

PHÂN TÍCH XU THẾ THAY ĐỔI LƯỢNG MƯA LƯU VỰC SÔNG SÊRÊPÔK GIAI ĐOẠN 1981-2009

Đào Nguyên Khôi - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, thành phố Hồ Chí Minh

Phân tích xu hướng lượng mưa trên lưu vực sông Sêrêpôk được thực hiện bằng cách kiểm định thống kê (kiểm định Mann-Kendal, kiểm định Pettit và kiểm định chuỗi tương quan) dựa vào chuỗi số liệu lượng mưa năm giai đoạn 1980-2009 tại 9 trạm đo mưa trên lưu vực. Kết quả phân tích cho thấy lượng mưa năm tại hầu hết các trạm này có xu hướng tăng, tuy nhiên chỉ hai trạm (Đắk Nông và Buôn Hồ) là có ý nghĩa thống kê và xu hướng thay đổi của lượng mưa năm tại các trạm không giống nhau. Bên cạnh đó, hạn hán xảy ra trong giai đoạn này được nhận dạng bằng chỉ số thay đổi lượng mưa. Kết quả của nghiên cứu này có thể giúp các nhà quản lý trong xây dựng chiến lược quản lý tài nguyên dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH).

Từ khóa: Phân tích xu hướng, lượng mưa, lưu vực Sêrêpôk, kiểm định thống kê

1. Đặt vấn đề

BĐKH chỉ sự thay đổi giá trị trung bình của các biến khí hậu diễn ra trong một khoảng thời gian dài (vài thập kỷ). Mặc dù BĐKH diễn ra ở qui mô toàn cầu nhưng các tác động của nó thường thay đổi từ vùng này sang vùng khác. Lượng mưa là một biến khí hậu quan trọng ảnh hưởng lớn đến chu trình thủy văn. Phân tích sự thay đổi của yếu tố lượng mưa có thể giúp các nhà quản lý trong định hướng quản lý tài nguyên nước và phát triển nông nghiệp dưới ảnh hưởng của BĐKH.

Nghiên cứu và phân tích sự thay đổi khí tượng thủy văn là một trong những bài toán thu hút được nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học trong và ngoài nước. Gocci và Trajkovi [1] sử dụng kiểm định Mann-Kendall và kiểm định Spearman để phân tích sự thay đổi yếu tố lượng mưa cho giai đoạn 1980-2010 ở vùng Serbia. Silva và cs (2015) sử dụng kiểm định Mann-Kendall để phân tích xu hướng thay đổi lượng mưa và dòng chảy cho giai đoạn 1960-2000 ở lưu vực sông Cobres, Bồ Đào Nha. Ngô Đức Thành và Phan Văn Tân (2012) nghiên cứu xu thế thay đổi của một số yếu tố khí tượng giai đoạn 1961-2007 cho Việt Nam bằng kiểm định phi tham số Mann-Kendall và xu thế Sen.

Tây Nguyên là một trong những vùng trọng điểm trồng cây công nghiệp của cả nước, đóng vai trò quan trọng trong cung cấp nguyên liệu

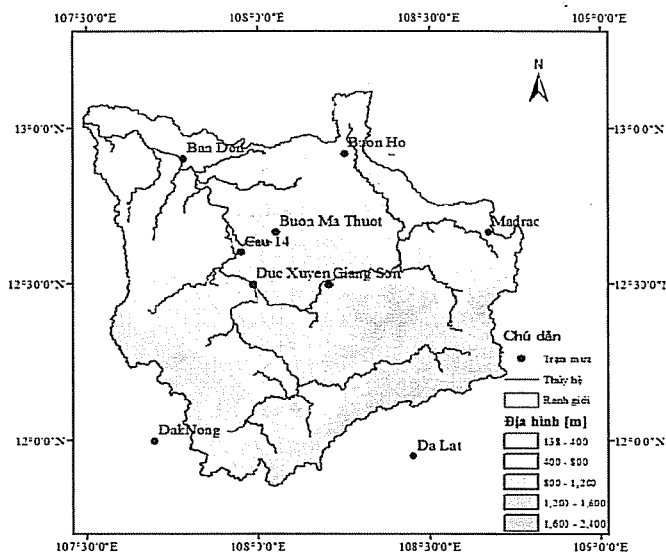
cho các ngành chế biến như: cao su, cà phê, tiêu, chè,... Tuy nhiên, với tình hình BĐKH như hiện nay, hạn hán và lũ lụt thường xuyên xảy ra và có diễn biến phức tạp, không ngừng tăng lên về cả tần suất và cường độ đã ảnh hưởng không nhỏ đến tình hình kinh tế xã hội khu vực. Lưu vực sông Sêrêpôk là một lưu vực lớn ở Tây Nguyên, là nguồn cung cấp nước chính cho hoạt động sản xuất của hai tỉnh Đắk Lắk và Đắk Nông. Do đó, phân tích và hiểu được xu hướng thay đổi của yếu tố lượng mưa trên lưu vực là rất cần thiết cho các nhà quản lý và hoạch định chính sách của địa phương trong việc đề xuất các giải pháp thích ứng với BĐKH và phát triển kinh tế xã hội của địa phương. Mục tiêu của nghiên cứu là phân tích xu hướng thay đổi của yếu tố lượng mưa cho giai đoạn 1980-2009 bằng các kiểm định thống kê (kiểm định Mann-Kendall, kiểm định Pettit, kiểm định tương quan chuỗi).

2. Khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Sêrêpôk có tổng diện tích 16,420 km², nằm trên khu vực 2 tỉnh Đắk Lắk và Đắk Nông có tọa độ địa lý từ 11,860 -12,940°N và từ 107,560 -108,780°E. Sêrêpôk là một phụ lưu quan trọng của sông Mê Kông, bắt nguồn từ các vùng núi phía bắc, đông bắc và đông của tỉnh Đắk Lắk (có độ cao từ 800 m - 2,000 m) và nhập lưu với sông Mê Kông ở Stung Treng - Campuchia. Lưu vực sông Sêrêpôk có chiều dài là 406 km, trong đó đoạn chảy trong lãnh thổ Việt Nam dài

khoảng 126 km, đoạn chảy qua Campuchia khoảng 281 km và phần diện tích thuộc lãnh thổ Việt Nam có khoảng 18000 km², bao gồm các phụ

lưu của sông Sêrêpôk như Prek-Drang, Ya Hleo và Sêrêpôk thượng (hình 1).



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Địa hình lưu vực khá phức tạp và chia cắt lớn, chuyển tiếp từ vùng cao nguyên ở phía bắc và đông bắc dạng đồi núi và thấp dần xuống vùng tương đối bằng phẳng về phía tây và tây nam. Do đặc điểm địa hình và vị trí địa lý của vùng thuộc Tây Nguyên nên khí hậu của lưu vực mang tính chất nhiệt đới gió mùa, một năm có hai mùa: mùa mưa và mùa khô với tổng lượng mưa năm khoảng 1800-2400 mm. Mùa mưa thường từ tháng 5 - 10, trùng với mùa gió mùa tây nam hoạt động với lượng mưa chiếm trên 85% tổng lượng mưa cả năm. Mùa khô kéo dài từ tháng 11 - 4 năm sau. Đất đai của lưu vực khá màu mỡ (chủ yếu là đất bazan), phù hợp với phát triển nông nghiệp.

3. Phương pháp luận

3.1. Chỉ số biến đổi lượng mưa

Chỉ số biến đổi lượng mưa (δ) được tính theo công thức sau:

$$\delta_i = (P_i - \mu) / \sigma \quad (1)$$

Trong đó: δ_i là chỉ số biến đổi lượng mưa cho năm i , P_i là lượng mưa năm của năm i , μ và σ là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của lượng mưa năm cho giai đoạn 1981-2009. Giá trị của δ âm có nghĩa là năm đó là năm hạn.

3.2. Kiểm định Mann-Kendall

Kiểm định Mann-Kendall là một kiểm định phi tham số để nhận dạng xu hướng chuỗi số liệu khí tượng thủy văn. Kiểm định Mann-Kendall được tính toán như sau:

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

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (3)$$

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & x_j - x_i > 0 \\ 0 & x_j - x_i = 0 \\ -1 & x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (4)$$

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

với n là độ dài chuỗi số liệu, x_j và x_i là số liệu ở thời điểm i và j , m là số nhóm chung (nhóm chung là nhóm các số liệu có giá trị giống nhau) và t là số dự liệu trong nhóm thứ m . Giả thiết không H_0

(không có xu hướng) được chấp nhận nếu $-Z_{1-\alpha/2} \leq Z_c \leq Z_{1-\alpha/2}$, α là mức ý nghĩa thống kê. Giá trị Z_c dương chỉ xu hướng tăng và giá trị Z_c âm chỉ xu hướng giảm.

Trong kiểm định Mann-Kendall, giá trị độ dốc Kendall dùng để ước lượng độ lớn của xu hướng và được tính theo công thức:

$$\hat{\beta} = \text{Median} \left(\frac{x_j - x_i}{j - i} \right), \forall i < j \quad (6)$$

3.3. Kiểm định Pettit

Kiểm định Pettit là kiểm định phi tham số dùng để tìm điểm thay đổi của chuỗi số liệu. Giả sử có 2 chuỗi số liệu mẫu (x_1, x_2, \dots, x_i) và $(x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_N)$ được chia ra từ chuỗi số liệu ban đầu (x_1, x_2, \dots, x_N) . Giá trị kiểm định U_i, N được tính như sau:

$$U_{i,N} = \sum_{i=1}^i \sum_{j=i+1}^N \text{sgn}(x_i - x_j) \quad (7)$$

Giả thiết H_0 của kiểm định Pettit là không có điểm thay đổi. Giá trị thống kê K_i và xác suất xảy ra sự kiện được tính như sau:

$$K_i = \max |U_{i,N}| \quad (8)$$

$$p = \exp \left(\frac{-6K_i^2}{N^3 + N^2} \right) \quad (9)$$

Khi giá trị p nhỏ hơn mức ý nghĩa thì giả thiết không được chấp nhận. Thời gian t khi K_i xảy ra là điểm thay đổi.

3.4. Ảnh hưởng của tương quan chuỗi

Để khử tương quan chuỗi trong chuỗi số liệu, bài báo hiệu chỉnh lại chuỗi số liệu trước khi tiến hành kiểm định Mann-Kendall và Pettit. Các bước tiến hành như sau:

- Tính toán hệ số tương quan lag 1 (R_1). Hệ số R_1 của mẫu dữ liệu x_i được tính như sau:

$$R_1 = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \mu(x_i))(x_{i+1} - \mu(x_{i+1}))}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i} \quad (10)$$

$$\mu(x_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (11)$$

- Nếu giá trị tính toán R_1 không ý nghĩa tại mức 5% thì kiểm định Mann-Kendall và Pettit được áp dụng cho chuỗi số liệu ban đầu.

- Nếu giá trị tính toán R_1 ý nghĩa tại mức 5% thì trước khi áp dụng kiểm định Mann-Kendall và Pettit chuỗi số liệu ban đầu được hiệu chỉnh thành $x_2 - r_1x_1, x_3 - r_1x_2, \dots, x_n - r_1x_{n-1}$.

Mức ý nghĩa 95% cho R_1 được tính theo công thức sau:

$$R_1(95\%) = \frac{-1 \pm 1.96\sqrt{n-2}}{n-1} \quad (12)$$

3.5. Số liệu

Dữ liệu mưa sử dụng trong nghiên cứu này thu thập tại Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên giai đoạn 1981-2009 cho 9 trạm đo mưa (Bản Đôn, Buôn Hồ, Buôn Ma Thuột, Cầu 14, Đà Lạt, Đắk Nông, Đức Xuyên, Giang Sơn và Ma Đrăk).

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Mô tả thống kê chuỗi số liệu mưa năm

Các tham số thống kê của chuỗi số liệu lượng mưa năm tại các trạm đo mưa trên lưu vực Sêrêpôk cho giai đoạn 1981 - 2009 được trình bày trong bảng 1. Giá trị lượng mưa trung bình năm trong khoảng 1579 – 2537mm. Lượng mưa thấp nhất ở trạm Buôn Hồ và lượng mưa cao nhất ở trạm Đắk Nông. Giá trị hệ số biến thiên (CV) lớn nhất xuất hiện tại trạm Ma Đrăk (30,8%) và thấp nhất tại trạm Đà Lạt (11,9%). Lượng mưa của lưu vực được tính dựa vào đa giác Thienssen và số liệu lượng mưa của cả 9 trạm trên lưu vực.

4.2. Biến đổi lượng mưa

Chỉ số biến đổi lượng mưa cho lượng mưa năm của lưu vực được trình bày ở hình 2. Kết quả cho thấy các năm hạn là 1982-1983, 1989, 1991, 1994-1995, và 2004. Kết tính toán ở đây là phù hợp với kết quả quan trắc hạn hán ở khu vực nghiên cứu.

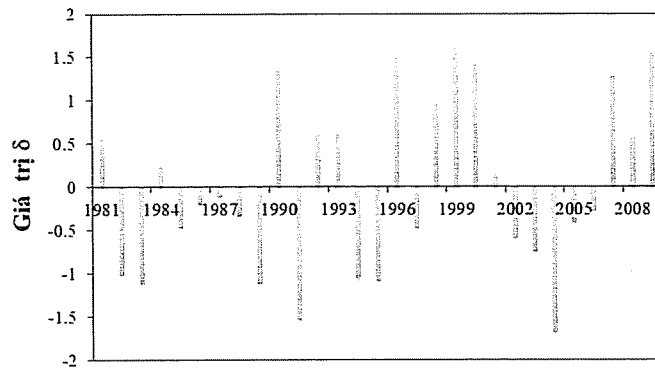
4.3. Phân tích xu hướng và điểm thay đổi chuỗi số liệu mưa

Hệ số tương quan chuỗi có thể kiểm tra tính độc lập của chuỗi số liệu lượng mưa năm. Trong nghiên cứu này, để chấp nhận giả thiết H_0 (không có tương quan chuỗi) thì giá trị R_1 nằm trong khoảng từ -0,399 - 0,328. Đồ thị hệ số tương quan lag-1 của số liệu lượng mưa tại các trạm quan trắc được trình bày ở hình 3. Kết quả cho

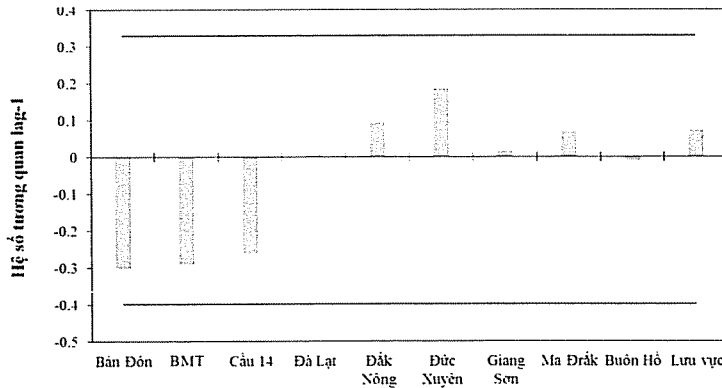
thấy tất cả các trạm đều chấp nhận giả thiết H_0 và này sẽ được hiệu chỉnh trước khi tiến hành kiểm các chuỗi số liệu lượng mưa năm của các trạm đĩnh Mann-Kendall và kiểm định Pettit.

Bảng 1. Mô tả thống kê chuỗi số liệu mưa năm cho giai-đoạn 1981-2009

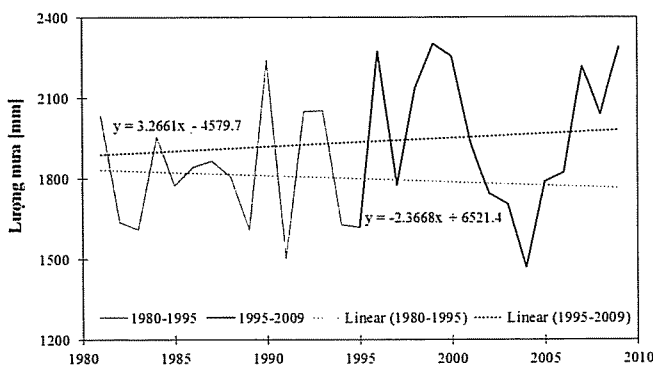
Trạm	Max (mm)	Min (mm)	Mean (mm)	STD (mm ²)	CV (%)	Skewness	Kurtosis
Bản Đôn	2178	1088	1592	252.7	15.9	0.4	0.9
BMT	2598	1347	1892	328.1	17.3	0.3	-0.5
Cầu 14	3698	1168	1781	447	25.1	2.9	12
Đà Lạt	2379	1355	1805	212.1	11.9	0.5	1
Đắk Nông	3772	799	2537	542.7	21.4	-0.7	3.2
Đức Xuyên	2402	1359	1908	308.6	16.2	-0.2	-0.9
Giang Sơn	2468	1245	1889	321.1	17	-0.1	-0.7
Ma Đrăk	3338	915	1986	612.1	30.8	1.5	0.2
Buôn Hồ	1968	1173	1579	222.8	14.1	0.2	-0.9
Lưu vực	2304	1469	1897	252.7	13.4	0.4	-1.1



Hình 2. Chỉ số biến đổi lượng mưa năm cho lưu vực sông Sêrêpôk



Hình 3. Hệ số tương quan lag-1 cho số liệu lượng mưa năm tại các trạm



Hình 4. Đồ thị xu hướng thay đổi lượng mưa lưu vực cho 2 giai đoạn 1980-1995 và 1995-2009

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

Kết quả phân tích xu hướng bằng kiểm định Mann-Kendall và phân tích điểm thay đổi bằng kiểm định Pettit tại các trạm quan trắc được trình bày ở bảng 2. Kết quả kiểm định cho thấy xuất hiện xu hướng tăng lượng mưa tại hầu hết các trạm đo trừ trạm Bản Đôn có xu hướng giảm; tuy nhiên các xu hướng thay đổi này chỉ có ý nghĩa thống kê ở hai trạm là Đăk Nông (20,08 mm/năm) và Buôn Hồ (13,26 mm/năm). Lượng mưa năm của lưu vực có xu hướng tăng (9,62 mm/năm) nhưng không có ý nghĩa thống kê. Kết quả kiểm định Pettit cho thấy điểm thay đổi của

lượng mưa năm tại các trạm là không giống nhau, các điểm thay đổi nằm trong khoảng thời gian từ năm 1987 đến 2006. Điểm thay đổi ở hai trạm Đăk Nông (năm 1995) và Buôn Hồ (1988) là có ý nghĩa về mặt thống kê. Điểm thay đổi của lưu vực sông Sêrêpôk được tìm thấy xuất hiện ở năm 1995 tuy nhiên không có ý nghĩa về mặt thống kê. Dựa vào điểm thay đổi của chuỗi số liệu lượng mưa lưu vực này (năm 1995), ta nhận thấy giai đoạn 1980-1995 lượng mưa lưu vực giảm (2,36 mm/năm) và tăng (3,27 mm/năm) cho giai đoạn 1995-2009.

Bảng 2. Kết quả kiểm định thống kê lượng mưa năm cho giai đoạn 1981-2009

Trạm	Kiểm định Mann-Kendall			Kiểm định Pettit		
	Z_c	β	p	K_T	t	p
Bản Đôn	-0,058	-2,075		38	1987	
BMT	0,153	7,931		70	1997	
Cầu 14	0,011	0,44		56	1989	
Đà Lạt	0,005	0,425		71	2000	
Đăk Nông	0,275	20,08	**	110	1995	**
Đức Xuyên	0,069	5,443		44	1985	
Giang Sơn	0,048	3,304		61	2006	
Ma Đăk	0,116	12,677		44	1987	
Buôn Hồ	0,307	13,255	**	91	1988	*
Lưu vực	0,190	9,615		78	1995	

(**) Mức ý nghĩa 5%; (*) mức ý nghĩa 10%

5. Kết luận

Xu hướng và điểm thay đổi của yếu tố lượng mưa giai đoạn 1981-2009 trên lưu vực được nhận dạng thông qua kiểm định Mann-Kendall và kiểm định Pettit tại các trạm đo mưa trên lưu vực. Bên cạnh đó, các sự kiện hạn trên lưu vực cũng được nhận dạng bằng chỉ số thay đổi lượng mưa. Kết quả của nghiên cứu này có thể tóm tắt như sau:

- Kết quả cho thấy các năm hạn xuất hiện trên lưu vực là 1982-1983, 1989, 1991, 1994-1995, và 2004. Kết quả là phù hợp với kết quả quan

trắc hạn hán ở khu vực nghiên cứu.

- Kết quả phân tích xu hướng lượng mưa cho thấy lượng mưa năm tại hầu hết các trạm mưa trên lưu vực có xu hướng tăng, tuy nhiên chỉ hai trạm Đăk Nông và Buôn Hồ là có ý nghĩa thống kê.

- Kết quả kiểm định Pettit cho thấy các điểm thay đổi xu hướng của lượng mưa năm tại các trạm trên lưu vực là không giống nhau. Điểm thay đổi cho lượng mưa của cả lưu vực được nhận dạng là năm 1995, tuy nhiên không có ý nghĩa về mặt thống kê.

Tài liệu tham khảo

1. Gocic M; Trajkovic S. (2013), *Analysis of Precipitation and Drought Data in Serbia over the Period 1980-2010*, Journal of Hydrology, 494, 32-42;
2. Silva RM; Santos CAG; Moreira M; Corte-Real J; Silva VCL; Medeiros IC. (2015), *Rainfall and River Flow Trends Using Mann-Kendall and Sen's Slope Estimator Tests in the Cobres River Basin*, Natural Hazards. DOI: 10.1007/s11069-015-1644-7;
3. World Meteorological Organization (1975), *Drought and Agriculture*, WMO/TN 138, Geneva;
4. Ngô Đức Thành, Phan Văn Tân (2012), *Kiểm nghiệm phi tham số xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng cho giai đoạn 1961-2007*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, 3S, 129-135.

**ANALYSIS OF ANNUAL PRECIPITATION TREND
IN THE SEREPOK RIVER CATCHMENT
IN THE PERIOD 1981-2009**

Dao Nguyen Khoi - University of Science, Ho Chi Minh city

Abstract: Precipitation trends in the Serepok River Catchment were analyzed by using Mann-Kendall test and Pettit tests. For this purpose, rainfall data from 9 rain gauges in the study area over the period 1981-2009 were used. Before analyzing the trend, serial autocorrelation test was conducted to remove serial correlation from the time series. The annual analysis of precipitation series suggests that the precipitation had an increasing trend but only 2 stations had increasing trend at a 5% significant level. In addition, the result of the Pettit test indicates that the change points of precipitation series mainly occurred in the 1987-2006 period. Moreover, the drought events were also analyzed by rainfall variability index. The results obtained in this study could be useful to managers/policy-maker in managing and adapting climate change.

Keywords: Trend analysis, Precipitation, Serepok River Catchment, Statistically Test.