

NGHIÊN CỨU DIỄN BIẾN HẠN THEO KHÔNG GIAN VÀ THỜI GIAN TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH ĐẮK LẮK

Trần Tuấn Thạch

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Hạn hán diễn ra hàng năm đã gây thiệt hại rất lớn cho khu vực Tây Nguyên nói chung và tỉnh Đắk Lắk nói riêng, tỉnh có diện tích trồng cây công nghiệp lớn so với cả nước. Nghiên cứu này tập trung vào phân tích diễn biến hạn theo thời gian và không gian trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk dựa trên số liệu quan trắc của các trạm khí tượng và thống kê diện tích hạn hán (ha) trong giai đoạn 2010÷2022. Nghiên cứu đã lựa chọn đánh giá mức độ hạn dựa trên chỉ số chuẩn hóa lượng mưa SPI (Standardized Precipitation Index) và sử dụng ngôn ngữ lập trình Python để tính toán giá trị SPI cho các thời đoạn ngắn (3, 6, 9, 12) tháng. Dựa trên kết quả tính toán chỉ số hạn, bản đồ phân bố hạn theo không gian được xây dựng ứng dụng công nghệ viễn thám ArcGIS với phép nội suy nghịch đảo IDW. Kết quả nghiên cứu cho thấy: 1) Hạn hán xảy ra nghiêm trọng nhất trong giai đoạn mùa khô từ năm 2014÷2016 trùng với thời điểm có hiện tượng El Nino xuất hiện trong khu vực; 2) Mức độ hạn hán khí tượng giai đoạn 6 tháng mùa khô từ tháng 11÷4 năm sau (SPI6), có độ tương quan cao với diện tích hạn trên địa bàn tỉnh với chỉ số $R^2=0,72$ thông qua phép phân tích hồi quy đơn biến; 3) Dựa trên bản đồ phân bố không gian được xây dựng cho khu vực nghiên cứu nhận thấy phía Tây Bắc tỉnh Đắk Lắk có mức độ hạn hán nghiêm trọng hơn so với khu vực phía Đông Nam do ảnh hưởng của yếu tố địa hình (thấp dần từ Đông Nam xuống Tây Bắc). Nghiên cứu là cơ sở cho việc đề xuất giải pháp quy hoạch sản xuất vùng cây công nghiệp có giá trị kinh tế cao trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk nhằm thích ứng với điều kiện thời tiết khắc nghiệt.

Từ khóa: Hạn khí tượng, SPI6, không gian và thời gian, mùa khô

Summary: Drought has usually caused great damage to the Central Highlands region in general and Dak Lak province in particular, is one of the provinces with a large area of industrial crops compared to the other provinces of Vietnam. This study focuses on the analysis of long-term variations of drought characteristics both spatial and temporal trends in Dak Lak province based on monitoring data from meteorological stations and the statistics of drought areas (ha) during the period of 2010÷2022. The study evaluated the level of drought based on the standardized precipitation index SPI (Standardized Precipitation Index) by using Python programming to calculate SPI values for short periods (3, 6, 9, and 12) months. Based on calculating the drought index, a spatial drought distribution map has been built using remote sensing technology (ArcGIS) with IDW inverse interpolation technique. Significant research results show that: 1) The most serious drought occurred during the dry season from 2014 to 2016, coinciding with the El Nino phenomenon; 2) The level of meteorological drought during the 6-month dry season from November÷April next year (SPI6) has a high correlation with the drought area with index $R^2=0,72$; 3) The spatial distribution maps of drought index indicate that the Northwest region of Dak Lak province has a more serious drought than the Southeast region due to the influence of topographic factors (decreasing from South-east to North-west). The research is the basis for proposing solutions for planning the production of industrial tree areas with high economic value in Dak Lak province to adapt to dry weather.

Keywords: Meteorological drought, SPI6, spatial and temporal trends, dry season

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hạn hán là hình thái thời tiết cực đoan ảnh hưởng lớn đến hoạt động kinh tế của con

người. Nghiên cứu hạn hán do đó được quan tâm rộng rãi trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng do mức độ ảnh hưởng của nó đối với xã hội con người. Theo tác giả Larry W.Mays [1] có thể chia hạn hán thành 3 loại: hạn khí tượng, hạn thủy văn, và hạn nông

Ngày nhận bài: 09/01/2024

Ngày thông qua phản biện: 02/02/2024

Ngày duyệt đăng: 21/02/2024

nghiệp. Trong đó, hạn khí tượng có mối liên hệ chặt chẽ và là nguyên nhân chính dẫn đến 2 loại hạn còn lại. Lượng mưa thấp trong thời gian dài gây ra hạn khí tượng, kéo theo đó là sự suy giảm về dòng chảy cũng như lượng nước ngầm bổ cập trên lưu vực sông gây ra hạn thủy văn, và sự thiếu hụt độ ẩm trong đất do lượng mưa bổ sung ít hơn so với lượng bốc hơi dẫn đến hạn nông nghiệp, qua đó gây ra tình trạng thiếu hụt nguồn nước cho các hoạt động phát triển [2], đặc biệt đối với vùng sản xuất nông nghiệp nơi trồng các loại cây trồng công nghiệp có giá trị kinh tế cao. Các chỉ số đánh giá mức độ của hạn khí tượng phổ biến được áp dụng như: Chỉ số chuẩn hóa lượng mưa SPI (Standardized Precipitation Index), Chỉ số cán cân nước K, Chỉ số hạn Sa.I, Chỉ số chuẩn hóa lượng mưa và bốc hơi SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) [3]. Trong đó, chỉ số SPI được sử dụng phổ biến nhằm đánh giá tác động của hạn hán đối với sản xuất nông nghiệp. Nghiên cứu của tác giả Mohammed [4] đã sử dụng chỉ số SPI theo không gian để đánh giá ảnh hưởng của hạn hán đối với năng suất của cây hàng năm (ngô và lúa mì) với các thời đoạn ngắn 3 và 6 tháng (SPI3, SPI6), với kết quả nghiên cứu cho thấy năng suất cây trồng phía Tây bị ảnh hưởng nhiều hơn khu vực phía Đông Hungary. Nghiên cứu của Eze và cộng sự [5] đã tính chỉ số hạn SPI cho thời đoạn (1, 3, 12) tháng và sử dụng phương pháp phân tích hồi quy đa tuyến tính (multiple linear regression) để tìm mối liên hệ giữa mức độ hạn hán và năng suất cây trồng cho các năm bị hạn nghiêm trọng nhất. Một số nghiên cứu đã được tiến hành nhằm xác định mức độ hạn khí tượng ở Việt Nam. Ví dụ, nghiên cứu của tác giả Nguyễn Đăng Tính [6] đánh giá mức độ hạn khí tượng khu vực Đồng bằng sông Cửu Long sử dụng chỉ số hạn SPI dựa trên mạng lưới các trạm đo mưa

để xây dựng bản đồ phân bố hạn theo phạm vi các tỉnh trong khu vực. Tương tự, trong nghiên cứu của mình tác giả Mai Xuân và cộng sự [7] xây dựng bản đồ diễn biến hạn hán cho tỉnh Bến Tre giai đoạn 2015÷2019 dựa trên chỉ số SPI cho thời đoạn ngắn.

Mặc dù Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới, có lượng mưa lớn trung bình khoảng từ 1500-2000mm/năm, nhưng do lượng mưa phân bố không đều theo các mùa trong năm [8] và nhiệt độ trung bình ngày tương đối cao nên tình trạng thiếu nước do hạn khí tượng xảy ra thường xuyên, trong đó có tỉnh Đắk Lắk thuộc khu vực Tây Nguyên, nơi có diện tích trồng cây Cà phê lớn nhất cả nước (213.336ha theo niên giám thống kê năm 2022) [9]. Đắk Lắk là tỉnh bị ảnh hưởng nhiều do các đợt hạn hán gây ra trong những năm gần đây, điển hình như giai đoạn mùa khô từ năm 2014÷2016 do ảnh hưởng có hiện tượng El Nino đã làm hơn 70.000 ha đất canh tác bị hạn nghiêm trọng [10]. Do vậy, việc nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của hạn hán đối với khu vực này là rất cần thiết nhằm đưa ra chiến lược chủ động trong công tác quy hoạch vùng nguyên liệu trồng cây công nghiệp.

Trong nghiên cứu này, tác giả tập trung phân tích diễn biến mức độ hạn theo không gian và thời gian trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk. Bên cạnh đó, bản đồ hạn được xây dựng dựa trên việc tính toán chỉ số hạn khí tượng SPI sử dụng ngôn ngữ lập trình Python và số hóa bản đồ bằng công cụ ArcGIS sử dụng phép nội suy nghịch đảo. Ảnh hưởng của mức độ hạn hán đến cây trồng cũng được phân tích trong nghiên cứu này dựa trên phép phân tích hồi quy đơn biến (linear regression).

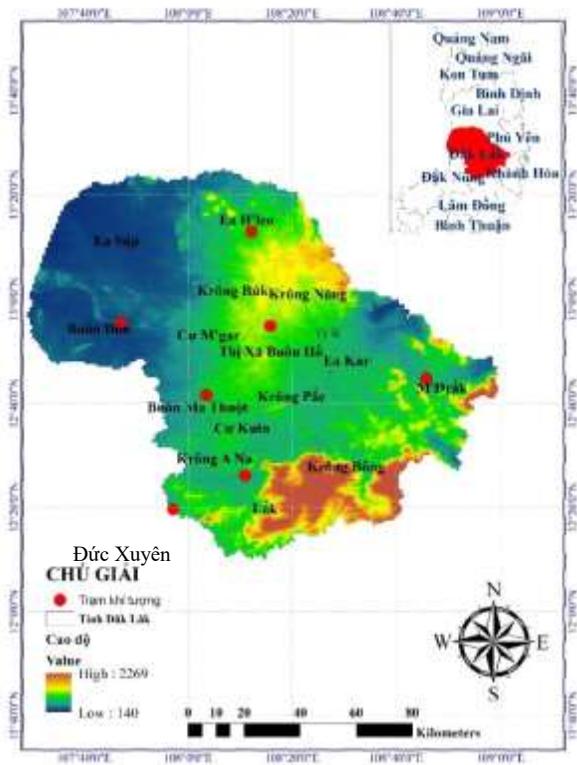
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đắk Lắk là tỉnh nằm ở trung tâm vùng Tây Nguyên, có vị trí địa lý: Phía Bắc giáp tỉnh Gia Lai; Phía Đông giáp tỉnh Phú Yên và Khánh

Hoà; Phía Nam giáp tỉnh Lâm Đông và Đắk Nông; Phía Tây giáp Campuchia. Toàn tỉnh chia thành 15 đơn vị hành chính bao gồm: 1 thành phố, 1 thị xã, và 13 huyện. Theo niên giám thống kê năm 2022, diện tích đất đai của toàn tỉnh là 1.307.041ha, trong đó đất cho sản xuất nông nghiệp là 657.728ha (bao gồm đất cây lâu năm 439.237 và cây hàng năm là 218.491ha). Đắk Lắk là một trong số các tỉnh có diện tích trồng Cà Phê lớn nhất, đem lại giá trị kinh tế cao, ước tính sản lượng năm 2021 đạt 526.793 Tấn. Tuy nhiên, trong những năm vừa qua tình hình sản xuất nông nghiệp của tỉnh gặp nhiều khó khăn về nguồn nước do ảnh hưởng của các hình thái thời tiết cực đoan bất lợi, đặc biệt trong giai đoạn mùa khô. Do là tỉnh có diện tích lớn và phân bố địa hình phức tạp nên mức độ ảnh hưởng của hạn hán theo từng khu vực cũng có sự khác biệt. Việc đánh giá, phân tích diễn biến hạn theo không gian và thời gian, do đó, là rất cần thiết để có các giải pháp chiến lược ứng phó một cách hiệu quả.

BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TỈNH ĐẮK LẮK



Hình 1: Bản đồ tỉnh Đắk Lắk

2.2. Tính toán chỉ số hạn

Chỉ số chuẩn hóa lượng mưa SPI được xác định theo công thức [11]:

$$SPI = \frac{R - Rtb}{\sigma} \quad (2.1)$$

Trong đó: R: Lượng mưa thời đoạn tính; Rtb: Lượng mưa trung bình thời đoạn tính; σ: Độ lệch chuẩn lượng mưa thời đoạn tính.

Mức độ hạn đánh giá theo chỉ tiêu chuẩn hóa lượng mưa được chia làm các cấp độ hạn khác nhau như trong **Bảng 1**

Bảng 1: Mức độ hạn theo chỉ tiêu SPI

TT	SPI	Mức độ
1	>2,0	Quá ẩm ướt
2	1,5÷2	Rất ẩm
3	1,0÷1,49	Ẩm vừa phải
4	-0,99÷0,99	Gần trung bình
5	-1,49÷-1,0	Hơi khô hạn
6	-1,5÷-2	Hạn nặng
7	<-2	Hạn cực nặng

Để tính toán chỉ số hạn SPI, tác giả sử dụng ngôn ngữ lập trình Python với đầu vào là lượng mưa của các trạm khí tượng trong vùng nghiên cứu, thời đoạn tính toán (3, 6, 9, 12) tháng (tương ứng chỉ số hạn SPI3, SPI6, SPI9, SPI12).

2.3. Xây dựng bản đồ diễn biến hạn theo thời gian và không gian của tỉnh Đắk Lắk

Các trạm khí tượng được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: Trạm EAHleo, Bản Đôn, Lắk, Đức Xuyên (Đắk Nông), M'Drak, Buôn Hồ, và Buôn Ma Thuột với vị trí tọa độ như thống kê trong **Bảng 2**:

Bảng 2: Các trạm khí tượng tỉnh Đắk Lắk

TT	Tên trạm	Tọa độ	
		Kinh độ	Vĩ độ
1	EAHleo	13 ⁰ 08'	107 ⁰ 06'
2	Bản Đôn	12 ⁰ 53'	107 ⁰ 47'
3	Lắk	12 ⁰ 25'	108 ⁰ 11'
4	Đức Xuyên	12 ⁰ 18'	107 ⁰ 59'
5	M'Đrak	12 ⁰ 41'	108 ⁰ 47'
6	Buôn hồ	12 ⁰ 55'	108 ⁰ 16'
7	Buôn Ma Thuột	12 ⁰ 41'	108 ⁰ 05'

Bản đồ hạn được xây dựng dựa trên chỉ số hạn tính toán cho giai đoạn 2010÷2022. Chỉ số hạn theo không gian được đưa lên bản đồ hạn ứng dụng phần mềm ArcGIS sử dụng phép nội suy nghịch đảo IDW, theo công thức [12]:

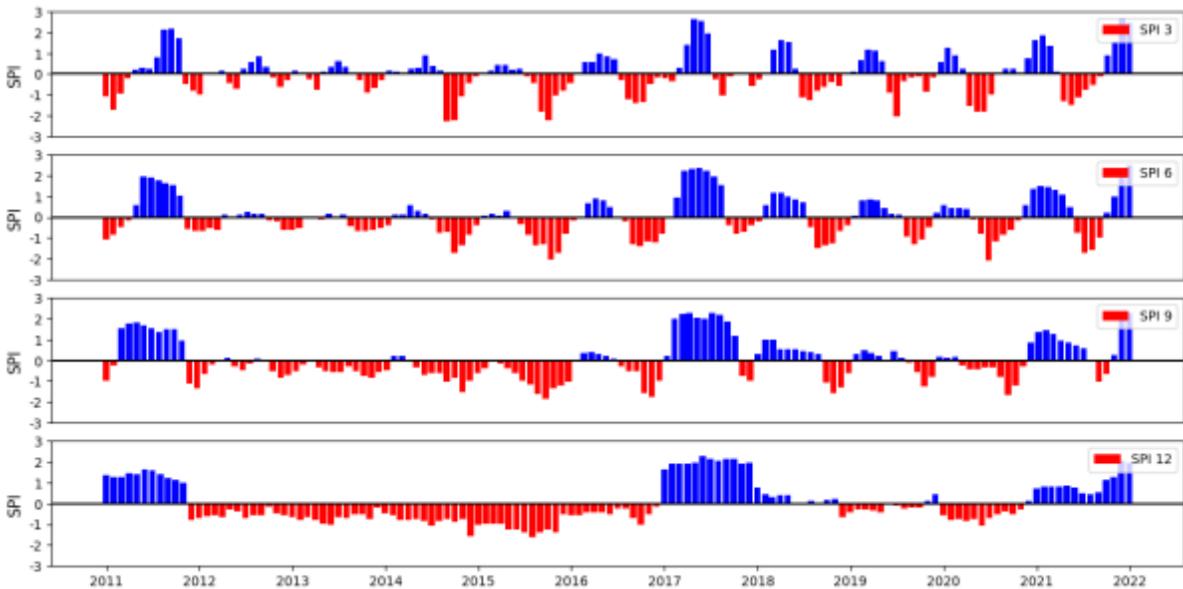
$$Z_j = \frac{\sum_i \frac{Z_i}{d_{ij}^n}}{\sum_i \frac{1}{d_{ij}^n}} \quad (2.2)$$

Trong đó: Z_j : Là giá trị tại điểm đã biết; d_{ij} : Là khoảng cách đến điểm chưa biết; Z_i : Là giá trị tại điểm chưa biết; n : Là số mũ.

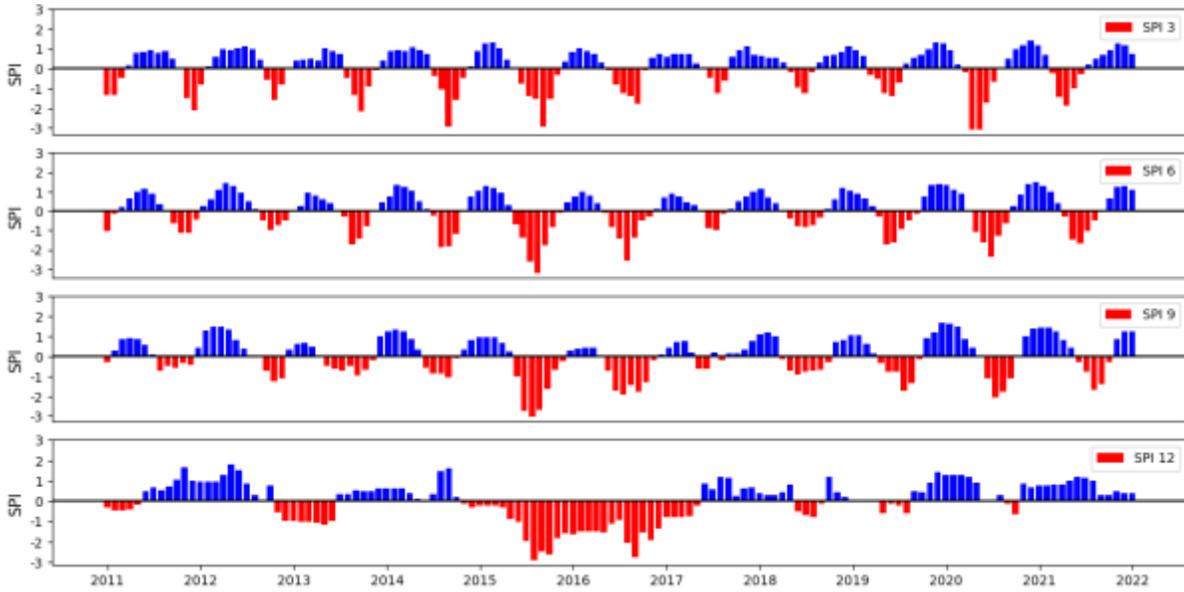
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả tính toán chỉ số hạn

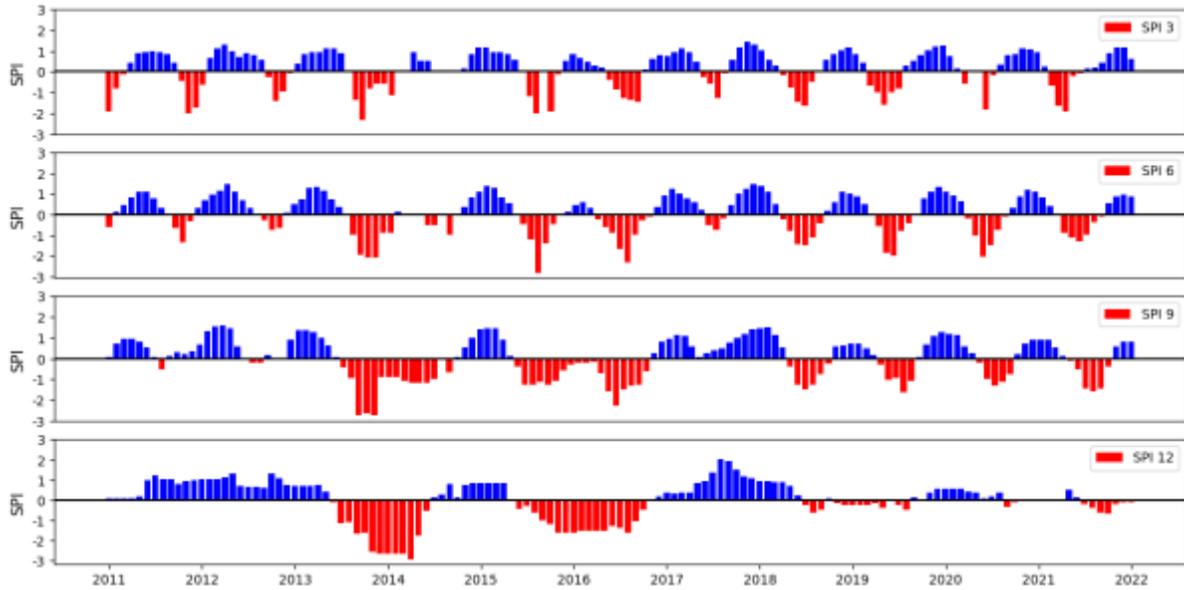
Kết quả tính toán chỉ số hạn của các trạm khí tượng tỉnh Đắk Lắk (SPI3, SPI6, SPI9, và SPI12) được thể hiện trong các **Hình 2-4**. Dựa trên kết quả tính toán chỉ số hạn SPI cho các trạm khí tượng cho giai đoạn từ 2010÷2022 nhận thấy: Các năm hạn hán mức độ cực nặng xảy ra trong giai đoạn mùa khô năm 2014÷2015 và 2015÷2016; năm xảy ra hạn mức độ nặng là năm 2013÷2014; Các năm xảy ra hạn với mức độ vừa đến nhẹ là năm 2019÷2020 và 2020÷2021. Mức độ hạn nghiêm trọng xảy ra trong giai đoạn mùa khô giai đoạn 2014÷2016 phản ánh ảnh hưởng của hiện tượng El Nino tác động đến khu vực.



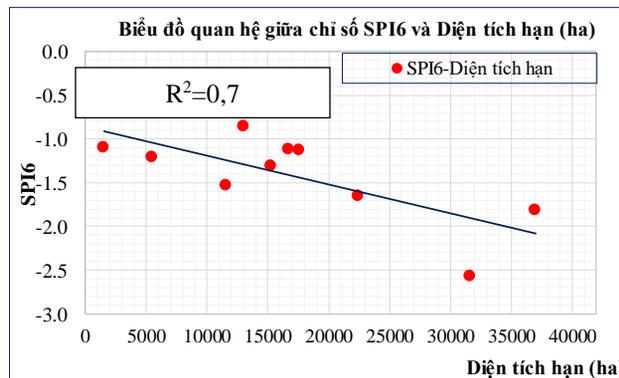
Hình 2: Chỉ số hạn SPI trạm M'Đrăk, tỉnh Đắk Lắk



Hình 3: Chỉ số hạn SPI trạm Buôn Ma Thuột, tỉnh Đắk Lắk



Hình 4: Chỉ số hạn SPI trạm Bản Đôn, tỉnh Đắk Lắk

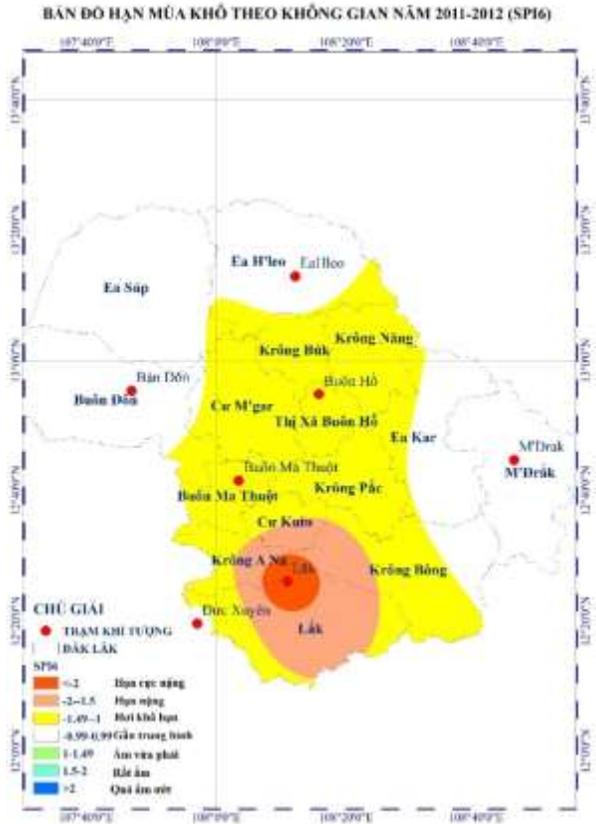


Hình 5: Mối quan hệ giữa hiện tích hạn và chỉ số hạn của tỉnh Đắk Lắk

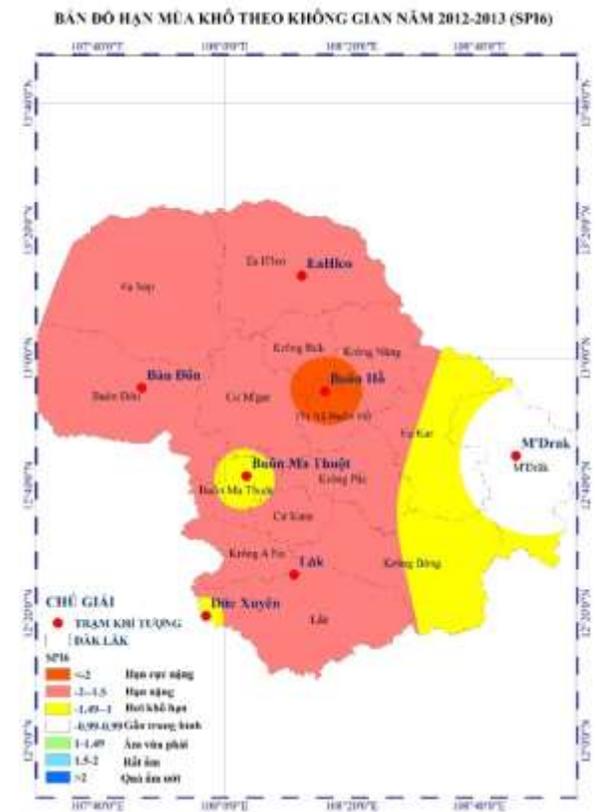
Dựa trên thống kê về diện tích hạn hán của tỉnh Đắk Lắk trong giai đoạn 2010÷2022, tương quan giữa giá trị trung bình SPI6 của các trạm khí tượng trong mùa khô (tháng 11÷4) và diện tích hạn được xây dựng sử dụng phương trình hồi quy đơn biến như trong **Hình 5**. Mức độ tương quan cao ($R^2=0,72$) giữa chỉ số hạn khí tượng SPI6 và diện tích hạn hán cho thấy mối liên hệ chặt chẽ giữa hạn khí tượng với hạn nông nghiệp cũng như diện tích hạn hán của tỉnh Đắk Lắk.

3.2. Bản đồ hạn theo không gian và thời gian

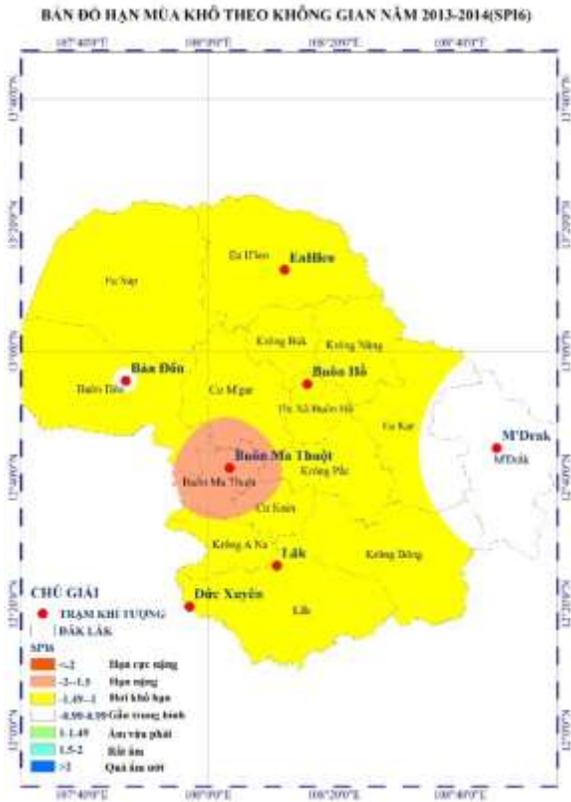
Khí hậu tỉnh Đắk Lắk được phân chia thành 2 mùa rõ rệt (mùa khô từ tháng 11÷4 và mùa mưa từ tháng 5÷10). Diện tích cây trồng bị ảnh hưởng bởi hạn hán chủ yếu trong mùa khô nên nghiên cứu này tập trung xây dựng bản đồ diễn biến hạn theo không gian dựa trên chỉ số hạn SPI6 (11÷4). Bản đồ diễn biến hạn theo không gian của tỉnh Đắk Lắk được thể hiện trong **Hình 6-15**. Dựa trên bản đồ về phân bố không gian mức độ hạn trong giai đoạn mùa khô có thể thấy mức độ khô hạn qua các năm và các vùng trong cùng một năm. Cấp độ hạn nặng nhất thể hiện rõ nhất trong năm 2014-2015 và 2015-2016 như đã phân tích ở trên và trong **Hình 9-10**, với hầu hết các chỉ số hạn SPI của các khu vực trên địa bàn tỉnh đạt ngưỡng <-2 (hạn cực nặng). Nếu xét chi tiết theo không gian của tiểu vùng, thì mức độ hạn có sự phân hóa khá rõ nét. Khu vực phía Tây Bắc bị ảnh hưởng nhiều hơn (với chỉ số hạn SPI6 ở mức vừa đến cực nặng) so với khu Tây Nam (chỉ số hạn chỉ ở mức hạn nhẹ đến hạn nặng). Theo ranh giới hành chính, thì khu vực các huyện M’Đrak, Ea Kar, Krông Bông, và Lắk mức độ hạn ít khắc nghiệt hơn so với các huyện: Buôn Đôn, Ea Súp, Ea Hleo, Cư M’gar. Các khu vực trung tâm như: Buôn Ma Thuột, Thị Xã Buôn Hồ, Krông Năng, và Krông Búk mức độ hạn nằm ở mức độ trung bình giữa khu Tây Bắc và Đông Nam.



Hình 6: Bản đồ hạn mùa khô năm 2011-2012



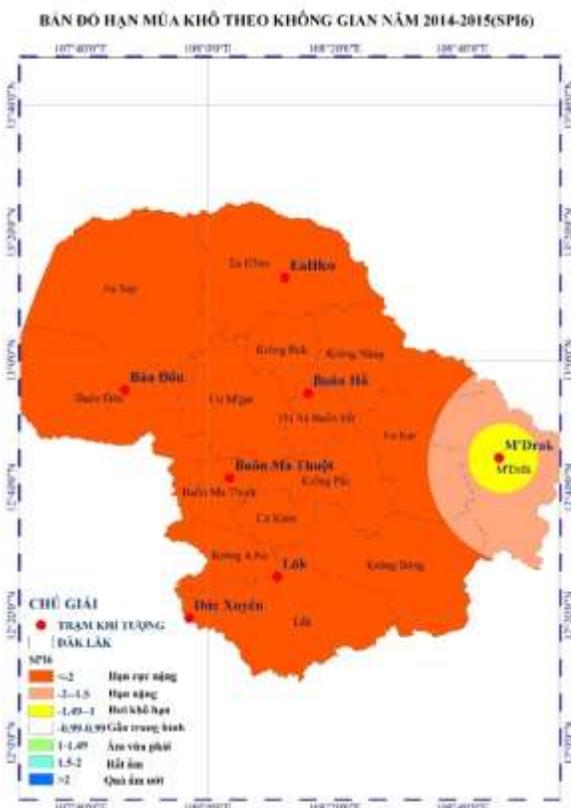
Hình 7: Bản đồ hạn mùa khô năm 2012-2013



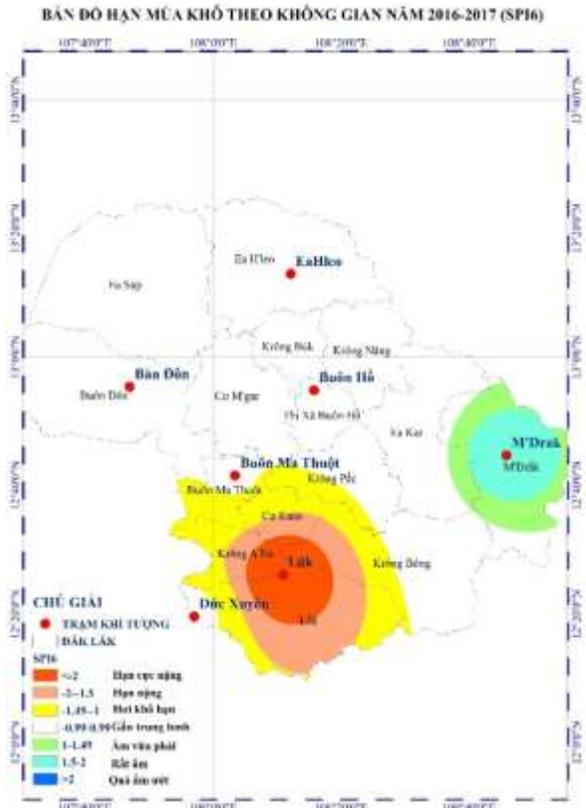
Hình 8: Bản đồ hạn mùa khô năm 2013-2014



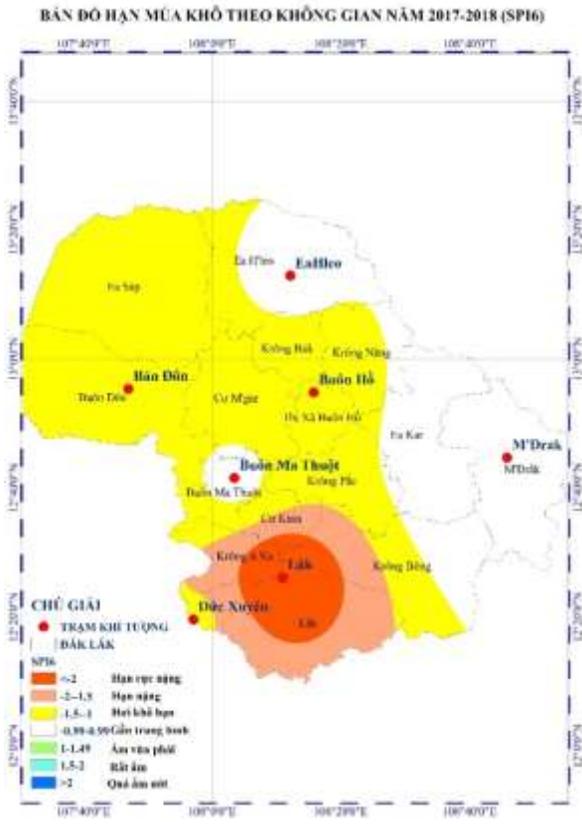
Hình 10: Bản đồ hạn mùa khô năm 2015-2016



Hình 9: Bản đồ hạn mùa khô năm 2014-2015



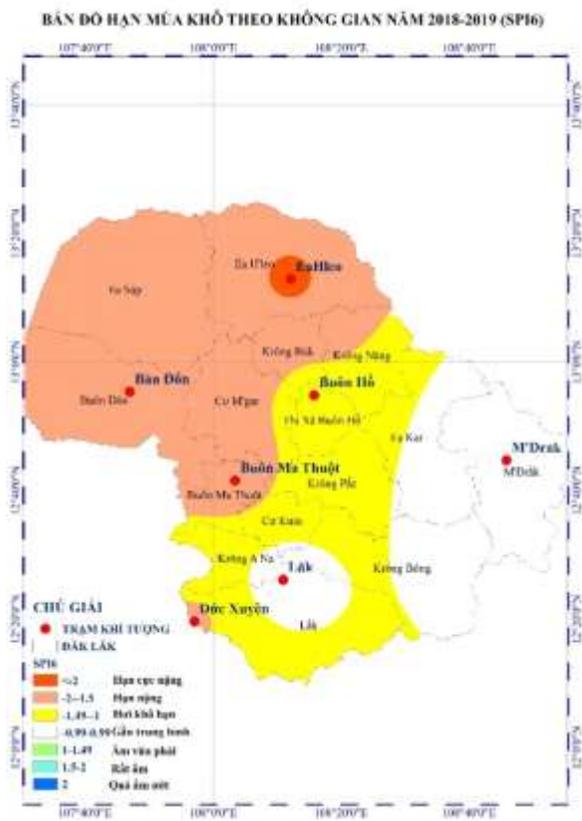
Hình 11: Bản đồ hạn mùa khô năm 2016-2017



Hình 12: Bản đồ hạn mùa khô năm 2017-2018



Hình 14: Bản đồ hạn mùa khô năm 2019-2020



Hình 13: Bản đồ hạn mùa khô năm 2018-2019



Hình 15: Bản đồ hạn mùa khô năm 2020-2021

Sự khác biệt về mức độ hạn của các khu vực của tỉnh Đắk Lắk trong mùa khô có thể do ảnh hưởng của yếu tố về địa hình. Địa hình của tỉnh Đắk Lắk (Hình 1) có xu hướng thấp dần (từ phía Đông Nam sang Tây Bắc) nên khu vực Tây Bắc có thời tiết nắng nóng, khô hạn ít mưa và ngược lại từ phía Trung tâm sang hướng Đông Nam có khí hậu mát mẻ hơn, lượng mưa trong mùa khô cũng nhiều hơn.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này tập trung vào đánh giá diễn biến hạn hán của tỉnh Đắk Lắk theo thời gian và không gian dựa trên số liệu quan trắc của 6 trạm khí tượng trên địa bàn tỉnh: Bản Đôn, EaHleo, Buôn Hồ, Buôn Ma Thuột, M'Drak, Lắk, và Đức Xuyên.

Mức độ hạn theo thời gian được tính toán dựa trên chỉ số hạn khí tượng cho thời đoạn (3, 6, 9, 12) tháng. Kết quả tính toán cho thấy giai đoạn hạn nặng xảy ra trong thời gian mùa khô 2014-2016 do ảnh hưởng của hiện tượng El Nino. Đối với khu vực Tây nguyên nói chung và tỉnh Đắk Lắk nói riêng mùa khô diễn ra trong 6 tháng nên mối tương quan giữa mức độ hạn và diện tích hạn hán sử dụng chỉ số hạn

SPI6. Phân tích tương quan sử dụng kỹ thuật hồi quy đơn biến. Kết quả phân tích cho thấy mức độ tương quan cao ($R^2=0,72$) giữa giá trị trung bình của chỉ số SPI6 và diện tích hạn trên địa bàn toàn tỉnh Đắk Lắk.

Bản đồ diễn biến hạn theo không gian được xây dựng dựa trên chỉ số hạn SPI6 của các trạm khí tượng và ứng dụng công cụ ArcGIS (sử dụng phép nội suy nghịch đảo IDW). Dựa trên bản đồ về mức độ hạn hán của tỉnh Đắk Lắk nhận thấy, các khu vực phía Tây Bắc bị ảnh hưởng nhiều hơn khu vực phía Trung tâm và Đông Nam. Nguyên nhân chính tạo ra sự phân cực giữa các vùng đó là yếu tố về địa hình thay đổi thấp dần từ Đông Nam xuống Tây Bắc.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này là một phần kết quả nghiên cứu của Đề tài “Nghiên cứu mức đảm bảo tưới, tiêu, thoát nước phù hợp cho cây trồng cận chủ lực và một số đối tượng phi nông nghiệp xen kẽ trong hệ thống thủy lợi”. Chúng tôi xin cảm ơn Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã hỗ trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Larry W. Mays (2005), Droughts and Flood in Chapter 2, Water Resources Sustainability Water Resources Engineering, the United States of America, 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
- [2]. Muse, N. M., Tayfur, G., & Safari, M. J. S. (2023). Meteorological Drought Assessment and Trend Analysis in Puntland Region of Somalia. Sustainability (Switzerland), 15(13). <https://doi.org/10.3390/su151310652>
- [3]. Nguyen, L. B., Lap, T. Q., & Phi, N. Q. (2020). Giáo trình Kỹ thuật Tài nguyên nước, nhà xuất bản Bách khoa Hà Nội, 2020
- [4]. Mohammed, S., Alsafadi, K., Enaruvbe, G. O., Bashir, B., Elbeltagi, A., Széles, A., Alsalman, A., & Harsanyi, E. (2022). Assessing the impacts of agricultural drought (SPI/SPEI) on maize and wheat yields across Hungary. Scientific Reports, 12(1), 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12799->
- [5]. Eze, E., Girma, A., Zenebe, A., Okolo, C. C., Kourouma, J. M., & Negash, E. (2022). Predictors of drought-induced crop yield/losses in two agroecologies of southern Tigray, Northern Ethiopia. Scientific Reports, 12(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09862-x>

- [6]. Nguyen, D. T. (2011). Determining probability of meteorological drought and drought severity in the Mekong river delta. *Journal of Water Resources & Environmental Engineering*, 28(hình 1), 14–21.
- [7]. Mai, X., & Lê, T. L. (2021). Đánh giá thực trạng khô hạn tại tỉnh Bến Tre. *Can Tho University Journal of Science*, 57(Environment and Climate change),148-157.<https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2021.05>
- [8]. Bộ Tài Nguyên và Môi Trường, Kịch bản biến đổi khí hậu, Nhà xuất bản Tài nguyên-Môi trường và Bản đồ Việt Nam, 2020.
- [9]. Cục thống kê tỉnh Đắk Lắk, Niên giám thống kê Đắk Lắk, 2022, Nhà xuất bản thống kê
- [10]. JICA. (2018). Final report, the integrated water resources data collection in Central Highland. 42
- [11]. McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*. Vol. 17. pp. 179–183
- [12]. Trần Hoài Minh, 2021, Áp dụng kết hợp phương pháp nội suy nghịch đảo khoảng cách và GIS đánh giá chỉ tiêu dinh dưỡng phosphat trong nước sông Lá Buông, tỉnh Đồng Na, Tạp chí Môi trường số Chuyên đề Tiếng Việt IV/2021, <https://tapchimoitruong.vn/nghien-cuu-23>