

**DIỄN BIẾN HẠN NÔNG NGHIỆP TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH NINH THUẬN
GIAI ĐOẠN 1991-2019****Trần Đăng An¹, Hà Nam Thắng²**

Tóm tắt: Hạn hán tại khu vực Nam Trung Bộ nói chung và trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận nói riêng diễn ra rất phức tạp, ảnh hưởng lớn đến đời sống và sản xuất trong khu vực. Nghiên cứu này trình bày phương pháp và kết quả phân tích sự thay đổi các đặc trưng hạn nông nghiệp dựa trên chỉ số NDVI và VSDI tại khu vực tỉnh Ninh Thuận từ năm 1991 đến 2019. Các chỉ số hạn nông nghiệp này được tính toán dựa vào dữ liệu ảnh viễn thám Landsat thu thập từ 6 thời điểm diễn ra sự kiện hạn hán trên địa bàn khu vực nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra, đối với hạn nông nghiệp tính cho giai đoạn 1991 - 2019, tỉnh Ninh Thuận thường xuyên hứng chịu các đợt hạn hán từ mức độ khá hạn đến hạn cực kì nặng. Diện tích khá hạn đến hạn cực nặng chiếm thường xuyên từ 15,7% - 28% gây lãng phí tài nguyên đất và có thể ảnh hưởng lớn đến hoạt động sản xuất, sinh sống của người dân. Đặc trưng hạn do chỉ số VSDI tính toán hoàn toàn tương đồng với chỉ số NDVI và số liệu thống kê hạn tại tỉnh Ninh Thuận trong giai đoạn nghiên cứu. Chỉ số VSDI dễ dàng trong thực nghiệm tính toán và có thể áp dụng rộng rãi trong tương lai.

Từ khóa: Chỉ số hạn nông nghiệp, NDVI, VSDI, Ninh Thuận.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hạn hán là một trong những rủi ro thiên tai nghiêm trọng và có mức độ ảnh hưởng lớn nhất đến hoạt động của con người (Dai, 2011). Trong những năm gần đây, dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, hạn hán có xu hướng tăng về tần suất và mức độ tác động ở nhiều nơi trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Với đặc thù về vị trí địa lý và chế độ khí hậu, khí tượng thủy văn cùng với sự gia tăng hoạt động con người, Ninh Thuận là một trong những tỉnh gánh chịu nhiều hậu quả kinh tế - xã hội dưới ảnh hưởng của cả ba loại hình hạn là hạn nông nghiệp, hạn khí tượng và hạn thủy văn. Do vậy, việc quan sát, quan trắc các loại hình hạn và phân vùng hạn ở quy mô toàn tỉnh có ý nghĩa rất lớn, là căn cứ để tỉnh xây dựng các chính sách thích ứng, giảm nhẹ thiên tai do hạn hán gây nên (Kallis, 2008). Để ước tính mức độ hạn cũng như phân vùng

hạn ở quy mô lớn, hiện tại viễn thám là nguồn tư liệu và là công cụ mang lại hiệu quả cao. Với các lợi thế như độ phủ không gian rộng, tần suất quan sát dài, sử dụng viễn thám trong quan trắc hạn có thể mang lại những lợi ích to lớn (Xie et al., 2008), giúp xây dựng các bản đồ hiện trạng hạn đa thời gian, phân cấp hạn chi tiết đến cấp xã, từ đó hỗ trợ xây dựng các kịch bản ứng phó riêng cho từng đặc thù của từng xã trong tỉnh Ninh Thuận. Tuy nhiên, để có được bộ bản đồ phân vùng hạn, nhiều vấn đề cần được lưu tâm như chọn loại ảnh viễn thám phù hợp, tính toán chi tiết các biến đầu vào nhằm xây dựng chỉ số hạn tổng hợp phản ánh được mức độ hạn của từng vùng không gian. Phương pháp viễn thám ước tính mức độ hạn khác với phương pháp truyền thống dựa trên các điểm hoặc trạm quan sát. Các kĩ thuật chuyên sâu viễn thám sẽ được sử dụng nhằm giảm tối đa yêu cầu dữ liệu ngoài, một yêu cầu rất khó thực hiện trong điều kiện Việt Nam, và sử dụng trực tiếp các băng

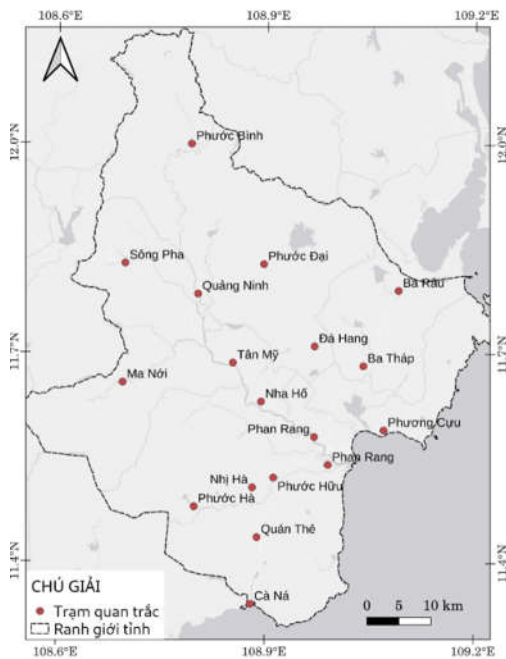
¹ Phân hiệu Trường Đại học Thủy lợi

² Trường Đại học Nông Lâm Huế

ảnh viễn thám sẵn có, giúp giảm độ thiên kiến, sai lệch khi dùng nhiều dữ liệu đầu vào khác nhau. Nghiên cứu này trình bày các kết quả ban đầu về phân vùng hạn hán nông nghiệp ở quy mô cấp tỉnh, sử dụng nguồn ảnh viễn thám Landsat và các chỉ số viễn thám, chỉ số hạn khác nhau nhằm cung cấp một giải pháp nhanh, đơn giản và có độ tin cậy trong ước tính và phân vùng mức độ hạn hán tại tỉnh Ninh Thuận, Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm nghiên cứu



Hình 1. Địa điểm nghiên cứu với các trạm quan trắc khí tượng, thủy văn

Địa điểm nghiên cứu là toàn bộ khu vực thuộc ranh giới hành chính của tỉnh Ninh Thuận. Ảnh vệ tinh được sử dụng để xây dựng bản đồ các chỉ số và phân vùng hạn cho toàn vùng, trong đó 18 trạm quan trắc được dùng như trạm tham chiếu để trích xuất giá trị cụ thể của chỉ số và mức độ hạn tại các điểm này.

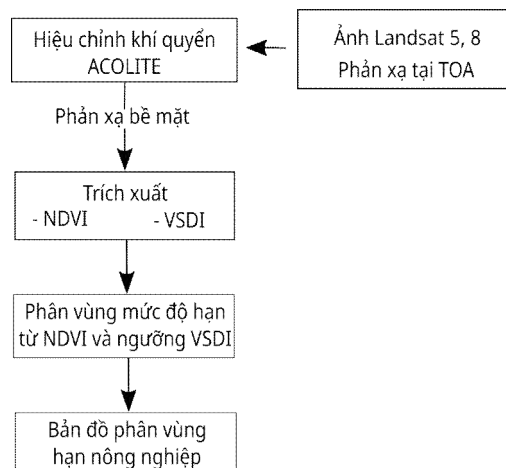
2.2. Dữ liệu

Ảnh vệ tinh Landsat là nguồn vật liệu chính được sử dụng trong nghiên cứu. Ảnh được tải miễn phí từ cơ sở dữ liệu ảnh của trung tâm địa chất Mỹ USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov>)

ở mức độ hiệu chỉnh 1. Ở mức độ xử lý này, ảnh đã được hiệu chỉnh địa lý và cần được hiệu chỉnh khí quyển ở giai đoạn tiếp theo. Để xác định thời gian tải ảnh, nghiên cứu này dựa vào thống kê các thời điểm trong phạm vi thời gian 40 năm từ năm 1982 đến 2022 và xác định được các năm hạn có dữ liệu ảnh Landsat phù hợp với tháng hạn để tính toán chỉ số hạn dựa vào ảnh Landsat 5 TM trong các tháng 4/1991, 5/1996, 1/2002, 2/2008 và ảnh Landsat 8 OLI trong tháng 3/2016 và 12/2019 với độ phân giải không gian 30 x 30 m. Dựa vào các thời điểm hạn, tiêu chí không mây và cửa sổ thời gian khoảng 5 năm tại khu vực nghiên cứu đã chọn được 6 ảnh Landsat tốt nhất phục vụ các giai đoạn giải đoán và tính toán mức độ hạn. Các ảnh Landsat được chọn sao cho trùng với tháng xảy ra hạn, nếu không thể chọn được ảnh do bị phủ mây sẽ được chuyển sang tháng gần tháng hạn hoặc sang năm hạn tiếp theo.

2.3. Tiến trình nghiên cứu

Quá trình ước tính và phân vùng hạn được thực hiện qua ba bước, bao gồm bước (1) hiệu chỉnh khí quyển, bước (2) tính toán chỉ số phổ và chỉ số hạn tổng hợp và bước (3) phân vùng hạn dựa trên chỉ số đã tính ở bước 2 (Hình 2). Bản đồ phân vùng hạn được tính theo chỉ số VSDI cho hạn nông nghiệp sử dụng nguồn ảnh vệ tinh Landsat.



Hình 2. Tiến trình các bước nghiên cứu

2.4. Hiệu chỉnh khí quyển

Ảnh Landsat được hiệu chỉnh khí quyển để chuyển giá trị vật lý (digital number (DN)) về giá trị phản xạ phổ của đối tượng quan sát. Quá trình này giúp giảm thiểu tối đa sự ảnh hưởng của phân thượng tầng khí quyển và khí quyển lên giá trị điểm ảnh, làm tăng độ chính xác của kết quả tính toán. Nghiên cứu này sử dụng chương trình hiệu chỉnh khí quyển chuyên sâu ACOLITE (Vanhellemont, 2016), một chương trình mã nguồn mở được viết và thực thi trong môi trường dòng lệnh với ngôn ngữ lập trình Python. Sau giai đoạn hiệu chỉnh khí quyển, ảnh đầu vào sẽ bao gồm 6 băng phổ trong dải sóng quang phổ từ xanh “blue” (ρ_{483}), xanh “green” (ρ_{561}), đỏ (ρ_{655}), cận hồng ngoại (ρ_{865}), đến hồng ngoại sóng ngắn 1 (ρ_{1609}) và hồng ngoại sóng ngắn 2 (ρ_{2201}).

2.5. Tính toán chỉ số hạn nông nghiệp

Chỉ số thực vật khác biệt thực vật bình quân (NDVI)

NDVI (normalized different vegetation index) (Huang et al., 2021) là một chỉ số được phát triển và sử dụng rộng rãi trên thế giới. Băng phổ cận hồng ngoại và đỏ được sử dụng để tối đa hóa tín hiệu hấp thụ và phản xạ của thực vật. Sự khác biệt giữa phần phổ hấp thụ và phản xạ của lớp phủ thực vật giúp chỉ số NDVI có thể phản ánh theo thời gian gần thực sự phân bố của thực vật, là dữ liệu đầu vào cho nhiều quá trình tính toán khác nhau. Chỉ số NDVI cũng có điểm hạn chế nếu vùng quan sát không phải khu vực đất trống mà là công trình nhân tạo thì chỉ số sẽ có giá trị rất thấp. Điều này sẽ gây nhiều với vùng đất trống, không có thực vật che phủ, vốn cũng có giá trị NDVI thấp.

Chỉ số hạn sử dụng kênh phổ nhìn thấy và hồng ngoại sóng ngắn (VSDI)

Khác với các chỉ số khác dựa trên băng phổ cận hồng ngoại và hồng ngoại sóng ngắn, chỉ số VSDI (visible and shortwave infrared drought index) (Zhang et al., 2013) kết hợp thêm sức phản xạ của băng đỏ, xanh “blue” và hồng ngoại

sóng ngắn vào công thức giúp tăng độ tin cậy trong ước tính mức độ và phân vùng hạn. Về bản chất, VSDI ước tính mức độ hạn dựa trên sự khác biệt về mức độ ẩm, một chỉ số chỉ mục rất quan trọng trong tính toán mức độ hạn, ước tính bởi các băng nhạy cảm với độ ẩm (băng hồng ngoại sóng ngắn, băng đỏ) và băng tham chiếu với độ ẩm (băng xanh “blue”). VSDI có ưu thế khi tính toán trực tiếp từ các băng phổ mà không qua chỉ số trung gian nào. Điều này giúp chỉ số khách quan và phân vùng mức độ hạn sát với thực tế.

Các chỉ số phổ và hạn tổng hợp được tính theo các công thức từ (1) - (2), sử dụng ảnh đã hiệu chỉnh khí quyển:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (1)$$

$$NDWI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{SWIR2}}{\rho_{NIR} + \rho_{SWIR2}} \quad (2)$$

$$VCI = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \times 100 \quad (3)$$

$$NDDI = \frac{NDVI - NDWI}{NDVI + NDWI} \quad (4)$$

$$VSDI = 1 - [(\rho_{SWIR1} - \rho_{Blue}) + (\rho_{Red} - \rho_{Blue})] \quad (5)$$

Trong đó: ρ_{Blue} , ρ_{Red} , ρ_{NIR} , ρ_{SWIR1} , ρ_{SWIR2} là giá trị phản xạ bề mặt của các băng phổ xanh Blue, đỏ, cận hồng ngoại, hồng ngoại sóng ngắn 1 và hồng ngoại sóng ngắn 2.

So với các chỉ số hạn đã được sử dụng trước đó như chỉ số trạng thái thực vật (vegetation condition index - VCI) (Liu & Kogan, 1996), chỉ số khác biệt hạn bình quân (normalized different drought index - NDDI) (Gu et al., 2007) thì VSDI là chỉ số chính giúp ước tính mức độ và phân vùng hạn tại vùng nghiên cứu do những ưu điểm sau: (1) chỉ số VSDI ước tính mức độ hạn trực tiếp từ các băng phổ của ảnh Landsat, không qua các chỉ số trung gian (NDVI, NDWI) như chỉ số VCI và NDDI, giúp giảm sai số trong quá trình tính toán và không chịu ảnh hưởng bởi các hạn chế của chỉ số

NDVI, NDWI; (2) chỉ số VSDI có mức độ phân cấp hạn kèm theo trong khi chỉ số NDDI, mặc dù được chứng minh có liên quan mật thiết đến mức độ hạn (Gu et al., 2007) nhưng chưa có mức phân cấp cụ thể, và do vậy hạn chế trong hỗ trợ phân vùng hạn tại địa bàn nghiên cứu.

2.5. Phân vùng hạn dựa trên chỉ số hạn

Bản đồ phân vùng hạn được xây dựng với các công cụ GIS trong phần mềm SAGA GIS để phân cấp mức độ hạn theo 6 cấp bao gồm (1) Hạn cực nặng ($VSDI < 0.61$), (2) Hạn rất nặng ($0.61 \leq VSDI < 0.64$), (3) Hạn nặng ($0.64 \leq VSDI < 0.68$), (4) Khá hạn ($0.68 \leq VSDI < 0.71$), (5) Hơi khô hạn ($0.71 \leq VSDI < 0.75$), và (6) Không hạn ($VSDI > 0.75$).

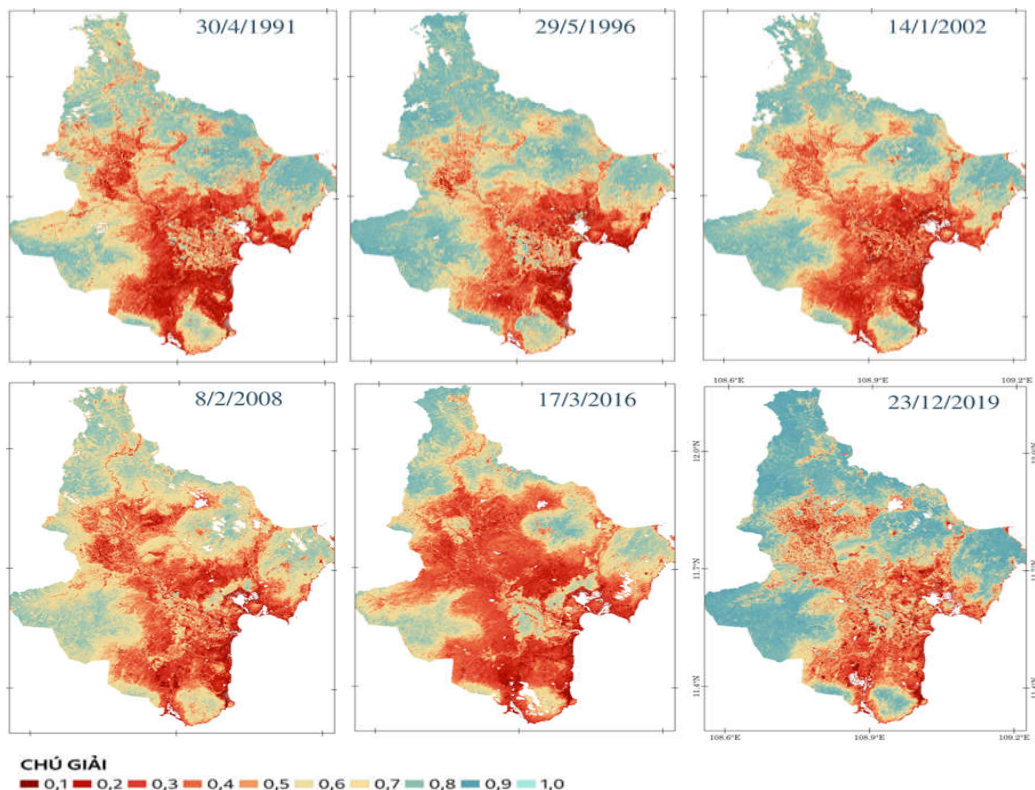
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Độ phủ thực vật giai đoạn 1991 – 2019 qua chỉ số NDVI

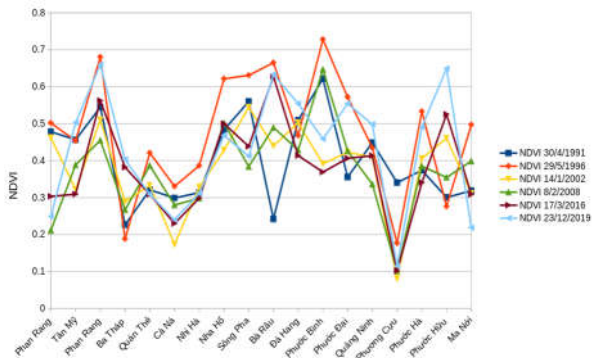
Diễn biến lớp phủ thực vật trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận được phản ánh qua chỉ số NDVI, ước tính cho giai đoạn 3 - 6 năm từ năm 1991 - 2019 (Hình 3). Độ phủ thực vật phân bố không

đều qua các năm trong đó phần không gian có chỉ số NDVI thấp (màu đỏ nhạt đến màu đỏ, phân đất rất ít thực vật, đất trống hoặc công trình xây dựng) khá rộng vào năm 1991, thu hẹp hơn vào năm 1996. Sự phân bố này có xu hướng lan rộng ra vào các năm 2002, 2008, 2016 và thu hẹp vào năm 2019. Trong các năm khảo sát thì 2019 là thời điểm có sự phân bố nhiều các khu vực chỉ số NDVI cao và 2016 là năm độ phủ thực vật giảm mạnh.

Khảo sát theo trạm cho thấy rõ xu hướng biến động mạnh về lớp phủ thực vật theo không gian và thời gian (Hình 4). Các trạm như Phan Rang, Nha Hồ có chỉ số NDVI khá cao và ổn định (0.45 - 0.7), trong khi các trạm như Phương Cựu, Ba Tháp thường xuyên có chỉ số NDVI thấp (0.1 - 0.25). Việc khảo sát giá trị NDVI có tầm quan trọng trong việc đánh giá lớp phủ thực vật, một yếu tố có liên quan trực tiếp đến mức độ hạn hán. Độ phủ thực vật càng cao thì càng giúp giảm nhiệt độ bề mặt, làm tăng độ ẩm đất và giảm nguy cơ hạn hán.



Hình 3. Phân bố độ phủ thực vật giai đoạn 1991 - 2019 qua chỉ số NDVI



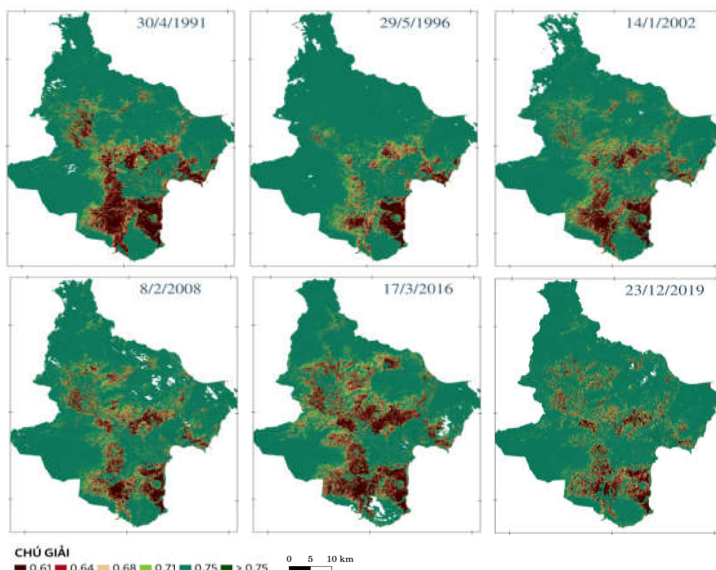
Hình 4. Giá trị NDVI tại các trạm quan trắc

3.2. Phân vùng mức độ hạn giai đoạn 1991 – 2019 sử dụng chỉ số VSDI

Để ước tính mức độ hạn, qua đó có cơ sở tiến hành phân vùng vùng hạn, nghiên cứu này áp dụng chỉ số VSDI được tính toán trực tiếp từ ảnh Landsat cho toàn tỉnh Ninh Thuận. Thực hiện tham chiếu với ảnh NDVI và số liệu thống kê hạn trong giai đoạn nghiên cứu, không gian hạn tính chuyển từ chỉ số VSDI có sự đồng nhất chung trên địa bản tỉnh, trong đó các vùng được xác định xảy ra hiện tượng hạn đến hạn nặng nằm cùng với vùng có độ phủ thực vật thấp đến rất thấp (Hình 3). Nhìn chung, kết quả tính chuyển từ chỉ số VSDI trên nền ảnh Landsat các thời điểm khảo sát từ năm 1991 - 2019 đều xảy ra hiện tượng hạn hán, tuy có sự phân bố không gian và diện tích

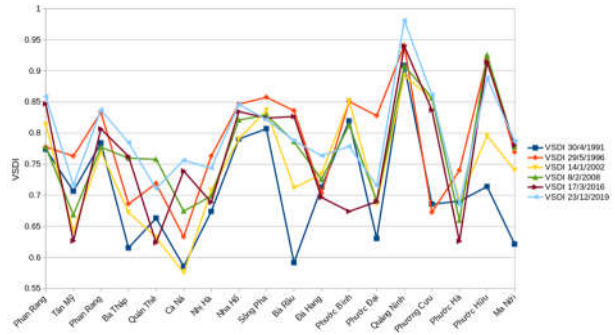
hạn khác nhau (Hình 5, Bảng 1. Hiện tượng hạn cực nặng đến hạn nặng xuất hiện nhiều và phân bố không gian liên tục vào các năm 1991, 2002 và 2016. Thời điểm các năm 1996, 2008 và 2019, các mảng hạn cực nặng đến hạn nặng xuất hiện rải rác hơn, tuy nhiên một vùng hạn khá lớn xảy ra ở phía Nam của tỉnh Ninh Thuận vào năm 1996 (Hình 5). Một điểm đáng lưu ý là các khu vực thường xuyên xảy ra hạn hán giai đoạn 1991 - 2019 phân bố nhiều ở vùng đồng bằng, nơi tập trung dân cư sinh sống và diễn ra nhiều hoạt động sản xuất. So với thời điểm trước đó là năm 2016, độ phủ thực vật đã cao hơn và mức độ hạn có giảm hơn ở vùng khu vực trong năm 2019.

Chỉ số VSDI có khoảng phân bố từ 0.65 - 0.85, tương ứng với mức hạn nặng đến không hạn tại các trạm quan trắc. Số liệu trích xuất từ ảnh VSDI theo trạm quan trắc cũng cho thấy sự phân bố không đồng nhất các khu vực hạn giữa các vùng trong khoảng thời gian 30 năm khảo sát (Hình 6). Các trạm như Phan Rang, Sông Pha, Quảng Ninh có chỉ số VSDI khá đều và cao trong khoảng 0.8 - 0.97. Các trạm như Tân Mỹ, Phước Hà có chỉ số VSDI thấp hơn và thường nằm trong khu vực xảy ra hạn hán (Hình 6). Cá biệt những năm 1991 và 2002 xảy ra hạn cực nặng tại các trạm Cà ná và Bà Rịa.



Hình 5. Phân vùng hạn giai đoạn 1991 - 2019 theo chỉ số VSDI (phiên chú giải theo chiều ngang, và mức độ hạn)

Từ nguồn ảnh VSDI qua các năm, nghiên cứu này tiến hành trích xuất diện tích ứng với các mực hạn khác nhau trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận (Bảng 1). Kết quả cho thấy khu vực xảy ra hạn (mức hạn hạn từ hạn cực nặng đến khá hạn) có diện tích dao động từ 24.000 ha (năm 2019) - 42.000 (năm 2016) ha (năm 2016), chiếm 15,7% - 28,0% tổng diện tích toàn tỉnh tính theo ảnh Landsat. Kết quả này cho thấy hạn hán là một vấn đề rất lớn đối với tỉnh Ninh Thuận, khi hiện tượng hạn hán xảy ra thường xuyên với các cấp độ hạn cao và chiếm một phần lớn diện tích đất của toàn tỉnh.



Hình 6. Mức độ hạn tại các trạm quan trắc giai đoạn 1991 - 2019 sử dụng chỉ số VSDI

Bảng 1. Diện tích hạn theo phân vùng VSDI trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận

Thời gian	Hạn cực nặng (ngàn ha)	Hạn rất nặng (ngàn ha)	Hạn nặng (ngàn ha)	Khá hạn (ngàn ha)	Hơi khô hạn (ngàn ha)	Không hạn (ngàn ha)
4/1991	13.836	5.543	8.304	6.766	10.323	107.303
5/1996	6.124	2.564	5.115	5.143	9.106	125.876
1/2002	9.201	3.956	7.112	7.184	12.807	107.942
2/2008	8.161	4.191	8.205	7.813	13.635	108.027
3/2016	14.780	6.780	11.258	9.421	13.745	93.936
12/2019	6.933	3.904	7.032	6.696	11.817	116.419

Khi so sánh kết quả phân vùng hạn hán theo chỉ số VSDI so với số liệu khảo sát thực tế (SLKS) như trình bày ở Bảng 2 cho thấy rằng mức độ sai khác

khoảng từ 4% - 23% cho thấy rằng việc sử dụng chỉ số VSDI khá phù hợp để phân vùng hạn hán nông nghiệp khu vực tỉnh Ninh Thuận.

Bảng 2. So sánh diện tích hạn tính toán theo chỉ số VSDI và số liệu khảo sát (SLKS) trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận giai đoạn 1991-2019

Thời gian	Hạn cực nặng (ngàn ha)			Hạn rất nặng (ngàn ha)			Hạn nặng (ngàn ha)		
	VSDI	SLKS	Độ lệch	VSDI	SLKS	Độ lệch	VSDI	SLKS	Độ lệch
4/1/1991	13.836			5.543			8.304		
5/1/1996	6.124			2.564			5.115		
1/1/2002	9.201	7.850	-15%	3.956	4.276	8%	7.112	6.317.26	-11%
2/1/2008	8.161	9.281	14%	4.191	3.786	-10%	8.205	7.895.12	-4%
3/1/2016	1.478	1.140	-23%	678	742	9%	11.258	8.849.59	-21%
12/1/2019	6.933	6.049	-13%	3.904	4.367	12%	7.032	6.045.85	-14%

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này sử dụng hướng tiếp cận mới sử dụng viễn thám là công cụ chính giúp ước tính và phân vùng mức độ hạn nông nghiệp từ nguồn ảnh vệ tinh Landsat và kết hợp với chỉ số VSDI áp dụng cho hạn nông nghiệp. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra, đối với hạn nông nghiệp tính cho giai đoạn 1991 - 2019, tỉnh Ninh Thuận thường xuyên hứng chịu các đợt hạn hán từ mức độ khá hạn đến hạn cực kì nặng. Diện tích khá hạn đến hạn cực nặng chiếm thường xuyên từ 15,7% - 28,0% gây lãng phí tài nguyên đất và có thể ảnh hưởng lớn đến hoạt động sản xuất, sinh sống của người dân. Đặc trưng hạn tính

chuyển từ chỉ số VSDI có sự tương đồng lớn với chỉ số NDWI và số liệu thống kê trong giai đoạn nghiên cứu, dễ dàng tính toán và có thể áp dụng rộng rãi trong tương lai.

Kết quả phân vùng hạn cho thấy việc áp dụng nguồn tư liệu và kỹ thuật viễn thám là hoàn toàn khả thi khi sử dụng nguồn ảnh vệ tinh Landsat, đặc biệt với các yêu cầu tính toán dài hạn và dự báo hạn tương lai. Trong các nghiên cứu tiếp theo sử dụng phương pháp viễn thám kết hợp với các chỉ số hạn nông nghiệp được tính toán từ dữ liệu quan trắc độ ẩm, nhiệt độ và lượng mưa nhằm nâng cao độ tin cậy phân vùng hạn nông nghiệp trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Dai, A. (2011). *Drought under global warming: A review*. WIREs Climate Change, 2(1), 45–65. <https://doi.org/10.1002/wcc.81>
- Gu, Y., Brown, J. F., Verdin, J. P., & Wardlow, B. (2007). *A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States*. Geophysical Research Letters, 34(6), L06407. <https://doi.org/10.1029/2006GL029127>
- Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). *A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing*. Journal of Forestry Research, 32(1), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>
- Kallis, G. (2008). *Droughts*. Annual Review of Environment and Resources, 33(1), 85–118. <https://doi.org/10.1146/annurev.enviro.33.081307.123117>
- Liu, W. T., & Kogan, F. N. (1996). *Monitoring regional drought using the Vegetation Condition Index*. International Journal of Remote Sensing, 17(14), 2761–2782. <https://doi.org/10.1080/01431169608949106>
- McPheeters, S. K. (1996). *The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features*. International Journal of Remote Sensing, 17(7), 1425–1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
- RBINS. (n.d.). *Acolite Atmospheric Correction Processor*. Retrieved October 1, 2018, from <https://odnature.naturalsciences.be/remsem/software-and-data/acolite>
- Vanhellemont, Q. (2016). *ACOLITE For Sentinel-2: Aquatic Applications of MSI imagery*. Proceedings of the 2016 ESA Living Planet Symposium, 8. https://odnature.naturalsciences.be/downloads/publications/vanhellemontruddick_esa_lps2016_coastalapplications_final_header.pdf
- Xie, Y., Sha, Z., & Yu, M. (2008). *Remote sensing imagery in vegetation mapping: A review*. Journal of Plant Ecology, 1(1), 9–23. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtm005>
- Zhang, N., Hong, Y., Qin, Q., & Liu, L. (2013). *VSDI: A visible and shortwave infrared drought index for monitoring soil and vegetation moisture based on optical remote sensing*. International Journal of Remote Sensing, 34(13), 4585–4609. <https://doi.org/10.1080/01431161.2013.779046>

Abstract:
**VARIATION OF AGRICULTURE DROUGHT IN NINH THUAN
PROVINCE IN THE PERIOD OF 1991-2019**

Drought in the South-Central region in general and in Ninh Thuan province is very complicated, greatly affecting life and production in the region. This study presents the method and results of analysis of changes in agricultural drought characteristics based on NDVI and VSDI indexes in Ninh Thuan province from 1991 to 2019. These agricultural drought indexes are calculated based on data from Landsat satellite images collected along with six drought events in the study area. Research results have shown that, for agricultural droughts from the period 1991 - 2019, Ninh Thuan province often suffers from droughts ranging from fair drought to extremely severe drought. The area with extreme drought and extreme drought often accounts for 15.7% - 28%, causing waste of land resources and can greatly affect the production and living activities of people. VSDI index has great similarities with other term index indexes such as NDDI, NDWI, and surface temperature is easy to calculate, and can be widely applied in the future.

Keywords: Agricultural drought, NDVI, VSDI, Ninh Thuan province.

Ngày nhận bài: 26/9/2022

Ngày chấp nhận đăng: 21/12/2022