

*Bài báo khoa học*

## **Ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 đánh giá mức độ khô hạn tại thị xã Buôn Hồ, tỉnh Đắk Lắk**

**Nguyễn Huy Anh<sup>1\*</sup>, Trần Văn Trọng<sup>1</sup>, Trần Văn Sơn<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh; anhnh@hcmunre.edu.vn;  
tvson@hcmunre.edu.vn; tvtrong@hcmunre.edu.vn

\*Tác giả liên hệ: anhnh@hcmunre.edu.vn; Tel.: +84-905201473

Ban Biên tập nhận bài: 12/9/2023; Ngày phản biện xong: 27/10/2023; Ngày đăng bài: 25/11/2023

**Tóm tắt:** Hiện nay, tư liệu ảnh viễn thám đã được sử dụng rộng rãi trong giám sát, đánh giá mức độ hạn hán, đây là phương pháp nghiên cứu hiện đại và mang lại hiệu quả cao, thời gian đưa ra kết quả nhanh. Nghiên cứu này giới thiệu kết quả sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 đánh giá mức độ khô hạn ở thị xã Buôn Hồ thông qua chỉ số khô hạn nhiệt độ - thực vật (TVDI). Dữ liệu ảnh Landsat 8 sử dụng trong bài báo này được chụp vào tháng 3 (đặc trưng cho mùa khô) các năm 2018, 2019 và 2020. Theo đó, kết quả bài báo đã chỉ ra trong thời gian từ năm 2018-2020 phần lớn diện tích của thị xã Buôn Hồ có mức độ khô hạn từ trung bình (TVDI từ 0,4-0,6) đến khô hạn nặng và rất nặng (TVDI > 0,6). Diện tích các khu vực có mức độ khô hạn nặng và rất nặng có xu thế tăng so với những năm trước đó, năm 2018 diện tích có mức độ khô hạn nặng và rất nặng chỉ chiếm 4,48%, năm 2019 chiếm 10,97% và đến năm 2020 tỷ lệ diện tích, vùng có mức độ khô hạn nặng đến rất nặng chiếm 28,27% tổng diện tích tự nhiên.

**Từ khóa:** Hạn hán; Chỉ số khô hạn nhiệt độ - thực vật; Chỉ số khác biệt thực vật; Nhiệt độ bề mặt; Thị xã Buôn Hồ; Ảnh Landsat 8.

### **1. Giới thiệu**

Những năm gần đây, dưới tác động của BĐKH đã làm cho hiện tượng nắng nóng xảy ra bất thường và ngày càng khốc liệt, hệ quả là tình trạng hạn hán xảy ra ở nhiều nơi trên thế giới và Việt Nam. Hạn hán ảnh hưởng xấu đến môi trường sống và hoạt động của con người, mức độ khô hạn có xu hướng ngày càng tăng và khó kiểm soát [1, 2]. Hạn hán là loại hình thiên tai nguy hiểm và gây ra thiệt hại nặng nề đối với con người và gây ra những thảm họa cho môi trường, hạn hán còn là nguyên nhân gây nên nghèo đói, bệnh tật và có thể dẫn đến chiến tranh do xung đột nguồn nước giữa các vùng, lãnh thổ. Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, hàng năm tình trạng hạn hán xảy ra ở hầu hết các khu vực trên lãnh thổ và nghiêm trọng hơn là ở khu vực Tây Bắc, miền Trung và Tây Nguyên. Hạn hán kéo dài sẽ gây nên hiện tượng thiếu nước cho các hoạt động sản xuất phát triển như sản xuất nông nghiệp, công nghiệp, sinh hoạt... Hạn hán còn ảnh hưởng xấu đến môi trường và các hệ sinh thái, chất lượng cuộc sống cũng như những mâu thuẫn xảy ra do xung đột nguồn nước.

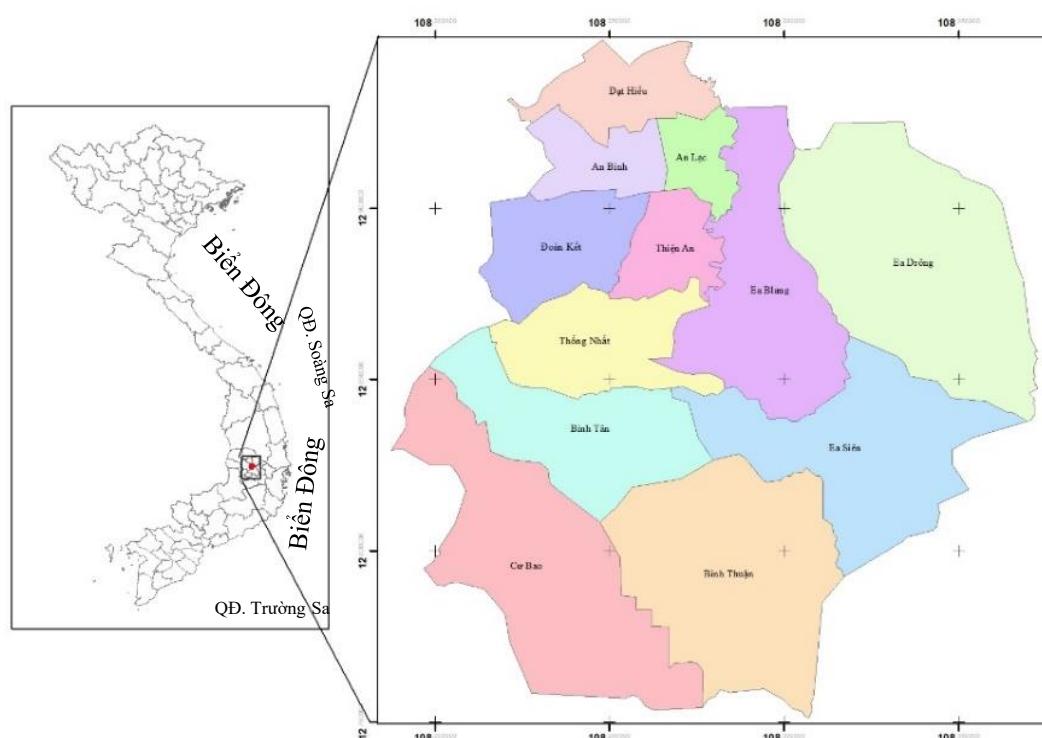
Hiện nay, ngoài việc sử dụng số liệu đo đạc từ các trạm đo mưa, nhiệt độ để tính toán mức độ hạn hán thì hướng nghiên cứu mới đang được ứng dụng rộng rãi là sử dụng tư liệu ảnh viễn thám với các kênh hồng ngoại nhiệt để xác định nhiệt bề mặt đất, độ ẩm không khí, đặc điểm lớp phủ bề mặt nhằm đánh giá mức độ khô hạn. Đây là phương pháp nghiên cứu hiện đại mang lại hiệu quả và thời gian nhanh hơn các phương pháp truyền thống sử dụng

số liệu đo đạc tại các trạm khí tượng. Gần đây, tại Việt Nam đã có những công trình mới sử dụng tư liệu ảnh viễn thám để nghiên cứu hạn hán như: sử dụng ảnh hồng ngoại nhiệt MODIS, NOAA/AVHRR xác định mức độ khô hạn [3].

Ảnh vệ tinh Landsat thế hệ thứ 8, 9 hiện đã được tích hợp các kênh hồng ngoại nhiệt với độ phân giải 100 m, mang theo 2 bộ cảm: bộ cảm biến thu nhận ảnh mặt đất (*OLI - Operational Land Imager*) và bộ cảm biến hồng ngoại nhiệt (*TIRS - Thermal Infrared Sensor*). Với khả năng thu nhận 500 cảnh ảnh/ngày (vệ tinh Landsat 8) và 1.200 cảnh ảnh/ngày (vệ tinh Landsat 9) sẽ là nguồn dữ liệu ảnh quan sát trái đất giúp cung cấp những thông tin quan trọng cho các nghiên cứu về quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường như: giám sát biến động lớp phủ, theo dõi hiện trạng rừng, giám sát hiện trạng các dạng tài nguyên, hiện trạng môi trường, quy hoạch đô thị, khắc phục thảm họa do thiên tai, quản lý mùa vụ trong nông nghiệp [3], nghiên cứu, khảo sát biến đổi nhiệt độ tại các đô thị, đảo nhiệt đô thị [4]. Với các kênh hồng ngoại nhiệt có độ độ phân giải không gian từ 100 m, ảnh vệ tinh Landsat 8, 9 cung cấp thông tin chi tiết hơn về các yếu tố nhiệt độ, độ ẩm bề mặt của trái đất so với dữ liệu ảnh vệ tinh MODIS - có độ phân giải không gian thấp hơn (từ 250-1.000 m). Dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8, 9 hiện nay đang được sử dụng hoàn toàn toàn miễn phí, đây là nguồn tư liệu qua trọng trong nghiên cứu khoa học, phục vụ công tác đào tạo [5].

Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu theo hướng ứng dụng tư liệu ảnh viễn thám để giám sát, đánh giá, phân vùng hạn hán như: quan trắc hạn hán dùng ảnh vệ tinh Sentinel [6–8], giám sát hạn hán bằng ảnh Landsat [9]. Các nghiên cứu chủ yếu ứng dụng phương pháp tính toán nhiệt độ mặt đất LST từ ảnh đa phổ từ cảm biến hồng ngoại nhiệt (*TIRS - Thermal Infrared Sensor*) [10, 11].

Tại Việt Nam ứng dụng tư liệu ảnh viễn thám trong nghiên cứu hạn hán đã được quan tâm và ngày càng có nhiều công trình nghiên cứu được áp dụng trên cả nước. Hướng nghiên cứu sử dụng chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật (TVDI) để giám sát, đánh giá mức độ hạn hán [12–14], đánh giá hạn hán [15–17], ứng dụng ảnh viễn thám trong đánh giá hạn hán nông nghiệp [18, 19], xây dựng bản đồ phân vùng hạn hán và hạn hán nông nghiệp [20] và nghiên cứu tình trạng hạn hán nông nghiệp trên nền tảng Google Earth Engine [21].



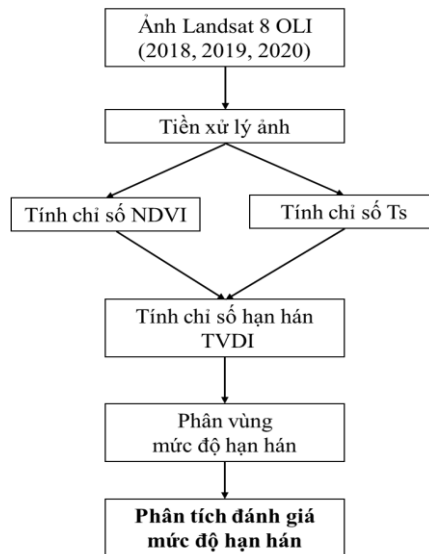
**Hình 1.** Vị trí khu vực nghiên cứu.

Thị xã Buôn Hồ được thành lập theo Nghị định số 07/NĐ-CP ngày 23/12/2008 của Chính phủ, theo đó thị xã được tách ra từ thị trấn Buôn Hồ và 7 xã phía Nam của huyện huyện Krông Búk. Ngày nay, thị xã Buôn Hồ có diện tích tự nhiên là 28.260,99 ha chiếm hơn 2% diện tích tự nhiên của tỉnh Đắk Lắk [21]. Thị xã Buôn Hồ cách thành phố Buôn Ma Thuột 42 km về phía Đông Bắc, đây là trung tâm kinh tế, văn hóa - xã hội của tiểu vùng phía Bắc tỉnh Đắk Lắk [22]. Trong những năm gần đây tình trạng hạn hán xảy ra thường xuyên và gây ra nhiều thiệt hại về kinh tế và môi trường sống. Chính vì vậy, việc nghiên cứu ứng ảnh vệ tinh Landsat 8 trong đánh giá mức độ hạn hán làm cơ sở khoa học cho dựng các giải pháp dài hạn để phòng và ứng phó với hạn hán ở địa bàn nghiên cứu là nhiệm vụ quan trọng và cần thiết. Mục tiêu nghiên cứu là thử nghiệm phương pháp phân tích dữ liệu ảnh viễn thám để đánh giá mức độ hạn hán thực vật (TVDI) thông qua chỉ số NDVI và Ts. Nghiên cứu đã thực hiện trên địa bàn thị xã Buôn Hồ, sử dụng ảnh đại diện cho mùa khô các năm 2018, 2019 và năm 2020.

## 2. Dữ liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Dữ liệu sử dụng nghiên cứu

Dữ liệu ảnh Landsat sử dụng trong bài báo này được khai thác từ trang web của cục Khảo sát địa chất Hoa Kỳ (*USGS - United States Geological Survey*). Ảnh sử dụng là Landsat 8 với 11 kênh phổ, thời gian chụp vào tháng 3 (đại diện cho mùa khô ở Buôn Hồ) các năm 2018, 2019 và 2020. Quy trình nghiên cứu xử lý ảnh được thể hiện trong Hình 2.



**Hình 2.** Sơ đồ quy trình nghiên cứu.

Ảnh Landsat 8 có kênh hồng ngoại nhiệt (Thermal Infrared 1, 2) có độ phân giải không gian 100 m (xem Bảng 1).

**Bảng 1.** Thông số ảnh vệ tinh Landsat 8 [4, 5].

Vệ tinh	Kênh/Band	Bước sóng (micrometers)	Độ phân giải (meters)
Landsat8 bộ cảm OLI và TRIs	Kênh 1 - Coastal aerosol (Xanh tím) - quan sát vùng nước ven bờ và các hạt mịn.	0,433 - 0,453	30
	Kênh 2 - Blue (Xanh lơ)	0,450 - 0,515	30
	Kênh 3 - Green (Xanh lục)	0,525 - 0,600	30
	Kênh 4 - Red (Đỏ)	0,630 - 0,680	30
	Kênh 5 - Near Infrared (NIR) - (Cận hồng ngoại)	0,845 - 0,885	30
	Kênh 6 - SWIR1 (Hồng ngoại sóng ngắn 1)	1,560 - 1,660	30
	Kênh 7 - SWIR2 (Hồng ngoại sóng ngắn 2)	2,100 - 2,300	30

Vệ tinh	Kênh/Band	Bước sóng (micrometers)	Độ phân giải (meters)
	Kênh 8 - Panochromatic (Toàn sắc)	0,500 - 0,600	15
	Kênh 9 - Cirrus (Phát hiện mật độ, độ dày mây ti)	1,360 - 1,390	30
	Kênh 10 - Thermal Infrared (NIR) 1 (Hồng ngoại nhiệt 1)	10,3 - 11,3	100
	Kênh 11 - Thermal Infrared (NIR) 2 (Hồng ngoại nhiệt 2)	11,5 - 12,5	100

Trong nghiên cứu sử dụng 3 ảnh được chụp vào tháng 3 các năm 2018, 2019, 2020, có thể được xem là đại diện cho đặc trưng mùa khô ở địa bàn nghiên cứu, thông tin của các ảnh Landsat 8 được trình bày ở Bảng 2.

**Bảng 2.** Dữ liệu ảnh nghiên cứu [5].

Mã ảnh	Ngày chụp	Tỷ lệ bóng mây (%)
LC08_L1TP_124051_20180314_20200901_02_T1	14/03/2018	7,53
LC08_L1TP_124051_20190317_20200829_02_T1	17/03/2019	9,32
LC08_L1TP_124051_20200319_20200822_02_T1	19/03/2020	5,46

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Tính chỉ số thực vật NDVI:

Chỉ số khác biệt thực vật chuẩn hóa NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) được xác định bằng giá trị phản xạ phổ bề mặt ở kênh hồng ngoại (NIR) và kênh đỏ (RED) trên tổng của chúng, theo công thức (1) sau:

$$NDVI = \frac{P_{NIR} - P_{RED}}{P_{NIR} + P_{RED}} \quad (1)$$

Trong đó  $P_{NIR}$ ,  $P_{RED}$  lần lượt là giá trị phản xạ phổ bề mặt của kênh cận hồng ngoại (NIR) và kênh đỏ (RED).

- Nhiệt độ mặt đất LST (*Land Surface Temperature*):

Giá trị số nguyên của ảnh Landsat 8 được chuyển về giá trị thực của bức xạ điện từ ( $Wm^{-2} \mu m^{-1}$ ) [24].

Theo đó với ảnh Landsat 8, giá trị bức xạ được xác định như sau:

$$L_{\lambda} = M_L \cdot Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

Trong đó  $M_L$ ,  $A_L$  là hệ số chuyển đổi (lấy trong tệp metadata của ảnh Landsat 8),  $Q_{cal}$  là giá trị số của ảnh (DN).

Giá trị bức xạ phổ ( $L_{\lambda}$ ) được dùng để tính nhiệt độ sáng (*brightness temperature*) theo công thức:

$$T_B = \frac{K_2}{\ln(1 + \frac{K_1}{L_{\lambda}})} \quad (3)$$

Trong đó Các hệ số  $K_1$ ,  $K_2$  được cung cấp trong file metadata ảnh Landsat 8.

Nhiệt độ bề mặt đất được tính toán dựa vào yếu tố nhiệt độ độ sáng và ảnh hưởng của độ phát xạ. Nhiệt độ sáng sẽ được hiệu chỉnh trên cơ sở độ phát xạ bề mặt. Để xác định nhiệt độ bề mặt áp dụng công thức sau:

$$LST = \frac{T_B}{1 + \left(\frac{\lambda \cdot T_B}{\rho}\right) \cdot \ln \epsilon} \quad (4)$$

Trong đó  $\lambda$  là giá trị bước sóng trung tâm kênh hồng ngoại nhiệt;  $\rho = \frac{hc}{\sigma}$ ;  $\sigma$  là hằng số Stefan - Boltzmann ( $1,38 \cdot 10^{-23} J/K$ );  $h$  là hằng số Plank ( $6,626 \cdot 10^{-34} J \cdot sec$ );  $c$  là vận tốc ánh sáng ( $2,998 \cdot 10^8 m/s$ );  $\epsilon$  là độ phát xạ bề mặt (*surface emissivity*).

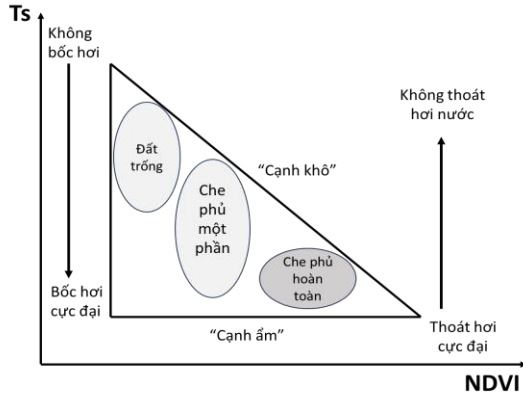
- Chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật (TVDI):

Các công trình nghiên cứu trước đã chỉ ra nhiệt độ bề mặt và lớp phủ thực vật là những yếu tố quan trọng cung cấp thông tin về độ ẩm tại bề mặt đất. Nghiên cứu sử dụng chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật (*Temperature Vegetation Dryness Index - TVDI*) để tính, chỉ số này được tác giả [25] đề xuất.

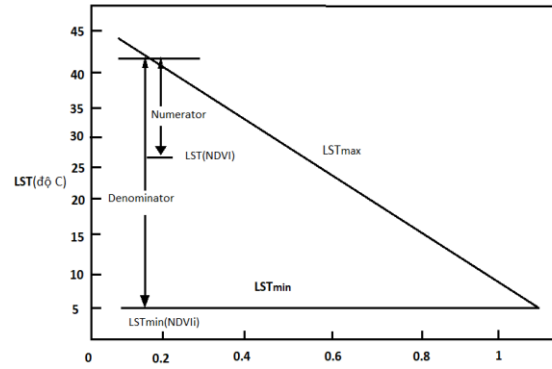
Công thức tính chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật (TVDI):

$$TVDI = \frac{T_s - T_{smin}}{T_{smax} - T_{smin}} \quad (5)$$

Trong đó  $T_s$  là nhiệt độ tại pixel cần tính (nhiệt độ bề mặt);  $T_{smax}$  là Nhiệt độ bề mặt cực đại quan sát được cho mỗi khoảng giá trị của NDVI (rìa khô);  $T_{smin}$  tương ứng là nhiệt độ bề mặt cực tiểu xác định bởi đường rìa ướt trong tam giác không gian  $T_s/NDVI$  [26] (Hình 3, Hình 4, Bảng 3).



Hình 3. Không gian nhiệt độ  $T_s/NDVI$  [26].



Hình 4. Mối quan hệ giữa các chỉ số của TVDI [26].

Chỉ số TVDI của ảnh vệ tinh Landsat 8 nhận giá trị trong khoảng từ 0 đến 1. Trong đó, giá trị TVDI nhỏ hơn 0,2 tương ứng với các vùng không có nguy cơ hạn hán; Nếu chỉ số TVDI từ 0,2-0,4 tương ứng với mức độ khô hạn nhẹ; TVDI trong khoảng từ 0,4-0,6 tương ứng với khu vực có mức độ khô hạn trung bình; TVDI > 0,6 là những vùng có mức độ khô hạn từ nặng đến rất nặng [3, 14, 15, 18, 25, 27].

Bảng 3. Phân cấp mức độ khô hạn đối với chỉ số TVDI [2, 6, 28].

STT	Giá trị TVDI	Mức khô hạn
1	0 - 0,2	Không khô hạn
2	0,2 - 0,4	Khô hạn nhẹ
3	0,4 - 0,6	Khô hạn trung bình
4	0,6 - 0,8	Khô hạn nặng
5	0,8 - 1,0	Khô hạn rất nặng

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Tính toán chỉ số khác biệt thực vật chuẩn hóa (NDVI)

Chỉ số khác biệt thực vật chuẩn hóa (NDVI) được xác định bằng hệ số phản xạ mặt ở kênh đỏ (RED) và kênh hồng ngoại (NIR). Đối với ảnh vệ tinh Landsat 8 kênh cận hồng ngoại (NIR) là kênh số 5 và kênh đỏ (RED) là kênh số 4 (Bảng 1), công thức (1) tính NDVI sẽ là:

$$NDVI = \frac{P_{NIR} - P_{RED}}{P_{NIR} + P_{RED}} = \frac{Band5 - Band4}{Band5 + Band4} \text{ (ảnh Landsat 8)} \quad (6)$$

Kết quả tính toán chỉ số NDVI ở thị xã Buôn Hồ (Hình 5) dao động trong khoảng - 0,492374 - 0,19737 (năm 2018), - 0,224879 - 0,60309 (năm 2019) và từ - 0,145 - 0,590 (năm 2020). NDVI có giá trị âm (-) là mặt nước, NDVI < 0,1 là đất trống, đá; NDVI từ 0,2 - 0,3 thường là vùng đồng cỏ và cây bụi; NDVI > 0,6 là vùng có lớp phủ là rừng nhiệt đới.

#### 3.2. Xác định nhiệt độ bề mặt đất (LST)

Sử dụng công thức (4) để tính toán nhiệt độ bề mặt đất như sau:

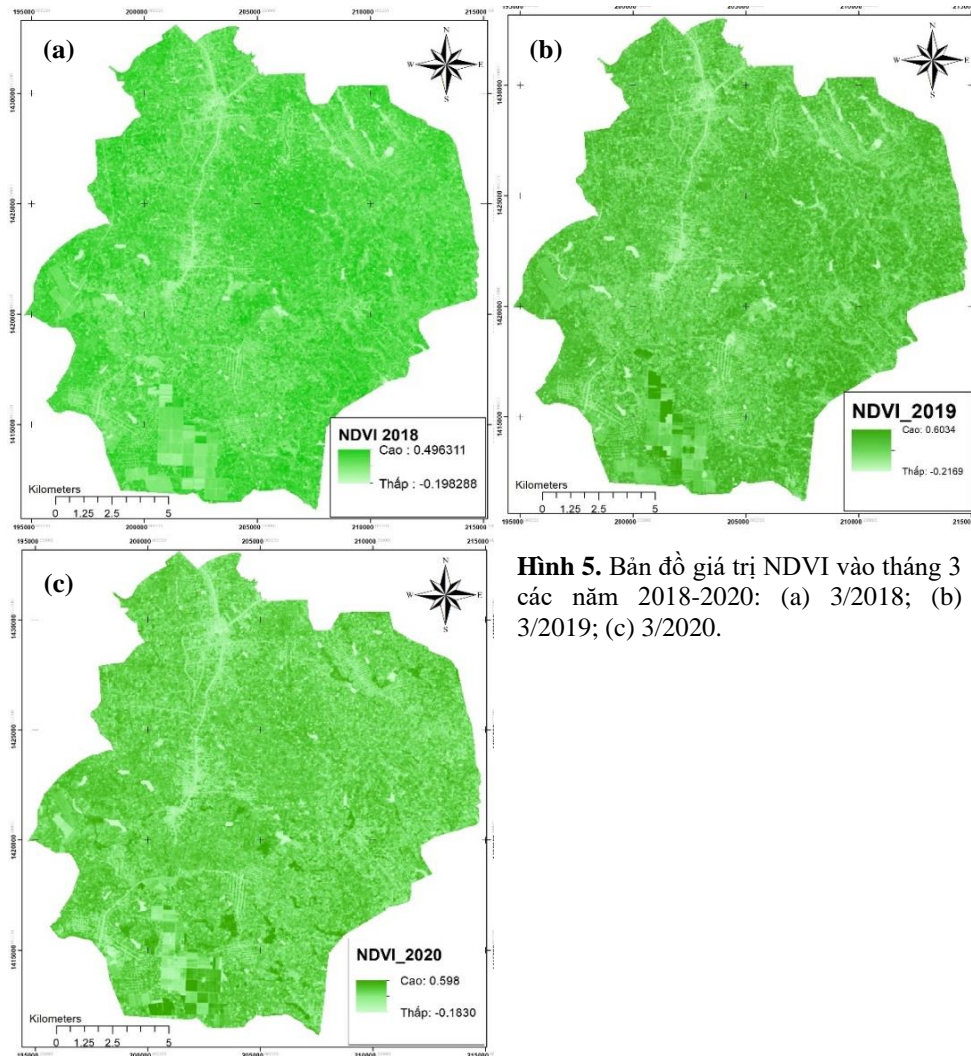
$$LST = \frac{T_B}{1 + \left( \frac{\lambda \cdot T_B}{\rho} \right) \ln} = \frac{T_{B\_b10}}{1 + \left( \frac{10.8 \times 10^{-6} \times T_{B\_b10}}{0.144} \right) \times \ln 0.96} \quad (7)$$



Trong đó  $\rho$  là giá trị bước sóng trung tâm kênh hồng ngoại nhiệt; Landsat 8 là kênh 11 có bước sóng từ 10,3-11,3  $\mu\text{m}$ . vậy  $\rho = 10,8 \mu\text{m} = 10,8 \times 10^{-6}\text{m}$ ;  $\rho = h.c/\sigma$ ,  $\sigma$  là hằng số Stefan-Boltzmann ( $1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ );  $h$  là hằng số Plank ( $6,626 \times 10^{-34} \text{ J.sec}$ );  $c$  là vận tốc ánh sáng ( $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ).

$$\rho = \frac{6,626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1,38 \times 10^{-23}} = 0,144$$

Trong đó  $\varepsilon$  là độ phát xạ bề mặt (surface emissivity); Độ phát xạ bề mặt của mỗi loại thảm phủ như sau: Không thực vật (đất, nhựa đường, cát, pixel hỗn hợp):  $\varepsilon = 0,96$ ; Thực vật:  $\varepsilon = 0,97$ ; Nước:  $\varepsilon = 0,98$  ở đây sử dụng hệ số độ phát xạ là  $\varepsilon = 0,96$ .



**Hình 5.** Bản đồ giá trị NDVI vào tháng 3 các năm 2018-2020: (a) 3/2018; (b) 3/2019; (c) 3/2020.

Từ kết quả chuyển đổi sang ảnh nhiệt ( $^{\circ}\text{C}$ ) (Hình 6) cho thấy nhiệt độ khu vực nghiên cứu dao động từ khoảng 21,31-33,8  $^{\circ}\text{C}$  vào tháng 3/2018, 19,3-28,4 $^{\circ}\text{C}$  vào tháng 3/2019 và 15,6-31,5 $^{\circ}\text{C}$  vào tháng 3/2020.

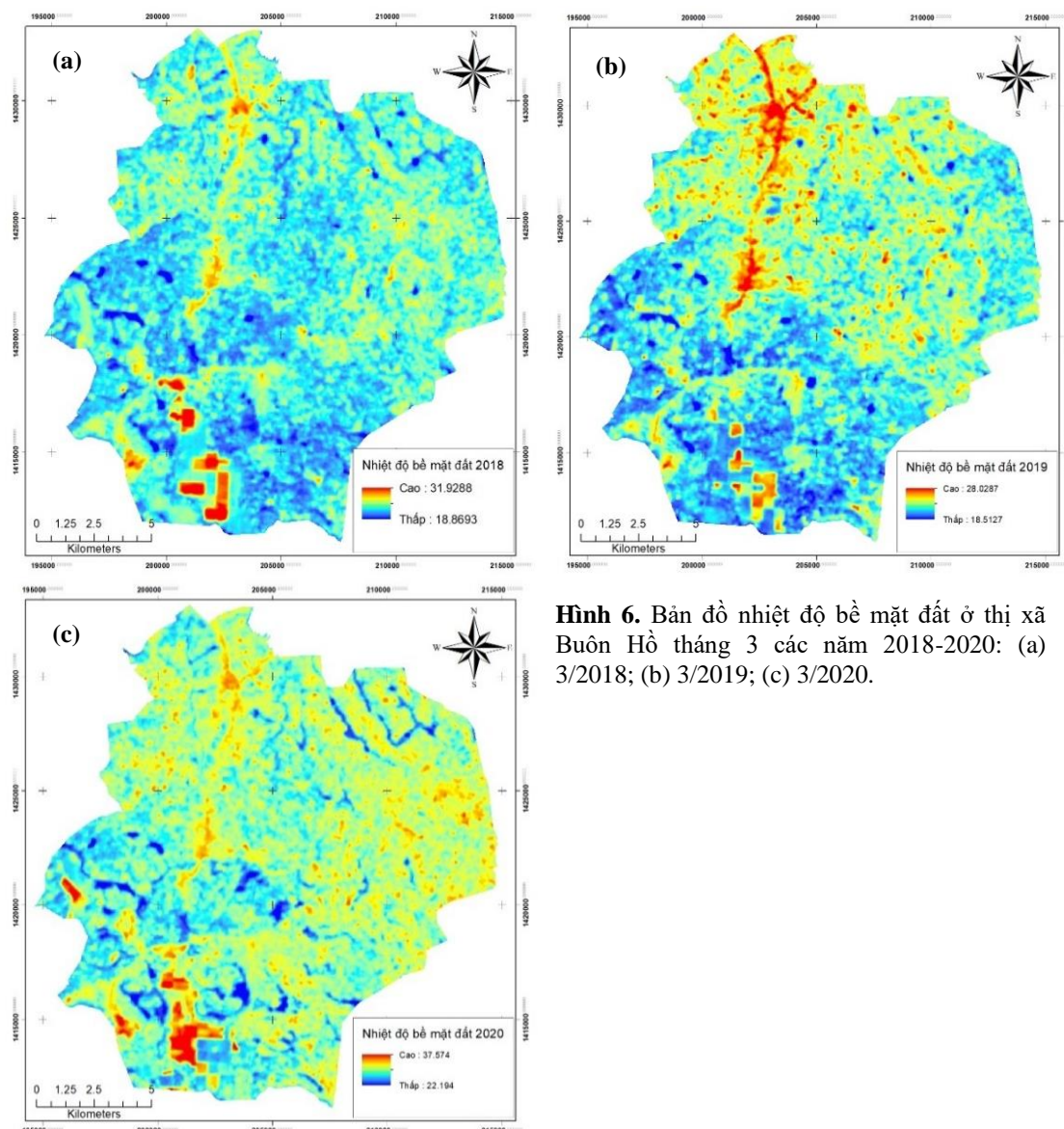
### 3.3. Kết quả tính chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật (TVDI)

Kết quả tính toán hồi quy tuyến tính các giá trị nhiệt độ bề mặt cực đại ( $T_{\text{Smax}}$ ) tại các khoảng giá trị NDVI, “cạnh khô”  $T_{\text{Smax}}$  trong không gian  $T_{\text{S}}/\text{NDVI}$  cho các ảnh năm 2018, 2019, 2020 được xác định như sau (Hình 7, Hình 8).

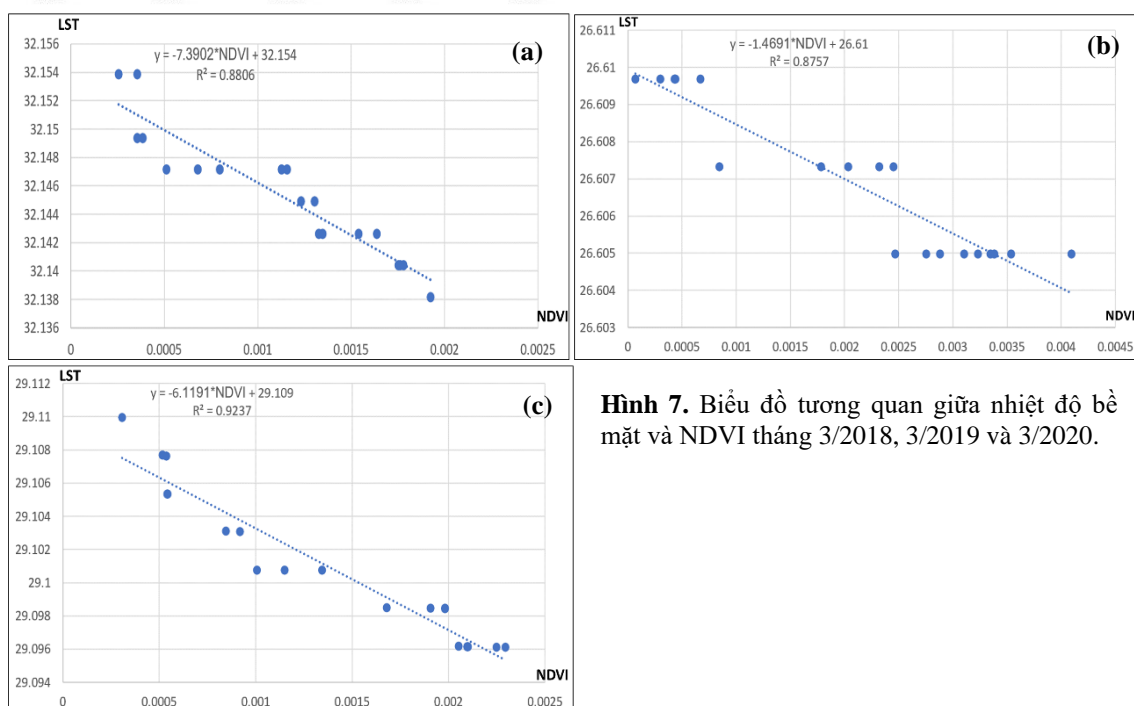
$$T_{\text{Smax}} (2018) = - 7.3902 \cdot \text{NDVI} + 32,154 \quad (R^2 = 0,8806)$$

$$T_{\text{Smax}} (2019) = - 1.4691 \cdot \text{NDVI} + 26,61 \quad (R^2 = 0,8757)$$

$$T_{\text{Smax}} (2020) = - 6.1191 \cdot \text{NDVI} + 29,109 \quad (R^2 = 0,9237)$$



**Hình 6.** Bản đồ nhiệt độ bề mặt đất ở thị xã Buôn Hồ tháng 3 các năm 2018-2020: (a) 3/2018; (b) 3/2019; (c) 3/2020.



**Hình 7.** Biểu đồ tương quan giữa nhiệt độ bề mặt và NDVI tháng 3/2018, 3/2019 và 3/2020.

NDVI	LST	SUMMARY OUTPUT	(2018)			
0.0002563	32.1538696					
0.0003543	32.1538696	Regression Statistics				
0.0003553	32.149353	Multiple R 0.995604				
0.0003843	32.149353	R Square 0.991227				
0.0005105	32.1471558	Adjusted R 0.991137				
0.0006787	32.1471558	Standard E 0.002222				
0.0007969	32.1471558	Observatio 99				
0.0011274	32.1471558					
0.0011581	32.1471558	ANOVA				
0.001232	32.1448975	df SS MS F ignificance F				
0.0013048	32.1448975	Regression 1 0.054134 0.054134 10960.27 1.4E-101				
0.001326	32.1426392	Residual 97 0.000479 4.94E-06				
0.001348	32.1426392	Total 98 0.054613				
0.0015402	32.1426392					
0.0016376	32.1426392	Coefficientsandard Err t Stat P-value Lower 95%Upper 95%ower 95.0%pper 95.0%				
0.0017536	32.1404114	Intercept 32.15001 0.000423 76011.15 0 32.14917 32.15085 32.14917 32.15085				
0.001762	32.1404114	NDVI -5.8666 0.056037 -104.691 1.4E-101 -5.97782 -5.75538 -5.97782 -5.75538				
0.0017813	32.1404114					
0.0019257	32.1381531					

NDVI	LST	SUMMARY OUTPUT	(2019)			
0.0000709	26.6096802					
0.0003005	26.6096802	Regression Statistics				
0.0004309	26.6096802	Multiple R 0.990936				
0.0004381	26.6096802	R Square 0.981954				
0.0006702	26.6096802	Adjusted R 0.981768				
0.0008449	26.6073303	Standard E 0.001003				
0.0017847	26.6073303	Observatio 99				
0.0020344	26.6073303					
0.0023188	26.6073303	ANOVA				
0.0024514	26.6073303	df SS MS F ignificance F				
0.0024659	26.6049805	Regression 1 0.005307 0.005307 5278.254 2.22E-86				
0.0027544	26.6049805	Residual 97 9.75E-05 1.01E-06				
0.0028809	26.6049805	Total 98 0.005405				
0.0031019	26.6049805					
0.0032292	26.6049805	Coefficientsandard Err t Stat P-value Lower 95%Upper 95%ower 95.0%pper 95.0%				
0.0033454	26.6049805	Intercept 26.61021 0.000218 122018.5 0 26.60977 26.61064 26.60977 26.61064				
0.0033832	26.6049805	NDVI -1.42179 0.01957 -72.6516 2.22E-86 -1.46064 -1.38295 -1.46064 -1.38295				
0.0035361	26.6049805					
0.0040934	26.6049805					

NDVI	LST	SUMMARY OUTPUT	(2020)			
0.000307	29.1099606					
0.0005179	29.1076832	Regression Statistics				
0.0005361	29.1076431	Multiple R 0.989994				
0.0005413	29.1053486	R Square 0.980089				
0.0005444	29.1053448	Adjusted R 0.979883				
0.0008449	29.1031075	Standard E 0.002594				
0.0009195	29.1030865	Observatio 99				
0.0010066	29.100771					
0.0011497	29.100769	ANOVA				
0.0013434	29.1007538	df SS MS F ignificance F				
0.0016799	29.0985069	Regression 1 0.032119 0.032119 4774.619 2.62E-84				
0.0019059	29.0984783	Residual 97 0.000653 6.73E-06				
0.0019805	29.0984783	Total 98 0.032772				
0.0019826	29.0984516					
0.0020515	29.0961666	Coefficientsandard Err t Stat P-value Lower 95%Upper 95%ower 95.0%pper 95.0%				
0.0020964	29.096159	Intercept 29.10616 0.000513 56788.63 0 29.10514 29.10718 29.10514 29.10718				
0.0021	29.0961342	NDVI -5.20432 0.075317 -69.0986 2.62E-84 -5.3538 -5.05483 -5.3538 -5.05483				
0.0022478	29.0961323					
0.0022939	29.0961304					

**Hình 8.** Kết quả tính hồi quy tuyến tính giữa NDVI và TSmax của ảnh năm 2018, 2019 và 2020.

Để tính chỉ số khô hạn thực vật (TVDI), áp dụng công thức (5):

$$TVDI = \frac{T_s - T_{smin}}{T_{smax} - T_{smin}} \quad (5)$$

Trong đó Ts là ảnh nhiệt độ bề mặt; Tsmax, Tsmin tương ứng là nhiệt độ bề mặt cực đại và cực tiểu trong tam giác không gian nhiệt độ/NDVI.

- Chỉ số khô hạn năm 2018:  $TVDI_{2018} = \frac{Nhiệt độ_{2018} - 21,312}{T_{smax} - 21,312}$
- Chỉ số khô hạn năm 2019:  $TVDI_{2019} = \frac{Nhiệt độ_{2019} - 19,324}{T_{smax} - 19,324}$
- Chỉ số khô hạn năm 2020:  $TVDI_{2020} = \frac{Nhiệt độ_{2020} - 15,636}{T_{smax} - 15,636}$

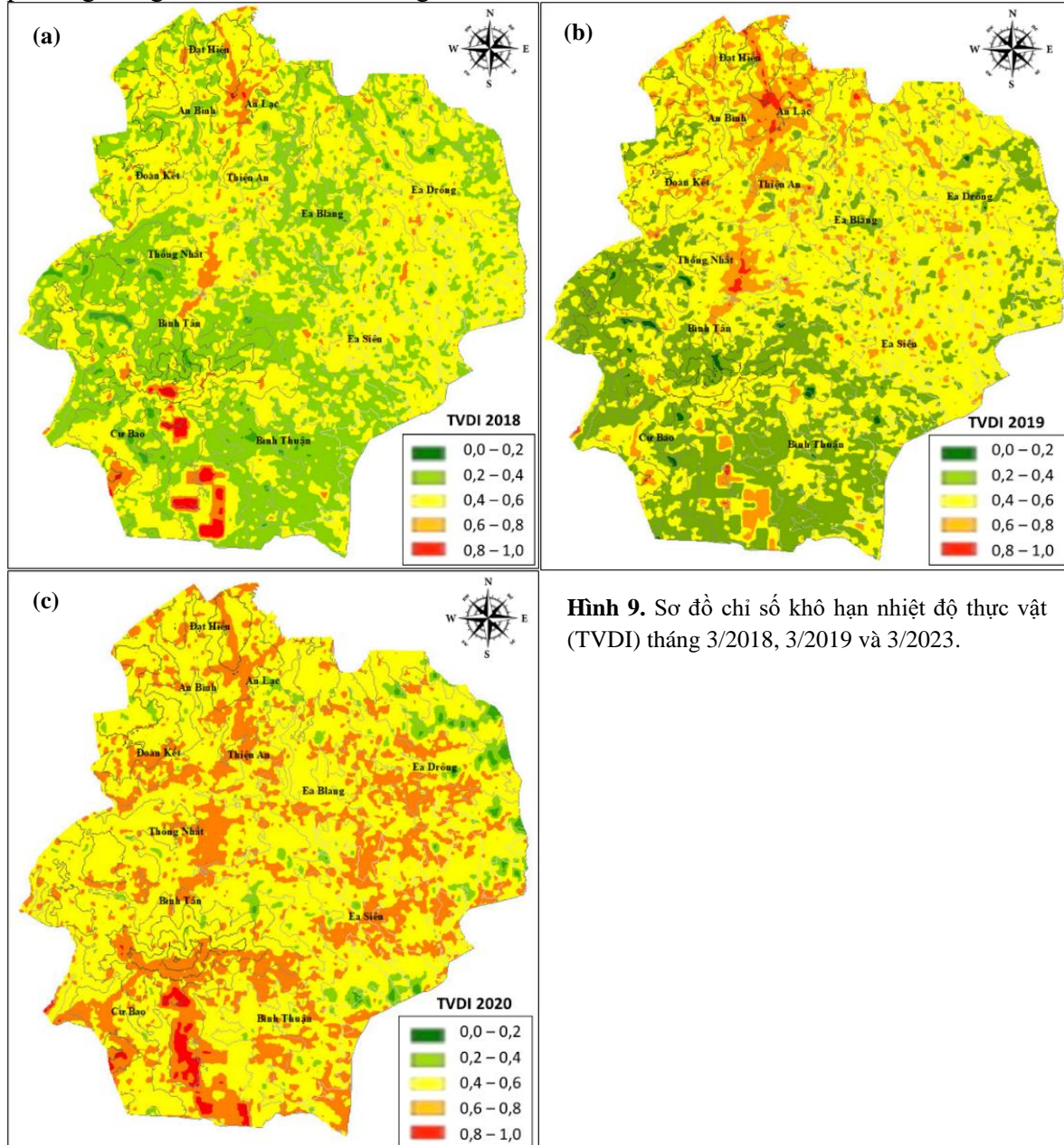
Các giá trị 21.312; 19.324; 15.636 ở công thức trên là nhiệt độ thấp nhất với các đối tượng lớp phủ bề mặt không phải là mây. Từ kết quả tính toán chỉ số khô hạn đã xây dựng bản đồ phân bố mức độ khô hạn ở thị xã Buôn Hồ thông qua chỉ số TVDI (Hình 7).

Trong giai đoạn nghiên cứu từ năm 2018-2020 diễn biến khô hạn ở TX. Buôn Hồ có xu hướng gia tăng. Kết quả phân tích từ ảnh vệ tinh cho thấy giá trị TVDI từ 0,6 đến 0,8



(khô hạn nặng) và  $TVDI > 0,8$  (Khô hạn rất nặng) có xu hướng tăng theo từng năm, năm 2020 diện tích  $TVDI > 0,6$  cao hơn nhiều so với các năm 2018, 2019.

Năm 2018 phần lớn diện tích thị xã Buôn Hồ có mức độ khô hạn ở ngưỡng trung bình, trong đó khô hạn nhẹ và không khô hạn ( $TVDI < 0,4$ ) có diện tích 11.056,71 ha chiếm 39,2% tổng diện tích tự nhiên. Vùng có mức độ khô hạn trung bình phân bố ở khu vực phía Nam thị xã như: xã Cư Bao, Bình Thuận, phường Bình Tân, vùng có chỉ số khô hạn trung bình ( $TVDI 0,4-0,6$ ) có diện tích 15.888,38 ha chiếm 56,33 % diện tích tự nhiên phân bố tập trung ở các xã Ea Đrong, Ea Blang. Vùng có mức độ khô hạn nặng ( $TVDI$  từ 0,6-0,8) có diện tích là 1.049,26 ha chiếm 3,72%, vùng có mức độ khô hạn rất nặng ( $TVDI > 0,8$ ) có diện tích 214,36 ha chiếm 0,76% tổng diện tích tự nhiên, Vùng này phân bố rải rác ở các phường trung tâm thị xã như: Thống Nhất, An Lạc.



**Hình 9.** Sơ đồ chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật (TVDI) tháng 3/2018, 3/2019 và 3/2023.

Năm 2019 diện tích vùng có cấp độ khô hạn trung bình đến nặng có chiều hướng gia tăng. Diện tích khô hạn ở mức độ nhẹ đến không khô hạn ( $TVDI < 0,4$ ) có diện tích 8.518,18 ha chiếm 30,2% tổng diện tích tự nhiên phân bố ở các xã phía Nam như: Cư Bao và Bình Thuận. Vùng có chỉ số khô hạn ở mức độ trung bình ( $TVDI 0,4-0,6$ ) có diện tích 17.386,11 ha chiếm 61,64 % diện tích tự nhiên. Vùng có mức độ khô hạn trung bình phân

bố ở khu vực phía Bắc và Đông Bắc như: Thiên An, Đoàn Kết, An Bình. Vùng có mức độ khô hạn nặng (TVDI từ 0,6-0,8) có diện tích là 2950,34 ha chiếm 10,46% tổng diện tích tự nhiên, phân bố ở khu vực trung tâm thị xã. Vùng có mức độ khô hạn rất nặng (TVDI > 0,8) có diện tích 143,85 ha chiếm 0,51% (Hình 9).

**Bảng 4.** Mức độ khô hạn ở thị xã Buôn Hồ giai đoạn 2018-2020.

	Không khô hạn		Khô hạn nhẹ		Khô hạn trung bình		Khô hạn nặng		Khô hạn rất nặng	
	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
<b>2018</b>	217,19	0,77	10.839,52	38,43	15.888,38	56,33	1.049,26	3,72	214,36	0,76
<b>2019</b>	896,95	3,18	7.621,23	27,02	17.386,11	61,64	2.950,34	10,46	143,85	0,51
<b>2020</b>	155,13	0,55	7.621,23	3,78	19.007,95	67,39	7.714,31	27,35	259,49	0,92

Kết quả phân tích từ ảnh viễn thám năm 2020 cho thấy diện tích khô hạn nhẹ đến không khô hạn (TVDI < 0,4) giảm dần, diện tích tính toán được là 7.776,36 ha chiếm 4,33 % tổng diện tích tự nhiên, vùng có chỉ số khô hạn trung bình (TVDI 0,4-0,6) có diện tích là 19.007,95 ha chiếm 67,39 % diện tích tự nhiên. Vùng có mức độ khô hạn nặng (TVDI > từ 0,6-0,8) có diện tích là 7714,3 ha chiếm 27,35 % tổng diện tích tự nhiên. Diện tích vùng có mức độ hạn nặng có chiều hướng tăng mạnh so với năm 2018 (3,72%), năm 2019 (10,46 %), phân bố đều trên địa bàn nghiên cứu.

#### 4. Kết luận

Trong thời gian từ năm 2018-2020 phần lớn diện tích của thị xã Buôn Hồ, tỉnh Đắk Lắk có mức độ khô hạn từ trung bình đến khô hạn nặng và rất nặng. Diện tích các khu vực có mức độ khô hạn nặng và rất nặng đang có xu hướng tăng so với năm trước, những vùng có diện tích khô hạn nặng năm 2018 chiếm 3,72% diện tích thì đến năm 2019 là 10,46% và đến năm 2020 tỷ lệ diện tích này là 27,35% tổng diện tích tự nhiên. Những khu vực có mức độ khô hạn nặng phân bố chủ yếu ở những vùng sản xuất nông nghiệp, đô thị và các vùng có ít hoặc không có thực vật che phủ.

Qua nghiên cứu cho thấy mối quan hệ giữa lớp phủ thực vật và nhiệt độ bề mặt đất. Ứng dụng tư liệu ảnh viễn thám trong nghiên cứu các vấn đề khí tượng, khí hậu nói chung và hạn hán nói riêng đang được sử dụng rộng rãi. Kỹ thuật xử lý ảnh viễn đã hỗ trợ việc xử lý số liệu, xây dựng được các bản đồ phân vùng hạn hán so với các nghiên cứu theo hướng truyền thống trước đây. Tuy nhiên kết quả của nghiên cứu này mới chỉ thử nghiệm ứng dụng phương pháp phân tích ảnh viễn thám để xác định mức độ hạn hán ở địa bàn thị xã Buôn Hồ, tỉnh Đắk Lắk trong thời gian từ 2018-2020. Trong các nghiên cứu tiếp theo cần nghiên cứu trên diện rộng hơn, thời gian nghiên cứu dài hơn và kết hợp việc so sánh, kiểm chứng với kết quả quan trắc, giám sát hạn hán từ các trạm đo để tính thực tiễn của kết quả nghiên cứu.

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

**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. Học, Đ.X. và cs. Hạn hán và những giải pháp giảm thiệt hại. NXB. Nông nghiệp, Hà Nội, 2022, tr. 188.
2. Hùng, T.L.; Hoài, Đ.K. Ứng dụng viễn thám đánh giá nguy cơ hạn hán khu vực huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận. *Tạp chí Khoa học Đại học Sư phạm TP. Hồ Chí Minh* **2008**, 5, 128–139.

3. Hùng, T. Sử dụng tư liệu MODIS theo dõi độ ẩm đất/thực vật bề mặt thử nghiệm với chỉ số mức khô hạn nhiệt độ - thực vật(TVDI). *Tạp chí Viễn thám và Địa tin học* **2007**, 2, 28–35.
4. Anh, N.H. và cs. Ứng dụng ảnh viễn thám khảo sát nhiệt độ bề mặt TP. Hồ Chí Minh giai đoạn 2016 – 2020. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2021**, 729, 29–39.
5. Hội Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ. Trục tuyến: <http://earthexplorer.usgs.gov>.
6. Varghese, D.; Radulović, M.; Stojković, S.; Crnojević, V. Reviewing the Potential of Sentinel-2 in Assessing the Drought. *Remote Sens.* **2021**, 13, 3355.
7. Zhou, X.J.; Wang, P.X.; Kevin, T.S.; Darren, G.; Zhang, S.Y.; Li, S.Y.; Wang, L. Drought Monitoring Using the Sentinel 3 Based Multiyear Vegetation Temperature Condition Index in the Guanzhong Plain, China. *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.* **2020**, 13, 129–142.
8. Amalo, L.F.; Ma'rufah, U.; Permatasari, P.A.; Monitoring 2015 drought in West Java using Normalized Difference Water Index (NDWI). *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* **2018**, 149, 012007.
9. Mhawej, M.; Abou, N.S. Regional Landsat-Based Drought Monitoring from 1982 to 2014 Faour Ghaleb. *Open access Clim.* **2015**, 3, 563–577. doi:10.3390/cli3030563.
10. Schmugge, T.; Hook, S.J.; Coll, C. Recovering surface temperature and emissivity from thermal infrared multispectral data. *Remote Sens. Environ.* **2018**, 65, 121–131.
11. Dash, P.; Gottsche, F.M.; Olesen, F.S.; Fischer, H. Land surface temperature and emissivity estimation from passive sensor data: Theory and practice-current trends. *Int. J. Remote Sens.* **2022**, 23(13), 2563–2594.
12. Trinh, B.T.K.; Phi, N.Q.; Cường, N.M. Ứng dụng GIS và ảnh viễn thám trong giám sát và cảnh báo hạn hán. Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên năm 2019, Đại học Thủy Lợi, 2019, ISBN: 978-604-82-2981-8.
13. Lingkui, M.; Jiyuan, L.; Zidan, Ch.; Wenjun, X.; Deqing, Ch.; Hongwei, D. The calculation of TVDI based on the composite time of pixel and drought analysis. *Inte. Archives Photogrammetry Remote Sens. Spatial Inf.* **2016**, 38, Part II.
14. Quyền, N.H.; Khâm, D.V.; Tâm, T.T. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám giám sát hạn hán tại khu vực Tây Nguyên. Hội nghị khoa học Quốc gia về Khí tượng thủy văn, môi trường và BĐKH, Viện Khoa học KTTV&BĐKH, 2014, 267–272.
15. Khâm, D.V.; Quyền, N.H.; Tâm, T.T.; Dũng, L.T. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám đánh giá mức độ khắc nghiệt hạn hán ở các tỉnh Duyên hải miền Trung. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2014**, 638, 26–32.
16. 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 án cấp Bộ, 2008.
17. Thắng, N.V.; Khiêm, M.V.; Mậu, N.Đ; Trí, T.Đ. Nghiên cứu xác định chỉ tiêu hạn hán cho vùng Nam trung bộ. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2014**, 3, 49–55.
18. Khánh, Đ.Q.; Khâm, D.V.; Yên, D.H. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS xây dựng bản đồ hạn nông nghiệp tỉnh Ninh Thuận. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, 736, 12–24.
19. Hương, H.T.T.; Minh, V.Q.; Tuấn, L.A. Ứng dụng ảnh viễn thám MODIS trong phân vùng canh tác lúa có ảnh hưởng của điều kiện khô hạn và ngập lũ khu vực đồng bằng Sông Cửu Long. *Tạp chí học Trường Đại học Cần Thơ* **2016**, 45, 52–65.
20. Thành, N.N.; Thái, T.H.; Dũng, B.Q. Nghiên cứu xây dựng bản đồ phân vùng hạn hán lưu vực sông Ba trong bối cảnh biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, 704, 1–8.
21. Hòa, P.T.T.; Quang, V.N. Nghiên cứu tình trạng hạn nông nghiệp dựa trên chỉ số hạn từ ảnh viễn thám Landsat 8 trên nền tảng Google Earth Engine. Hội nghị toàn quốc Khoa học trái đất và Tài nguyên với phát triển bền vững 2020, 41–50.
22. UBND thị xã Buôn Hồ. Báo cáo thuyết minh kế hoạch sử dụng đất năm 2022.
23. UBND thị xã Buôn Hồ. Báo cáo tình hình kinh tế - xã hội năm 2022.

24. Vân, T.T. Lan; H.T., Trung, L.V. Nghiên cứu xác định nhiệt độ bề mặt đô thị bằng phương pháp viễn thám nhiệt. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, chuyên san Kỹ thuật - Công nghệ, Đại học Quốc gia TP HCM* **2009**, 12(4), 107–120.
25. Sandholt, I.; Rasmussen, K.; Anderson, J.A. Simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of the surface moisture status. *Remote Sens. Environ.* **2002**, 79, 213–224.
26. Hùng, T.L.; Hoài, Đ.K. Ứng dụng viễn thám đánh giá nguy cơ hạn hán khu vực huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận. *Tạp chí Khoa học Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh* **2015**, 5(70), 128–139.
27. Ánh, Đ.T.N.; Phi, N.Q.; Sơn, N.H. Nghiên cứu phương pháp cảnh báo hạn nông nghiệp vùng hạ lưu sông Cà. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường* **2017**, 56(3), 24–33.
28. Thực, T.; Khâm, D.V. Công nghệ viễn thám (RS) và hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong khí tượng thủy văn. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật 2012, 68–85 và 116–117.

## **Landsat 8 satellite imagery application in the assessment of the level of drought in Buon Ho town, Dak Lak province**

**Nguyen Huy Anh<sup>1\*</sup>, Tran Van Trong<sup>1</sup>, Tran Van Son<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ho Chi Minh University of Natural Resource and Environment;

anhnh@hcmunre.edu.vn; tvson@hcmunre.edu.vn; tvtrong@hcmunre.edu.vn

**Abstract:** Currently, remote sensing imagery is widely used in monitoring and evaluating drought levels. This study presents the results of using Landsat 8 imagery to assess drought levels in Buon Ho town through the Temperature–Vegetation Dryness Index (TVDI). Landsat 8 imagery data used in this study were captured in March (characteristic of the dry season) of the years 2018, 2019, and 2020. The study indicated that from 2018 to 2020, most areas of Buon Ho town experienced moderate (TVDI from 0.4 to 0.6) to severe and very severe drought conditions (TVDI > 0.6). The areas with severe and very severe drought tendencies increased compared to previous years. In 2018, the area with severe and very severe drought conditions accounted for 4.48%, in 2019 it was 10.97%, and by 2020, the proportion of areas with severe and very severe drought conditions had risen to 28.27% of the total natural area.

**Keywords:** Drought, Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI); Normalized Difference Vegetation Index (NDVI); Land Surface Temperature (LST); Buon Ho town; Landsat 8 satellite imagery.