

ĐÁNH GIÁ XU THẾ BIẾN ĐỔI CỦA CÁC YẾU TỐ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN KHU VỰC QUẢNG NAM - ĐÀ NẴNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP ƯỚC LƯỢNG PHI THAM SỐ

NONPARAMETRIC ESTIMATION APPROACH FOR EVALUATING THE TREND OF HYDRO-METEOROLOGICAL FACTORS IN QUANG NAM - DA NANG

Đoàn Thị Ngọc Cảnh¹, Lê Dân¹, Võ Ngọc Dương²

¹Trường Đại học Kinh tế - Đại học Đà Nẵng

²Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; vnduong@dut.udn.vn

(Nhận bài: 18/12/2020; Chấp nhận đăng: 19/01/2021)

Tóm tắt - Với mục đích phân tích xu thế thay đổi các yếu tố khí tượng thủy văn khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng làm cơ sở cho công tác quy hoạch, phát triển kinh tế xã hội của địa phương trong tương lai, nghiên cứu sử dụng các phương pháp ước lượng phi tham số đánh giá xu thế thay đổi của lượng mưa, dòng chảy và nhiệt độ các trạm trên lưu vực. Dựa trên số liệu hơn 40 năm, từ 1976 đến 2016, các yếu tố được phân tích với các đặc trưng khác nhau, như trung bình năm, lớn nhất năm, nhỏ nhất năm, trung bình mùa kiệt, lượng mưa sinh lũ 1 ngày max, 3 ngày max... Kết quả nghiên cứu thể hiện sự thay đổi của các yếu tố theo không gian cũng như theo thời gian. Đồng thời, nghiên cứu cũng xây dựng được phương trình xu thế của các đại lượng nghiên cứu, làm cơ sở cho việc tính toán cho các kịch bản trong tương lai.

Từ khóa - Ước lượng phi tham số; xu thế biến đổi; lượng mưa; biến đổi dòng chảy; biến đổi nhiệt độ; mann kendal.

1. Đặt vấn đề

Việt Nam nằm ở khu vực nhiệt đới gió mùa Đông Nam châu Á, hàng năm gánh chịu rất nhiều thiên tai tự nhiên, trong đó lũ lụt được đánh giá là loại hình thiên tai nguy hiểm nhất và tác động sâu rộng nhất đối với Việt Nam chúng ta. Trong lịch sử loại hình thiên tai này đã có những ảnh hưởng lớn đến sự phát triển kinh tế xã hội của quốc gia, như lụt năm 1945 đã dẫn tới nạn đói trong một thời gian dài và gây ra cái chết cho hơn hai triệu người. Trận lũ năm 1964 gây ngập lụt khu vực rộng lớn ở miền Trung Việt Nam từ Quảng Bình đến Phú Yên. Trận lụt 1999 năm đã gây thiệt hại đáng kể về người và tài sản cho nhiều tỉnh khu vực duyên hải miền Trung [1]. Ngoài ra, Việt Nam vẫn là một nước đang phát triển, cơ sở hạ tầng còn yếu kém, nhận thức của người dân với thảm họa tự nhiên chưa cao. Do đó, Việt Nam được đánh giá là một trong những nước dễ bị tổn thương đối với thảm họa thiên nhiên. Vấn đề nghiêm trọng hơn, khi mà theo dưới tác động của biến đổi khí hậu, thiệt hại do thiên tai tự nhiên ở Việt Nam được dự báo sẽ tăng nhanh trong các năm sắp tới. Bên cạnh đó, với đường bờ biển dài khoảng 3,440 km, dân số phần lớn tập trung tại các khu vực ven biển và sống chủ yếu dựa vào nông nghiệp, Việt Nam là một trong những nước sẽ bị ảnh hưởng nặng nề nhất bởi những hậu quả của biến đổi khí hậu. Báo cáo mới nhất của ngân hàng phát triển châu Á về kinh tế biến đổi khí hậu ở các nước Đông Nam Á dự báo rằng, Việt Nam có khả năng sẽ chịu tác động nhiều hơn từ biến đổi khí hậu so với mức trung bình chung toàn cầu. Dự báo cho rằng, vào cuối thế kỷ này, dưới tác động của

Abstract - With the purpose of analysing trend variations of hydro-meteorological factors in Quang Nam - Da Nang area, as a basis for the planning as well as socio-economic development of the locality in the future, the research uses the nonparametric estimation method to evaluate the tendency of changes in rainfall, runoff and temperature at stations in the basin. Based on data of more than 40 years, from 1976 to 2016, hydro-meteorological factors are analyzed with different parameters, such as annual average, annual maximum, annual minimum, dry season average, and maximum daily rainfall, three-day maximum rainfall, etc. Research results show the change of factors in space as well as over time. At the same time, the study also builds up the trend equation of the research quantities, as a basis for future scenario assessment.

Key words - Nonparametric test; precipitation trend; rainfall; stream flow trend; temperature trend; mann kendal.

hiện tượng ấm lên toàn cầu, nền kinh tế Việt Nam có thể chịu một tổn thất tương đương với hơn 6% GDP hàng năm [2], [3]. Và theo đánh giá mới nhất của chính phủ Việt Nam, vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình hàng năm của Việt Nam sẽ tăng từ 2°C đến 3°C so với hiện nay, tổng lượng mưa hàng năm và theo mùa sẽ tăng trong khi lượng mưa trong mùa khô sẽ giảm, mực nước biển có thể tăng 0.75m đến 1m so với giai đoạn 1980-1999. Khoảng 10% đến 12% dân số Việt Nam sẽ bị ảnh hưởng trực tiếp và kinh tế Việt Nam có thể mất khoảng 10% GDP [4]. Những thách thức này thúc giục Việt Nam cần phải có chính sách phù hợp và các biện pháp cụ thể để nâng cao nhận thức cộng đồng, cũng như tăng cường năng lực ứng phó với biến đổi khí hậu.

Vu Gia - Thu Bồn là một trong những sông lớn nhất khu vực miền Trung Việt Nam. Với diện tích lên tới 10350 km², lưu vực sông này bao phủ một khu vực rộng lớn của tỉnh Quảng Nam và thành phố Đà Nẵng - khu vực phát triển kinh tế năng động nhất miền Trung. Nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, cùng với các đặc trưng địa hình phức tạp, do đó thiên tai lũ lụt thường xuyên diễn ra tại lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn và gây ra những hậu quả nặng nề đến đời sống nhân dân và sự phát triển kinh tế xã hội của địa phương. Những hậu quả này được dự báo là sẽ khốc liệt hơn trong tương lai dưới tác động của hiện tượng nóng lên toàn cầu. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, các phương pháp xác suất thống kê sẽ được lựa chọn và tính toán nhằm xác định xu hướng thay đổi các yếu tố khí tượng thủy văn trong hơn 40 năm qua tại khu vực tỉnh Quảng Nam - Đà Nẵng.

¹ The University of Danang - University of Economics (Doan Thi Ngoc Canh, Le Dan)

² The University of Danang - University of Science and Technology (Vo Ngoc Duong)

2. Phương pháp và dữ liệu nghiên cứu

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Hiện nay, việc ứng dụng các lý thuyết xác suất thống kê trong phân tích các vấn đề đời sống xã hội là rất phổ biến. Đây được xem là một cách tiếp cận khá hiệu quả và thực dụng trong phân tích dự báo sự thay đổi. Các phương pháp truyền thống như lý thuyết đồ thị, hồi quy tuyến tính có những ưu điểm nhất định, tuy nhiên đối với việc phân tích các yếu tố khí hậu thì các phương pháp này thể hiện những hạn chế nhất định. Nhằm khắc phục những yếu điểm trên, trong nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng phương pháp kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kendall và ước lượng xu thế Sen (Sen' slope).

2.2. Phương pháp kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kendall

Mann-Kendal [5]–[7] là một phương pháp sử dụng rộng rãi trong bài toán kiểm nghiệm phi tham số để phát hiện xu thế biến đổi của các yếu tố khí tượng thủy văn theo thời gian. Phương pháp này so sánh biên độ tương đối của dữ liệu hơn là bản thân giá trị của các dữ liệu ấy. Điều này giúp tránh được xu thế giả tạo do một vài giá trị cực trị cục bộ gây ra nếu sử dụng phương pháp tính toán xu thế tuyến tính bằng bình phương tối thiểu thông thường đang được áp dụng chủ yếu dựa vào hệ số góc của phương trình hồi quy tuyến tính. Ngoài ra, khi xem xét xu thế của chuỗi bằng phương pháp này không cần quan tâm việc tập mẫu tuân theo quy luật phân bố nào.

Giả sử chuỗi giá trị $x_1, x_2, \dots, x_n$ biểu diễn n điểm dữ liệu. Trong đó, x_j là giá trị dữ liệu tại thời điểm j . Khi đó chỉ số thống kê Mann-Kendall S được tính bởi:

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

Trong đó:

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

Giá trị S dương là chỉ số cho một xu hướng tăng, giá trị S âm là chỉ số cho một xu hướng giảm. Tuy nhiên, cần phải tính toán xác suất đi kèm với S và n để xác định mức ý nghĩa của xu hướng.

Phương sai của S được tính theo công thức:

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

Trong đó, g là số các nhóm có các giá trị dữ liệu giống nhau, tp là số các điểm dữ liệu có trong nhóm thứ p .

Chỉ số Mann-Kendall Z được tính như sau (tuân theo luật phân phối chuẩn trung bình 0, phương sai 1):

$$\begin{cases} Z = \frac{S-1}{(\text{VAR}(S))^{1/2}}, S > 0 \\ Z = 0, S = 0 \\ Z = \frac{S+1}{(\text{VAR}(S))^{1/2}}, S < 0 \end{cases}$$

Hàm xác suất mật độ có công thức như sau:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$$

2.2.1. Ước lượng xu thế Sen (Sen' slope)

Phương pháp hệ số góc Sen [8] sử dụng mô hình tuyến tính để ước lượng độ dốc của xu hướng này, và phương sai của các số dư là hằng số theo thời gian. Phương pháp này có nhiều ưu điểm: Không ảnh hưởng bởi giá trị số liệu thiếu và dữ liệu phân bố là ngẫu nhiên; Dữ liệu sai hoặc giá trị ngoại lai không ảnh hưởng đáng kể trong phương pháp Sen.

Để xác định độ lớn Q của xu thế chuỗi, sử dụng cách ước lượng của Sen.

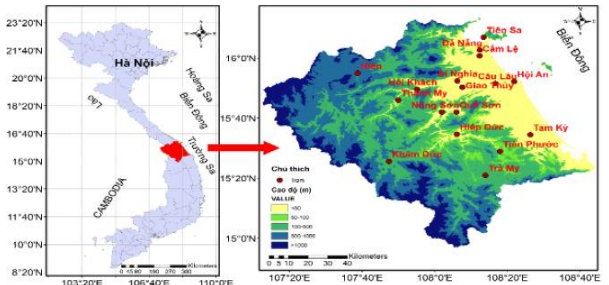
Q được xác định là trung vị của dãy gồm $n(n-1)/2$ phần tử từ $\left\{ \frac{x_j - x_k}{j - k} \text{ với } k = 1, 2, \dots, n-1; j > k \right\}$

2.3. Dữ liệu nghiên cứu

Bảng 1. Bảng các trạm quan trắc trên khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng

TT	TRẠM	DỮ LIỆU	THỜI GIAN
1	Thành Mỹ	Q, X	1976 ÷ 2016
2	Nông Sơn	Q, X	1976 ÷ 2016
3	Đà Nẵng	X, T, U, Z	1961 ÷ 2016
4	Trà My	X, T, U, Z	1977 ÷ 2016
5	Hội An	X	1979 ÷ 2016
6	Giao Thủy	X	1979 ÷ 2016
7	Câu Lâu	X	1979 ÷ 2016
8	Tiên Phước	X	1979 ÷ 2016
9	Cẩm Lệ	X	1979 ÷ 2016
10	Ái Nghĩa	X	1979 ÷ 2016
11	Thăng Bình	X	1979 ÷ 2016
12	Hiên	X	1979 ÷ 2016
13	Quế Sơn	X	1979 ÷ 2016
14	Khâm Đức	X	1979 ÷ 2016
15	Phước Sơn	X	1979 ÷ 2016
16	Hội Khách	X	1979 ÷ 2016

Ghi chú: Q lưu lượng, X mưa, T nhiệt độ, Z bốc hơi, U độ ẩm



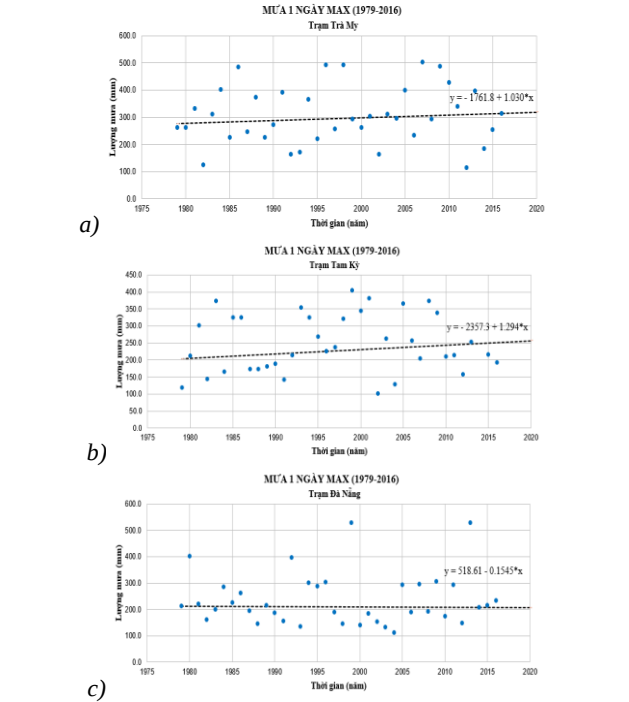
Hình 1. Vị trí các trạm quan trắc dữ liệu trên khu vực nghiên cứu

Khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng có mạng lưới trạm khí tượng thủy văn khá hoàn thiện với tổng cộng 16 trạm quan trắc khí tượng, thủy văn, tuy nhiên sự phân bố lại không đều theo không gian. Trong tổng số 16 trạm quan trắc, chỉ có 3 trạm đo mưa là trạm Hiên, Khâm Đức và Trà My được bố trí trên vùng thượng lưu, còn lại được các trạm nằm ở vùng đồng bằng và trung du. Hầu hết các trạm đều có thời gian quan trắc từ năm 1979 đến nay, riêng trạm Đà Nẵng có thời gian quan trắc từ năm 1961. Các yếu tố quan trắc chủ yếu là mưa và mực nước. Trên lưu vực có 3 trạm đo đầy đủ các yếu

tổ khí tượng là các trạm Đà Nẵng, Trà My và Tam Kỳ và 2 trạm thủy văn cấp I đo lưu lượng dòng chảy là trạm Nông Sơn trên sông Thu Bồn và trạm Thành Mỹ trên sông Vu Gia.

3. Xu thế biến đổi các yếu tố khí tượng

3.1. Biến đổi của lượng mưa



Hình 2. Xu hướng biến đổi lượng mưa 1 ngày max tại các trạm Trà My, Tam Kỳ, Đà Nẵng

Bảng 2. Kết quả phân tích xu thế ứng với lượng mưa trung bình 1 ngày lớn nhất

TRẠM	TAU	S	z	p	Phương trình xu thế
Ái Nghĩa	-0,087	-61	-0,754	0,4507	$Y = 1963,4 + 0,875 * X$
Cẩm Lệ	-0,031	-22	-0,264	0,7918	$Y = 1038,7 + 0,4211 * X$
Câu Lâu	0,004	3	0,025	0,9799	$Y = 122,16 + 0,035 * X$
Đà Nẵng	-0,021	-15	-0,176	0,8603	$Y = 518,61 - 0,1545 * X$
Giao Thủy	0,048	34	0,415	0,6781	$Y = -416,41 + 0,3103 * X$
Hiên	0,037	26	0,314	0,7533	$Y = -940,01 + 0,5536 * X$
Hiệp Đức	0,275	193	2,414	0,0158	$Y = -6287,5 + 3,267 * X$
Hội An	-0,085	-60	-0,742	0,4582	$Y = 2045,1 - 0,9250 * X$
Hội Khách	-0,053	-37	-0,453	0,6508	$Y = 1372,7 - 0,587 * X$
Khâm Đức	-0,011	-8	-0,088	0,9299	$Y = 475,59 - 0,1250 * X$
Nông Sơn	0,124	87	1,081	0,2796	$Y = -2498,9 + 1,371 * X$
Quế Sơn	0,013	9	0,101	0,9199	$Y = -109,75 + 0,1619 * X$
Tam Kỳ	0,095	63	0,811	0,4174	$Y = -2357,3 + 1,294 * X$
Thành Mỹ	-0,075	-53	-0,654	0,5133	$Y = 1563,6 - 0,6912 * X$
Tiên Phước	0,085	60	0,742	0,4582	$Y = -1732,6 + 0,9962 * X$
Trà My	0,075	53	0,654	0,5133	$Y = -1761,8 + 1,030 * X$

Lượng mưa hằng năm của lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn phân hóa khá phức tạp và biến đổi rất lớn theo không gian, thời gian, phụ thuộc rất nhiều vào yếu tố địa hình. Nhìn chung, lượng mưa tăng dần từ vùng thấp lên vùng cao, sườn đón gió lượng mưa lớn hơn thung lũng khuất gió, dọc theo thung lũng sông có lượng mưa nhỏ và giảm dần từ phía đầu lưu vực (thượng và hạ lưu) vào khu vực trung lưu, các vùng mưa lớn đều thuộc các vùng núi tương đối cao, trong khi các vùng mưa

nhỏ nằm rải rác trên các thung lũng sông thượng nguồn lưu vực. Lượng mưa tập trung chủ yếu vào mùa mưa chiếm 90% tổng lượng mưa hằng năm trong khu vực miền núi, 75-85% ở khu vực đồng bằng ven biển. Đặc biệt mưa lớn xảy ra trong tháng X và tháng XI. Vào mùa khô, lượng mưa chiếm 10-25% so với cả năm. Tháng có lượng mưa thấp nhất thường rơi vào tháng II và tháng III. Chênh lệch lượng mưa giữa các tháng mưa nhiều nhất và mưa ít nhất rất lớn. Chế độ mưa ở đồng bằng và miền núi khác nhau, mùa mưa ở khu vực đồng bằng thường ngắn hơn với lượng mưa tập trung, trong khi đó khu vực miền núi phân bố lượng mưa giữa các tháng đồng đều hơn. Với đặc tính trên, nhằm phản ánh được xu thế biến đổi của lượng mưa trong khu vực, nghiên cứu này tiến hành phân tích xu thế thay đổi lượng mưa cho khu vực nghiên cứu với các đặc trưng mưa trung bình 1 ngày lớn nhất, trung bình 3 ngày lớn nhất, trung bình mùa kiệt, trung bình mùa lũ và tổng lượng mưa năm. Kết quả được thể hiện như Bảng 2.



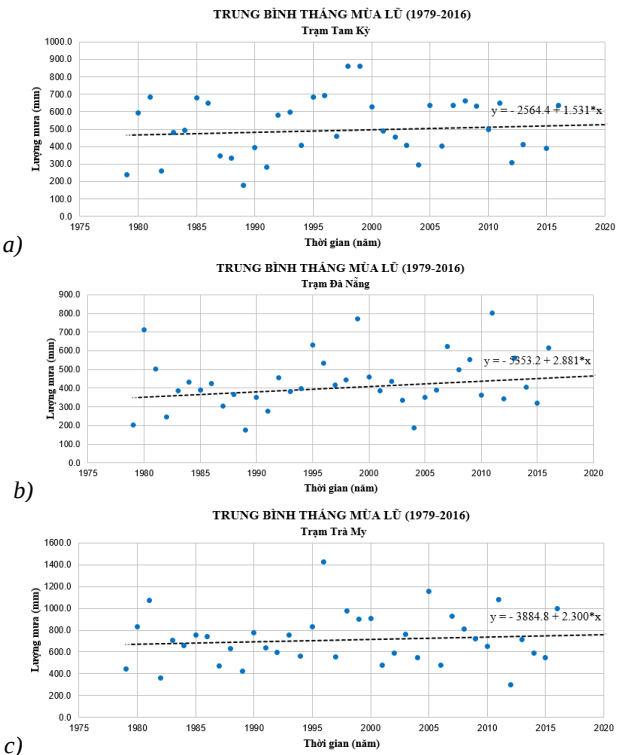
Hình 3. Xu hướng biến đổi lượng mưa 3 ngày max tại các trạm Trà My, Tam Kỳ, Đà Nẵng

Bảng 3. Kết quả phân tích xu thế ứng với lượng mưa trung bình 3 ngày lớn nhất

TRẠM	TAU	S	z	p	Phương trình xu thế
Ái Nghĩa	-0,091	-64	-0,792	0,4283	$Y = 4468,3 + 2,064 * X$
Cẩm Lệ	-0,006	-4	-0,038	0,9699	$Y = 729,25 + 0,2000 * X$
Câu Lâu	-0,077	-54	-0,666	0,5052	$Y = 2121,2 + 0,9032 * X$
Đà Nẵng	0,027	19	0,226	0,821	$Y = -614,95 + 0,4800 * X$
Giao Thủy	-0,027	-19	-0,226	0,821	$Y = 1899,8 + 0,7864 * X$
Hiên	-0,004	-3	-0,025	0,9799	$Y = 597,37 + 0,1467 * X$
Hiệp Đức	0,195	137	1,71	0,0873	$Y = -8433,3 + 4,431 * X$
Hội An	-0,107	-75	-0,93	0,3522	$Y = 3305,9 + 1,480 * X$
Hội Khách	-0,001	-1	0	1	$Y = 324,54 + 0,435E-02 * X$
Khâm Đức	0,064	45	0,553	0,5802	$Y = -3333,2 + 1,884 * X$
Nông Sơn	0,067	47	0,578	0,5631	$Y = -2288,6 + 1,338 * X$
Quế Sơn	-0,047	-33	-0,402	0,6875	$Y = 2405,4 + 1,029 * X$
Tam Kỳ	0,003	2	0,013	0,9896	$Y = 303,91 + 0,479E-01 * X$
Thành Mỹ	-0,058	-41	-0,503	0,6151	$Y = 1729,6 + 0,7152 * X$
Tiên Phước	0,147	103	1,282	0,1997	$Y = -6166,6 + 3,331 * X$
Trà My	0,124	87	1,081	0,2796	$Y = -6838,5 + 3,685 * X$

Bảng 4. Kết quả phân tích xu thế ứng với lượng mưa trung bình mùa lũ

TRẠM	TAU	S	z	p	Phương trình xu thế
Ái Nghĩa	0,125	88	1,094	0,274	$Y = -3936,8 + 2,170 * X$
Cẩm Lệ	0,129	91	1,131	0,2579	$Y = -4826,4 + 2,606 * X$
Câu Lâu	0,195	137	1,71	0,0873	$Y = -7263,3 + 3,830 * X$
Đà Nẵng	0,149	105	1,307	0,1911	$Y = -5353,2 + 2,881 * X$
Giao Thủy	0,098	69	0,855	0,3926	$Y = -2804,3 + 1,614 * X$
Hiên	0,1	70	0,868	0,3857	$Y = -4668,7 + 2,481 * X$
Hiệp Đức	0,149	105	1,307	0,1911	$Y = -5690,0 + 3,094 * X$
Hội An	0,014	10	0,113	0,9099	$Y = -570,14 + 0,4897 * X$
Hội Khách	0,075	53	0,654	0,5133	$Y = -1897,2 + 1,124 * X$
Khâm Đức	0,127	89	1,106	0,2686	$Y = -6555,9 + 3,544 * X$
Nông Sơn	0,084	59	0,729	0,4659	$Y = -3243,6 + 1,863 * X$
Quế Sơn	0,058	41	0,503	0,6151	$Y = -2186,8 + 1,315 * X$
Tam Kỳ	0,096	64	0,824	0,41	$Y = -2564,4 + 1,531 * X$
Thành Mỹ	0,095	67	0,83	0,4067	$Y = -2222,9 + 1,268 * X$
Tiên Phước	0,135	95	1,182	0,2373	$Y = -6366,2 + 3,486 * X$
Trà My	0,061	43	0,528	0,5975	$Y = -3884,8 + 2,300 * X$

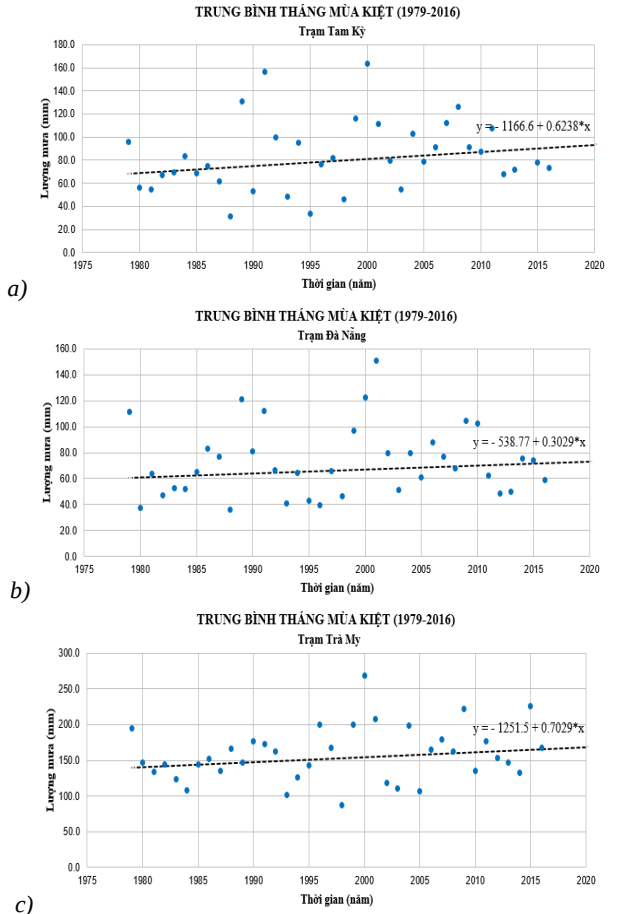


Hình 4. Xu hướng biến đổi lượng mưa trung bình mùa lũ tại các trạm Trà My, Tam Kỳ, Đà Nẵng.

Bảng 5. Kết quả phân tích xu thế ứng với lượng mưa trung bình mùa kiệt

TRẠM	TAU	S	z	p	Phương trình xu thế
Ái Nghĩa	-0,018	-13	-0,151	0,8801	$Y = 169,64 + -0,438E-01 * X$
Cẩm Lệ	0,088	62	0,767	0,443	$Y = -462,29 + 0,2625 * X$
Câu Lâu	0,144	101	1,257	0,2087	$Y = -803,78 + 0,4324 * X$
Đà Nẵng	0,078	55	0,679	0,4972	$Y = -538,77 + 0,3029 * X$
Giao Thủy	-0,065	-46	-0,566	0,5715	$Y = 639,16 + -0,2778 * X$
Hiên	0,208	146	1,823	0,0683	$Y = -2636,6 + 1,380 * X$
Hiệp Đức	0,191	134	1,672	0,0945	$Y = -1922,5 + 1,019 * X$
Hội An	0,027	19	0,226	0,821	$Y = -140,70 + 0,1000 * X$
Hội Khách	0,007	5	0,05	0,9599	$Y = 51,396 + 0,276E-01 * X$

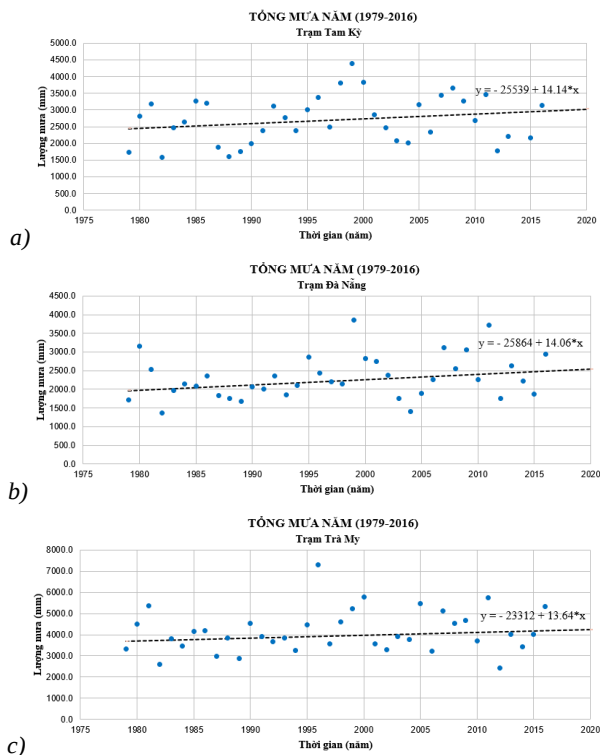
Khâm Đức	0,368	259	3,244	0,0012	$Y = -6227,3 + 3,170 * X$
Nông Sơn	0,266	187	2,338	0,0194	$Y = -1866,4 + 0,9960 * X$
Quế Sơn	0,314	221	2,766	0,0057	$Y = -2240,8 + 1,175 * X$
Tam Kỳ	0,15	100	1,295	0,1954	$Y = -1166,6 + 0,6238 * X$
Thành Mỹ	0,092	65	0,805	0,421	$Y = -770,39 + 0,4450 * X$
Tiên Phước	0,346	243	3,042	0,0023	$Y = -3280,3 + 1,695 * X$
Trà My	0,151	106	1,32	0,1868	$Y = -1251,5 + 0,7029 * X$



Hình 5. Xu hướng biến đổi lượng mưa trung bình mùa kiệt tại các trạm Trà My, Tam Kỳ, Đà Nẵng

Bảng 6. Kết quả phân tích xu thế ứng với lượng mưa trung bình năm

TRẠM	TAU	S	z	p	Phương trình xu thế
Ái Nghĩa	0,11	77	0,9ss55	0,3393	$Y = -13196, + 7,757 * X$
Cẩm Lệ	0,189	133	1,659	0,097	$Y = -24479, + 13,26 * X$
Câu Lâu	0,218	153	1,911	0,056	$Y = -30002, + 16,04 * X$
Đà Nẵng	0,215	151	1,886	0,0593	$Y = -25864, + 14,06 * X$
Giao Thủy	0,078	55	0,679	0,4972	$Y = -9127,1 + 5,757 * X$
Hiên	0,186	131	1,634	0,1022	$Y = -26902, + 14,59 * X$
Hiệp Đức	0,238	167	2,087	0,0369	$Y = -36024, + 19,53 * X$
Hội An	0,033	23	0,277	0,7821	$Y = 12,055 + 1,100 * X$
Hội Khách	0,087	61	0,754	0,4507	$Y = -8007,2 + 5,143 * X$
Khâm Đức	0,292	205	2,565	0,0103	$Y = -82450, + 42,77 * X$
Nông Sơn	0,212	149	1,861	0,0628	$Y = -31180, + 17,10 * X$
Quế Sơn	0,209	147	1,835	0,0664	$Y = -25196, + 13,84 * X$
Tam Kỳ	0,15	100	1,295	0,1954	$Y = -25539, + 14,14 * X$
Thành Mỹ	0,155	109	1,358	0,1745	$Y = -14899, + 8,600 * X$
Tiên Phước	0,266	187	2,338	0,0194	$Y = -49298, + 26,35 * X$
Trà My	0,129	91	1,131	0,2579	$Y = -23312 + 13,64 * X$



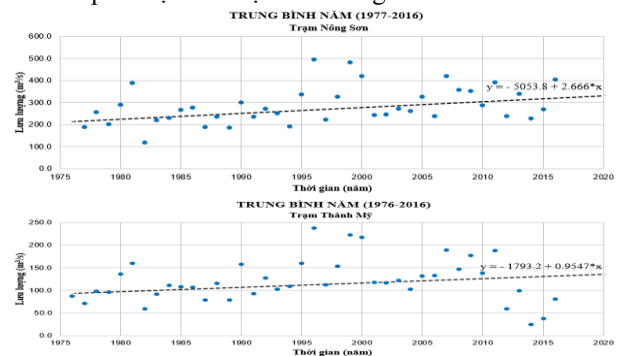
Hình 6. Xu hướng biến đổi lượng mưa trung bình năm tại các trạm Trà My, Tam Kỳ, Đà Nẵng

Kết quả phân tích cho thấy, lượng mưa từ 1976 tới 2016 có xu hướng tăng trên toàn bộ khu vực nghiên cứu (Bảng 5, Bảng 6) và sự biến động lượng mưa trong hơn 40 năm qua ở khu vực Quảng Nam Đà Nẵng là rất khác nhau trong đó phân ra 2 khu vực chủ yếu là các trạm vùng núi và các trạm vùng đồng bằng ven biển [7]. Lượng mưa có xu thế tăng mạnh ở các khu vực vùng núi và thiên lệch về phía nam. Xu thế tăng mạnh tập trung vào các trạm Tiên Phước, Khâm Đức, Hiệp Đức, Trà My, Tam Kỳ. Các trạm còn lại xu hướng mưa có tăng nhưng mức độ tăng không cao. Đối với lượng mưa sinh lũ, nghiên cứu tập trung phân tích với lượng mưa 1 ngày max và 3 ngày max. Kết quả phân tích với lượng mưa 1 ngày max cho thấy, lượng mưa 1 ngày max có xu hướng tăng cao ở khu vực phía nam và vùng núi như Trà My, Tiên Phước, Hiệp Đức, Nông Sơn, Tam Kỳ, Tam Kỳ. Trong khi đó, các trạm khu vực đô thị, cũng như trên nhánh sông Vu Gia, lượng mưa 1 ngày max có xu hướng giảm, đáng chú ý như Thành Mỹ, Ái Nghĩa, Cẩm Lệ. Trong khi đó, với lượng mưa 3 ngày max, thời đoạn mưa sinh lũ phổ biến ở khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng, thì xu thế có thay đổi tương tự với lượng mưa 1 ngày max. Các trạm như Trà My, Hiệp Đức xu thế biến đổi lượng mưa 3 ngày max là khá lớn, trong khi đó các trạm ở khu vực trung du và đồng bằng ven biển thì lượng mưa này có xu thế giảm rõ rệt. Lượng mưa 1 ngày max, 3 ngày max có xu thế tăng giảm không đồng nhất trên toàn lưu vực, tuy nhiên xu thế của lượng mưa trung bình mùa lũ các trạm trên khu vực có xu hướng tăng tương tự như tổng lượng mưa năm. Điều này cho thấy, sự gia tăng dòng chảy mùa lũ ở khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng trong các năm vừa qua xuất phát từ sự gia tăng của lượng mưa. Kết quả cũng khẳng định các nhận định trước đây về nguyên nhân ngập lụt ở khu vực đồng bằng ven biển trước đây, do lượng mưa sinh lũ gia tăng chủ yếu ở các trạm miền núi, nên ngập lụt ở khu vực hạ du xuất phát từ sự gia tăng của dòng chảy thượng lưu. Đối với lượng mưa trong mùa kiệt,

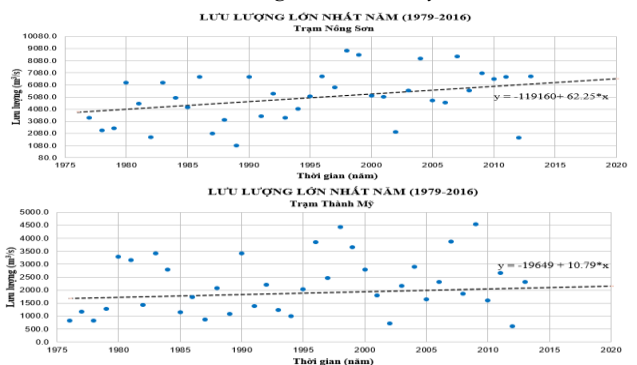
tính toán cho thấy, lượng mưa mùa kiệt có xu hướng tăng nhẹ trên toàn lưu vực. Tuy nhiên, lượng mưa mùa kiệt ở các trạm trung du và đồng bằng ven biển gần như không tăng. Cá biệt, đối với các trạm trung du như Giao Thủy, Ái Nghĩa, lượng mưa mùa kiệt có xu hướng giảm. Nếu xu hướng này tiếp tục trong các năm tiếp theo và trong tương lai thì sẽ ảnh hưởng to lớn đến tình hình canh tác ở khu vực này. Do đây là khu vực có diện tích sản xuất nông nghiệp lớn của Quảng Nam và Đà Nẵng.

3.2. Biến đổi của dòng chảy

Vu Gia - Thu Bồn là hệ thống sông cung cấp nguồn nước chính yếu cho các hoạt động phát triển kinh tế xã hội khu vực Quảng Nam và thành phố Đà Nẵng. Do đó, biến động dòng chảy tại trên hệ thống sông này sẽ có tác động to lớn đến sự phát triển của hai địa phương. Phân tích số liệu từ 1976 đến 2016 cho thấy, dòng chảy trung bình năm tại Nông Sơn là 287,3 m³/s tại Thành Mỹ là 121 m³/s dòng chảy tại hai trạm này đều có xu thế tăng trong 40 năm qua. Điều này là hoàn toàn phù hợp với kết quả phân tích xu thế biến động lượng mưa ở Mục 3.1. Cũng tương tự như mưa, khi mà xu thế lượng mưa tăng cao ở các trạm vùng núi và phía nam là đầu nguồn của nhánh sông Thu Bồn dẫn tới dòng chảy ở trạm Nông Sơn có xu hướng tăng mạnh hơn so với dòng chảy ở trạm Thành Mỹ. Một điểm đặc biệt chú ý, đó là thông số lưu lượng lớn nhất năm có xu thế tăng cao ở cả 2 trạm, xu thế tăng này dẫn tới hiện tượng ngập lụt ở hạ du sẽ thường xuyên hơn và tác động tiêu cực đến sinh kế cũng như đời sống người dân vùng trũng hạ du. Với xu thế tăng này, chúng ta cần có những giải pháp để chủ động ứng phó khi mà lũ lụt xuất hiện nhiều hơn. Trong khi đó dòng chảy trung bình mùa kiệt gần như không thay đổi nhiều, mặc dầu có tăng nhưng xu thế tăng là không đáng kể. Kết quả được thể hiện như Bảng 7.



Hình 7. Xu hướng biến đổi lưu lượng trung bình năm tại các trạm Nông Sơn, Thành Mỹ



Hình 8. Xu hướng biến đổi lưu lượng trung bình ngày lớn nhất năm các trạm Nông Sơn, Thành Mỹ

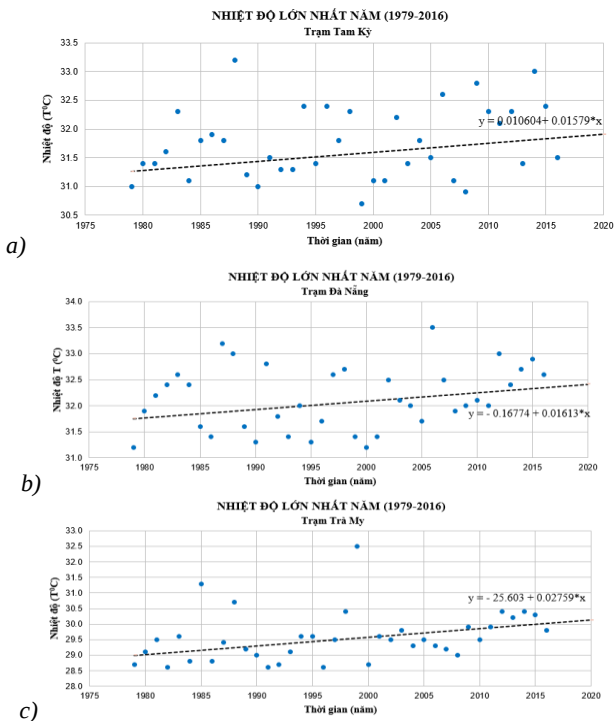
Bảng 7. Kết quả phân tích xu thế ứng với dữ liệu dòng chảy.

Yếu tố	TRẠM	TAU	S	z	p	Phương trình xu thế
Lưu lượng TB mùa kiệt	Nông Sơn	0,3	234	2,715	0,0066	$Y = -2995,1 + 1,556 * X$
	Thành Mỹ	0,127	104	1,157	0,2473	$Y = -628,84 + 0,3436 * X$
Lưu lượng TB mùa lũ	Nông Sơn	0,167	130	1,503	0,1328	$Y = -10015 + 5,318 * X$
	Thành Mỹ	0,127	104	1,157	0,2473	$Y = -3300 + 1,766 * X$
Lưu lượng lớn nhất năm	Nông Sơn	0,188	147	1,701	0,0889	$Y = 0,119 * 10^6 + 62,25 * X$
	Thành Mỹ	0,057	47	0,517	0,6054	$Y = -19649 + 10,79 * X$
Lưu lượng nhỏ nhất năm	Nông Sơn	0,238	186	2,156	0,0311	$Y = -840,10 + 0,4367 * X$
	Thành Mỹ	0,044	36	0,393	0,6942	$Y = -140,06 + 0,0821 * X$
Lưu lượng TB năm	Nông Sơn	0,297	232	2,691	0,0071	$Y = -5053,8 + 2,666 * X$
	Thành Mỹ	0,154	126	1,404	0,1603	$Y = -1793,2 + 0,9547 * X$

3.3. Biến đổi của nhiệt độ

Bảng 8. Kết quả phân tích xu thế ứng với dữ liệu nhiệt độ

Yếu tố	TRẠM	TAU	S	z	p	Phương trình xu thế
Nhiệt độ TB năm	Đà Nẵng	0,4	281	3,52	0,0004	$Y = -16,265 + 0,0211 * X$
	Tam Kỳ	0,366	257	3,218	0,0013	$Y = -7,8304 + 0,0168 * X$
	Trà My	0,388	273	3,42	0,0006	$Y = -12,466 + 0,0185 * X$
Nhiệt độ cao nhất năm	Đà Nẵng	0,193	136	1,702	0,0888	$Y = -0,1677 + 0,0161 * X$
	Tam Kỳ	0,175	123	1,54	0,1235	$Y = 0,0106 + 0,01579 * X$
	Trà My	0,306	215	2,7	0,0069	$Y = -25,60 + 0,02759 * X$
Nhiệt độ thấp nhất năm	Đà Nẵng	0,152	107	1,336	0,1815	$Y = -32,338 + 0,025 * X$
	Tam Kỳ	0,098	69	0,856	0,3919	$Y = -13,43 + 0,01538 * X$
	Trà My	0,028	20	0,239	0,811	$Y = 5,9368 + 0,00526 * X$



Hình 9. Xu hướng biến đổi nhiệt độ trung bình ngày lớn nhất năm tại các trạm Trà My, Tam Kỳ, Đà Nẵng

Yếu tố nhiệt độ được quan trắc tại 3 trạm Đà Nẵng, Tam Kỳ và Trà My. Trong đó, trạm Đà Nẵng và Tam Kỳ biểu thị nhiệt độ khu vực đồng bằng ven biển còn Trà My thể hiện nhiệt độ đặc trưng cho khu vực vùng núi. Phân tích dữ liệu đo đạt từ 1976 đến 2016 cho thấy, nhiệt độ trung bình của trạm Đà Nẵng là 33,5°C, Tam Kỳ là 33,2°C và Trà My là 32,5°C. Nhiệt độ của tất cả các trạm đều có xu thế tăng trong 40 năm qua. Trong đó, xu thế tăng mạnh nhất là đối với trạm vùng núi Trà My ở cả nhiệt độ cao nhất năm cũng như là nhiệt độ thấp nhất năm. Kết quả được thể hiện như Bảng 8 và Hình 9.

4. Kết luận

Xu hướng biến đổi các yếu tố khí tượng thủy văn trong quá khứ sẽ cung cấp một cái nhìn tổng quan cho việc phân tích, dự đoán biến đổi các yếu tố trong tương lai. Kết quả cũng được sử dụng để tham vấn cho công tác quy hoạch, phát triển kinh tế xã hội của địa phương trong tương lai. Với mục đích phân tích xu thế thay đổi các yếu tố khí tượng thủy văn khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng, nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp kiểm nghiệm phi tham số Mann-Kendall và ước lượng xu thế Sen (Sen' slope) phân tích cho chuỗi số liệu 40 năm từ 1976 đến 2016 cho các yếu tố lượng mưa, dòng chảy và nhiệt độ. Kết quả phân tích đã xác định được xu thế biến đổi của các yếu tố khí tượng đặc trưng trong khu vực theo không gian cũng như là theo thời gian. Đồng thời, nghiên cứu cũng xây dựng được các phương trình xu thế cho các đại lượng nghiên cứu. Đây được xem như là cơ sở tham khảo chiều tính toán dự báo cho các yếu tố khí tượng trong tương lai.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Trường Đại học Kinh tế - Đại học Đà Nẵng đã hỗ trợ kinh phí thực hiện nghiên cứu này thông qua đề tài T2020_04_51.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] V. N. Dương, *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến ngập lụt ở vùng hạ du lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn, Việt Nam*. Đề tài KH&CN cấp Bộ , mã số B2016-DNA-26-TT, 2019.

[2] ADB, *Economics of Climate Change in the Pacific. The economics of climate change in Southeast Asia: a regional review*. Asian Development Bank, 978-92-9254-319-8, 2013.

[3] P. V. Tân và N. Đ. Thành, “Biến đổi khí hậu ở Việt Nam: Một số kết quả nghiên cứu, thách thức và cơ hội trong hội nhập quốc tế,” *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Các Khoa học trái đất và môi trường*, vol. 19, no. 2, pp. 42–55, 2013.

[4] MORNE, *Climate change and sea level rise scenarios for Viet Nam*. Viet Nam Publishing House of Natural Resources, Environment And Cartography, 978-604-904-939-2, 2016.

[5] M. Hu, T. Sayama, S. Try, K. Takara, and K. Tanaka, “Trend analysis of hydroclimatic variables in the Kamo River Basin, Japan”, *Water*, vol. 11, no. 9, p. 1782, 2019.

[6] T. T. H. Phan, K. Sunada, S. Oishi, and Y. Sakamoto, “River discharge in the Kone River basin (Central Vietnam) under climate change by applying the BTOPMC distributed hydrological model”, *J. Water Clim. Chang.*, vol. 1, no. 4, pp. 269–279, 2010.

[7] P. T. T. Hang, “The trend of climate and runoff changes in the Ba river basin”, *VIETNAM J. EARTH Sci.*, vol. 36, no. 1, pp. 31–40, 2014.

[8] P. T. Long và N. V. Tín, “Đánh giá xu thế biến đổi của ngày bắt đầu và kết thúc mùa mưa khu vực đồng bằng sông Cửu Long bằng kiểm định phi tham số Mann- Kendall”. *Tạp chí Khoa học Biến đổi Khí hậu*, vol. 7, 2018.