

ỨNG DỤNG ẢNH HỒNG NGOẠI NHIỆT LANDSAT - 8 TIRS NGHIÊN CỨU SỰ PHÂN BỐ NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT HUYỆN LỘC BÌNH, TỈNH LẠNG SƠN

Nguyễn Thị Lệ Hằng, Phạm Thị Thu Hương, Trần Thị Thu Trang
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu cơ sở lý thuyết và thực nghiệm xác định nhiệt độ bề mặt đất từ ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT - 8 TIRS khu vực huyện Lộc Bình, tỉnh Lạng Sơn năm 2017. Ảnh vệ tinh LANDSAT - 8 trước tiên được chuyển đổi giá trị số nguyên sang giá trị bức xạ điện từ, sau đó xác định nhiệt độ độ sáng. Dựa vào chỉ số thực vật chuẩn hóa (NDVI) để xác định độ phát xạ bề mặt sau đó tính toán nhiệt độ bề mặt. Kết quả cho thấy: (i) Nhiệt độ thấp phân bố tại khu vực có đồi núi cao và có thảm thực vật che phủ dày đặc; (ii) Nhiệt độ cao tập trung ở khu vực nơi có mật độ dân cư dày đặc; (iii) Nhiệt độ rất cao và dị thường nhiệt xuất hiện tại khu vực khai thác than của mỏ than Na Dương. Ứng dụng ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT - 8 TIRS giúp nghiên cứu sự phân bố không gian nhiệt độ bề mặt một cách hiệu quả và nhanh chóng.

Từ khóa: Ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT - 8; Nhiệt độ bề mặt; NDVI; Độ phát xạ bề mặt.

Abstract

Application of LANDSAT - 8 TIRS thermal infrared image in research on the distribution of land surface temperature in Loc Binh district, Lang Son province

This paper introduces the theoretical and empirical basis for estimating land surface temperature in Loc Binh district, Lang Son province in 2017 using LANDSAT - 8 TIRS thermal infrared image. Firstly, LANDSAT - 8 satellite images were converted into electro magnetic radiation, then identified the brightness temperatures. Based on the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), the land surface emissivity was then calculated for the land surface temperature retrieval. The results show that: (i) low temperatures were distributed in high mountainous areas and dense vegetation cover areas; (ii) high temperatures were concentrated in areas with dense population; (iii) very high temperatures and thermal anomalies occurred in the area of Na Duong coal mine. The application of LANDSAT - 8 TIRS thermal infrared image helps to study the spatial distribution of land surface temperatures effectively and quickly.

Keywords: LANDSAT - 8 thermal infrared image; Land Surface Temperature; NDVI; Land surface emissivity.

1. Mở đầu

Nhiệt độ bề mặt đất (Land Surface Temperature - LST) là một trong những thông số vật lý đóng vai trò quan trọng trong việc trao đổi nước và năng lượng giữa bề mặt trái đất và tầng khí quyển,

đồng thời cũng đóng một vai trò quan trọng nhiều lĩnh vực nghiên cứu khoa học như khí tượng thủy văn, sinh thái và biến đổi khí hậu toàn cầu,... Ngày nay, với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ viễn thám, LST được xác định một cách nhanh chóng và hiệu quả thông qua các thuật toán xác định LST. Tại Việt Nam, một số

Nghiên cứu

nghiên cứu đã ứng dụng viễn thám hồng ngoại nhiệt trong nghiên cứu và ứng dụng trong giám sát tài nguyên môi trường. Trần Thị Vân và cộng sự (2009) đã sử dụng dữ liệu ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT trong khảo sát sự phân bố nhiệt độ bề mặt và đánh giá mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và lớp phủ khu vực thành phố Hồ Chí Minh [1]. Trịnh Lê Hùng (2014, 2015) sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh Landsat trong đánh giá phân bố nhiệt độ bề mặt khu vực đô thị Hà Nội cũng như đánh giá độ ẩm đất/thực vật bề mặt khu vực Bắc Bình, Bình Thuận [4, 5]. Doãn Hà Phong (2007) và Trần Xuân Trường (2010) sử dụng ảnh hồng ngoại độ phân giải thấp MODIS (TERRA, AQUA) xác định nhiệt độ bề mặt nhằm phát hiện và cảnh báo sớm cháy rừng [7, 8]. Trong khi đó, trên thế giới đã có rất nhiều nghiên cứu ứng dụng tư liệu ảnh viễn thám hồng ngoại nhiệt trong xác định nhiệt độ bề mặt và độ ẩm đất. Năm 1988, Balling và các cộng sự đã sử dụng dữ liệu ảnh hồng ngoại nhiệt độ phân giải thấp NOAA/AVHRR trong nghiên cứu nhiệt độ bề mặt tại các đô thị lớn. Năm 1996, Kevin P. Gallo và Tymothy W. Owen cũng sử dụng ảnh hồng ngoại nhiệt NOAA/AVHRR trong nghiên cứu hiện tượng đảo nhiệt đô thị ở Pennsylvania và New Jersey (Mỹ). Năm 2007, Cueto et al (2007) đã sử dụng dữ liệu ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT TM, ETM+ trong đánh giá ảnh hưởng của đảo nhiệt đô thị ở thủ đô Mexico (Mexico) [9]. Vlassova et al (2014) sử dụng tư liệu ảnh hồng ngoại nhiệt Landsat 5 TM trong chiết tách thông tin nhiệt độ bề mặt và mô hình hóa mối quan hệ giữa nhiệt độ với các dạng thực phủ khu vực phía tây Tây Ban Nha [10]. Vlassova et al (2014) sử dụng chuỗi ảnh vệ tinh Landsat trong đánh giá mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và mức độ cháy rừng khu vực tỉnh Caceres (Tây Ban Nha)

[11]. Van de Griend A., Owen M. (1993) và Valor E., Caselles V. (1996) đã nghiên cứu mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và các loại hình lớp phủ [14]. Từ phân tích trên đây cho thấy việc nghiên cứu một cách tổng thể cơ sở khoa học phương pháp chiết tách thông tin nhiệt độ có tính cấp thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao. Đồng thời, trong nghiên cứu này, bài báo trình bày thực nghiệm xác định LST cho khu vực huyện Lộc Bình (tỉnh Lạng Sơn) cho ảnh thu nhận vào các thời điểm năm 2010, 2014 và 2017.

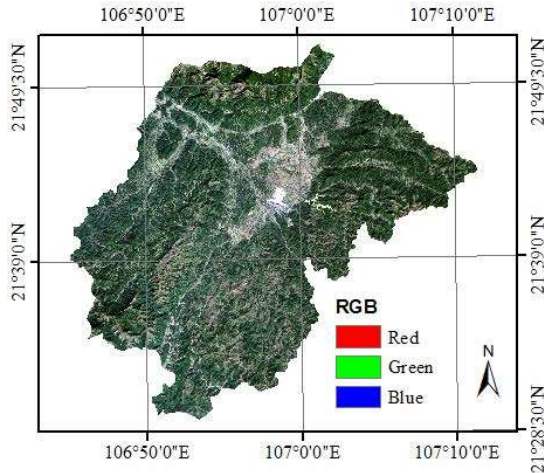
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu và tư liệu sử dụng

Lộc Bình là một huyện miền núi với tổng diện tích tự nhiên 98.642,7 ha, chiếm 11,87% diện tích của tỉnh Lạng Sơn. Huyện Lộc Bình nằm về phía Đông Nam của tỉnh Lạng Sơn, phía Bắc giáp huyện Cao Lộc và nước Cộng hòa nhân dân Trung Hoa, phía Đông giáp huyện Đình Lập, phía Tây giáp với huyện Chi Lăng, phía Nam giáp với huyện Đình Lập và tỉnh Bắc Giang. Tổng dân số trên địa bàn huyện Lộc Bình là 85.729 người với mật độ dân số 86 người/km². Khí hậu của huyện Lộc Bình nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, chia thành 2 mùa rõ rệt. Mùa mưa nóng, ẩm bắt đầu từ tháng 4 đến tháng 10; mùa khô lạnh, ít mưa từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau. Nhiệt độ trung bình hằng năm là 21°C, nhiệt độ cao tuyệt đối 38°C, nhiệt độ thấp tuyệt đối -2°C.

Để chiết tách nhiệt độ bề mặt huyện Lộc Bình, ảnh vệ tinh quang học LANDSAT - 8 OLI và TIRS được thu thập từ website của Cục Điều tra Địa chất Hoa Kỳ (USGS) được lựa chọn sử dụng (Hình 1). Ảnh LANDSAT có độ phân giải không gian 30 m, Path/Row 127/45 và được thu nhận vào ngày 06/12/2017. Ảnh đã được hiệu chỉnh về mức L1TP và được chuẩn

định với hệ quy chiếu WGS 1984 UTM, Zone 48 North. Trong đó, kênh 4 và 5 (độ phân giải 30 m) của ảnh LANDSAT - 8 được dùng để tính chỉ số NDVI, kênh 10 (độ phân giải 100 m) được sử dụng để xác định nhiệt độ bề mặt.



Hình 1: Ảnh vệ tinh LANDSAT - 8 (4-3-2) thu nhận tại Lộc Bình ngày 06/12/2017

2.2. Chiết tách nhiệt độ bề mặt.

a. Phương pháp chuyển đổi giá trị số nguyên sang giá trị bức xạ điện từ

Tín hiệu nhiệt của vật chất khi được thu nhận bởi các bộ cảm biến nhiệt đã được đưa về giá trị số để thuận tiện trong sử dụng. Do vậy, để tính nhiệt độ bề mặt, bước đầu tiên phải tiến hành chuyển đổi giá trị số nguyên của ảnh (DN - digital number) sang giá trị thực của bức xạ ($Wm^{-2}\mu m^{-1}$). Đối với ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT 8, hiệu chỉnh bức xạ được thực hiện như sau (USGS, 2015):

$$L_{\lambda} = M_L \cdot Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Trong đó: L_{λ} - giá trị bức xạ phổ;

M_L - hệ số hiệu chỉnh đối với từng kênh ảnh cụ thể (giá trị Radiance_Mult_Band_x trong file metadata ảnh LANDSAT 8, trong đó x là kênh ảnh);

A_L - hệ số hiệu chỉnh đối với từng kênh ảnh cụ thể (giá trị Radiance_And_Band_x trong file metadata ảnh LANDSAT 8, trong đó x là kênh ảnh)

Q_{cal} - giá trị số của kênh ảnh.

b. Phương pháp xác định nhiệt độ bức xạ

Sau khi chuyển giá trị số sang giá trị bức xạ phổ, ảnh hồng ngoại nhiệt sẽ được sử dụng để tính nhiệt độ. Nhiệt độ này còn được gọi là nhiệt độ bức xạ hay nhiệt độ chói (brightness temperature). Đối với dữ liệu ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT, nhiệt độ độ sáng được xác định như sau:

$$T_B = \frac{K_2}{\ln(1 + \frac{K_1}{L_{\lambda}})} \quad (2)$$

Trong đó: T_B là giá trị nhiệt độ bức xạ của ảnh (brightness temperature - K);

L_{λ} - là giá trị bức xạ phổ;

K_1, K_2 - hằng số được cung cấp trong file metadata dữ liệu ảnh LANDSAT (USGS, 2015) [16].

c. Phương pháp xác định độ phát xạ bề mặt

Dựa trên chỉ số thực vật NDVI, độ phát xạ bề mặt có thể tính bằng phương pháp do Valor E., Caselles V. (1996) [14] đề xuất. Độ phát xạ của một pixel được tính bằng tổng độ phát xạ của các thành phần chứa trong đó theo công thức:

$$\varepsilon = \varepsilon_v P_v + \varepsilon_s (1 - P_v) \quad (3)$$

Trong đó: $\varepsilon_v, \varepsilon_s$ - độ phát xạ đặc trưng cho đất và thực vật thuần nhất; P_v - tỉ lệ thực vật trong một pixel. P_v (độ che phủ thực vật - FVC) có giá trị bằng 0 đối với đất trống và bằng 1 đối với khu vực được phủ kín bởi thực vật.

$$P_v = \left[\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right]^2 \quad (4)$$

Trong đó, NDVI được xác định theo công thức (5) với NIR và RED là giá trị phản xạ sóng điện từ tại kênh cận hồng ngoại và kênh đỏ.

Nghiên cứu

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (5)$$

d. Phương pháp xác định nhiệt độ bề mặt

Sau khi xác định độ phát xạ bề mặt, nhiệt độ độ chói (brightness temperature) sẽ được hiệu chỉnh để thu được giá trị nhiệt độ bề mặt (Land Surface Temperature). Nhiệt độ bề mặt được xác định như sau:

$$LST = \frac{T_B}{1 + \left(\frac{\lambda \cdot T_B}{\rho}\right) * \ln \varepsilon} \quad (6)$$

Trong đó: LST - nhiệt độ bề mặt;

T_B - giá trị nhiệt độ bức xạ hay nhiệt độ độ chói;

λ - giá trị bước sóng trung tâm của dải sóng hồng ngoại nhiệt, đối với kênh 10 và 11 ảnh LANDSAT 8, giá trị bước sóng trung tâm dải sóng hồng ngoại nhiệt được lấy tương ứng là 11 μm và 12 μm ;

ε - độ phát xạ bề mặt;

$\rho = \frac{h \cdot c}{\sigma}$ - hằng số Stefan - Boltzman (1.38.10⁻²³J/K);

h - hằng số Plank (6.626.10⁻³⁴J.sec);

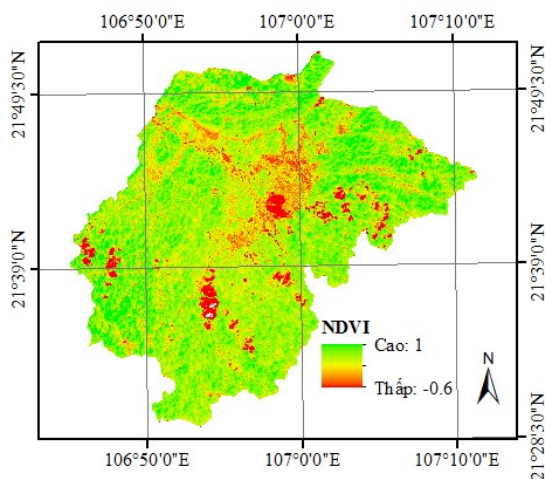
c - vận tốc ánh sáng (2.988.10⁸ m/s).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Chỉ số NDVI

Để xác định độ phát xạ bề mặt thì chỉ số NDVI là một thông số quan trọng. Dựa vào kết quả phản xạ phổ bề mặt, tiến hành tính toán NDVI theo công thức (5). Giá trị NDVI nằm trong khoảng từ -1 đến 1. trong đó thực vật thường có giá trị NDVI lớn hơn 0,2. Trong trường hợp NDVI > 0,5, khu vực đó được xem là phủ kín bởi thực vật và bức xạ điện từ không tới được bề mặt đất. NDVI trong khoảng [0; 0,2] tương ứng với các khu

vực đất trống, [-0,2; 1] đại diện cho khu vực đất ẩm, trong khi bề mặt nước có giá trị NDVI nhỏ hơn -0,2. Trên ảnh chỉ số NDVI, các pixel màu sáng đại diện cho những vùng thực vật phát triển tươi tốt, trong khi các pixel màu tối thể hiện những khu vực không có thực vật bao phủ hoặc mật độ thực vật thấp. Giá trị NDVI trên 0,7 thường nằm ở khu vực phủ kín thực vật. Chỉ số thực vật xác định được cho khu vực huyện Lộc Bình (tỉnh Lạng Sơn) sử dụng ảnh vệ tinh LANDSAT - 8 OLI chụp ngày 06 tháng 12 năm 2017 được thể hiện trong hình 2. Sự phân bố NDVI cho thấy độ che phủ lớn nhất là 1,0 và nhỏ nhất là -0,568 với giá trị trung bình là 0,7. Có thể thấy chỉ số thực vật NDVI cao tập trung ở các khu vực đồi núi cao đặc biệt khu vực có rừng rậm. Độ che phủ thấp tập trung ở nơi đang tiến hành khai thác than và nước mặt hoặc đất xây dựng. Một số nơi có NDVI nhỏ hơn 0 xuất hiện như tại nước mặt nơi có ao, hồ sông, suối.

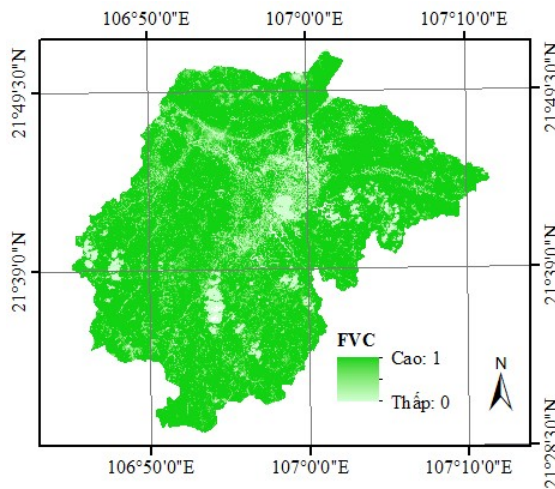


Hình 2: Chỉ số NDVI huyện Lộc Bình ngày 06/12/2017

3.2. Độ che phủ thực vật

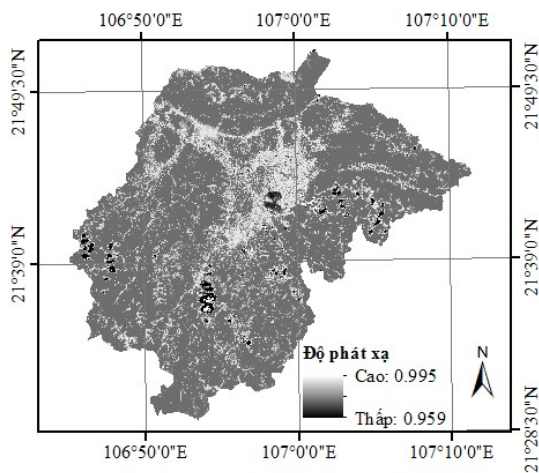
Độ che phủ thực vật (FVC) xác định được cho khu vực huyện Lộc Bình (tỉnh Lạng Sơn) sử dụng ảnh vệ tinh LANDSAT - 8 OLI chụp ngày 06 tháng 12 năm 2017 được thể hiện trong hình 3. Sự phân bố

độ che phủ cho thấy giá trị lớn nhất là 1,0 và nhỏ nhất là 0,0; độ che phủ trung bình là 0,92. Có thể thấy, trong năm 2017, độ che phủ thực vật cao thường tập trung ở các khu vực đồi núi cao đặc biệt khu vực có rừng rậm. Độ che phủ thấp tập trung ở khu vực khai thác than và nước mặt hoặc đất xây dựng. Một số nơi có độ che phủ thấp xấp xỉ 0 thường xuất hiện tại nước mặt nơi có ao, hồ sông, suối.



Hình 3: Độ che phủ thực vật huyện Lạc Bình ngày 06/12/2017

3.3. Độ phát xạ bề mặt

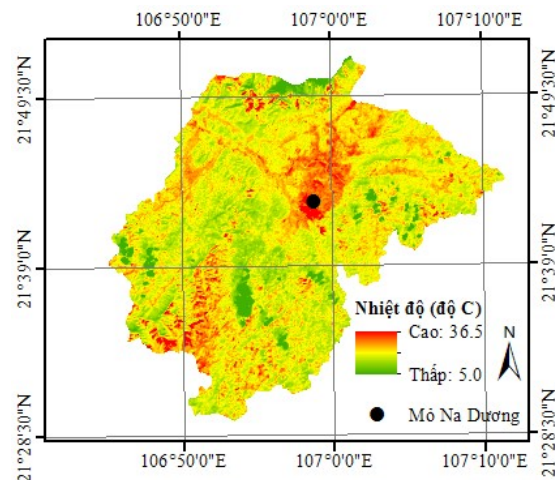


Hình 4: Độ phát xạ bề mặt huyện Lạc Bình ngày 06/12/2017

Kết quả xác định độ phát xạ bề mặt cho khu vực huyện Lạc Bình (tỉnh Lạng Sơn) sử dụng ảnh vệ tinh LANDSAT - 8 OLI chụp ngày 06 tháng 12 năm 2017

được thể hiện trong hình 4. Giá trị độ phát xạ bề mặt tại nơi có mật độ thực vật dày như rừng tự nhiên, rừng trồng thì độ phát xạ thường đạt trên 0,95. Tại nơi có đất trống, đất xây dựng, bãi cát thường thì giá trị độ phát xạ bề mặt trong khoảng 0,91 - 0,92. Tuy nhiên, kết quả trong hình 3 cho thấy không có sự xuất hiện của đất trống. Nước có hàm lượng chất diệp lục thấp, giá trị độ phát xạ bề mặt đạt thấp và ngược lại. Độ phát xạ nhỏ nhất là 0,958 và lớn nhất là 0,995 nơi có thực vật dày đặc.

3.4. Nhiệt độ bề mặt



Hình 5: Nhiệt độ bề mặt huyện Lạc Bình ngày 06/12/2017

Kết quả xác định nhiệt độ bề mặt cho khu vực huyện Lạc Bình (tỉnh Lạng Sơn) sử dụng ảnh vệ tinh LANDSAT - 8 TIRS chụp ngày 06 tháng 12 năm 2017 cho thấy do ảnh thu nhận vào mùa đông nên nhiệt độ bề mặt khá thấp. Hình 5 cho thấy, về tổng thể, nhiệt độ bề mặt của huyện Lạc Bình có nhiệt độ thấp nhất là 5,0°C, cao nhất là 36,5°C, nhiệt độ trung bình là 19,3°C. Nhiệt độ bề mặt chủ yếu tập trung ở khu vực có có nhiều đồi núi nơi có thảm thực vật che phủ dày đặc. Nhiệt độ cao trên 25°C chủ yếu tập trung ở khu vực có mật độ dân cư đông đúc và đặc biệt là tại nơi khai thác mỏ than Na Dương, thị trấn Lạc Bình, huyện Lạc Bình, tỉnh Lạng Sơn. Kết quả này cho thấy, nhiệt độ bề mặt và chỉ số NDVI và độ che phủ

Nghiên cứu

thực vật có một mối tương quan nghịch. Sự phân bố của nhiệt độ bề mặt chỉ rõ, nhiệt độ cao thường tập trung tại các khu vực trung tâm của huyện nơi có các khu dân cư và khu vực khai thác than, trong khi đó nhiệt độ thấp thường xuất hiện tại khu vực có mật độ thảm thực vật dày đặc và mặt nước.

4. Kết luận

Bài báo giới thiệu cơ sở lý thuyết và thực nghiệm xác định nhiệt độ bề mặt đất từ ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT - 8 TIRS khu vực huyện Lộc Bình, tỉnh Lạng Sơn ngày 06 tháng 12 năm 2017. Kết quả cho thấy, nhiệt độ thấp phân bố tại khu vực có đồi núi cao và có thảm thực vật che phủ dày đặc. Nhiệt độ cao tập trung ở khu vực nơi có mật độ dân cư dày đặc. Nhiệt độ rất cao và dị thường nhiệt thường xuất hiện tại khu vực khai thác than của mỏ than Na Dương. Kết quả nghiên cứu cho thấy ứng dụng ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT - 8 TIRS giúp nghiên cứu sự phân bố không gian nhiệt độ bề mặt một cách hiệu quả và nhanh chóng. Kết quả nghiên cứu này có thể là cơ sở để xác định độ ẩm đất, nguy cơ hạn hán và sự phân bố trường địa nhiệt một cách hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Thị Vân, Hoàng Thái Lan, Lê Văn Trung (2009). *Phương pháp viễn thám nhiệt trong nghiên cứu phân bố nhiệt độ đô thị*. Tạp chí các khoa học về Trái đất, 31, 168 - 177.
- [2]. Trần Hùng (2007). *Sử dụng tư liệu MODIS theo dõi độ ẩm đất/thực vật bề mặt: Thử nghiệm với chỉ số mức độ khô hạn nhiệt độ - thực vật (TVDI)*. Tạp chí Viễn thám và Địa tin học, Số 2, trang 38 - 45.
- [3]. Trịnh Lê Hùng (2014). *Ứng dụng dữ liệu viễn thám hồng ngoại nhiệt LANDSAT nghiên cứu độ ẩm đất trên cơ sở chỉ số khô hạn nhiệt độ - thực vật*. Tạp chí Các khoa học về Trái đất, Tập 36, số 03, trang 262 - 270.
- [4]. Trịnh Lê Hùng, Đào Khánh Hoài (2015). *Ứng dụng viễn thám đánh giá nguy cơ hạn hán ở huyện Bắc Bình, tỉnh Bình Thuận*. Tạp chí Khoa học Đại học Sư phạm thành phố Hồ Chí Minh, số 05(70), trang 128 - 139.
- [5]. Trịnh Lê Hùng, Vũ Danh Tuyên, Vương Trọng Kha (2016). *Phương pháp viễn thám trong đánh giá ảnh hưởng của quá trình khai thác khoáng sản đến tình trạng hạn hán khu vực mỏ sắt Thạch Khê, tỉnh Hà Tĩnh*. Hội thảo Khoa học Kỹ thuật Mỏ toàn quốc lần thứ 25, trang 129 - 135.
- [6]. Doãn Hà Phong (2007). *Xây dựng thuật toán và phương trình xác định nhiệt độ bề mặt đất trong theo dõi cảnh báo cháy rừng trên cơ sở ảnh vệ tinh MODIS (TERRA và AQUA) trên lãnh thổ Việt Nam*. Luận án Tiến sỹ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.
- [7]. Trần Xuân Trường (2010). *Xác định độ ẩm đất bằng phương pháp viễn thám không gian*. Luận án Tiến sỹ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.
- [8]. Garcia Cueto O.R., Jauregui Ostos E., Toudert D., Tejeda Martinez A. (2007). *Detection of the urban heat island in Mexicali and its relationship with land use*. Atmosfera 20 (2), pp. 111 - 131.
- [9]. Vlassova L., Fernando Perez-Cabello, Hector Nieto, Pilar Martin, David Riano, Juan de la Riva (2014). *Assessment of methods for land surface temperature retrieval from LANDSAT 5 TM images applicable to multiscale tree-grass ecosystem modelling*. Remote Sensing, 6, 4345 - 4368.
- [10]. Vlassova Lidia, Fernando Perez - Cabello, Marcos Rodrigues Mimbreno, Raquel Montorio Lloveria, Alberto Garcia-Martin (2014). *Analysis of the relationship between land surface temperature and wildfire severity in a series of Landsat images*. Remote Sensing, 6, 6136 - 6162.
- [11]. Valor E., Caselles V (1996). *Mapping land surface emissivity from NDVI. Application to European African and South American areas*. Remote sensing of Environment, 57, pp. 167 - 184.
- [12]. Garcia Cueto O.R., Jauregui Ostos E., Toudert D., Tejeda Martinez A. (2007). *Detection of the urban heat island in Mexicali and its relationship with land use*. Atmosfera 20(2), pp. 111 - 131.
- [13]. USGS (2015). *Tài liệu hướng dẫn về xác định nhiệt độ bề mặt từ ảnh LANDSAT*. Trang: <https://landsat.usgs.gov/documents/>.

BBT nhận bài: 25/10/2019; Phản biện
xong: 01/11/2019