

Đặc điểm và xu thế hạn khí tượng và thủy văn trên lưu vực sông Srepok

Nguyễn Văn Lâm^{1,2,*}, Lương Văn Việt³, Châu Nguyễn Xuân Quang¹



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Viện Môi trường và Tài nguyên – Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Trường Đại học Lâm Nghiệp – Phân hiệu tại tỉnh Đồng Nai, Việt Nam

³Trường Đại học Công nghệ TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Liên hệ

Nguyễn Văn Lâm, Viện Môi trường và Tài nguyên – Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Trường Đại học Lâm Nghiệp – Phân hiệu tại tỉnh Đồng Nai, Việt Nam

Email: nvlam2730@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 07-01-2025
- Ngày sửa đổi: 18-12-2025
- Ngày chấp nhận: 23-12-2025
- Ngày đăng: 09-01-2026

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjsee.v10i1.801>



Bản quyền

© ĐHQG TP.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



TÓM TẮT

Srepok là một lưu vực sông quan trọng của khu vực Tây Nguyên, trong những năm gần đây, các đợt hạn hán ngày càng xảy ra thường xuyên, đe dọa đến sự phát triển bền vững của khu vực này. Vì vậy, việc nghiên cứu đặc điểm và xu thế hạn hán là cần thiết để phục vụ đề xuất các giải pháp ứng phó. Trong nghiên cứu này, dữ liệu từ 9 trạm đo mưa và 1 trạm thủy văn giai đoạn 1982-2022 được sử dụng để đánh giá sự biến động của hạn hán theo các thang thời gian. Phương pháp kiểm định phi tham số Mann-Kendall và ước tính độ dốc Sen được áp dụng để phân tích xu thế. Kết quả cho thấy hạn hán bắt đầu từ tháng 8 đến tháng 11, cao hơn khoảng 2,5 lần so với các tháng còn lại. Thời gian kéo dài các đợt hạn từ 5 đến 15 tháng, trung vị 7 tháng. Chỉ số SPI7 ghi nhận được các đợt hạn nghiêm trọng ở mức độ khô hạn rất nặng cao hơn so với SPI3 và SPI5, đợt hạn nghiêm trọng nhất xảy ra vào năm 1994. Chỉ số SSI cũng biến động mạnh, đặc biệt vào năm 2014 với SSI5 đạt 37,7. Cường độ hạn mạnh nhất vào năm 2004 và năm 2015 với chỉ số SSI5 đạt 1,7. SPI có xu thế tăng trong mùa khô, giảm nhẹ trong mùa mưa. Giai đoạn 1982-2002 có nhiều đợt hạn ở mức độ khô hạn nhẹ và khô hạn nặng, nhưng mức độ khô hạn rất nặng có xu thế tăng ở giai đoạn sau. Nghiên cứu cho thấy việc kết hợp SPI và SSI để đánh giá xu thế hạn hán là hiệu quả, góp phần tối ưu hóa các biện pháp ứng phó với hạn ngắn và hạn kéo dài.

Từ khóa: Xu thế hạn hán, chỉ số lượng mưa chuẩn hóa (SSI), chỉ số dòng chảy chuẩn hóa (SPI), khí tượng thủy văn, Mann-Kendall

ĐẶT VẤN ĐỀ

Hạn hán thường được định nghĩa là hiện tượng thời tiết khô bất thường kéo dài ở một khu vực trong thời gian dài, dẫn đến mất cân bằng trong chu trình thủy văn.¹ Gần đây, tần suất và mức độ nghiêm trọng của hạn hán đã cho thấy xu hướng gia tăng là do biến đổi khí hậu ở cả quy mô toàn cầu và khu vực. Ngoài tình trạng thiếu mưa kéo dài, hạn hán thường đi kèm với nhiệt độ cao, gió mạnh và độ ẩm thấp, ảnh hưởng đến cả hệ thống tự nhiên và con người.² Tác động của hạn hán được cảm nhận trên toàn cầu, ước tính có 55 triệu người bị ảnh hưởng mỗi năm và tác động đối với cây trồng, động vật và dân số ở hầu hết mọi khu vực theo báo cáo của tổ chức Y tế Thế giới (WHO). Cũng theo tổ chức này nhận định, đến năm 2030 hàng triệu người có thể di dời nơi ở do tình trạng hạn hán nghiêm trọng. Hậu quả của hạn hán có thể rất nghiêm trọng, bao gồm mất sinh kế, tăng nguy cơ mắc bệnh và tử vong, và di cư hàng loạt.^{3,4} Hạn hán nghiêm trọng dẫn đến mất mùa, thiếu lương thực và thiệt hại gia súc và suy giảm đa dạng sinh học.³ Hiểu được nguyên nhân và tác động của hạn hán là rất quan trọng để dự báo xu thế của hạn nhằm đưa ra các giải pháp giảm thiểu tác động của hạn

hán. Do đó, hàng loạt nghiên cứu gần đây về biến đổi khí hậu đối với hạn khí tượng và hạn thủy văn, sử dụng nhiều loại chỉ số khác nhau để đánh giá, bao gồm chỉ số dị thường lượng mưa (RAI - Rainfall Anomaly Index), chỉ số mức độ nghiêm trọng của hạn hán Palmer (PDSI), chỉ số Bhalme-Mooley (BMDI - Bhalme-Mooley Drought Index) và chỉ số dị thường chuẩn hóa (SAI - Standardized Anomaly Index).⁵⁻⁷ Các chỉ số khác nhau để đánh giá sự thay đổi các giai đoạn khô hạn và ẩm ướt được sử dụng trên toàn thế giới.⁸ Trong số đó, chỉ số lượng mưa chuẩn hóa (SPI) được McKee và cộng sự giới thiệu vào năm 1993 thường được sử dụng để theo dõi tình trạng hạn khí tượng.⁷ Các nghiên cứu về tác động của biến đổi khí hậu đối với hạn hán khí tượng và thủy văn ở lưu vực sông Johor (Malaysia) đã được thực hiện bằng cách sử dụng mô hình SWAT, chỉ số SPI và chỉ số dòng chảy chuẩn hóa (SSI). Kết quả cho thấy hạn hán trong tương lai được dự báo sẽ trở nên thường xuyên hơn.⁹ Trong những năm gần đây, phương pháp độ dốc Sen đã được áp dụng rộng rãi trong nghiên cứu xu hướng biến đổi khí hậu và đặc biệt là phân tích xu hướng hạn hán, nhờ vào tính chất phi tham số và khả năng đánh giá chính xác độ dốc xu hướng của chuỗi thời gian.¹⁰ Phương pháp độ dốc Sen cho phép ước lượng

Trích dẫn bài báo này: NVL, LVV, CNXQ. **Đặc điểm và xu thế hạn khí tượng và thủy văn trên lưu vực sông Srepok.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2026; 10(1):1172-1182.

tốc độ thay đổi trung bình theo thời gian của các chỉ số hạn khí tượng và hạn thủy văn mà không bị ảnh hưởng nhiều bởi các giá trị bất thường hoặc phân phối không chuẩn.¹¹ Nhiều nghiên cứu đã sử dụng kết hợp phương pháp ước tính độ dốc Sen và kiểm định **Mann-Kendall** để đánh giá xu hướng hạn hán theo không gian và thời gian.^{12,13}

Các nghiên cứu gần đây cho thấy khí hậu Tây Nguyên, đặc biệt là lưu vực Srepok, đang chịu tác động mạnh từ biến đổi khí hậu. Lượng mưa phân bố không đều và ngày càng giảm trong mùa khô, thời gian hạn kéo dài, ảnh hưởng nghiêm trọng đến nông nghiệp và sinh hoạt. Dự báo đến cuối thế kỷ XXI, khu vực này sẽ đối mặt với sự gia tăng nhiệt độ từ 1,5-2°C và sự phân bố mưa không đều.¹⁴ Báo cáo của Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam (2020) cho thấy, theo kịch bản RCP8.5, nhiệt độ sẽ tăng từ 2,6-4,8°C so với trung bình thời kỳ 1986-2005 và lượng mưa tăng vào mùa khô và giảm vào mùa mưa.¹⁵ Bên cạnh yếu tố biến đổi khí hậu, ENSO cũng được xác định là cơ chế khí quyển - đại dương ảnh hưởng đến các yếu tố khí tượng tại khu vực. Nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO và biến đổi khí hậu đến lượng bốc hơi nước tham chiếu (ET_o) ở Nam Bộ Việt Nam, cho thấy ENSO có tác động rõ rệt, với El Niño làm tăng ET_o do nhiệt độ cao, trong khi La Niña giảm ET_o nhờ lượng mưa tăng.¹⁶ Trong khi đó, nghiên cứu vào năm 2024 tập trung dự báo chỉ số lượng mưa chuẩn hóa (SPI) mùa khô tại đồng bằng sông Cửu Long dựa trên dữ liệu nhiệt độ bề mặt biển (SST). Nghiên cứu đánh giá mô hình dự báo SPI đạt độ chính xác cao, hỗ trợ quản lý nguồn nước và ứng phó hạn hán hiệu quả hơn.¹⁷ Ngoài ra, một số nghiên cứu cũng chỉ ra rằng hạn hán kéo dài năm 2015-2016 do ảnh hưởng của El Niño và thiếu hụt lượng mưa trong mùa khô, gây tác động lớn đến sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp.¹⁸ Xu hướng gia tăng tần suất và cường độ hạn hán từ 1980 đến 2015, với các yếu tố biến đổi khí hậu là nguyên nhân chủ yếu.¹⁹ Đặc biệt, hạn khí tượng có xu hướng tăng vào mùa khô dưới tác động của El Niño và La Niña. Những kết quả này cho thấy rõ ràng tác động của biến đổi khí hậu và nhu cầu cấp bách về các giải pháp ứng phó.

Lưu vực Srepok đóng vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế, xã hội của khu vực Tây Nguyên.²⁰ Tuy nhiên, hạn hán trong những năm gần đây đã trở thành một trong những thiên tai nghiêm trọng, gây ảnh hưởng lớn đến phát triển kinh tế và đời sống của người dân trong vùng. Hiện tượng El Niño kéo dài gây hạn hán nghiêm trọng tại nhiều khu vực Việt Nam, đặc biệt ở Tây Nguyên.¹⁸ Năm 2015, dòng chảy thiếu hụt 30-70% so với trung bình nhiều năm, dung tích hồ chứa thấp, nhiều hồ cạn đến mực nước khô kiệt.¹⁸ Năm 2016, tình trạng hạn hán được đánh giá phức

tạp và gay gắt hơn.¹⁸ Năm 2015, tỉnh Đắk Lắk chịu hạn hán nghiêm trọng, khiến 50.138 ha cây trồng bị ảnh hưởng, trong đó hơn 3.100 ha mất trắng, thiệt hại ước tính 1.616 tỷ đồng, khoảng 20.000 hộ dân thiếu nước. Hơn 200 công trình thủy lợi ngừng hoạt động, nhiều hồ chứa khô cạn, nước ngầm suy giảm nghiêm trọng.²¹ Chính vì những lý do trên mà nghiên cứu được thực hiện để đánh giá về đặc điểm và xu thế của hạn khí tượng và hạn thủy văn, được tiến hành bằng phương pháp kiểm định Mann-Kendall (MK) kết hợp với ước tính độ dốc của Sen. Nghiên cứu này nhằm: (i) Xác định đặc điểm của các đợt hạn hán bao gồm (tần suất, thời gian xuất hiện, thời gian kéo dài, mức độ nghiêm trọng và cường độ của hạn hán); (ii) Thảo luận về xu thế của hạn khí tượng và hạn thủy văn tại lưu vực Srepok.

DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Dữ liệu

Lưu vực sông Srêpôk (tọa độ 11°45'–13°15'B, 107°15'–109°00'Đ) nằm ở khu vực Tây Nguyên, Việt Nam, với diện tích khoảng 12.000 km² với tổng dân số xấp xỉ 2,5 triệu người.²² Khu vực nghiên cứu nằm ở độ cao từ 140 đến 2.400 mét, theo hướng Tây Bắc – Đông Nam. Khí hậu chủ yếu chịu ảnh hưởng của gió mùa nhiệt đới, với độ ẩm cao. Khu vực này có hai mùa rõ rệt kéo dài mỗi mùa khoảng 6 tháng: mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10 và mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Nhiệt độ trung bình năm dao động từ 20 đến 25°C.²³

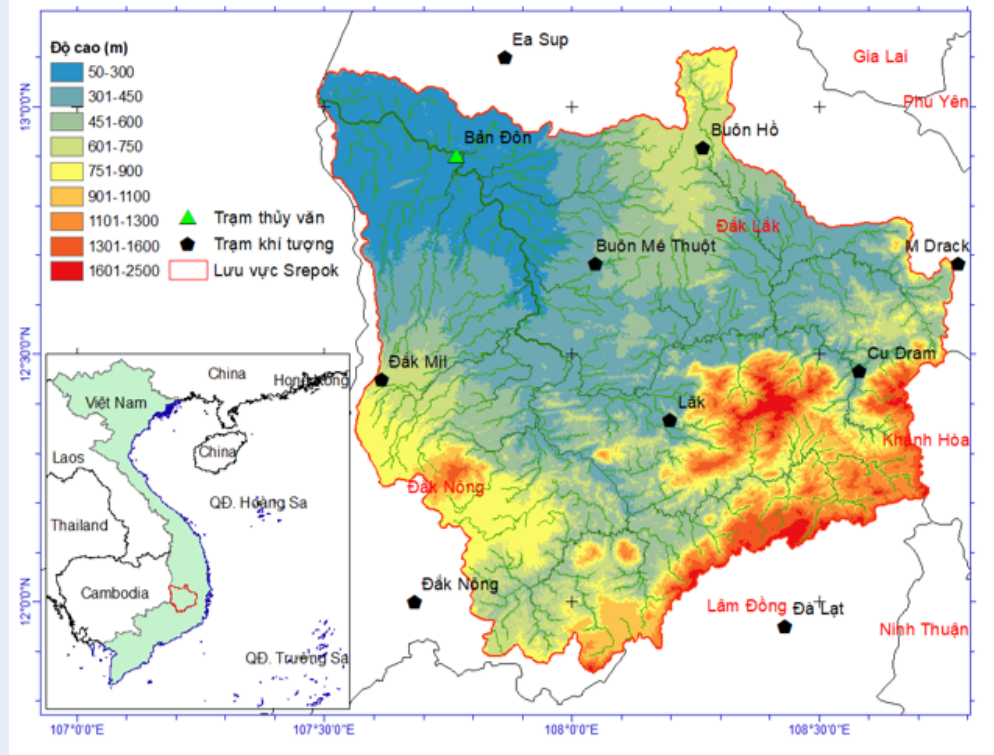
Số liệu trong nghiên cứu này bao gồm lượng mưa và lưu lượng dòng chảy trung bình tháng, từ năm 1982 đến 2022. Nghiên cứu sử dụng dữ liệu từ 9 trạm đo mưa (Buôn Mê Thuột, Buôn Hồ, Đắk Mil, Lắk, Đắk Nông, Đà Lạt, Cu Dram, M Drack và Ea Sup) và một trạm thủy văn (Bản Đôn) (Hình 1).

Vì lưu vực không lớn và để đảm bảo tính ổn định, nghiên cứu không phân tích chỉ số hạn khí tượng theo từng trạm mà sử dụng lượng mưa trung bình toàn lưu vực hàng năm từ 1.700 đến 2.300 mm. Tương tự, chỉ số hạn thủy văn cũng được phân tích dựa trên số liệu dòng chảy từ lưu vực Srepok, lưu lượng trung bình của dòng chảy tại trạm Bản Đôn khoảng 263 m³/s, nằm ở cuối lưu vực, vì tính ổn định của dữ liệu.

Phương pháp nghiên cứu

Chỉ số hạn khí tượng SPI

Chỉ số lượng mưa chuẩn hóa SPI (Standard Precipitation Index) được McKee⁷ cùng các đồng sự đề xuất vào năm 1993, đây là một chỉ số được sử dụng rộng rãi trên thế giới. SPI là một chỉ số được xác định dựa



Hình 1: Lưu vực sông Srepok và các trạm khí tượng thủy văn sử dụng trong nghiên cứu [Nguồn: Nhóm tác giả]

trên hàm phân bố của lượng mưa và được tính với các bước thời gian khác nhau, từ một tháng đến 48 tháng hoặc dài hơn. Gọi x là lượng mưa ứng với bước thời gian chọn trước của một tháng bất kỳ trong năm, SPI sẽ được tính theo các bước sau:

+ Xác định các tham số hình dạng (shape parameter) (α) và tham số tỷ lệ (scale parameter) (β) theo phân phối Gamma như sau:

$$\alpha = \frac{1 + \sqrt{1 + 4U/3}}{4U} \quad (1)$$

$$\beta = \frac{\bar{X}}{\beta'} \quad (2)$$

ở đây $\bar{X}$ là giá trị trung bình của X và U là hệ số thống kê. Gọi n là số lần quan trắc lượng mưa, khi đó U được tính như sau:

$$U = \ln(\bar{X}) - \frac{\sum \ln(X)}{n} \quad (3)$$

+ Xác định hàm phân bố Gamma theo phương trình sau:

$$G(x) = \frac{\int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \quad (4)$$

ở đây $\Gamma(\alpha) = (\alpha - 1)!$, nó được gọi là hàm Gamma. Vì hàm Gamma không được xác định cho $x = 0$ và phân phối lượng mưa có thể chứa các số không, nên xác suất tích lũy trở thành:

$$H(x) = q + (1 - q)G(x), \quad (5)$$

trong đó q là xác suất ứng với $x = 0$.

+ Tính SPI

Xác suất tích lũy $H(x)$ sau đó được chuyển thành biến ngẫu nhiên chuẩn hóa với giá trị trung bình bằng 0 và phương sai bằng một, là giá trị của SPI:

$$SPI = \frac{2,515517 + 0,802583t + 0,010328t^2}{1 + 1,432788t + 0,189269t^2 + 0,001308t^3} \quad (6)$$

$$-t < H(x) \leq 0,5$$

$$SPI = t - \frac{2,515517 + 0,802583t + 0,010328t^2}{1 + 1,432788t + 0,189269t^2 + 0,001308t^3}$$

$$0,5 < H(x) \leq 1$$

Ở đây

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{H(x)^2}\right)} 0 < H(x) \leq 0,5$$

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1-H(x))^2}\right)} 0,5 < H(x) \leq 1 \quad (7)$$

Ngưỡng của SPI và SSI về mức độ khô hạn được cho trong Bảng 1.

Bảng 1: Phân cấp hạn theo SPI và SSI⁷

Ngưỡng của các chỉ số	Mức độ khô hạn
≥ 2	Hết sức ẩm ướt
1,5 tới 2,00	Rất ẩm
1,0 tới 1,50	Ẩm ướt nhẹ
-1,0 tới 1,0	Bình thường
-1,5 tới -1,0	Khô hạn nhẹ
-2 tới -1,5	Khô hạn nặng
< -2	Khô hạn rất nặng

Thang quy mô thời gian được lựa chọn là 3, 5 và 7 tháng vì đây là các quy mô thời gian thể hiện các tác động rõ rệt nhất của hạn hán đến thảm thực vật khu vực này.²⁴

Chỉ số dòng chảy chuẩn hóa - SSI

Chỉ số dòng chảy chuẩn hóa (Standardized Stream-flow Index - SSI) được Modarres giới thiệu vào năm 2007 và được điều tra thêm bởi Telesca và cộng sự năm 2012.^{25,26} kĐược phát triển bằng cách sử dụng các giá trị dòng chảy hàng tháng và các phương pháp chuẩn hóa liên quan đến SPI.

SSI cũng có quy trình tính toán giống với SPI, với một điểm khác biệt là dữ liệu lượng mưa được thay thế bằng dữ liệu dòng chảy làm đầu vào. SSI có thể được tính toán cho cả dữ liệu quan trắc và dự báo, cung cấp góc nhìn về thời kỳ dòng chảy cao và thấp liên quan đến hạn hán và lũ lụt.

Phương pháp ước lượng độ dốc Sen và kiểm định phi tham số Mann-Kendall

Kiểm định Mann-Kendall và ước tính độ dốc Sen được nhiều tác giả sử dụng trong đánh giá biến đổi khí hậu.¹⁰ Kiểm định phi tham số MannKendall nhằm xác định xu thế của một chuỗi số liệu đã được sắp xếp theo trình tự thời gian. Phương pháp này so sánh độ lớn tương đối của các phần tử của chuỗi chứ không xét chính giá trị của các phần tử. 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.²⁷ Một

ưu điểm nữa của phương pháp này là không cần quan tâm việc tập mẫu tuân theo luật phân bố nào.

Giả sử có chuỗi trình tự thời gian $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ với x_i biểu diễn số liệu tại thời điểm i . Giá trị thống kê Mann-Kendall (S) được định nghĩa:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{Sign}(x_j - x_k) \quad (8)$$

trong đó

$$\text{sign}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{khi } x_j - x_k > 0 \\ 0 & \text{khi } x_j - x_k = 0 \\ -1 & \text{khi } x_j - x_k < 0 \end{cases} \quad (9)$$

Gán

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{khi } S > 0 \\ 0 & \text{khi } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{khi } S < 0 \end{cases} \quad (10)$$

Trong công thức trên, g là số các nhóm có các giá trị dữ liệu giống nhau, t_p là số phần tử thuộc nhóm thứ p .

Z có phân bố chuẩn chuẩn hóa $N(0,1)$. Do $Z \in N(0,1)$ nên việc kiểm định chuỗi có xu thế hay không trở nên đơn giản. Giả thuyết H_0 bị bác bỏ, hay không có xu thế trong tập dữ liệu, khi dữ liệu thống kê $Z < Z_{crit}$ là giá trị tới hạn. Trong đó giá trị Z_{crit} được xác định từ bảng phân phối chuẩn.

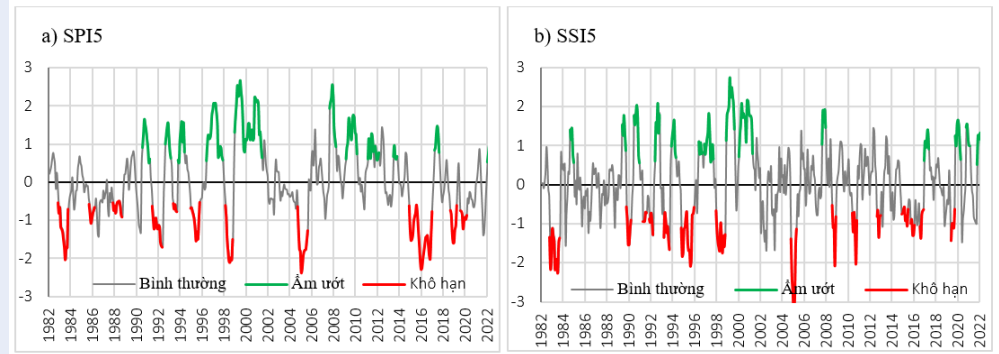
Trong phương pháp ước lượng độ dốc Sen, độ lớn của xu thế () được xác định là trung vị của dãy gồm $n(n-1)/2$ phần tử $\{(x_j - x_k)/(j - k)\}$, với $k = 1, 2, \dots, n-1$; $j > k$.²⁸

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đặc điểm của các đợt hạn hán

Thông thường một đợt hạn được xác định khi SPI hoặc SSI nhỏ hơn -1 và không xem xét đến thời gian kéo dài. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này đưa ra một khái niệm về đợt hạn hán dựa trên hai yếu tố là giá trị của chỉ số hạn và thời gian kéo dài. Trong đó, một đợt hạn hán được xác định khi SPI hoặc SSI nhỏ hơn -0.5 và kéo dài liên tục trong 3 tháng. Các ngưỡng này dựa trên tham khảo về định nghĩa một kỳ El Nino của CPC (Trung tâm dự báo khí hậu Hoa Kỳ). Dựa trên điều kiện này các đợt hạn hán được xác định theo SPI và SSI với quy mô thời gian là 3, 5 và 7 tháng. Hình 2 trình bày kết quả chỉ số SPI5 và SSI5 cho lưu vực Srepok. Các đặc điểm của hạn hán được phân tích gồm tần suất xuất hiện, thời gian xuất hiện của hạn hán, thời gian kéo dài, mức độ nghiêm trọng và cường độ của hạn hán.

Tháng bắt đầu các đợt hạn được thống kê và trình bày trên Hình 3. Theo hình này thì hạn hán thường xảy



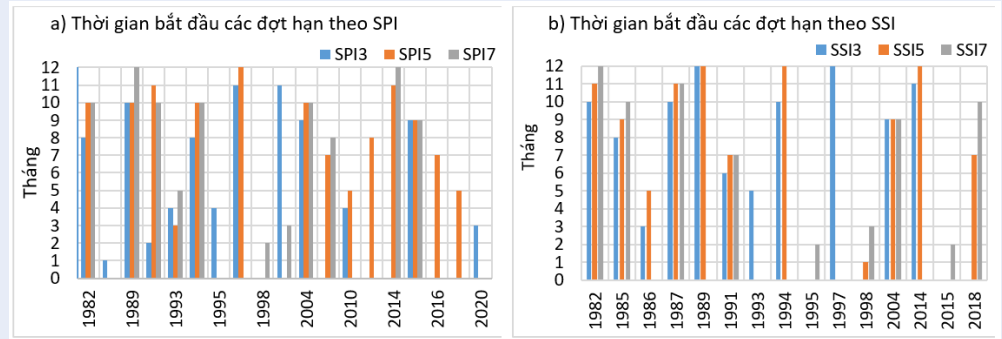
Hình 2: Các đợt hạn được xác định theo SPI5 và SSI5 [Nguồn: Nhóm tác giả]

ra trong khoảng từ tháng 8 đến tháng 11. So với các tháng còn lại hạn xuất hiện trong các tháng này cao hơn khoảng 2,5 lần so với các tháng còn lại. Thời gian kéo dài của các đợt hạn từ 5 tháng đến 15 tháng và giá trị trung vị khoảng 7 tháng. Đặc điểm này có liên quan đến hoạt động của El Nino, hiện tượng này thường bắt đầu vào các tháng mùa thu và kết thúc vào cuối mùa xuân và đầu mùa hè.¹⁶ Hoạt động của El Nino thường xuyên trong thời gian này là nguyên nhân chính liên quan đến các đợt hạn trên khu vực này.¹⁷ Sự không thống nhất về các đợt El Nino trong Hình 3 liên quan đến việc tích lũy lượng mưa ở các quy mô thời gian khác nhau. Gắn với các đợt khô hạn, nhất là đợt khô hạn nặng xảy ra do El Nino trong đợt từ tháng 5/1997 đến tháng 5/1998 kéo dài 12 tháng và đợt từ tháng 10/2014 đến tháng 4/2016 kéo dài trong 19 tháng với chỉ số ONI²⁹ cực đại đạt 2,6°C vào tháng 11, 12 năm 2015 cho thấy quy mô thời gian 5 tháng là phù hợp hơn.

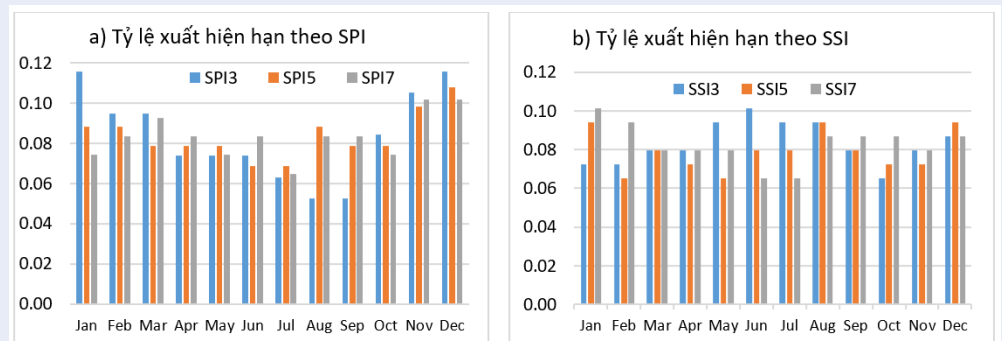
Kết quả xác định tỷ lệ giữa thời gian xảy ra hạn ở từng tháng trên tổng thời gian xảy ra hạn được trình bày dưới Hình 4. Kết quả này cho thấy có sự khác biệt rõ rệt về tần suất xuất hiện hạn giữa các tháng mà nhất là khi sử dụng thang thời gian 3 tháng. Thang thời gian từ 3 đến 7 tháng đều cho thấy trong khoảng thời gian từ tháng 11 đến tháng 3 hạn xuất hiện thường xuyên hơn. Điều này cũng phù hợp với thời gian xuất hiện và kéo dài các đợt hạn như đã nêu trên. Tháng 11 và tháng 12 là các tháng đầu mùa khô và lượng mưa của các tháng này vẫn giữ vai trò quan trọng đến độ ẩm đất trong các tháng tiếp theo. Khi thang thời gian càng dài, hạn hán có xu hướng kéo dài hơn, và lưu lượng dòng chảy trở nên khô hạn hơn so với các thang thời gian ngắn. Do có mùa khô kéo dài và hạn hán thường xuyên xuất hiện trong khoảng thời gian này cho thấy mức độ nghiêm trọng của sự thiếu hụt nguồn nước. Mức độ nghiêm trọng của một đợt hạn hán (severity - S) là tổng của các giá trị của chỉ số hạn trong

khoảng thời gian hạn D và được tính theo công thức $S = Abs(\sum_{j=1}^D SI_j)$, trong công thức này thì SI_j là chỉ số hạn của một đợt hạn hán với $j = 1$ và $j = D$ tương ứng là thời điểm bắt đầu và kết thúc hạn.⁷ Trong Hình 5, các chỉ số khô hạn SPI thể hiện sự biến động rõ rệt về mức độ nghiêm trọng của hạn hán theo thời gian, với các năm đáng chú ý như 1993, 1998 và 2004. SPI7 ghi nhận mức độ nghiêm trọng cao hơn SPI3 và SPI5, đặc biệt trong giai đoạn 2000–2005. Tương tự, các chỉ số SSI cũng cho thấy sự biến động, nhưng mức độ nghiêm trọng hơn SPI, đặc biệt vào năm 2015, khi SSI7 đạt giá trị tối đa 37,7. Chỉ số phản ánh diễn biến phức tạp của hạn hán và xu hướng tăng mức độ nghiêm trọng trong một số giai đoạn gần đây. Do tính ổn định của dòng chảy cao hơn so với lượng mưa nên cùng một thang thời gian thì các đợt hạn hán hoặc ẩm ướt được xác định bằng SPI và SSI thường có sự khác biệt. Ngoài ra, việc hình thành dòng chảy từ mưa là quá trình phức tạp và phụ thuộc vào nhiều yếu tố, không phải lúc nào hạn thủy văn và hạn khí tượng cũng đồng điệu. Cũng vì các lý do này đôi khi một đợt hạn tính theo SSI là nghiêm trọng nhưng với SPI lại ít nghiêm trọng hoặc ngược lại như có thể thấy trên Hình 5a và 5b. Một số nghiên cứu đã đánh giá hạn hán năm 2015 – 2016 tại khu vực này ở mức nghiêm trọng cao.¹⁸ Bên cạnh đó, các nghiên cứu khác chỉ ra các tác động của biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến sự thay đổi dòng chảy lưu vực Srepok với mức hạn kéo dài như trong nghiên cứu của chúng tôi.²⁰

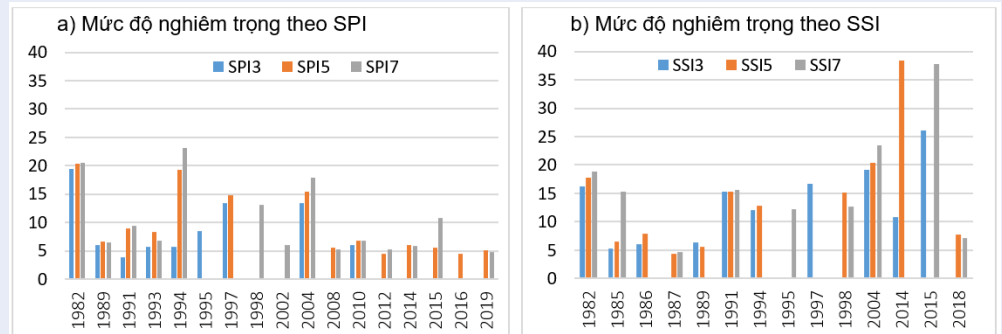
Cường độ trung bình của một đợt hạn hán (Mean of Drought intensity - M)⁷ là tỷ lệ giữa mức độ nghiêm trọng của hạn hán và thời gian hạn hán được xác định bằng phương trình $M = S/D$ Cường độ hạn dao động qua các năm được thể hiện ở Hình 6. Đối với SPI, cường độ hạn mạnh nhất vào năm 1982 và 2004 với các giá trị SPI7 đạt 1,71 và SPI5 đạt 2,21. Tương tự, SSI cũng thể hiện sự biến động như SPI, nhưng cường độ



Hình 3: Thời gian bắt đầu của các đợt hạn hán [Nguồn: Nhóm tác giả]



Hình 4: Tỷ lệ xuất hiện của hạn hán theo các tháng [Nguồn: Nhóm tác giả]



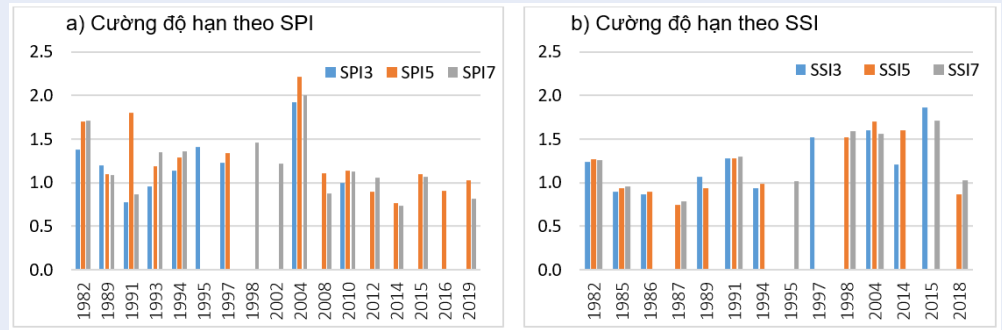
Hình 5: Mức độ nghiêm trọng của hạn hán [Nguồn: Nhóm tác giả]

cao hơn vào các đợt hạn năm 2004 và 2015, với giá trị SSI5 đạt 2,21 và SSI3 đạt 1,86. Cả hai chỉ số đều nhận định cường độ hạn thay đổi theo thời gian, trong đó các giai đoạn sau năm 2000 có xu hướng gia tăng. Khi thời gian càng kéo dài thì cường độ các đợt hạn mạnh hơn.¹⁹ Trong nghiên cứu này nhận thấy các sự kiện hạn hán ở các thang thời gian từ 3–7 tháng có sự thay đổi rõ rệt, đặc biệt trong các giai đoạn có sự kiện El Niño mạnh như 1982, 1997 và 2015.

Xu thế của hạn hán

Xu thế của SPI và SSI theo các tháng trong năm

Xu thế của chỉ số SPI và SSI trên khu vực Srepok ở các thang thời gian 3, 5 và 7 tháng được phân tích bằng phương pháp kiểm định phi tham số Mann-Kendall và ước tính độ dốc Sen được minh họa trên Hình 7 và trình bày trong Bảng 2. Kết quả trong Bảng 2 cung



Hình 6: Cường độ của hạn hán theo các thang thời gian [Nguồn: Nhóm tác giả]

cấp thông tin chi tiết về sự khác biệt giữa hai chỉ số, đặc biệt là về xu thế biến đổi theo thời gian.

Xu thế tăng của chỉ số hạn SPI và SSI được thể hiện bằng các giá trị dương và xu thế giảm bằng các giá trị âm. Theo Bảng 2, chỉ số hạn SPI có xu thế tăng trong mùa khô (tháng 12 – 4) và giảm trong mùa mưa (tháng 5 – 11) tuy nhiên mức giảm chỉ rõ rệt vào tháng 7 và tháng 8 với mức giảm trong khoảng 0,015 – 0,020/năm. Trong khoảng thời gian từ tháng 1 đến tháng 4 là các tháng giữa và cuối mùa khô thì chỉ số này có xu thế tăng rõ rệt với mức tăng từ 0,014-0,029/năm. Xu thế của SPI cho thấy tích cực và giúp giảm tình trạng thiếu nước vào các tháng mùa khô và xói mòn, sạt lở và lũ quét vào giữa mùa mưa. Dựa trên phân tích chỉ số hạn SPI từ năm 1979-2016 ở khu vực Tây Nguyên, cho thấy hạn khí tượng vào mùa khô có xu thế tăng và giảm vào mùa mưa.³⁰

Với SSI, chỉ số này có xu thế tăng ở tất cả các tháng nhưng trong khoảng thời gian từ tháng 6 tới tháng 10 chỉ số này có mức tăng nhỏ và thường không rõ rệt. Xu thế của SSI vào các tháng mùa khô là tín hiệu tích cực về mức tăng nguồn nước vốn thiếu hụt vào khoảng thời gian này. Xu thế tăng rõ rệt của SSI tại trạm Bản Đôn trong các tháng mùa khô, không những có sự đóng góp của sự gia tăng lượng mưa mà còn do sự phát triển của hệ thống hồ chứa trên khu vực này. Vai trò điều tiết nước của các hồ chứa trong việc giảm khô hạn nhẹ và nặng. Khi phân tích xu thế biến đổi hạn khí tượng ở Tây Nguyên thì chỉ số SPI tăng trong mùa khô làm giảm nhẹ mức độ khô hạn, trong khi SSI bị ảnh hưởng bởi các hồ chứa, làm giảm hạn nhẹ nhưng không giảm được hạn nghiêm trọng, tương đồng với nghiên cứu này.³⁰

Sự khác biệt về thời gian kéo dài các đợt hạn giữa giai đoạn 1982-2002 và 2003-2022

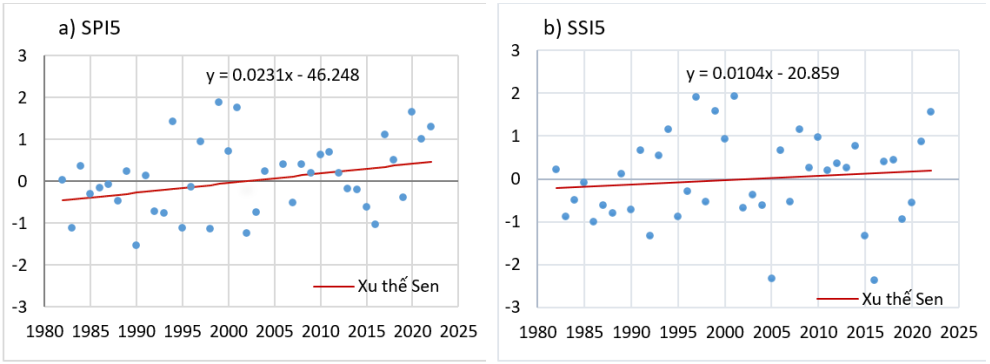
Với thang thời gian từ 3 đến 5 tháng thì nhiều năm khô hạn nặng và khô hạn rất nặng không xuất hiện

nên dưới đây chỉ phân tích thời gian kéo dài của hạn hán theo 2 giai đoạn. Dựa trên Bảng 1, kết quả xác định số tháng hạn theo các mức hạn được trình bày trong Bảng 3.

Trong giai đoạn 1982-2002, số tháng khô hạn nhẹ dao động từ 27 đến 34 tháng, cao hơn so với giai đoạn 2003-2022, cho thấy mức độ khô hạn nhẹ phổ biến hơn. Số tháng khô hạn nặng khá cao, dao động từ 8 đến 17 tháng, đặc biệt SPI3 ghi nhận 15 tháng. Trong khi đó, các tháng khô hạn rất nặng ít xảy ra, chỉ dao động từ 1 đến 5 tháng. Sang giai đoạn 2003-2022, số tháng khô hạn nhẹ giảm xuống, dao động từ 11 đến 25 tháng, cho thấy mức độ khô hạn nhẹ giảm dần. Số tháng khô hạn nặng cũng giảm, chỉ từ 2 đến 13 tháng. Tuy nhiên, số tháng khô hạn rất nặng lại tăng lên, đặc biệt với SPI7 ghi nhận đến 12 tháng. Nhận thấy sự gia tăng khô hạn cục đoạn, liên quan đến biến đổi khí hậu và những thay đổi trong quá trình xây dựng và vận hành hồ chứa. Các chỉ số hạn hán ở các thang thời gian dài hơn được tích lũy từ các chỉ số hạn hán với thời gian ngắn hơn.³¹ Khi đánh giá hạn thủy văn ở khu vực Tây Nguyên, trong đó có trạm Bản Đôn, cho thấy thời gian kéo dài các đợt hạn trên 12 tháng,¹⁹ thời gian các đợt hạn sau kéo dài hơn so với các đợt hạn trước đó, tương đồng với nghiên cứu này về mức hạn khô hạn rất nặng gia tăng trong giai đoạn 2003-2022 do tác động điều tiết nước.²⁰

Sự khác biệt về cường độ các đợt hạn giai đoạn 1982-2002 và 2003-2022

Do thời gian của một đợt được xác định là kéo dài 3 tháng liên tục, nên khi tính cường độ hạn từ năm 1982 – 2022 thì sẽ có một số năm sẽ không xuất hiện hạn, nên biểu đồ Hình 8 sẽ khuyết một số năm về cường độ của hạn. Hình 8 cho thấy cường độ hạn trong giai đoạn 2003-2022 có xu hướng nghiêm trọng hơn so với giai đoạn 1982-2002. Chỉ số SSI5, cường độ hạn giai đoạn sau tăng, đặc biệt trong các năm 2004 và 2014,



Hình 7: Xu thế của SPI5 và SSI5 [Nguồn: Nhóm tác giả]

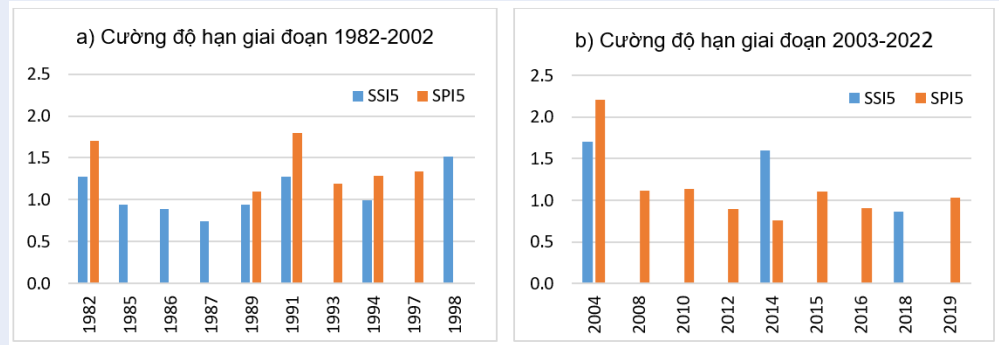
Bảng 2: Độ dốc Sen của SSI và SPI theo các tháng/[năm] [Nguồn: Nhóm tác giả]

Tháng		SSI3	SPI3	SSI5	SPI5	SSI7	SPI7
1	41	0,0165	0,0285	0,0159	0,0231	0,0200	0,0150
2	41	0,0073*	0,0269	0,0165	0,0132	0,0223	0,0155
3	41	0,0162	0,0171	0,0174	0,0253	0,0168	0,0233
4	41	0,0190	0,0016*	0,0140	0,0158	0,0183	0,0143
5	41	0,0168	-0,0011*	0,0175	0,0015*	0,0192	0,0171
6	41	0,0100	-0,0105*	0,0138	-0,0067*	0,0133	0,0022*
7	41	0,0036*	-0,0200	0,0119*	-0,0175	0,0107*	-0,0150
8	41	0,0044*	-0,0169	0,0127	-0,0200	0,0162	-0,0172
9	41	0,0080*	0,0012*	0,0106*	-0,0135*	0,0131	-0,0109*
10	41	0,0094*	0,0052*	0,0103*	-0,0060*	0,0146	-0,0029*
11	41	0,0164	0,0181	0,0219	0,0060*	0,0170	-0,0011*
12	41	0,0200	0,0113*	0,0236	0,0075*	0,0224	0,0057*

Ghi chú: Sen's slope được áp dụng để đánh giá xu thế hạn hán qua độ dốc β : $\beta > 0$ cho thấy xu hướng ẩm lên, $\beta < 0$ xu thế tăng các đợt hạn, và $\beta \approx 0$ cho thấy không có xu thế rõ rệt. Các ký tự có dấu (*) là không có xu thế rõ rệt.

Bảng 3: Tổng hợp số tháng khô hạn qua các giai đoạn [Nguồn: Nhóm tác giả]

Giai đoạn	Mức độ khô hạn	SPI3	SSI3	SPI5	SSI5	SPI7	SSI7
1982-2002	Khô hạn nhẹ	34	32	29	28	31	27
	Khô hạn nặng	15	12	16	11	17	8
	Khô hạn rất nặng	1	1	5	12	4	3
2003-2022	Khô hạn nhẹ	25	19	20	13	23	11
	Khô hạn nặng	7	13	2	12	4	11
	Khô hạn rất nặng	4	8	6	10	4	12



Hình 8: Cường độ hạn hán qua các giai đoạn 1982-2002 và 2003-2022 [Nguồn: Nhóm tác giả]

khi vượt mức 2,0, cho thấy tình trạng suy giảm nguồn nước ngày càng nghiêm trọng. Trong khi đó, chỉ số SPI5 ở giai đoạn 1982-2002 dao động mạnh hơn, với một số năm như 1982 và 1991 vượt mức 1,5, có sự biến động về lượng mưa, có sự khác biệt này là do tác động từ thủy lợi và thủy điện, cho thấy từ năm 2003 trở đi, các hồ thủy lợi và thủy điện được đầu tư phát triển mạnh.³² Cường độ khô hạn có xu hướng tăng mạnh hơn trong các đợt hạn gần đây, phù hợp với xu hướng mà nghiên cứu đã đánh giá.¹⁹ Nhìn chung, giai đoạn 2003-2022 có xu hướng tăng cường độ hạn so với giai đoạn trước, thể hiện rõ tác động của biến đổi khí hậu và suy giảm nguồn nước tự nhiên.¹⁶

KẾT LUẬN

Nghiên cứu này phân tích đặc điểm và xu thế hạn hán tại lưu vực Srepok, dựa trên hai chỉ số SPI và SSI trong giai đoạn 1982-2022. Kết quả đã làm rõ những biến động về xu thế, tần suất, thời gian kéo dài, và cường độ của hạn hán. Xu thế của SPI thay đổi theo mùa, tăng vào mùa khô và giảm vào mùa mưa. Các thang thời gian có sự khác biệt về tần suất xuất hiện giữa các đợt hạn nhất là khi sử dụng thang thời gian 3 tháng, về mức độ nghiêm trọng thì SPI7 ghi nhận mức độ nghiêm trọng cao hơn SPI3 và SPI5, đặc biệt là những năm chịu ảnh hưởng của hiện tượng El Niño. Thời gian kéo dài của các đợt hạn gần đây dao động từ 5-15 tháng, đồng thời số lượng các đợt hạn khô hạn nặng cũng gia tăng. Khi hạn khí tượng xảy ra thì dẫn đến hạn thủy văn có mức độ nghiêm trọng hơn, đặc biệt là vào năm 2015 thì chỉ số SSI7 đạt giá trị cao nhất là 37,7. Giai đoạn 1982-2002 số tháng khô hạn nhẹ và khô hạn nặng cao hơn so với giai đoạn 2003-2022, tuy nhiên mức khô hạn rất nặng thì giai đoạn 2003-2022 tăng lên, đặc biệt là SPI7 ghi nhận đến 12 tháng. Các chỉ số cho thấy diễn biến của hạn có xu hướng tăng mức độ nghiêm trọng với mức khô hạn rất nặng

xuất hiện nhiều hơn trong một số đợt hạn gần đây. Cường độ hạn thay đổi theo thời gian, hạn khí tượng ở giai đoạn trước năm 2003 mạnh hơn so với giai đoạn sau, hạn thủy văn thì các đợt hạn sau năm 2003 có xu hướng gia tăng cao hơn so với trước đó. Mặc dù nghiên cứu đã đánh giá được đặc điểm và xu thế hạn hán tại lưu vực sông Srepok. Tuy nhiên, nghiên cứu chưa đánh giá được mối quan hệ giữa hạn khí tượng và hạn thủy văn. Vì vậy, trong các nghiên cứu tiếp theo cần đánh giá mối quan hệ giữa hạn khí tượng và hạn thủy văn để có các biện pháp quản lý chặt chẽ hơn.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số A2024-24-01.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo này.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Nguyễn Văn Lâm viết bản thảo, định hướng và lên kế hoạch nghiên cứu, chỉnh sửa bản thảo; Lương Văn Việt và Châu Nguyễn Xuân Quang thảo luận, kết luận và chỉnh sửa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Slette IJ, Smith MD, Knapp AK, Vicente-Serrano SM, Camarero JJ, Beguería S. Standardized metrics are key for assessing drought severity. *Global Change Biology*. 2020;26(2):e1-3. Available from: <https://doi.org/10.1111/gcb.14899>.
2. Mekonnen YA, Gokcekus H. Causes and effects of drought in northern parts of Ethiopia. *Civil and Environmental Research*. 2020;13(3). Available from: <https://doi.org/10.7176/CER/12-3-04>.
3. Algur KD, Patel SK, Chauhan S. The impact of drought on the health and livelihoods of women and children in India: A systematic review. *Children and Youth Services Review*. 2021;122. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105909>.

4. Naika R, Jare R. Factors influencing drought distress: a study on vulnerable communities in rural Karnataka, India. *Discover Global Society*. 2025;3(1):19. Available from: <https://doi.org/10.1007/s44282-025-00157-w>.
5. Costa JA, Rodrigues GP. Space-time distribution of rainfall anomaly index (RAI) for the Salgado Basin, Ceará State-Brazil. *Ci&(#)x00EA;ncia e Natura*. 2017;39(3):627–34. Available from: <https://doi.org/10.5902/2179460X26080>.
6. Palmer WC. Meteorological drought. *US. Weather Bureau Res Paper 45* (1965). 1965;p. 1–58.
7. McKee TB, Doesken NJ, Kleist J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*. Boston; 1993.
8. Akinremi O, McGinn S, Barr A. Evaluation of the Palmer drought index on the Canadian prairies. *Journal of Climate*. 1996;9(5):897–905. Available from: [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1996\)009<0897:EOTPDI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1996)009<0897:EOTPDI>2.0.CO;2).
9. Tan ML, Juneng L, Tangang FT, Chan NW, Ngai ST. Future hydro-meteorological drought of the Johor River Basin, Malaysia, based on CORDEX-SEA projections. *Hydrological Sciences Journal*. 2019;64(8):921–33. Available from: <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1612901>.
10. Mann HB. Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the econometric society*. 1945;13(3):245–59. Available from: <https://doi.org/10.2307/1907187>.
11. Tosunoglu F, Kisi O. Trend analysis of maximum hydrologic drought variables using Mann–Kendall and Şen's innovative trend method. *River Research and Applications*. 2017;33(4):597–610. Available from: <https://doi.org/10.1002/rra.3106>.
12. Akber A, Shah S, Ijaz M, Soomro H, Alam N, Ahmed L. Comprehensive Drought Analysis Using Statistical and Meteorological Indices Approach: A Case Study of Badin, Sindh. *Inter. J. Environment and Climate Change*. 2019;9(10):594–604. Available from: <https://doi.org/10.9734/IJECC/2019/v9i1030141>.
13. Sarr MA, Gachon P, Seidou O, Bryant CR, Ndione JA, Comby J. Inconsistent linear trends in Senegalese rainfall indices from 1950 to 2007. *Hydrological Sciences Journal*. 2015;60(9):1538–49. Available from: <https://doi.org/10.1080/02626667.2014.926364>.
14. Thăng NV, Hiệu NT, Thực T, Hương PTT, Lan NT, Thăng VV, et al. *Biến đổi khí hậu và tác động ở Việt Nam*. NXB Khoa học và Kỹ thuật; 2010.
15. Bộ Tài nguyên và Môi trường. *Kịch bản biến đổi khí hậu*. Hà Nội: NXB Tài nguyên Môi trường và bản đồ Việt Nam; 2021.
16. Viet LV. Effects of ENSO and Climate Change on Reference Evapotranspiration in Southern Vietnam. *Journal of Meteorological Research*. 2021;35(5):868–81. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13351-021-1006-1>.
17. Viet LV. Ability to Forecast standardized precipitation index in Vietnamese Mekong Delta for dry season months based on sea surface temperature. *Environmental Research Communications*. 2024;6(3). Available from: <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ad3529>.
18. Dũng LH, Giang NL, Phương TT. Hạn hán năm 2015–2016 trên hai lưu vực sông chính ở Tây Nguyên. *Bản B của Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*. 2016;58(6). Available from: https://b.vjst.vn/index.php/ban_b/article/view/360.
19. Đỗ Thanh Hằng. Một số đặc điểm hạn thủy văn ở khu vực Tây Nguyên trong giai đoạn 1980–2015. *Tạp chí Khí tượng thủy văn*. 2022;744:55–68. Available from: <https://doi.org/10.36335/VNJHM.2022>.
20. Khoi DN. Evaluating the impacts of climate change on streamflow in sreok watershed. *Vietnam Journal of Earth Sciences*. 2013;35(3):281–8. Available from: <https://doi.org/10.15625/0866-7187/35/3/3701>.
21. Thành TQ. Thiệt hại hơn 1.600 tỷ đồng vì hạn. 2015;Available from: <https://nongnghiepmoitruong.vn/dak-lak-thiet-hai-hon-1-600-ty-dong-vi-han-d594725.html>.
22. GSO. *Statistical Yearbook of Vietnam Hanoi Vietnam*; 2019.
23. ommission MR. *Transboundary Water Resources Management Issues in the Sesan and Srepok River Basins Mekong River Commission, Vientiane, Lao PDR 44*; 2017.
24. Viet LV, Thuy TT. Drought sensitivity analysis of meteorological and vegetation indices in Dak Nong, Vietnam. *Journal of Water and Climate Change*. 2024;15(10):4968–88. Available from: <https://doi.org/10.2166/wcc.2024.661>.
25. Modarres R. Streamflow drought time series forecasting. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*. 2007;21(3):223–33. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00477-006-0058-1>.
26. Telesca L, Lovallo M, Lopez-Moreno I, Vicente-Serrano S. Investigation of scaling properties in monthly streamflow and Standardized Streamflow Index (SSI) time series in the Ebro basin (Spain). *Physica A*. 2012;391(4):1662–78. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2011.10.023>.
27. Du J, He F, Zhang Z, Shi P. Precipitation change and human impacts on hydrologic variables in Zhengshui River Basin, China. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*. 2011;25(7):1013–25. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00477-010-0453-5>.
28. Đức Ngử N, Thăng VV. Tác động của El Nino đến hạn hán đồng bằng sông Cửu Long trong bối cảnh nóng lên toàn cầu. *Tạp chí Khoa học Biến đổi Khí hậu*. 2024;29.
29. Robinson CJ. Evolution of the 2014–2015 sea surface temperature warming in the central west coast of Baja California, Mexico, recorded by remote sensing. *Geophysical Research Letters*. 2016;43(13):7066–71. Available from: <https://doi.org/10.1002/2016GL069356>.
30. Tuấn VA, Hằng VT, Dương TH. Đặc điểm và xu thế biến đổi hạn khí tượng ở Tây Nguyên. 2019;.
31. Lành NV, Dũng NV, Dương TH, Tâm TH. Sử dụng lượng mưa vệ tinh đánh giá khả năng hạn khí tượng dựa trên chỉ số SPI cho khu vực tỉnh Thanh Hóa. *Tạp chí Khí tượng thủy văn*. 2018;696.
32. Nhi PT. Analysing impacts of hydropower development on streamflow of Srepok river basin, Vietnam. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2023;1170(1). Available from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1170/1/012022>.



Characteristics and Trends of Meteorological and Hydrological Drought in the Srepok River Basin

Nguyen Van Lam ^{1,2,*}, Luong Van Viet ³, Chau Nguyen Xuan Quang ¹



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹*Institute of Environment and Resources – Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam*

²*Vietnam National University of Forestry – Dong Nai Campus, Vietnam*

³*Industrial University of Ho Chi Minh City, Vietnam*

Correspondence

Nguyen Van Lam, Institute of Environment and Resources – Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

Vietnam National University of Forestry – Dong Nai Campus, Vietnam

Email: nvlam2730@gmail.com

History

- Received: 07-01-2026
- Revised: 18-12-2025
- Accepted: 23-12-2025
- Published Online: 09-01-2026

DOI :

<https://doi.org/10.32508/stdjsee.v10i1.801>



Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



ABSTRACT

Srepok is an important river basin in the Central Highlands region. In recent years, droughts have occurred more frequently, threatening the sustainable development of this region. Therefore, studying the characteristics and trends of droughts is extremely necessary to propose appropriate response solutions. In this study, data from 9 rainfall stations and 1 hydrological station during the period of 1982 - 2022 were used to assess the fluctuations of droughts over time scales. The Mann-Kendall non-parametric test method and Sen slope estimation were applied to analyze the trends. The results show that droughts start from August to November every year, about 2.5 times higher than the remaining months. The duration of droughts ranges from 5 to 15 months, with a median of 7 months. The SPI7 index recorded more severe droughts at a very severe level than SPI3 and SPI5, the most severe drought occurring in 1994. The SSI index also fluctuated strongly, especially in 2014 with SSI5 reaching 37.7. The strongest drought intensity was in 2004 and 2015 with SSI5 reaching 1.7. The SPI tended to increase in the dry season and decrease slightly in the rainy season. Although the period 1982 - 2002 had many droughts at a mild and severe level, the very severe drought tended to increase in the later period. The study shows that combining SPI and SSI to assess drought trends is effective, contributing to optimizing short-term and long-term drought response measures.

Key words: Drought trends, standardized precipitation index (SSI), standardized streamflow index (SPI), hydrometeorology, Mann-Kendall

Cite this article : NVL, LVV, CNXQ. **Characteristics and Trends of Meteorological and Hydrological Drought in the Srepok River Basin.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2026; 10(1):1172-1182.