

Bài báo khoa học

Một số đặc điểm hạn thủy văn ở khu vực Tây Nguyên trong giai đoạn 1980–2015

Đỗ Thanh Hằng¹, Vũ Thanh Hằng^{2*}

¹ Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia; dothanhhang234@gmail.com

² Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội; hangvt@vnu.edu.vn

*Tác giả liên hệ: hangvt@vnu.edu.vn; Tel.: +84–903252170

Ban Biên tập nhận bài: 8/11/2022; Ngày phản biện xong: 23/12/2022; Ngày đăng bài: 25/12/2022

Tóm tắt: Chỉ số dòng chảy chuẩn hóa SSI được sử dụng để phân tích một số đặc điểm hạn thủy văn tại 8 trạm ở khu vực Tây Nguyên trong giai đoạn 1980 đến 2015. Kết quả phân tích cho thấy hạn thủy văn trên khu vực này diễn ra thường xuyên không chỉ trong mùa khô mà còn xuất hiện ngay cả trong mùa mưa với đa phần là các đợt hạn nhẹ. Tần suất hạn nặng chủ yếu xảy ra vào thời kỳ cuối mùa đông, đầu mùa xuân, thậm chí theo tính toán cho thấy hạn nặng cũng xuất hiện vào tháng 10. Trạm thủy văn Đức Xuyên được đánh giá là có tần suất hạn cao nhất với nhiều đợt hạn dài trên 12 tháng và cường độ lớn. Ngược lại tại trạm thủy văn An Khê, tần suất hạn cả thời đoạn 36 năm ở mức thấp và chỉ xảy ra hạn nặng trong thập kỷ 1980–1989. Nghiên cứu đặc điểm về thời gian và cường độ hạn cho thấy hạn hán tại Tây Nguyên đạt giá trị cường độ cao nhất tại những trạm phía Bắc với các đợt hạn đơn lẻ dưới 3 tháng, sau giảm dần xuống phía Nam về cường độ nhưng lại tăng dần về những đợt hạn có thời gian hạn trên 12 tháng. Tính toán cũng cho thấy hạn thủy văn kéo dài nhất với mức độ nghiêm trọng tại trạm Cầu 14 và Giang Sơn là 82 tháng.

Từ khóa: Hạn thủy văn; Chỉ số SSI; Tây Nguyên.

1. Giới thiệu

Hạn hán là một hiện tượng thiên tai tự nhiên tạm thời, bắt nguồn từ sự thiếu hụt lượng mưa trong một khoảng thời gian nào đó so với các điều kiện trung bình dài hạn. Nhìn chung, hạn hán có thể được phân chia thành bốn loại là 1) Hạn khí tượng; 2) Hạn nông nghiệp; 3) Hạn thủy văn; và 4) Hạn kinh tế–xã hội [1]. Hạn khí tượng được xác định thông qua sự thiếu hụt giáng thủy và khi hạn khí tượng xuất hiện thì sẽ là nguyên nhân để dẫn tới các loại hạn khác. Hạn nông nghiệp thường liên quan đến các đặc tính khác của hạn khí tượng gây ảnh hưởng tới nông nghiệp, chủ yếu là sự thiếu hụt của lượng giáng thủy, sự chênh lệch giữa quá trình bốc thoát hơi nước thực tế với bốc thoát hơi nước tiềm năng, sự thiếu hụt nước trong đất, mực nước dự trữ giảm [2]. Hạn thủy văn liên quan đến sự thiếu hụt nước trong hệ thống thủy văn và có thể xác định được khi mực nước sông giảm cũng như sự giảm của mực nước trong đập, hồ, nước ngầm ở qui mô lưu vực [3]. Hạn kinh tế xã hội sẽ xuất hiện khi có thiệt hại về kinh tế, xã hội và môi trường do các loại hạn khác gây ra.

Như đã đề cập ở trên hạn khí tượng thường là khởi nguồn của các loại hạn khác trong đó biến lượng mưa là một nhân tố quan trọng. Đối với hạn thủy văn thì lượng mưa là nguồn cung cấp dòng chảy mặt cũng như là một thành phần quan trọng trong cân cân nước. Thiệt hại từ hạn hán là một vấn đề không thể tránh khỏi của nhiều quốc gia trên toàn thế giới [4]. Chính vì vậy, rất nhiều tác giả tập trung vào nghiên cứu hiện tượng này trong đó việc sử

dụng các chỉ số hạn để phân tích các đặc trưng hạn là rất phổ biến [5–9]. Cho đến nay, đã có rất nhiều các chỉ số hạn được xây dựng và ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu hạn hán trên toàn thế giới. Các chỉ số hạn thường được xây dựng là một hàm của các biến như lượng mưa, dòng chảy, hoặc các biến khí tượng thủy văn khác trong đó lượng mưa là nhân tố quan trọng quyết định đến sự hình thành hạn và thời gian kéo dài hạn [5]. Với bản chất phức tạp của hiện tượng hạn hán cho thấy không có một chỉ số hạn nào là tối ưu cho tất cả các khu vực và việc lựa chọn chỉ số hạn thường phụ thuộc nhiều vào tính khả dụng của chuỗi số liệu khí hậu [10].

Chỉ số dòng chảy chuẩn hóa (*SSI – The Standardized Streamflow Index*) là một trong số các chỉ số được sử dụng phổ biến và khá hữu ích để đánh giá đặc điểm của hạn thủy văn. Nghiên cứu các quá trình khan hiếm nước ở lưu vực thượng nguồn sông Nen (UNR) cho giai đoạn 1951–2012 bằng cách sử dụng các chỉ số hạn khí tượng (SPI, PET, SPEI) và chỉ số hạn thủy văn (SSI) và cho giai đoạn 1898–2010 [11]. Kết quả đã đưa ra không chỉ các đợt hạn hán trong từng những thập kỷ cụ thể mà còn đưa ra đánh giá mức độ nghiêm trọng của hạn hán giảm từ giai đoạn 1898–1950 đến 1951–2010, trong khi mức độ nghiêm trọng của lũ lụt tăng trong cùng thời kỳ. Phân tích tương quan cũng cho thấy hệ thống thủy văn cần có độ trễ từ một tháng trở lên để ứng phó với hạn khí tượng ở vùng khí hậu lạnh giá này. Với mục tiêu nâng cao hiểu biết về nguy cơ hạn hán ở Anh, chuỗi chỉ số SPI và SSI đã được sử dụng cho 121 lưu vực gần như tự nhiên ở Anh trong khoảng thời gian tích lũy từ 1–24 tháng [12]. Từ những chuỗi thời gian này, các sự kiện hạn hán đã được xác định. Mối quan hệ giữa hạn khí tượng và hạn thủy văn đã được kiểm tra bằng cách tương quan chéo SSI 1 tháng với các giai đoạn tích lũy SPI khác nhau. Từ đó đã tìm ra ảnh hưởng của các đặc tính khí hậu và lưu vực đến các đặc điểm và sự lan truyền hạn thủy văn. Nhiều công trình cũng đã xem xét đầy đủ đặc điểm cấu trúc hạn hán bao gồm thời gian (từ đầu đến cuối đợt hạn hán), mức độ nghiêm trọng (thâm hụt nước tích lũy) và cường độ (thâm hụt nước theo độ tuổi trong suốt thời gian hạn hán) [13–14]. Các liên kết vật lý của các quá trình chu trình nước cũng là nguyên nhân dẫn đến sự tăng hoặc giảm mức độ nghiêm trọng của hạn hán. Hạn khí tượng có thể phát triển nhanh chóng, trong khi hạn hán thủy văn bị trễ lại sau hạn khí tượng, cụ thể là, có một mối quan hệ chặt chẽ giữa hạn khí tượng và hạn thủy văn [15–16]. Phương pháp phân tích tương quan Pearson và Spearman đã được sử dụng để nghiên cứu sự phản hồi của hạn thủy văn đối với hạn khí tượng [17–20], từ đó tìm ra sự khác biệt về thời gian xuất hiện của các đợt hạn hán. Tuy nhiên những phương pháp này rất khó sử dụng để điều tra ứng phó của hạn thủy văn với hạn khí tượng do chỉ tập trung vào thời gian phản hồi và những điều nghiêm trọng thường bị bỏ qua.

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay, khu vực Tây Nguyên và lân cận có mức thay đổi nhiệt độ rõ rệt, hạn hán xuất hiện thường xuyên hơn, do đó đã có nhiều nghiên cứu khảo sát về đặc điểm và xu thế biến đổi hạn nói chung nhằm góp phần tăng thêm thông tin trong việc định lượng rủi ro gây ra bởi hạn hán cũng như xây dựng kế hoạch quản lý hạn hán một cách hiệu quả hơn. [21] đã thực hiện nghiên cứu trong ba năm (2005–2008), đã đánh giá được mức độ và xây dựng bản đồ hạn hán và thiếu nước sinh hoạt ở 9 tỉnh Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Trong nghiên cứu này các chỉ số K, SPI, tỷ chuẩn lượng mưa (TC), thiếu hụt lượng mưa (D) và chỉ số hạn thực tế (EDI) được sử dụng để đánh giá. Chỉ số SSI và SPI đã được sử dụng để đánh giá mức độ thiếu nước, hạn khí tượng ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long [22]. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiện tượng ENSO đã tác động rõ rệt đến chế độ nhiệt-ẩm ở khu vực này. Phần mềm SWAT đã được ứng dụng để mô phỏng lưu lượng dòng chảy, từ đó tính toán hệ số hạn và sự phân bố theo không gian trên khu vực nghiên cứu [23]. Kết quả cho thấy lưu lượng dòng chảy được mô phỏng tốt với chỉ số NSE, R^2 đạt trên 0,7 trong giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định tại trạm Giang Sơn, Cầu 14 và Bản Đôn. Riêng trạm Đức Xuyên, kết quả trong giai đoạn kiểm định có giá trị NSE chỉ đạt trên 0,6, nguyên nhân có thể do trận lũ lịch sử xảy ra trên sông Krông Nô. Bước tiếp theo, dữ liệu về bốc hơi tiềm năng, mưa và lưu lượng dòng chảy được trích xuất từ mô hình và là đầu vào

để tính chỉ số hạn. Trên bản đồ phân vùng lưu vực Srepok cho thấy hạn đặc biệt nặng và vừa xuất hiện vào khoảng tháng 2, tháng 3 hàng năm và thời gian hạn kéo dài khoảng từ 1 đến 5 tháng. Trong nghiên cứu [24] đã phân tích đặc điểm và xu thế biến đổi của hạn khí tượng tại 13 trạm ở Tây Nguyên sử dụng số liệu giai đoạn (1961–2017) tại 5 trạm và giai đoạn (1979–2017) tại 8 trạm sử dụng chỉ số SPI1, SPI12 và PDSI. Kết quả theo chỉ số SPI cho thấy tần suất hạn theo tháng nằm trong khoảng từ 10% đến 18% và theo chỉ số PDSI là khoảng từ 15% đến 25% trong đó tần suất hạn cao trong các tháng mùa hè, tập trung chủ yếu ở các trạm khu vực phía Bắc Tây Nguyên. Một số trạm có xu thế tăng hạn như Đăk Nông, Ayunpa, Pleiku, Đăk Tô. Nhìn chung, thời gian kéo dài hạn trung bình trong các năm ElNino thường cao hơn trong các năm LaNina. Số liệu từ mô hình khí tượng toàn cầu IFS và mô hình thủy văn SWAT đã được ứng dụng nhằm xây dựng phương án dự báo hạn cho khu vực, kết hợp cùng chỉ số hạn EDI để đưa ra bản đồ cảnh báo hạn [25]. Phương pháp và kết quả nghiên cứu đã góp phần hỗ trợ cho công tác phòng chống thiên tai cho khu vực tỉnh Đăk Lăk và mở rộng cho các vùng khác của Việt Nam.

Các nghiên cứu trước đây chủ yếu tập trung nhiều vào phân tích đặc điểm của hạn khí tượng còn hạn thủy văn thì chưa được đánh giá theo các đặc trưng một cách đầy đủ. Trong nghiên cứu này, chuỗi số liệu quan trắc lưu lượng dòng chảy tại 8 trạm thủy văn khu vực Tây nguyên trong giai đoạn 1980–2015 được sử dụng để tính chỉ số dòng chảy chuẩn hóa SSI, từ đó xác định đầy đủ các đặc trưng hạn thủy văn bao gồm tần suất ở tất cả các mức độ hạn (nhẹ, vừa và nặng), thời gian kéo dài, độ lớn và cường độ hạn. Giới thiệu về nguồn số liệu, chỉ số hạn thủy văn SSI, cách xác định các đặc trưng hạn sẽ được trình bày trong mục tiếp theo. Các kết quả đánh giá và bình luận được đưa ra ở mục 3 và cuối cùng là các kết luận và tài liệu tham khảo.

2. Số liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Khu vực Tây Nguyên trong phạm vi từ 107°12' đến 108°59'37" kinh độ Đông và từ 110° 12'00" đến 150°27'15" vĩ độ Bắc với diện tích 54.641 km², chiếm 1/6 diện tích của cả nước, là một trong bảy vùng khí hậu của Việt Nam. Tây Nguyên là vùng cao nguyên có tính phân bậc độ cao rõ rệt (500–1.500 m), được bao bọc về phía Đông bởi những dãy núi và khối núi cao (chính là Trường Sơn Nam). Tây Nguyên là một vùng cao nguyên nhiều núi với độ cao trung bình từ 500–800 m trên mực nước biển. Trước năm 1980, hạn hán hiếm khi xảy ra vào những mùa liên tiếp ở đây, nhưng đến năm 1980 đã có những trường hợp hạn vừa xảy ra. Hạn nhiều trong hầu hết mùa đông và đầu mùa xuân kéo dài từ tháng XII đến tháng III, bắt đầu từ tháng IV đến tháng XI thì hạn xuất hiện ít. Trong các tháng hạn, tần suất hạn rất cao ở những nơi mưa ít điển hình như Ayunpa và rất thấp ở những nơi mưa nhiều như Bảo Lộc, Đăk Nông và trên các địa điểm giáp ranh với Nam Trung Bộ và có mùa mưa tương tự Nam Trung Bộ [26]. Phạm vi khu vực nghiên cứu được minh họa trên Hình 1 cùng mạng lưới phân bố của các trạm thủy văn được sử dụng trong nghiên cứu này.

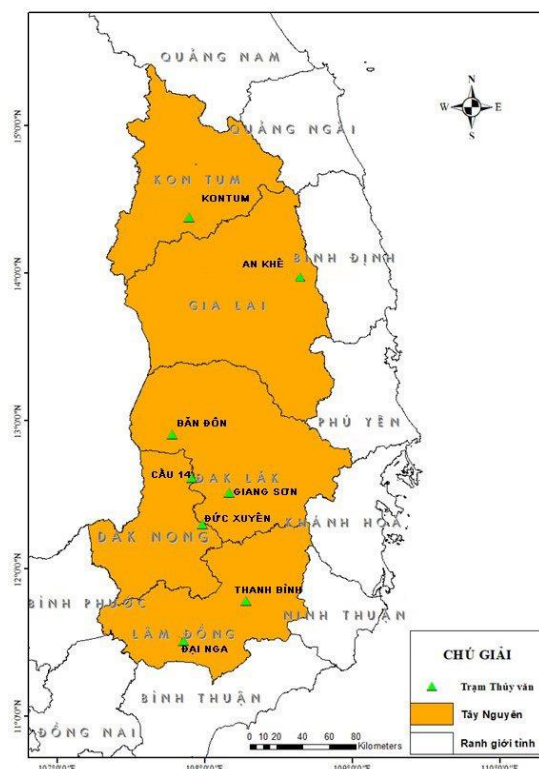
2.2. Số liệu sử dụng

Để xem xét đặc điểm của hạn thủy văn ở khu vực Tây nguyên, số liệu lưu lượng dòng chảy trung bình tháng tại 8 trạm quan trắc trong thời gian 1980–2015 (36 năm) đã được sử dụng. Danh sách các trạm thủy văn được đưa ra trong Bảng 1 và minh họa trên Hình 1.

Bảng 1. Danh sách các trạm thủy văn khu vực Tây Nguyên.

TT	Tỉnh	Trạm (Kí hiệu)	TT	Tỉnh	Trạm (Kí hiệu)
1	Đăk Lăk	Giang Sơn (GS)	5	Kon Tum	Kon Tum (KT)
2		Bản Đôn (BĐ)	6	Gia Lai	An Khê (AKh)

TT	Tỉnh	Trạm (Kí hiệu)	TT	Tỉnh	Trạm (Kí hiệu)
3		Đức Xuyên (ĐX)	7	Lâm Đồng	Đại Nga (ĐN)
4	Đắk Nông	Cầu 14 (C14)	8		Thanh Bình (TB)



Hình 1. Phạm vi khu vực nghiên cứu và mạng lưới các trạm thủy văn.

2.3. Chỉ số hạn SSI

Chỉ số hạn thủy văn SSI ở qui mô thời gian 1 tháng được lựa chọn để phân tích đặc trưng hạn và được xác định theo công thức sau:

$$SSI = \frac{S - \bar{S}}{\sigma_s} \tag{1}$$

Trong đó S và \bar{S} là giá trị lưu lượng dòng chảy và lưu lượng dòng chảy trung bình (m^3/s) trong một khoảng thời gian nhất định tương ứng; σ_s là giá trị độ lệch chuẩn của S. Giá trị độ lệch chuẩn được tính theo công thức sau:

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (S - \bar{S})^2} \tag{2}$$

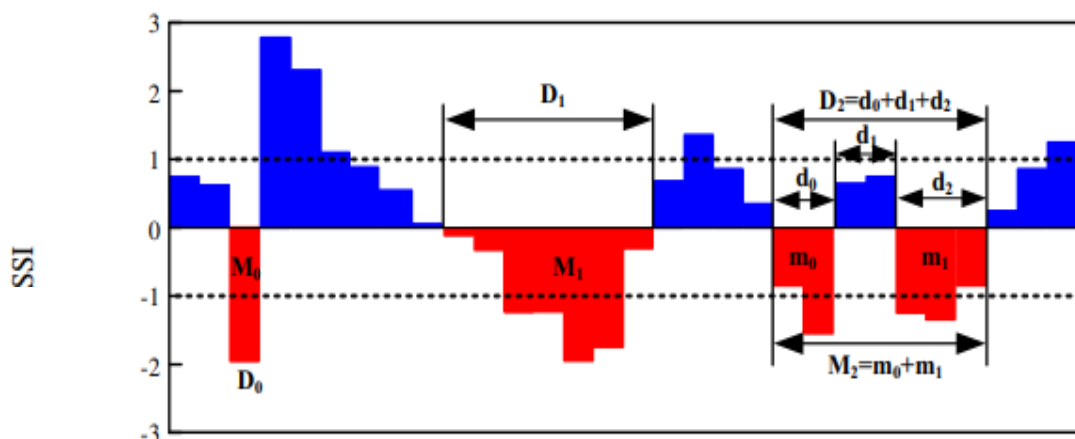
Phân cấp hạn thủy văn theo chỉ số SSI được dẫn ra trong Bảng 2.

Bảng 2. Danh sách các trạm thủy văn khu vực Tây Nguyên.

STT	Giá trị của SSI	Phân loại
1	$SSI > 0$	Không hạn
2	$-1 \leq SSI < 0$	Hạn nhẹ
3	$-1,5 \leq SSI < -1$	Hạn vừa
4	$SSI < -1,5$	Hạn nặng

2.4. Cách xác định các đặc trưng hạn

Lý thuyết Run (Run theory) là một cách tiếp cận để xác định các đặc trưng hạn bao gồm thời gian kéo dài (D), độ lớn (M) và cường độ (I) [27]. Cách xác định các đặc trưng này như sau:



Hình 2. Định nghĩa đặc trưng hạn hán gồm thời gian kéo dài và độ lớn.

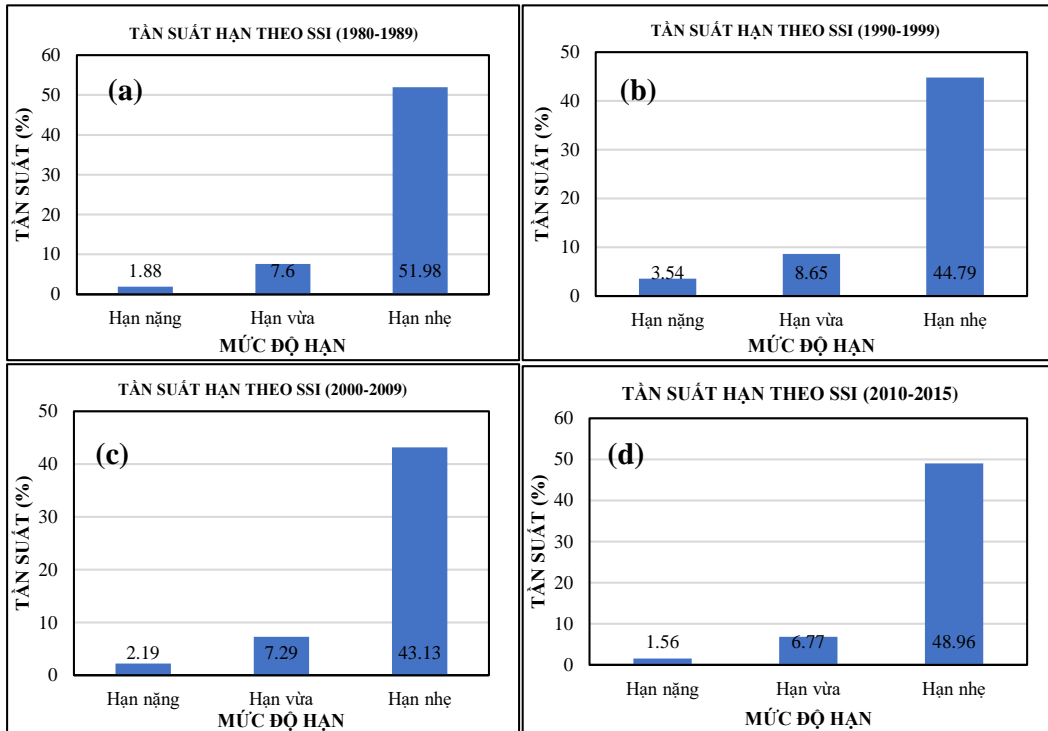
Khoảng thời gian hạn hán xuất hiện dựa trên chỉ số SSI liên tục dưới 0 được xác định là thời gian hạn (D). Tổng tích lũy của tất cả các giá trị SSI âm trong khoảng thời gian hạn (D) chính là độ lớn của đợt hạn (M). Cường độ hạn (I) được xác định là tỷ số M/D . Minh họa trên Hình 2 với bốn sự kiện hạn hán có thời gian hạn là D_0, D_1, d_0, d_1 và d_2 . Nếu thời gian của một sự kiện hạn hán chỉ kéo dài một tháng trong đó $SSI < -1$ thì tháng này được coi là một sự kiện hạn hán đơn lẻ (ví dụ: đợt hạn có thời gian D_0 và độ lớn M_0). Sự kiện hạn hán có thể kéo dài vài tháng liên tiếp với SSI âm (ví dụ: đợt hạn có thời gian D_1 và độ lớn M_1). Nếu thời gian của một sự kiện hạn hán bao gồm hai thời đoạn, chẳng hạn như d_0 và d_2 , và khoảng thời gian gián đoạn d_1 nằm giữa d_0 và d_2 nhỏ hơn 6 tháng trong đó $0 < SSI < 1$ thì những tháng này vẫn được coi là như một sự kiện hạn hán liên tục ($D_2 = d_0 + d_1 + d_2$). Tương ứng độ lớn khi đó được xác định là $M_2 = m_0 + m_1$ [28]. Như vậy, có ba sự kiện hạn hán được minh họa trên Hình 2 với thời gian hạn tương ứng là D_0, D_1 và D_2 . Phần kết quả dưới đây sẽ tập trung vào phân tích các đặc trưng D và M cho khu vực Tây Nguyên cũng như tần suất xuất hiện hạn ở các mức độ trong giai đoạn nghiên cứu.

3. Kết quả và thảo luận

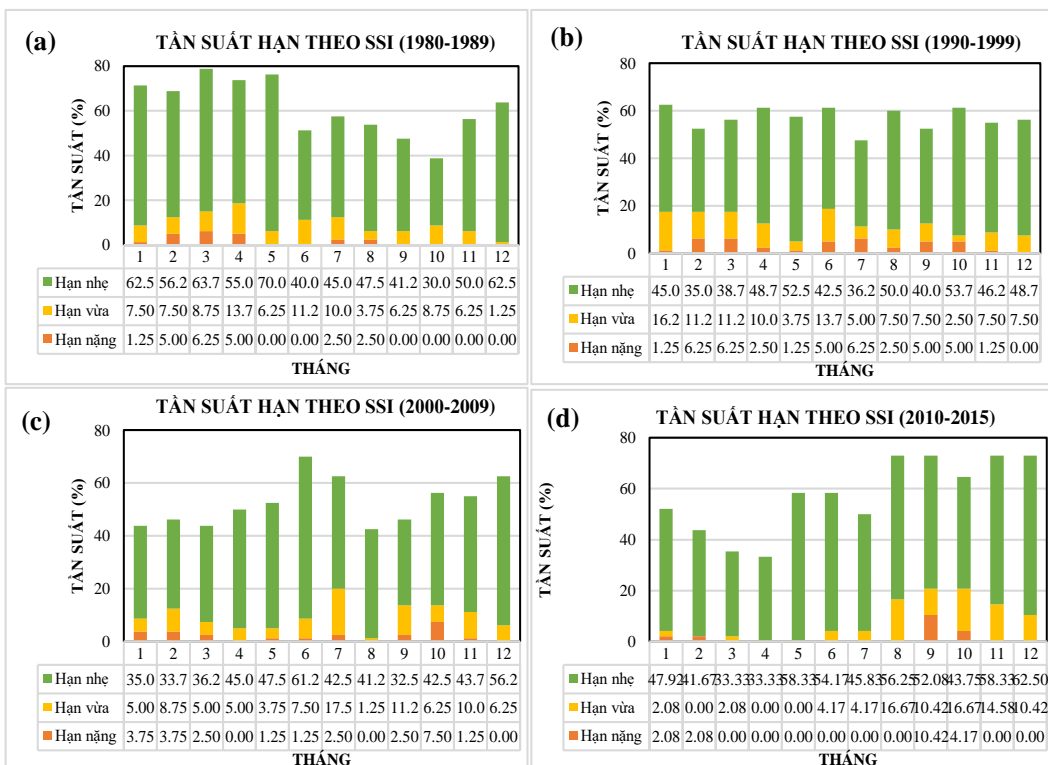
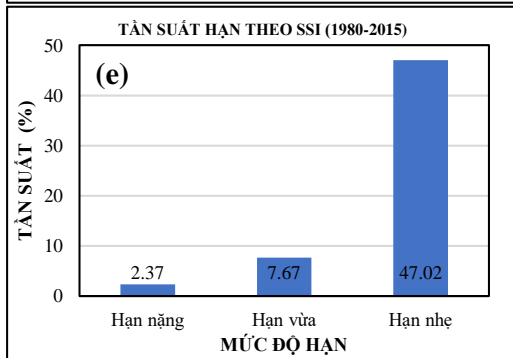
3.1. Tần suất của hạn thủy văn

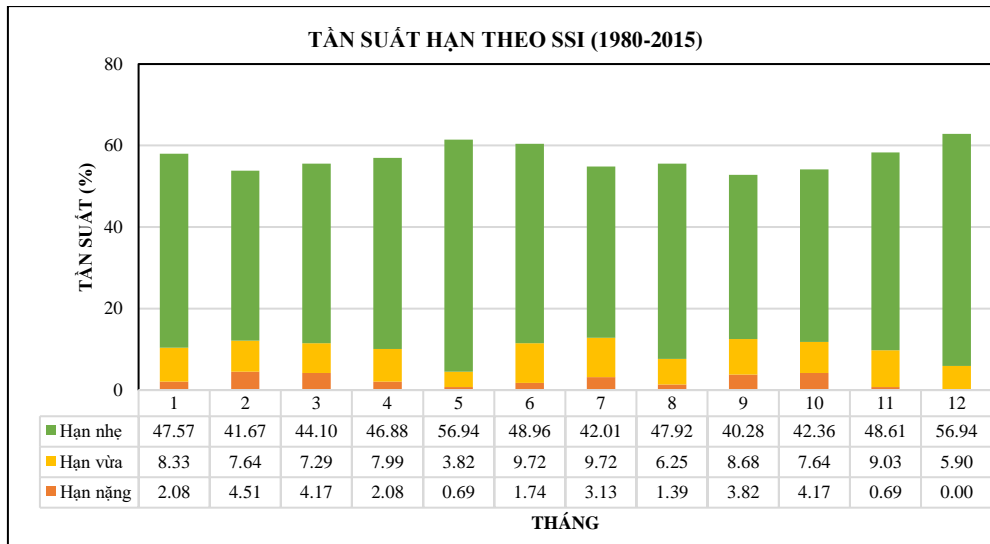
Hình 3 biểu diễn tần suất xuất hiện (%) hạn thủy văn theo chỉ số SSI ở ba mức độ hạn trong các thời đoạn ngắn (Hình 3a–d) và toàn giai đoạn từ 1980 đến 2015 (Hình 3e). Từ hình vẽ nhận thấy trong toàn giai đoạn thì tần suất hạn nhẹ chiếm ưu thế là 47,02%, sau đó hạn vừa là 7,67% và hạn nặng là 2,37%. Nếu phân tách các giai đoạn ngắn hơn ta thấy tần suất hạn nặng cao hơn so với toàn thời kỳ là trong khoảng những năm 1990 đến 1999 với giá trị 3,54%. Điều này phù hợp với ghi nhận lịch sử về hạn thủy văn ở Tây nguyên trong năm 1995, 1998 có mùa cạn thiếu nước nghiêm trọng và kéo dài.

Hình 4 biểu diễn tương tự nhưng với mức độ xuất hiện hạn theo từng tháng trong năm. Kết quả tính toán cho thấy trong toàn giai đoạn (1980–2015) hạn nặng xảy ra chủ yếu trong khoảng từ tháng 1 đến tháng 4 và từ tháng 6 đến tháng 10 trong đó tháng có tần suất hạn nặng cao rơi vào tháng 2, 3 và 10. Hạn nặng xuất hiện nhiều hơn trong giai đoạn (1990–1999), trong khi tần suất hạn cao hơn rơi vào giai đoạn đầu (1980–1989), đặc biệt trong các tháng đông xuân. Tháng 12 không xuất hiện hạn nặng ở tất cả các giai đoạn nghiên cứu.



Hình 3. Tần suất hạn thủy văn theo mức độ hạn dựa trên chỉ số SSI cho từng giai đoạn.





Hình 4. Tương tự như Hình 3 nhưng cho từng tháng.



Hình 5. Tương tự như Hình 3 nhưng cho từng trạm.

Hình 5 biểu diễn tần suất các mức độ hạn cho từng trạm riêng lẻ ở khu vực Tây Nguyên. Từ hình vẽ nhận thấy tần suất xuất hiện hạn ở các mức độ trong toàn giai đoạn nghiên cứu không có sự khác biệt nhiều giữa các trạm, cao nhất là ở trạm Đức Xuyên và thấp nhất là ở trạm An Khê. Trong thời gian này hạn nặng xuất hiện với tần suất thấp nhất ở 3 trạm An Khê, Đức Xuyên, Giang Sơn (không vượt quá 2%). Tuy nhiên, trong từng giai

đoạn ngắn thì tần suất hạn theo các mức độ ở từng trạm có sự thay đổi đáng kể. Ví dụ như trạm An Khê chỉ xuất hiện hạn nặng ở thập kỷ đầu tiên, tổng tần suất xuất hiện hạn khoảng 60% sau đó ở 2 thập kỷ tiếp theo gần như chỉ có hạn nhẹ và với tổng tần suất xuất hiện hạn giảm chỉ còn khoảng 40% nhưng sau đó lại tăng mạnh lên gần 80% ở những năm tiếp theo (2010–2015).

3.2. Thời gian kéo dài, độ lớn, cường độ của hạn thủy văn

Hình 2 ở trên được sử dụng để xác định đặc điểm hạn hán về thời gian kéo dài, độ lớn đợt hạn. Các giá trị âm và dương của chỉ số SSI được coi là sự kiện xảy ra hạn hoặc không xảy ra hạn. Hạn hán được xác định khi các giá trị của SSI giảm dưới 0, một sự kiện hạn hán được coi là khoảng thời gian có giá trị SSI âm. Để đo lường độ dài của thời gian hạn và mức độ nghiêm trọng của hạn hán, một giá trị ngưỡng phải được xác định. Thời gian hạn (D) là khoảng thời gian mà SSI liên tục âm, bắt đầu từ các giá trị SSI nhỏ hơn 0 và kết thúc khi các giá trị SSI trở nên dương. Độ lớn hạn (M) (có thể hiểu là mức độ nghiêm trọng của đợt hạn) là giá trị SSI tích lũy trong thời gian kéo dài hạn, được xác định bởi:

$$M = \sum_{i=1}^D |SSI| \tag{3}$$

và cường độ hạn (I) là tỷ lệ giữa độ lớn hạn với thời gian kéo dài của nó:

$$I = \frac{M}{D} \tag{4}$$

Như vậy, thang thời gian của SSI càng dài thì số lần xuất hiện hạn sẽ giảm nhưng thời gian hạn sẽ tăng lên. Từ đó sẽ thu được đợt hạn hán kéo dài nhất và mạnh nhất xảy ra tại các trạm thủy văn. Bằng cách tính toán thời gian kéo dài, mức độ nghiêm trọng và cường độ của từng trạm có thể mô tả các đặc điểm của các sự kiện hạn hán, và sự khác biệt giữa trạm (hoặc vùng) này với trạm (hoặc vùng) khác.

Các đặc trưng hạn được xác định như đã trình bày ở mục 2.4 gồm thời gian kéo dài đợt hạn (D), độ lớn đợt hạn (M), cường độ đợt hạn (I) tại từng trạm sẽ được lần lượt liệt kê và phân tích ở các bảng dưới đây.

Bảng 3. Thống kê các đặc trưng hạn thủy văn tại trạm An Khê, Kon Tum giai đoạn 1980–2015.

STT	An Khê				Kon Tum			
	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I
1	1980.01–1980.04	4	3,87	0,97	1980.01–1980.04	4	1,67	0,42
2	1981.03–1981.09	7	1,19	0,17	1980.08–1980.08	1	0,75	0,75
3	1982.03–1984.05	27	19,87	0,74	1981.09–1981.09	1	0,83	0,83
4	1984.09–1985.03	7	0,06	0,01	1982.05–1982.05	1	1,01	1,01
5	1985.05–1986.07	15	5,46	0,36	1982.08–1983.09	14	14,79	1,06
6	1986.09–1986.11	3	0,76	0,25	1983.12–1983.12	1	0,28	0,28
7	1987.04–1988.10	7	5,56	0,79	1984.05–1984.05	1	0,06	0,06
8	1987.12–1989.02	15	5,88	0,39	1984.07–1984.07	1	0,15	0,15
9	1989.09–1990.04	7	3,36	0,48	1985.05–1985.05	1	0,06	0,06
10	1990.08–1990.09	2	0,41	0,21	1985.07–1985.07	1	0,15	0,15
11	1990.12–1990.12	1	0,11	0,11	1986.01–1986.04	4	1,62	0,41
12	1991.05–1991.06	2	0,29	0,15	1986.06–1986.06	1	0,27	0,27
13	1991.11–1992.06	8	1,45	0,18	1986.11–1986.11	1	0,53	0,53
14	1992.09–1992.09	1	0,31	0,31	1987.01–1987.06	6	1,89	0,32
15	1992.11–1993.12	14	2,37	0,17	1987.11–1987.11	1	0,53	0,53
16	1994.10–1995.06	9	2,12	0,24	1988.01–1989.03	15	10,70	0,71

STT	An Khê				Kon Tum			
	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I
17	1997.06–1998.12	19	8,05	0,42	1989.10–1990.04	12	9,53	0,79
18	2000.05–2000.07	5	0,24	0,05	1990.12–1990.12	1	0,14	0,14
19	2001.06–2002.07	14	3,04	0,22	1991.05–1994.06	38	12,33	0,32
20	2002.10–2004.05	12	2,26	0,19	1994.10–1995.10	13	8,88	0,68
21	2003.10–2004.05	7	0,83	0,12	1995.12–1996.06	7	0,27	0,04
22	2004.08–2005.08	11	5,69	0,52	1997.06–1998.10	17	18,02	1,06
23	2006.06–2006.06	1	0,46	0,46	1999.09–1999.09	1	0,40	0,40
24	2006.10–2007.07	10	2,96	0,30	2000.09–2000.09	1	0,40	0,40
25	2008.06–2008.06	1	0,72	0,72	2001.09–2002.06	10	4,78	0,48
26	2008.09–2008.09	1	0,41	0,41	2002.10–2003.09	12	9,26	0,77
27	2009.12–2010.05	7	0,79	0,11	2003.11–2004.05	7	3,05	0,44
28	2010.09–2011.05	9	3,21	0,36	2004.07–2005.07	13	17,20	1,32
29	2011.11–2012.06	7	2,77	0,40	2005.10–2005.11	2	0,86	0,43
30	2012.11–2013.10	12	4,05	0,34	2006.06–2006.06	1	0,94	0,94
31	2014.01–2014.02	2	0,62	0,31	2006.10–2007.10	13	7,28	0,56
32	2014.05–2014.09	5	2,46	0,49	2008.06–2008.10	5	2,48	0,50
33	2014.10–2015.03	6	4,51	0,75	2009.06–2009.06	1	0,26	0,26
34	2015.04–2015.06	3	1,82	0,61	2010.03–2011.04	14	11,54	0,82
35	2015.07–2015.09	3	2,81	0,94	2011.08–2011.08	1	0,35	0,35
36	2015.10–2015.12	3	3,15	1,05	2012.05–2013.08	16	10,27	0,64
37					2014.03–2014.06	4	1,27	0,32
38					2014.09–2014.12	4	2,73	0,68
39					2015.02–2015.12	11	10,42	0,95

Từ Bảng 3 thấy rằng thời gian hạn thủy văn tại trạm An Khê nằm trong khoảng 1 và 27 tháng, với cường độ tương ứng dao động từ 0.06 đến 19.87. Độ lớn và thời gian kéo dài cực đại lần lượt là 19.87 và 27 tháng. Trong khi đó, thời gian hạn tại trạm Kon Tum là từ 1 đến 38 tháng và cường độ dao động từ 0.06 đến 18.02. Cường độ hạn thủy văn tại Kon Tum đạt ngưỡng từ 0.04 đến 1.32 là giá trị cường độ hạn thủy văn cao nhất toàn khu vực Tây Nguyên. Trong 36 năm, tại An Khê, tỷ lệ đợt hạn kéo dài dưới 3 tháng chiếm 33%, từ 6 đến dưới 12 tháng chiếm 36% và trên 12 tháng chiếm 22%. Tại Kon Tum thời gian hạn dưới 3 tháng chiếm 44% trong khi tỷ lệ thời gian hạn từ 6 đến 12 tháng là 12%, trên 12 tháng chiếm 27%. Như vậy ngưỡng thời gian hạn ngắn dưới 3 tháng tại trạm Kon Tum chiếm tỷ lệ cao nhất trong khi mức hạn từ 6 đến 12 tháng tại đây lại chiếm tỷ lệ thấp nhất toàn Tây Nguyên. Có thể nói hạn hán tại Kon Tum đạt cường độ cao nhưng chủ yếu là các đợt hạn ngắn dưới 3 tháng.

Bảng 4. Tương tự như Bảng 3 nhưng cho trạm Thanh Bình, Đại Ngà.

STT	Thanh Bình				Đại Ngà			
	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I
1	1980.01–1980.05	5	3,85	0,77	1980.01–1980.05	5	4,40	0,88
2	1980.07–1980.07	1	0,52	0,52	1980.08–1980.08	1	0,20	0,20
3	1981.03–1982.03	13	6,28	0,48	1981.03–1981.05	3	2,78	0,93
4	1982.05–1983.09	17	13,23	0,78	1981.12–1982.05	6	4,57	0,76
5	1983.12–1984.06	7	1,48	0,21	1983.01–1983.05	5	5,19	1,04
6	1984.12–1985.02	3	0,62	0,21	1983.12–1984.05	6	5,10	0,85
7	1985.05–1985.09	5	2,68	0,54	1984.11–1985.05	7	5,21	0,74
8	1985.11–1986.07	9	7,28	0,81	1985.11–1986.04	6	0,49	0,08

STT	Thanh Bình			Đại Nga				
	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I
9	1987.04–1988.08	17	7,98	0,47	1987.02–1987.06	5	5,13	1,03
10	1988.10–1989.02	5	5,66	1,13	1988.03–1989.04	14	3,51	0,25
11	1989.08–1991.08	25	20,01	0,80	1989.12–1990.05	6	3,27	0,55
12	1991.11–1992.05	7	5,20	0,74	1991.01–1993.11	35	27,32	0,78
13	1992.08–1993.11	16	12,51	0,78	1994.01–1994.04	4	1,05	0,26
14	1994.01–1995.08	20	10,58	0,53	1994.06–1996.03	22	15,37	0,70
15	1995.1–1996.10	12	5,71	0,48	1996.06–1997.01	8	3,72	0,47
16	1997.01–1997.01	1	0,05	0,05	1997.06–1998.10	17	8,77	0,52
17	1997.10–1998.10	13	6,01	0,46	1999.07–1999.10	4	1,60	0,40
18	1999.10–1999.10	1	0,71	0,71	2000.06–2000.09	4	1,65	0,41
19	2000.09–2000.09	1	0,59	0,59	2001.05–2003.09	29	18,83	0,65
20	2001.05–2002.07	15	12,08	0,81	2004.07–2006.09	27	20,53	0,76
21	2002.09–2003.09	13	5,64	0,43	2006.11–2007.02	4	2,67	0,67
22	2004.05–2004.05	1	0,44	0,44	2007.04–2007.07	4	1,21	0,30
23	2004.08–2006.07	24	18,25	0,76	2007.12–1007.12	1	0,08	0,08
24	2006.11–2007.04	6	2,91	0,49	2008.06–2008.12	7	4,77	0,68
25	2008.04–2008.12	9	3,25	0,36	2009.06–2010.10	17	5,91	0,35
26	2009.06–2009.12	7	0,85	0,12	2011.04–2011.12	9	3,84	0,43
27	2010.04–2010.09	6	2,82	0,47	2012.06–2013.01	8	4,32	0,54
28	2011.04–2011.12	9	2,16	0,24	2013.08–2014.03	8	1,08	0,14
29	2012.06–2013.02	9	2,43	0,27	2014.11–2015.12	14	4,62	0,33
30	2013.08–2013.10	3	0,28	0,09				
31	2014.03–2014.03	1	0,25	0,25				
32	2014.11–2014.11	1	0,13	0,13				
33	2015.03–2015.12	10	2,48	0,25				

Kết quả trong Bảng 4 thấy rằng thời gian hạn thủy văn ở trạm Thanh Bình trong khoảng 1 và 25 tháng, với độ lớn tương ứng từ 0.05 đến 20.01. Độ lớn và thời gian hạn cực đại lần lượt là 20.01 và 25 tháng. Tại trạm Đại Nga, thời gian hạn từ 1 đến 35 tháng và độ lớn dao động từ 0.08 đến 27.52. Xét về tỷ lệ hạn dưới 3 tháng tại trạm Đại Nga chiếm 9.7%, thấp nhất theo ngưỡng này trên toàn Tây Nguyên, trong khi các ngưỡng khác tại trạm này và trạm Thanh Bình trong khoảng từ 26% đến 31% là các giá trị ở mức trung bình. Kết quả này cho thấy tình Lâm Đồng tuy hạn xảy ra liên tục trong năm nhưng không quá khắc nghiệt.

Bảng 5. Tương tự như Bảng 3 nhưng cho trạm Bản Đôn, Cầu 14.

STT	Bản Đôn			Cầu 14				
	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I
1	1980.01–1981.07	19.00	5,62	0,30	1980.01–1981.09	21.00	3,93	0,19
2	1981.09–1981.09	1.00	0,88	0,88	1982.05–1989.02	82.00	37,06	0,45
3	1982.05–1987.06	62.00	35,03	0,57	1989.10–1990.05	8.00	5,48	0,69
4	1987.08–1990.05	34.00	16,81	0,49	1990.10–1993.09	36.00	34,97	0,97
5	1991.01–1992.05	17.00	13,38	0,79	1993.11–1993.11	1.00	0,49	0,49
6	1992.12–1993.09	10.00	5,26	0,53	1994.06–1996–04	23.00	10,75	0,47
7	1993.11–1993.11	1.00	0,44	0,44	1997.03–1997.06	4.00	0,49	0,12
8	1994.05–1994.05	1.00	0,03	0,03	1997.10–1998.11	13.00	10,86	0,84
9	1994.08–1996.04	21.00	12,22	0,58	2001.05–2001.07	3.00	-0,21	-0,07
10	1997.06–1997.06	1.00	0,47	0,47	2001.10–2002.08	10.00	6,66	0,67
11	1997.10–1998.11	13.00	13,89	1,07	2002.10–2005.08	35.00	27,44	0,78
12	1999.09–1999.10	2.00	0,48	0,24	2005.10–2005.11	2.00	1,03	0,52
13	2000.09–2000.10	2.00	0,48	0,24	2006.03–2007.04	14.00	5,55	0,40

STT	Bản Đôn				Cầu 14			
	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I
14	2001.06–2001.07	2.00	0,41	0,21	2008.04–2008.04	4.00	0,07	0,02
15	2001.10–2002.07	10.00	5,30	0,53	2008.07–2008.10	4.00	0,44	0,11
16	2002.10–2005.08	35.00	23,53	0,67	2009.03–2009.03	1.00	0,59	0,59
17	2005.10–2005.12	2.00	1,49	0,75	2009.12–2010.10	11.00	4,51	0,41
18	2006.05–2007.06	14.00	4,53	0,32	2011.05–2011.05	1.00	0,12	0,12
19	2007.12–2008.10	11.00	2,24	0,20	2011.09–2011.09	1.00	0,08	0,08
20	2009.12–2010.01	2.00	0,68	0,34	2011.12–2011.12	1.00	0,05	0,05
21	2010.05–2010.10	6.00	3,80	0,63	2012.06–2014.01	20.00	5,43	0,27
22	2011.01–2011.01	1.00	0,12	0,12	2014.10–2014.11	2.00	0,14	0,07
23	2011.08–2011.09	2.00	0,66	0,33	2015.06–2015.12	7.00	5,87	0,84
24	2011.12–2011.12	1.00	0,13	0,13				
25	2012.06–2013.02	9.00	4,34	0,48				
26	2013.08–2014.06	11.00	2,49	0,23				
27	2014.09–2015.12	16.00	14,19	0,89				

Tương tự, phân tích Bảng 5, thời gian hạn tại trạm Bản Đôn dao động từ 1 đến 62 tháng với độ lớn từ 0,03 đến 35,03. Hạn thủy văn khắc nghiệt nhất kéo dài tại trạm Cầu 14 là từ tháng 5 năm 1982 đến tháng 2 năm 1989, hạn hán kéo dài 82 tháng và độ lớn 37,06. Tỷ lệ hạn kéo dài trên 12 tháng tại trạm Bản Đôn và Cầu 14 lần lượt là 31% và 32% là một tỷ lệ hạn khá cao, trong khi tỷ lệ hạn dưới 3 tháng tại hai trạm này lần lượt là 41% và 32% cho thấy tại đây hạn diễn biến phức tạp, đan xen là các đợt hạn ngắn dưới 3 tháng và các đợt hạn rất dài trên 12 tháng.

Bảng 6. Tương tự Bảng 3 nhưng cho trạm Đức Xuyên, Giang Sơn.

STT	Đức Xuyên				Giang Sơn			
	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	I
1	1980.03–1980.08	6.00	1,29	0,22	1980.01–1981.09	21.00	4,90	0,23
2	1980.12–1981.09	10.00	3,15	0,32	1982.05–1989.02	82.00	39,07	0,48
3	1982.03–1982.08	6.00	2,24	0,37	1989.10–1990.05	8.00	4,49	0,56
4	1982.10–1984.05	20.00	11,88	0,59	1990.12–1993.09	34.00	29,52	0,87
5	1984.11–1989.04	54.00	20,91	0,39	1993.11–1993.11	1.00	0,51	0,51
6	1989.10–1990.05	8.00	4,89	0,61	1994.08–1996.04	21.00	10,48	0,50
7	1990.10–1990.10	1.00	0,22	0,22	1996.08–1996.10	3.00	0,45	0,15
8	1991.03–1993.09	31.00	10,82	0,35	1997.06–1998.10	17.00	10,16	0,60
9	1994.03–1996.04	26.00	13,32	0,51	1999.09–1999.09	1.00	0,27	0,27
10	1997.06–1997.06	1.00	0,52	0,52	2000.08–2000.08	1.00	0,01	0,01
11	1997.10–1998.10	13.00	8,89	0,68	2001.07–2005.08	50.00	35,01	0,70
12	1999.10–1999.10	1.00	0,02	0,02	2005.10–2005.11	2.00	0,59	0,30
13	2000.08–2000.08	1.00	0,13	0,13	2006.06–2007.07	14.00	5,26	0,38
14	2001.10–2002.07	10.00	3,10	0,31	2007.12–2007.12	1.00	0,03	0,03
15	2002.10–2005.11	38.00	24,52	0,65	2009.06–2009.06	1.00	0,16	0,16
16	2006.03–2007.06	16.00	4,79	0,30	2009.12–2010.10	11.00	5,02	0,46
17	2008.06–2009.08	15.00	7,01	0,47	2011.11–2011.12	2.00	0,46	0,23
18	2009.11–2010.02	4.00	3,65	0,91	2012.06–2013.04	11.00	4,50	0,41
19	2010.05–2011.02	10.00	9,09	0,91	2013.11–2014.05	7.00	3,24	0,46

STT	Đức Xuyên			Giang Sơn			M	I
	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M	Bắt đầu – Kết thúc	D (tháng)	M		
20	2011.05–2012.01	9.00	3,65	0,41	2014.10–2015.12	15.00	8,68	0,58
21	2012.06–2013.12	19.00	10,23	0,54				
22	2014.05–2015.01	9.00	5,94	0,66				
23	2015.06.–2015.12	7.00	6,95	0,99				

Hạn thủy văn nghiêm trọng nhất xảy ra tại trạm Giang Sơn là từ tháng 5 năm 1982 đến tháng 2 năm 1989, hạn hán kéo dài 82 tháng và độ lớn 39,07 khá tương đồng với trạm Cầu 14. Tỷ lệ hạn kéo dài trên 12 tháng ở cả hai trạm Giang Sơn và Đức Xuyên đều ở ngưỡng cao nhất trung khu vực đạt 36%, cho thấy hạn thủy văn ở đây diễn ra khốc liệt và dài hạn.

Từ những phân tích ở trên có thể thấy ở khu vực Lâm Đồng có sự khác biệt giữa các đặc trưng hạn tại các trạm do chịu ảnh hưởng bởi lưu vực, trạng thái sông cũng như các hoạt động của con người.

4. Kết luận

Từ những kết quả phân tích ở trên rút ra một số nhận xét như sau:

Hạn hán tại Tây Nguyên xảy ra quanh năm trong cả mùa khô và mùa mưa. Tuy nhiên tần suất cao của hạn hán xảy ra chủ yếu vào mùa khô. Mức hạn nhẹ chiếm ưu thế trên toàn thời đoạn nghiên cứu của cả khu vực, hạn nặng xảy ra chủ yếu vào tháng 2, 3 và tháng 10.

Kết quả về thời gian, mức độ nghiêm trọng và cường độ cho thấy hạn hán tăng dần từ phía Bắc xuống Nam về độ lớn nhưng giảm về tỷ lệ các đợt hạn kéo dài trên 12 tháng. Hạn hán kéo dài nhất với mức độ nghiêm trọng nhất tại trạm Cầu 14 và Giang Sơn là 82 tháng. Kết quả tính toán tại trạm Đức Xuyên cho thấy tại đây tần suất hạn cao với thời gian kéo dài và cường độ lớn.

Tỷ lệ mức độ hạn với thời gian kéo dài dưới 3 tháng tại tại Kon Tum (phía Bắc) chiếm ưu thế cao phản ánh tính chất hạn thủy văn tại khu vực này gồm nhiều đợt hạn ngắn, đơn lẻ khác với tính chất của các đợt hạn phía Nam Tây Nguyên là kéo dài trong nhiều năm.

Tuy vậy, nghiên cứu này vẫn còn hạn chế vì các điểm trạm có phân bố không gian chưa đồng đều nên khó khăn trong việc đánh giá tình trạng hạn chi tiết theo không gian do vậy cần nghiên cứu bổ sung các nguồn số liệu trên lưới phân giải cao để cung cấp thông tin xây dựng hệ thống giám sát, cảnh báo sớm hạn hán một cách đầy đủ hơn. Giai đoạn từ năm 2015 đến nay, hàng loạt hồ chứa thủy điện đã được xây dựng tại Tây Nguyên dẫn đến ảnh hưởng tới lưu lượng nước tại các trạm đo vì vậy cần có những theo dõi, quan trắc để đánh giá lại các đặc trưng hạn thủy văn tại Tây Nguyên trong giai đoạn sau 2015 cũng như sử dụng các kết quả dự tính theo kịch bản biến đổi khí hậu để có những dự tính tương ứng về biến đổi của hạn hán trong tương lai.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: V.T.H.; Xử lý số liệu: Đ.T.H.; Viết bản thảo bài báo: V.T.H.; Đ.T.H.; Chỉnh sửa bài báo: V.T.H.; Đ.T.H.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ vào kết quả luận văn thạc sĩ: “Đặc điểm và mối quan hệ giữa hạn hạn khí tượng và hạn thủy văn ở khu vực Tây Nguyên”.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Wilhite, D.A.; Glantz, M.H. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. *Water Int.* **1985**, *10*, 111–120.

2. Botterill, L.C.; Fisher, M. Beyond drought: people, policy and perspectives. CSIRO Publishing, Clayton, 2003.
3. Kumaz L. Drought in Turkey. Istanbul Policy Center, 2014.
4. Bae, H.; Ji, H.; Lim, Y.J.; Ryu, Y.; Kim, M.H.; Kim, B.J. Characteristics of drought propagation in South Korea: relationship between meteorological, agricultural, and hydrological droughts. *Natural Hazards* **2019**, *99*, 1–16.
5. Palmer, W.C. Meteorological drought. Office of Climatology US, Weather Bureau, Washington, 1965.
6. Mckee, T.B.; Doesken, N.J.; Kleist, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Proceeding of the 8th conference on applied climatology, **1993**, *17*, 179–183.
7. Keyantash, J.; Dracup, J.A. The quantification of drought: an evaluation of drought indices. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* **2002**, *83*, 1167–1180.
8. Vasiliades, L.; Loukas, A. Hydrological response to meteorological drought using Palmer drought indices in Thessaly, Greece. *Desalination* **2009**, *237*, 3–12.
9. Vicente–Serrano, S.M.; Begueria, S.; Lorenzo–Lacruz, J.; Camarero, J.J.; Lopez–Moreno, J.I.; Azorin–Molina, C.; Revuelto, J.; Moran–Tejeda, E.; Sanchez–Lorenzo, A. Performance of drought indices for ecological, agricultural, and hydrological applications. *Earth Interact.* **2012**, *16*, 1–27.
10. Morid, S.; Smakhtin, V.; Moghaddasi, M. Comparison of seven meteorological indices for drought monitoring in Iran. *Int. J. Clim.* **2006**, *26(7)*, 971–985.
11. Li, B.Q.; Liang, Z.M.; Yu, Z.B.; et al. Evaluation of drought and wetness episodes in a cold region (Northeast China) since 1898 with different drought indices. *Nat. Hazards* **2014**, *71(3)*, 2063–2085.
12. Barker, L.J.; Hannaford, J.; Chiveron, A.; et al. From meteorological to hydrological drought using standardized indicators. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* **2016**, *20(6)*, 2483–2505.
13. Mo, K.C. Drought onset and recovery over the United States. *J. Geophys. Res.* **2011**, *116*, 999–1010.
14. Huang, S.Z.; Huang, Q.; Chang, J.X.; et al. Drought structure based on a nonparametric multivariate standardized drought index across the Yellow River basin. *China. J. Hydrol.* **2015**, *530*, 127–136.
15. Dracup, J.A.; Lee, K.S.; Paulson, E.G. On the definition of droughts. *Water Resour. Res.* **1980**, *16(2)*, 297–302.
16. Wilhite D.A. Drought as a natural hazard: Concepts and definitions. Drought: A Global Assessment, Natural Hazards and Disasters Series, Routledge Publishers, U.K., **2000**, *1*, 3–18.
17. Lopez–Moreno, J.I.; Vicente–Serrano, S.M.; Zabalza, J.; et al. Hydrological response to climate variability at different time scales: a study in the Ebro basin, *J. Hydrol.*, **2013**, *477 (2)*, 175–188.
18. Lorenzo–Lacruz, J.; Moran–Tejeda, E.; Vicente–Serrano, S.M.; et al. Streamflow droughts in the Iberian Peninsula between 1945 and 2005: spatial and temporal patterns. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* **2013**, *9(7)*, 8063–8103.
19. Kazemzadeh, M.; Malekian, A. Spatial characteristics and temporal trends of meteorological and hydrological droughts in northwestern Iran. *Nat. Hazards* **2016**, *80(1)*, 191–210.
20. Wu, J.F.; Chen, X.W.; Gao, L.; et al. Response of hydrological drought to meteorological drought under the influence of large reservoir. *Adv. Meteorol.* **2016**, *2016*, Article ID 2197142.

21. Thục, T. Xây dựng bản đồ hạn hán và mức độ thiếu nước sinh hoạt ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008.
22. Tính, N.Đ. Xác định khả năng và đánh giá mức độ hạn khí tượng ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long. *Tap chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* **2012**, 37(6), 78–83.
23. Quyên, N.T.N. Phân vùng hạn hán dựa trên chỉ số hạn và mô phỏng chế độ thủy văn trên lưu vực Srepok vùng Tây Nguyên. *Tap chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường* **2017**, 33(1), 65–81.
24. Tuân, V.A.; Hằng, V.T.; Dương, T.H. Đặc điểm và xu thế biến đổi hạn khí tượng ở Tây Nguyên. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, 699, 1–9.
25. Hoa, N.T.N.; An, N.L.; Trí, Đ.Q., Đạt. T.T.; Mai, Đ.T.; Trường, Đ.Đ. Nghiên cứu phương pháp dự báo và cảnh báo hạn khí tượng thủy văn áp dụng cho khu vực tỉnh Đắk Lắk, Tây Nguyên. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, 699, 30–40.
26. Lê, P.T.; Sơn, N.H. Phân bố tài nguyên nước mưa trên các lưu vực sông Tây Nguyên, Tuyển tập các công trình khoa học Hội nghị khoa học Địa lý–Quản lý tài nguyên, Việt Nam, **2014**.
27. Chang, J.X.; Li, Y.Y.; Wang, Y.M.; et al. Copula-based drought risk assessment combined with an integrated index in the Wei River basin. *China. J. Hydrol.* **2016**, 540, 824–834.
28. Zhou, Y.L.; Zhou, P.; Jin; J.L.; et al. Establishment of hydrological drought index on sources of regional water supply and its application to drought frequency analysis for Kunming. *J. Hydraul. Eng.* **2014**, 45(9), 1038–1047.

Some characteristics of hydrological drought in Central Highland of Vietnam during the period of (1980–2015)

Do Thanh Hang¹, Vu Thanh Hang^{2*}

¹ National Centre for Hydro–Meteorological Forecasting; dothanhang234@gmail.com

² VNU Hanoi University of Science; hangvt@vnu.edu.vn

Abstract: The Standardized Streamflow Index–SSI is used to analyse some characteristics of hydrological drought at 8 stations in Central Highland of Vietnam during the period of (1980–2015). The results show that hydrological droughts occur not only in dry season but also in wet season in which mild droughts are more often. The frequencies of severe droughts are usually found in the end of winter and in the beginning of spring, some cases can appear in October. The maximum drought frequency is observed at Duc Xuyen station in which there are a lot of strong intensity and 12–month duration droughts. In contrast, the drought frequency during this period is low and severe droughts only observe in (1980–1989) period at An Khe station. The results of drought duration and intensity in Central Highland show that the higher intensity droughts with around 3–month duration are in the north part of this area while the lower intensity droughts with over 12–month duration are in the south part. The results also show that the maximum drought duration and magnitude observe at Cau14 and Giang Son station.

Keywords: Hydrological drought; SSI; Central Highland of Vietnam.