm tại Hà Giang và Bắc Quang có xu hướng giảm 4 mm/năm. Đồng thời, nhóm các năm mưa nhiều là 1972-1990 và 1994-2006, nhóm các năm mưa ít là 1990-1994 và 2006-2018.

**Bảng 3. Các đặc trưng thống kê của mưa và dòng chảy năm (đơn vị của các đặc trưng như Bảng 1)**

Đặc trưng	Trạm	Mưa (mm)		Lưu lượng (m <sup>3</sup> /s)	
		Hà Giang	Bắc Quang	Đạo Đức	Vĩnh Tuy
Giá trị nhỏ nhất		992.7	2097.6	90.8	175.6
Giá trị lớn nhất		3305.9	6563.9	252	428.2
Giá trị trung bình		2430.1	4512.6	153	303.6
Hệ số biến đổi		0.1896	0.2287	0.2343	0.1975
Xu thế biến đổi		-3.901	-3.984	-1.237	2.447
Trị số S		-63	-67	-405	405
Giá trị chuẩn của S		-0.569	-0.6053	-3.705	3.7049
Mức ý nghĩa		0.047	0.0450	0.00021	0.00021
Độ dốc Theil-Sen		-2.647	-7.389	-1.453	2.362



*Hình 7. Đường lũy tích sai chuẩn: a) mưa năm và b) dòng chảy năm giai đoạn 1972-2018*

Tại trạm thủy văn Đạo Đức (*Hình 2*), lưu lượng dòng chảy năm giai đoạn 1972-2018 thay đổi từ 90 đến 250 m<sup>3</sup>/s, với giá trị trung bình nhiều năm là 150 m<sup>3</sup>/s. Lưu lượng dòng chảy năm có xu hướng giảm với hệ số (trung bình) là

1.24 m<sup>3</sup>/s/năm. Xu thế giảm của lưu lượng dòng chảy năm tại trạm Đạo Đức khá tương đồng với xu hướng biến đổi mưa tại trạm Hà Giang. Giai đoạn từ 1972 đến 1996 là thời kỳ những năm liên tục có dòng chảy lớn, trong khi đó những năm liên tục có dòng chảy năm giảm là thời kỳ từ 1996-2018 (*Hình 7*).

Lưu lượng dòng chảy năm tại Vĩnh Tuy thay đổi từ 180 đến 430 m<sup>3</sup>/s và giá trị trung bình nhiều năm là 300 m<sup>3</sup>/s. Lưu lượng dòng chảy năm tại Vĩnh tuy có xu hướng tăng trong giai đoạn 1972-2018, với giá trị trung bình nhiều năm là 2.45 m<sup>3</sup>/s. Kết quả kiểm định phi tham số Mann-Kendall cho mưa và dòng chảy năm cũng có ý nghĩa thống kê, trong tự các kết quả kiểm định phi tham số Mann-Kendall cho mưa và dòng chảy tháng cũng như mưa và dòng chảy mùa. Dòng chảy năm tại Đạo Đức có xu hướng giảm với S=-405, trong khi đó dòng chảy tại Vĩnh Tuy có xu hướng gia tăng với kết quả trị số S khá cao.

### 3.4 Quan hệ giữa dòng chảy và mưa

Hệ số tương quan giữa lượng mưa tháng tại Hà

Giang với dòng chảy tháng tại Đạo Đức thay đổi từ 0.16 đến 0.62, trong khi giá trị này cho mưa tháng tại Bắc Quang và dòng chảy tháng tại Đạo Đức biến đổi từ 0.11 đến 0.57. Hệ số tương quan giữa mưa tháng tại Hà Giang với dòng chảy tháng tại Vĩnh Tuy thay đổi từ 0.12 đến 0.61 và giá trị này dao động từ 0.10 đến 0.66 cho mưa tháng tại Bắc Quang và dòng chảy tháng tại Vĩnh Tuy. Đối với mưa và dòng chảy năm, hệ số tương quan giữa lượng mưa năm tại Hà Giang với dòng chảy năm tại Đạo Đức và Vĩnh Tuy lần lượt là 0.30 và 0.39. Giá trị hệ số tương quan giữa lượng mưa năm tại Bắc Quang với dòng chảy năm tại Đạo Đức và Vĩnh Tuy lần lượt là 0.12 và 0.14. Các kết quả trên thể hiện rằng, lưu lượng dòng chảy tại Đạo Đức và Vĩnh Tuy có tương quan không chặt chẽ với lượng mưa tại Hà Giang và Bắc Quang.

Dòng chảy tại Đạo Đức (nguồn vào sông Lô thuộc địa phận tỉnh Hà Giang) có xu hướng tăng trong thời kỳ 1972-1994, trong khi xu hướng dòng chảy tại Vĩnh Tuy (cửa ra) lại giảm (Hình 7). Tương tự, xu hướng biến động dòng chảy tại Đạo Đức và Vĩnh Tuy cũng trái ngược nhau trong thời kỳ 1994-2018. Sự khác biệt xu hướng biến động dòng chảy nêu trên, nguyên nhân chính là do (i) dòng chảy tại Vĩnh Tuy chịu ảnh hưởng mạnh mẽ bởi quá trình điều tiết của các hồ chứa phát điện từ Sông Lô 2 đến sông Lô 5 và (ii) sự bổ sung nước của các phụ lưu như: sông Con, sông Miện và sông Ngòi Sào. Quá trình điều tiết của các hồ chứa phát điện nêu trên có xu hướng làm gia tăng lưu lượng dòng chảy tại Vĩnh Tuy, nhất là trong thời kỳ 1994-2018. Tuy nhiên, để đảm bảo tính xác thực nêu trên, các tính toán định lượng liên quan đến hoàn nguyên dòng chảy cũng như mô

phỏng diễn biến thủy động lực trong điều kiện tự nhiên và ảnh hưởng của các công trình thủy điện cần phải được thực hiện. Ngoài ra, sử dụng số liệu mưa tại Hà Giang và Bắc Quang có thể chưa phản ánh hết được sự thay đổi mưa theo không gian trên lưu vực nghiên cứu. Vấn đề này có thể được khắc phục thông qua việc sử dụng mưa từ vệ tinh hay các mô hình mưa toàn cầu. Các nội dung trên sẽ được thực hiện trong các nghiên cứu tiếp theo.

#### 4. KẾT LUẬN

Dựa trên các kết quả đã trình bày, một số kết luận chính của nghiên cứu bao gồm:

(i) Lượng mưa năm trung bình nhiều năm tại Hà Giang và Bắc Quang lần lượt là 2430 mm và 4510 mm. Lượng mưa năm trung bình nhiều năm tại Hà Giang và Bắc Quang có xu hướng giảm 4 mm/năm. Nhóm các năm mưa nhiều là 1972-1990 và 1994-2006 và nhóm các năm mưa ít là 1990-1994 và 2006-2018. Lượng mưa tháng trung bình nhiều năm giảm lớn nhất vào tháng V với giá trị là 6.0 mm/tháng.

(ii) Tại Đạo Đức, dòng chảy năm trung bình nhiều năm là 150 m<sup>3</sup>/s và có xu hướng giảm 1.24 m<sup>3</sup>/s/năm. Dòng chảy tháng trung bình nhiều năm giai đoạn nghiên cứu có xu hướng giảm từ tháng V đến tháng II năm sau, trong đó tháng IX là tháng có mức độ giảm lớn nhất với giá trị là 3.73 m<sup>3</sup>/s.

(iii) Tại Vĩnh Tuy, dòng chảy năm trung bình nhiều năm trong giai đoạn nghiên cứu là 304 m<sup>3</sup>/s và có xu hướng tăng với giá trị là 2.45 m<sup>3</sup>/s/năm. Phần lớn các tháng trong năm (trừ tháng IX), dòng chảy tháng có xu hướng tăng với giá trị thay đổi từ 0.50 đến 3.24 m<sup>3</sup>/s.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Phạm Văn Chiến (2020). *Ứng dụng mô hình phân bố vận tốc theo phương ngang và quan hệ mực nước - lưu lượng để tính toán lưu lượng dòng chảy sông Lô tại trạm thủy văn Vĩnh Tuy, tỉnh Hà Giang*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Số 68, 113-119.
- 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.
- Higashino M, Stefan G.H (2019). *Variability and change of precipitation and flood discharge in a Japanese river basin*. Journal of Hydrology: Regional studies, 21, 68-79.
- Kendall M.G (1975). *Rank Correlation Methods*. Charles Griffin, London, 272 p.



**Abstract:**  
**ASSESSMENT OF VARIABLE TREND OF RAINFALL AND WATER  
DISCHARGE IN THE LO RIVER BASIN, HA GIANG PROVINCE**

*This paper presents assessment results of variable trends of rainfall and water discharge in Lo river basin (Ha Giang province) in the period from 1972 to 2018 using statistical analysis, cumulative standard error line and non-parametric Mann-Kendall test. The results show that (i) averaged values of annual rainfall at Ha Giang and Bac Quang stations are 2430 mm and 4510 mm, (ii) the annual rainfall at Ha Giang and Bac Quang stations tend to decrease by 4 mm/year, (iii) the high continuous rainy periods are 1972-1990 and 1994-2006, while the low continuous rainfall periods are 1990-1994 and 2006-2018, (iv) the averaged value over the considered period of monthly rainfall has the largest decrease (by 6.0 mm) in May. At Dao Duc station, the averaged value over the considered period of annual water discharge equals 150 m<sup>3</sup>/s, and has a decrease variable trend with a value of 1.24 m<sup>3</sup>/s/year. The monthly water discharge has a decline variable trend from May to February, in which September is the largest reduction (3.73 m<sup>3</sup>/s). At Vinh Tuy station, the averaged value over the considered period of annual water discharge is 304 m<sup>3</sup>/s and has a drop variable trend with a value of 2.45 m<sup>3</sup>/s/year.*

**Keywords:** Lo river basin, Flow variation, Rainfall variation, Mann-Kendall test.

---

*Ngày nhận bài: 19/4/2020*

*Ngày chấp nhận đăng: 11/6/2020*