

# ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA LỚP PHỦ ĐẾN NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT ĐẤT VÀ PHÂN BỐ KHÔNG GIAN NHIỆT ĐỘ TẠI MỘT SỐ TUYẾN ĐƯỜNG TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HÀ NỘI BẰNG ẢNH VIỄN THĂM

Trần Đình Trọng<sup>a</sup>, Khúc Thành Đông<sup>a,\*</sup>, Hà Thị Hằng<sup>a</sup>, Hà Trung Khiên<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Khoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

*Nhận ngày 08/9/2021, Sửa xong 25/10/2021, Chấp nhận đăng 05/11/2021*

---

## Tóm tắt

Hiện nay, quá trình đô thị hóa với sự phát triển nhanh chóng về mật độ và không gian của đô thị gây ra ảnh hưởng trực tiếp đến nhiệt độ bề mặt đất (LST) tại các thành phố lớn của Việt Nam nói riêng và các nước đang phát triển nói chung. Nghiên cứu đã sử dụng ảnh vệ tinh Landsat8-OLI để xây dựng bản đồ phân bố không gian của LST trên địa bàn thành phố Hà Nội và chiết xuất giá trị LST dọc theo một số tuyến đường tại thời điểm ngày 14/09/2020. Mô hình tương quan giữa LST và các chỉ số khác biệt thực vật (NDVI), chỉ số khác biệt xây dựng (NDBI) được xây dựng kết hợp với các ngưỡng giá trị của NDVI để đánh giá tác động của các bề mặt lớp phủ khác nhau đến LST. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng các khu vực trung tâm có mật độ xây dựng cao và tại các tuyến đường, nhiệt độ bề mặt cao hơn so với nhiệt độ trung bình toàn bộ khu vực nghiên cứu từ 1-3 °C. Giá trị hệ số tương quan của các mô hình đạt  $R = -0,204$  và  $R = 0,697$  lần lượt cho LST-NDVI và LST-NDBI. Nghiên cứu đã chứng minh rằng, việc tăng chỉ số NDBI ở các lớp phủ khác nhau đều dẫn đến việc tăng nhiệt độ bề mặt, trong khi tại các ngưỡng giá trị khác nhau của chỉ số NDVI tạo ra xu hướng thay đổi khác nhau của nhiệt độ bề mặt.

*Từ khoá:* nhiệt độ bề mặt đất; LST; landsat-8; NDVI; NDBI.

IMPACT ASSESSMENT OF LAND COVER ON LAND SURFACE TEMPERATURE AND SPATIAL DISTRIBUTION OF TEMPERATURE ON SOME ROADS IN HANOI, VIETNAM BY USING REMOTE SENSING IMAGERY

## Abstract

Nowadays, urbanization and the development of urban density and spatial causes a direct effect on Land Surface Temperature (LST) in major cities of Vietnam and developing countries. The research used Landsat8-OLI satellite images to establish a map of the spatial distribution of LST over Hanoi, Vietnam and extracted LST values along several roads on September 14, 2020. The correlation model of LST with Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Normalized Difference Built-up Index (NDBI) was built to combine with threshold values of NDVI to assess the impact of different land cover to LST. The results show that the areas have high build-up density as urban area or the location of the road, the LST is higher than the average temperature of the study area about 1-3 °C. The coefficient of the correlation models reached  $R = -0,204$ ,  $R = 0,697$  for LST-NDVI and LST-NDBI, respectively. The study demonstrates that increasing the NDBI index values in different land cover leads to an increase in LST while at different thresholds of the NDVI value leads to the different trends of LST values.

*Keywords:* land surface temperature (LST); landsat-8; NDVI; NDBI.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2021-15\(7V\)-13](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2021-15(7V)-13) © 2021 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

---

\*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: [dongkt@nuce.edu.vn](mailto:dongkt@nuce.edu.vn) (Đông, K. T.)

## 1. Giới thiệu

Hiện nay, các vấn đề về biến đổi khí hậu đặc biệt là hiện tượng nóng lên toàn cầu đang rất được quan tâm trên thế giới và tại Việt Nam [1, 2]. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng tốc độ đô thị hóa nhanh ở các thành phố lớn làm tăng nhiệt độ bề mặt đất [3, 4]. Nhiệt độ bề mặt cao tại các tuyến đường làm giảm tuổi thọ phương tiện và tăng tiếng ồn giữa lớp xe và đường [5]. Việc thay đổi lớp phủ dẫn đến thay đổi tính chất hấp thụ bức xạ Mặt Trời cũng như trao đổi năng lượng giữa bề mặt đất và khí quyển. Nắm bắt được mối liên hệ giữa lớp phủ và nhiệt độ bề mặt giúp làm rõ các tác nhân làm gia tăng nền nhiệt cũng như đưa ra các giải pháp để hạn chế các ảnh hưởng của chúng.

Với sự phát triển không ngừng của công nghệ viễn thám, việc quan sát Trái đất từ các vệ tinh quang học ngày càng phổ biến, với ưu điểm là phạm vi quan sát rộng, đa dạng về độ phân giải thời gian và không gian [6]. Đặc biệt, bộ cảm biến hồng ngoại nhiệt trên các vệ tinh quang học như Landsat, MODIS, GOES với độ phân giải không gian cao, hoàn toàn đáp ứng được các nghiên cứu liên quan đến nhiệt độ bề mặt đất (LST) với độ chính xác cao và chi tiết mà không phụ thuộc vào số lượng trạm quan trắc [7, 8].

Chỉ số khác biệt thực vật NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) cho biết mật độ lớp phủ thực vật, còn chỉ số khác biệt xây dựng NDBI (Normalized Difference Built-Up Index) cho biết mật độ khu vực xây dựng. Các đối tượng khác nhau trên bề mặt đất có hệ số phản xạ khác nhau đối với từng kênh phổ của ảnh vệ tinh và đây là tính chất giúp phân loại các lớp phủ cho từng khu vực. Các phương pháp phân loại lớp phủ phổ biến hiện nay là phân loại có kiểm định (Maximum likelihood, Minimum Distance, ...), phân loại không kiểm định (K-Mean, Iso-Data, ...) [9, 10]. Một số nghiên cứu đã đưa ra phương pháp xác định các loại thảm phủ đặc trưng dựa vào ngưỡng giá trị của chỉ số khác biệt thực vật NDVI [11, 12]. Phương pháp đơn kênh của Jimenez-Munoz [13], phương pháp Split-Window (SW) [14], phương pháp hiệu chỉnh độ phát xạ theo chỉ số thực vật [15] là 3 phương pháp phổ biến nhất được sử dụng để xác định nhiệt độ bề mặt đất từ ảnh vệ tinh. Trong đó, việc hiệu chỉnh độ phát xạ theo chỉ số khác biệt thực vật NDVI được xem là hiệu quả và chính xác cao [4, 16].

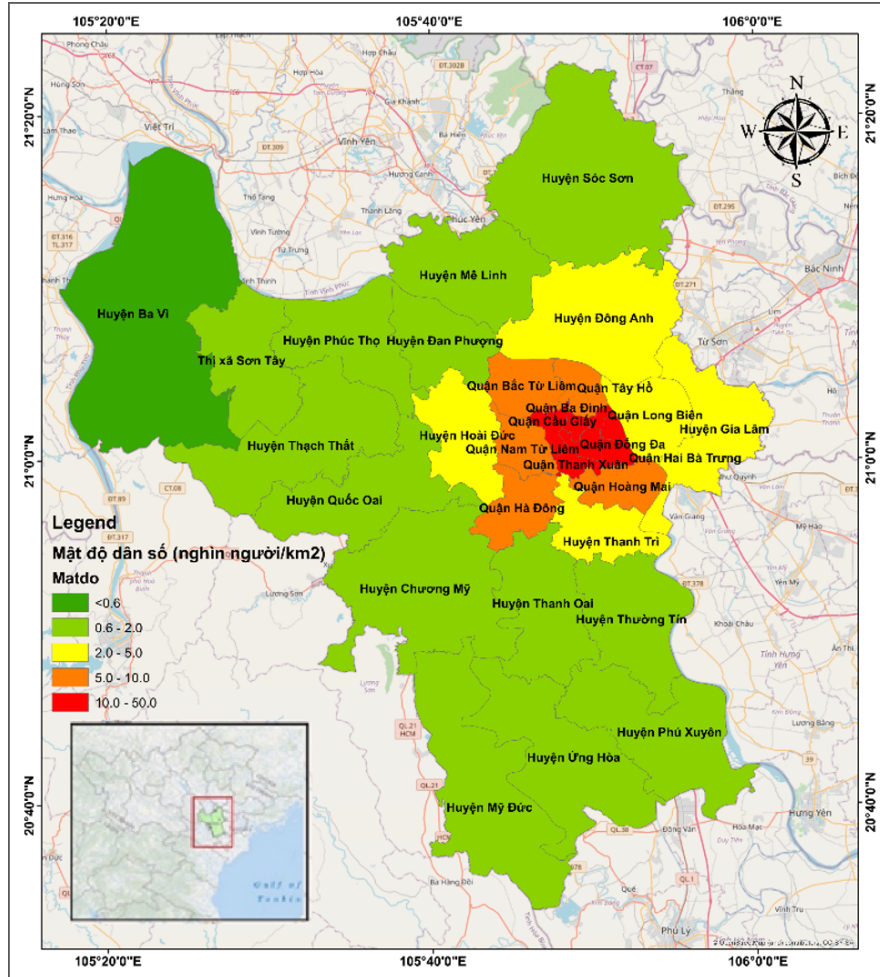
Nhìn chung, các nghiên cứu về LST và đánh giá tương quan giữa LST-NDVI được tiến hành khá nhiều. Tuy nhiên, có ít nghiên cứu đề cập đến chỉ số khác biệt xây dựng (NDBI) kết hợp với chỉ số khác biệt thực vật (NDVI) nhằm mục đích đánh giá tác động của các loại lớp phủ đến LST. Hơn nữa, các nghiên cứu khác tập trung đánh giá ở quy mô cấp vùng, rất ít đi sâu đánh giá nhiệt độ cho các tuyến đường. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu đánh giá tác động của các loại lớp phủ khác nhau đến nhiệt độ bề mặt tại thành phố Hà Nội thông qua chỉ số NDVI và NDBI bằng cách sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8-OLI. Các lớp phủ đặc trưng được phân loại dựa trên ngưỡng của giá trị NDVI. Trên cơ sở đó, giá trị nhiệt độ bề mặt tại một số tuyến đường giao thông được trích xuất để đánh giá sự phân bố không gian và so sánh giá trị nhiệt độ giữa các khu vực cũng như bề mặt lớp phủ khác nhau.

## 2. Dữ liệu và phương pháp

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

Thành phố Hà Nội có tọa độ địa lí từ 20°53' đến 21°23' vĩ độ Bắc và 105°44' đến 106°02' kinh độ Đông, là một trong năm thành phố trực thuộc trung ương của Việt Nam. Trong đó, thủ đô Hà Nội cùng với thành phố Hồ Chí Minh là đô thị loại đặc biệt trung tâm cấp quốc gia. Những năm gần đây, Hà Nội có tốc độ đô thị hóa cao với sự phát triển của hệ thống hạ tầng và các công trình xây dựng. Sau khi mở rộng địa giới hành chính vào năm 2008, Hà Nội có diện tích 3358 km<sup>2</sup> [17], nằm trong top 17 thủ đô có diện tích lớn nhất thế giới.

Tính đến năm 2017, dân số Hà Nội đạt 7,2 triệu người với mật độ dân số là 2,2 nghìn người/km<sup>2</sup> phân bố nhiều ở các quận nội thành [17]. Đi cùng với phân bố của mật độ dân số, mật độ xây dựng của thành phố Hà Nội có tỷ lệ cao hơn trong các quận nội thành và giảm dần đối với các khu vực ngoại thành.



Hình 1. Vị trí địa lý và phân bố mật độ dân số thành phố Hà Nội

## 2.2. Thu thập và chuẩn bị dữ liệu

Ảnh vệ tinh Landsat 8-OLI là thế hệ ảnh Landsat-8 mới nhất, được vận hành bởi Cục Khảo sát địa chất Hoa Kỳ với độ phân giải không gian của kênh phổ điện từ (0,43-2,3  $\mu\text{m}$ ) là 30 m, độ phân giải không gian với kênh hồng ngoại nhiệt (10,6-12,5  $\mu\text{m}$ ) là 100 m. Hai cảnh ảnh với phiên hiệu hàng cột lần lượt là 127/045 và 127/046 của khu vực Hà Nội ngày 14/09/2020 được tải xuống từ trang web <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Dữ liệu sử dụng để kiểm chứng kết quả tính toán nhiệt độ bề mặt từ ảnh Landsat8-OLI là dữ liệu nhiệt độ đo tại trạm khí tượng Nội Bài (21,15°N; 105,79°E) với thời điểm đo trùng với thời điểm chụp ảnh của vệ tinh. Ngoài ra, sản phẩm nhiệt độ mặt đất MOD11A2 độ phân giải 1 km của vệ tinh MODIS Terra cũng được sử dụng để so sánh với giá trị nhiệt độ bề mặt thu được.

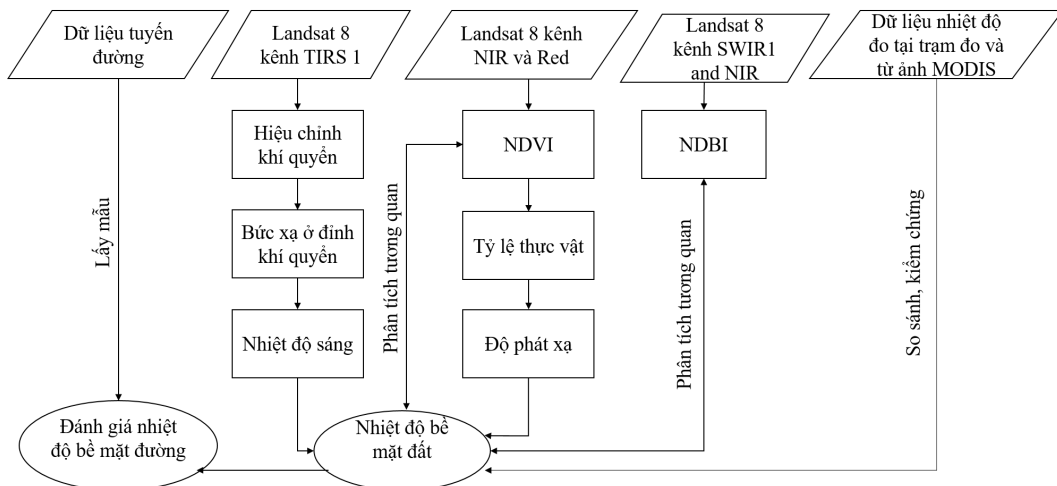
Dữ liệu các tuyến đường (Bảng 1) được thu thập từ website <https://opendevlopmentmekong.net> và <https://www.openstreetmap.org> để thực hiện tạo lớp điểm mẫu ngẫu nhiên trên các tuyến với mật độ điểm từ 1-2 km.

Bảng 1. Thông tin một số tuyến đường trên địa bàn Hà Nội sử dụng trong nghiên cứu

Tuyến đường	Chiều dài (km)	Loại đường	Cấp đường
Giáp Bát – Đông Anh	26,40	Đường sắt	Cấp tỉnh
Hà Nội – Lạng Sơn	7,70	Đường sắt	Cấp quốc gia
Hà Nội – Lào Cai	25,52	Đường sắt	Cấp quốc gia
Quốc lộ 1A	53,50	Đường chính	Cấp quốc gia
Quốc lộ 2A	13,80	Đường chính	Cấp quốc gia
Quốc lộ 3	32,66	Đường chính	Cấp quốc gia
Quốc lộ 32	54,00	Đường chính	Cấp quốc gia
Quốc lộ 6	25,39	Đường chính	Cấp quốc gia
Quốc lộ 21B	39,60	Đường chính	Cấp quốc gia
Hà Nội – Hải Phòng	11,73	Đường sắt	Cấp quốc gia

### 2.3. Phương pháp thực hiện

Nhiệt độ bề mặt trên khu vực nghiên cứu được xác định từ giá trị nhiệt độ sáng và độ phát xạ tại từng điểm ảnh (Hình 2). Nghiên cứu này sử dụng các kênh phổ, bao gồm kênh 4, kênh 5, kênh 6 và kênh 10 của dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat8-OLI đã thu thập để tiến hành xây dựng các sản phẩm về nhiệt độ sáng, độ phát xạ, chỉ số NDVI và chỉ số NDBI. Trước khi đưa vào tính toán, phương pháp hiệu chỉnh khí quyển FLASSH được sử dụng để loại bỏ các ảnh hưởng của khí quyển đến chất lượng ảnh vệ tinh [18]. Dữ liệu không gian của các tuyến đường như thống kê trong Bảng 2 được sử dụng để tạo tập hợp các điểm mẫu nhằm thu hồi giá trị nhiệt độ bề mặt theo dọc tuyến đường.



Hình 2. Sơ đồ nghiên cứu

Bảng 2. Phân loại lớp phủ thực vật và giá trị NDVI [11, 12]

Phân loại lớp phủ	Mô tả	Giá trị NDVI
Không có lớp phủ thực vật	Diện tích đất cần, diện tích xây dựng, hệ thống đường, mặt nước	(-1) - 0,199
Mật độ thực vật thấp	Cây bụi và cỏ	0,200 - 0,500
Mật độ thực vật cao	Rừng đô thị nhiệt đới và ôn đới	0,501 - 1

a. Tính giá trị độ bức xạ và giá trị phản xạ tại đỉnh khí quyển

Sau khi được hiệu chỉnh khí quyển, các giá trị pixel của ảnh vệ tinh Landsat8-OLI là các giá trị số (Digital Number – DN), các giá trị này cần được chuyển về giá trị bức xạ và giá trị phản xạ ở tầng trên khí quyển bằng cách sử dụng các tham số cung cấp trong tệp siêu dữ liệu của ảnh [19]:

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

trong đó  $L_{\lambda}$  là giá trị bức xạ phổ tại ống kính của sensor;  $Q_{cal}$  là giá trị số trên ảnh (DN);  $M_L$  là giá trị Radiance\_Mult\_Band\_x;  $A_L$  là giá trị Radiance\_Add\_Band\_x (x là số thứ tự kênh phổ).

$$\rho_{\lambda'} = (M_{\rho} * Q_{cal} + A_{\rho}) / \cos(\theta_{sz}) \quad (2)$$

trong đó  $\rho_{\lambda'}$  là giá trị phản xạ phổ tại đỉnh khí quyển;  $M_{\rho}$  là giá trị Reflectance\_Mult\_Band\_x;  $A_{\rho}$  là giá trị Reflectance\_Add\_Band\_x (x là số thứ tự kênh phổ);  $Q_{cal}$  là giá trị số trên ảnh (DN);  $\cos(\theta_{sz})$  là góc thiên đỉnh của mặt trời.

b. Chỉ số khác biệt thực vật (NDVI) và chỉ số khác biệt xây dựng (NDBI)

Chỉ số NDVI được sử dụng để xác định mật độ phân bố của thảm thực vật trên bề mặt trái đất dựa trên nguyên lý phản xạ khác nhau với cùng đối tượng của bước sóng cận hồng ngoại và bước sóng đỏ [20, 21]. NDVI có giá trị trong ngưỡng từ -1 đến +1 tương ứng với các giá trị mật độ phủ khác nhau của thực vật trên bề mặt. Chỉ số NDVI được xác định theo công thức sau [22]:

$$NDVI = \frac{\rho_{Nir} - \rho_{Red}}{\rho_{Nir} + \rho_{Red}} \quad (3)$$

trong đó  $\rho_{Nir}$  và  $\rho_{Red}$  lần lượt là các giá trị phản xạ của bước sóng cận hồng ngoại (kênh 5) và bước sóng đỏ (kênh 4) đã được tính ở công thức (2).

Tương tự nguyên lý xây dựng chỉ số NDVI, chỉ số NDBI được thành lập và sử dụng như một công cụ hữu hiệu để phân tích các khu vực có diện tích xây dựng [23]. Giá trị của NDBI nằm trong ngưỡng từ -1 đến +1. Những khu vực có diện tích xây dựng thường có giá trị NDBI cao, khu vực là diện tích thực vật có giá trị NDBI thấp và các khu vực mặt nước thường có giá trị NDBI âm. Chỉ số NDBI được xác định theo công thức [23]:

$$NDBI = \frac{\rho_{SW1} - \rho_{Nir}}{\rho_{SW1} + \rho_{Nir}} \quad (4)$$

trong đó  $\rho_{SW1}$  và  $\rho_{Nir}$  lần lượt là các giá trị phản xạ của bước sóng hồng ngoại trung bình (kênh 6) và cận hồng ngoại (kênh 5) được tính ở công thức (2).

c. Thu hồi nhiệt độ bề mặt (LST)

Giá trị nhiệt độ bề mặt là hàm phụ thuộc vào giá trị của nhiệt độ sáng (Brightness Temperature) và phát xạ bề mặt ( $\epsilon$ ). Quá trình thu hồi các giá trị nhiệt độ bề mặt được thực hiện theo các bước sau:

Bước 1. Kết quả giá trị bức xạ tại kênh phổ hồng ngoại nhiệt (TIRS1) được sử dụng để chuyển đổi sang giá trị nhiệt độ sáng:

$$BT = \frac{K_2}{\ln\left[\left(\frac{K_1}{L_\lambda}\right) + 1\right]} \quad (5)$$

trong đó BT là giá trị nhiệt độ sáng;  $L_\lambda$  là giá trị bức xạ phổ;  $K_1, K_2$  là các hằng số  $K1\_constant\_band\_x$  và  $K2\_constant\_band\_x$  ( $x$  là số thứ tự của kênh phổ) theo thứ tự trong tệp siêu dữ liệu.

Bước 2. Sử dụng kết quả tính chỉ số NDVI để tính tỷ lệ thực vật ( $P_v$ ) và hệ số phát xạ bề mặt ( $\epsilon$ ) [16]:

$$P_v = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \quad (6)$$

$$\epsilon = 0,004 * P_v + 0,986 \quad (7)$$

trong đó  $NDVI$  là giá trị chỉ số NDVI của pixel tính toán;  $NDVI_{max}$  là giá trị chỉ số NDVI lớn nhất của khu vực nghiên cứu, đại diện cho pixel thực vật;  $NDVI_{min}$  là giá trị chỉ số NDVI nhỏ nhất của khu vực nghiên cứu, đại diện cho pixel đất;

Bước 3. Tính nhiệt độ bề mặt (LST) [16]:

$$LST = \frac{BT}{\left\{1 + \left[\left(\frac{\lambda\delta BT}{hc}\right) \ln \epsilon\right]\right\}} \quad (8)$$

trong đó  $\lambda$  là giá trị bước sóng sử dụng (10,9 mm cho dải 10 trong dữ liệu Landsat 8-OLI);  $\sigma$  là hằng số Boltzmann ( $1,38 \times 10^{-23}$  J / K);  $h$  là hằng số Plank ( $6,626 \times 10^{-34}$  Js);  $c$  là vận tốc của ánh sáng trong chân không ( $2,998 \times 10^8$  m / giây) và  $\epsilon$  là độ phát xạ.

d. Phương pháp thống kê và trích xuất dữ liệu LST

Nghiên cứu sử dụng phương pháp đánh giá tương quan để phân tích mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt LST và các chỉ số NDVI, NDBI. Ngoài ra, dựa vào các ngưỡng giá trị NDVI đại diện cho các bề mặt lớp phủ khác nhau ở Bảng 2 để xác định liên hệ giữa lớp phủ và sự gia tăng nhiệt. Hệ số tương quan (Correlation coefficient - R) được sử dụng để đánh giá mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và các chỉ số NDVI, NDBI.

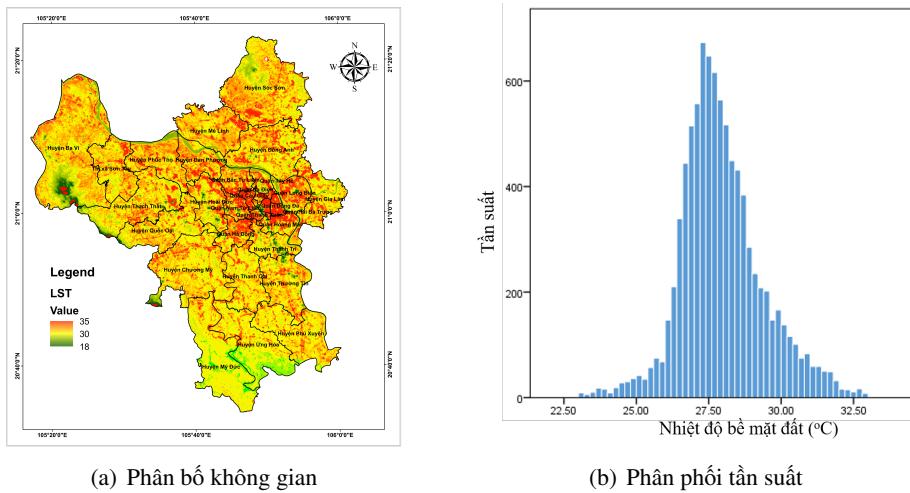
Các điểm mẫu trên các tuyến đường được gán các giá trị LST, NDVI, NDBI tương ứng với vị trí không gian bằng cách sử dụng một số thao tác phân tích không gian trong phần mềm ArcMap10.3. Dữ liệu sau khi trích xuất được sử dụng để phân tích nhiệt độ bề mặt các tuyến đường giao thông trong khu vực nghiên cứu.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Đánh giá kết quả và phân bố không gian của LST trên khu vực nghiên cứu

Sự phân bố không gian và phân phối tần suất của giá trị nhiệt độ bề mặt LST trên khu vực thành phố Hà Nội vào ngày 14 tháng 09 năm 2020 được thể hiện trong Hình 3. Trong đó, các quận trung tâm và các quận ngoại thành phía Bắc có nhiệt độ bề mặt trung bình cao hơn so với các quận còn lại.

Ngoài ra, mức giá trị nhiệt độ bề mặt thành phố Hà Nội tại thời điểm nghiên cứu có nhiệt độ thấp nhất là 23,01 °C, nhiệt độ cao nhất là 33 °C (Bảng 3). Phần lớn giá trị nhiệt độ xuất hiện dao động trong khoảng từ 26-29 °C (Hình 3(b)). Dựa vào Hình 3(a), những khu vực có nhiệt độ bề mặt cao tập trung tại các quận nội thành có mật độ xây dựng cao và dân số đông như quận Thanh Xuân, Đống Đa, Hai Bà Trưng, Cầu Giấy, Hoàn Kiếm trong khi các khu vực ngoại thành có nền nhiệt thấp hơn. Phần lớn diện tích những quận nội thành này có nhiệt độ bề mặt tại thời điểm nghiên cứu là trên 30 °C, lớn hơn nhiệt độ trung bình ước tính 27,96 °C của toàn thành phố từ 2-3 °C.



Hình 3. Bản đồ phân bố không gian và biểu đồ phân phối tuần suất của giá trị nhiệt độ bề mặt (LST) tại thành phố Hà Nội

Bảng 3. Mô tả thống kê của LST, giá trị NDVI và giá trị NDBI trên khu vực thành phố Hà Nội ngày 14/09/2020

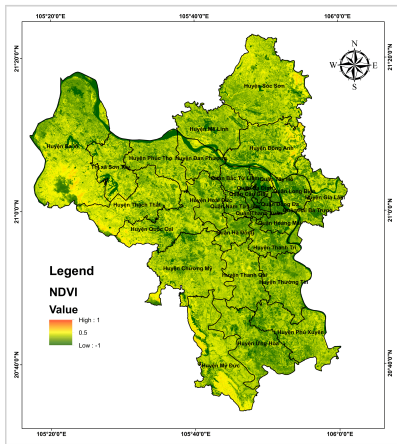
	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn
LST (°C)	23,01	33,00	27,96	1,37
NDVI	-0,13	0,61	0,30	0,13
NDBI	-0,40	0,10	-0,16	0,09

Để kiểm chứng kết quả nhiệt độ bề mặt thu từ ảnh Landsat8-OLI và trạm đo mặt đất, giá trị nhiệt độ tại điểm ảnh tương ứng với tọa độ của trạm đo được trích xuất. Kết quả cho thấy, nhiệt độ tại điểm ảnh là 26,58 °C khá tương đồng với kết quả đo tại trạm mặt đất là 26,11 °C, với sự chênh lệch nhiệt độ là 0,47 °C. Trường hợp so sánh với sản phẩm nhiệt độ bề mặt MOD11A2 thông qua các điểm ảnh tương đương, nhiệt độ trung bình thu được của dữ liệu ảnh MODIS là 26,85±2,35 °C trong khi với ảnh Landsat8-OLI nhiệt độ là 27,22±1,65 °C. Kết quả cho thấy độ lệch của giá trị trung bình giữa dữ liệu ảnh Landsat8-OLI và MODIS ở mức 0,37 °C và kết quả từ ảnh Landsat8-OLI có độ phân tán nhỏ hơn.

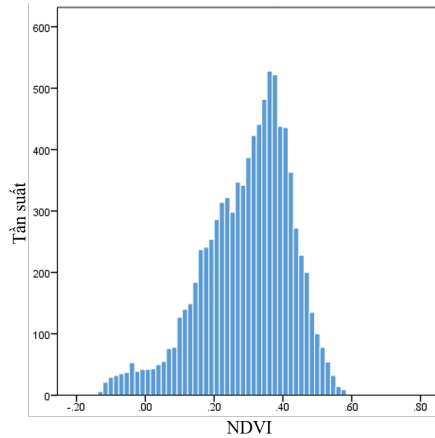
### 3.2. Phân bố không gian của giá trị NDVI, NDBI

Dựa vào Hình 4(a) và Hình 4(c), tại các quận trung tâm chỉ số NDVI có giá trị thấp (< 0,2) trong khi chỉ số NDBI có giá trị cao (> 0,5). Các quận khu vực ngoại thành có xu hướng ngược lại. Các giá

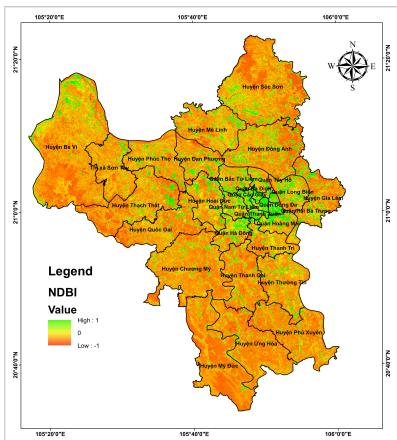
trị này đặc trưng cho từng loại hình lớp phủ bề mặt. Nhìn chung, có thể thấy rằng phân bố không gian của giá trị LST có quan hệ đồng biến với chỉ số NDBI và nghịch biến với NDVI. Ngưỡng giá trị của NDVI trên toàn bộ khu vực thành phố Hà Nội dao động  $-0,13$  đến  $0,61$ , giá trị trung bình là  $0,3$  và các giá trị chủ yếu tập trung trong ngưỡng từ  $0,17$  đến  $0,42$  thể hiện rằng tổng thể khu vực nghiên cứu có mật độ thực vật thấp. Chỉ số NDBI dao động từ  $-0,4$  đến  $0,1$ , giá trị trung bình là  $-0,16$  với các giá trị chủ yếu phân bố trong ngưỡng  $-0,25$  đến  $-0,5$  (Bảng 3).



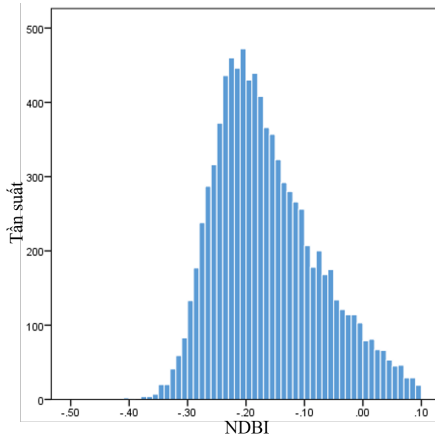
(a) Phân bố không gian của NDVI



(b) Phân phối tần suất của NDVI



(c) Phân bố không gian của NDBI



(d) Phân phối tần suất của NDBI

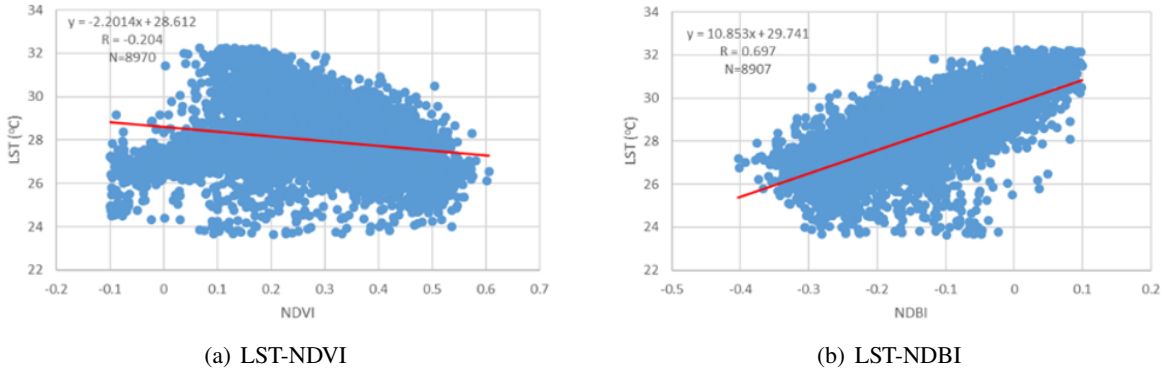
Hình 4. Phân bố không gian và phân phối tần suất của giá trị NDVI, NDBI trên khu vực nghiên cứu

### 3.3. Đánh giá tương quan giữa nhiệt độ bề mặt và giá trị NDVI, NDBI

Trong khi bản đồ phân bố không gian giá trị nhiệt độ bề mặt (LST) cho thấy nhiệt độ bề mặt tương quan với chỉ số NDVI và NDBI thì biểu đồ phân tán trong Hình 5 thể hiện rằng giữa LST và NDVI có độ tương quan thấp với  $R = -0,204$ , giữa LST và NDBI có tương quan cao với  $R = 0,697$ . Dựa vào Hình 5(b), chỉ số NDBI có mối quan hệ đồng biến với LST trên toàn bộ mô hình. Ngược lại, mối quan hệ giữa NDVI và LST có phân hóa về độ dốc tại vị trí NDVI khoảng từ  $0,1$  đến  $0,2$  (Hình 5(a)). Các giá trị nhỏ hơn giá trị này có mối quan hệ đồng biến với LST trong khi giữa NDVI và LST có mối



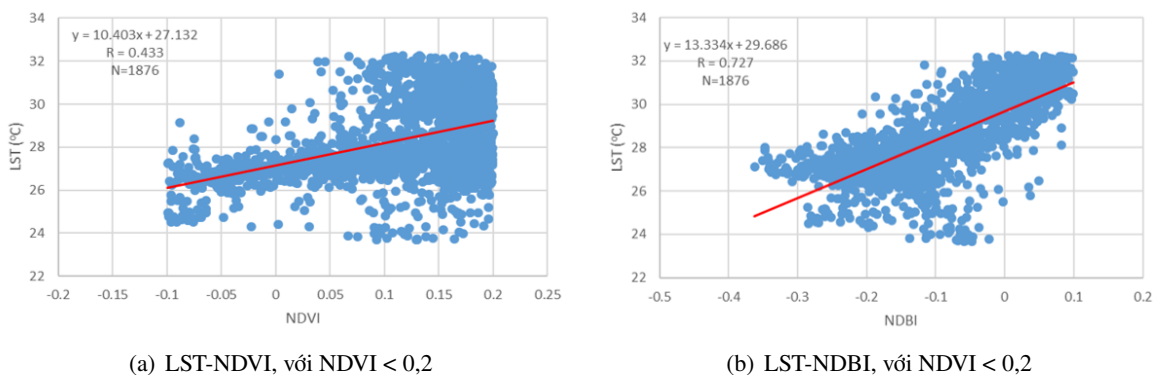
quan hệ nghịch biến nếu xét chung cả mô hình. Vấn đề này được giải thích bởi ngưỡng giá trị NDVI < 0 bao gồm cả diện tích lớp phủ mặt nước, trong quá trình hấp thụ nhiệt thì nước trong ao hồ thường có nhiệt độ bề mặt thấp hơn các vùng đất ngập nước, dẫn đến khu vực này tồn tại cả bề mặt có nhiệt độ thấp lẫn nhiệt độ cao và khi độ dày lớp thực vật tại vùng đất ngập nước tăng lên dẫn đến nhiệt độ tăng [24].

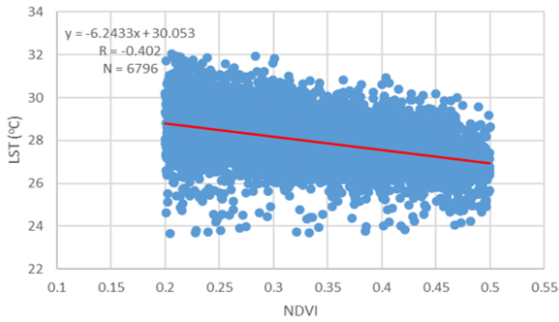


Hình 5. Biểu đồ quan hệ giữa LST và chỉ số NDVI, NDBI trên khu vực thành phố Hà Nội ngày 14/09/2020

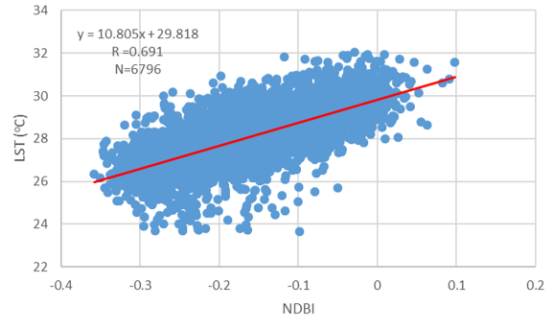
Từ các biểu đồ phân tán ở Hình 6, có thể nhận thấy rằng sau khi phân loại ngưỡng NDVI thì hệ số tương quan của LST và NDVI được cải thiện với  $R = -0,204$  cho mô hình tổng và  $R = 0,433$ ,  $R = -0,402$  lần lượt với ngưỡng NDVI < 0,2 và  $0,2 \leq NDVI \leq 0,5$  ( $R < 0$  là mối quan hệ nghịch biến,  $R > 0$  là mối quan hệ đồng biến). Cũng ở hai ngưỡng giá trị này, mối quan hệ giữa LST và NDBI có sự ổn định với hệ số tương quan  $R = 0,697$  với mô hình tổng và  $R = 0,727$ ,  $R = 0,691$  theo thứ tự. Tại ngưỡng giá trị NDVI > 0,5, mối quan hệ giữa LST và NDVI, NDBI đều cho giá trị tương quan thấp. Giá trị chỉ số NDBI nằm trong khoảng từ -0,36 đến 0,10 đối với khu vực không có lớp phủ thực vật và mật độ thực vật thấp, nằm trong khoảng từ -0,40 đến -0,15 đối với khu vực có mật độ thực vật cao (Hình 6).

Dựa vào các biểu đồ quan hệ trên, có thể nhận thấy rằng tại hầu hết các bề mặt lớp phủ diện tích xây dựng tăng lên sẽ làm gia tăng nhiệt độ bề mặt trong khi các diện tích có mức phủ thực vật trung bình việc tăng mật độ thực vật sẽ làm nhiệt độ bề mặt giảm. Mối quan hệ giữa LST và NDBI có tương quan cao hơn so sánh với mối quan hệ giữa LST và NDVI. Qua đó cho thấy chỉ số NDBI có tiềm năng sử dụng để ước tính giá trị LST mà ít bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi lớp phủ.

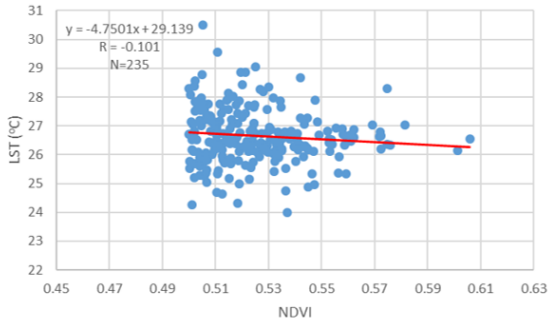




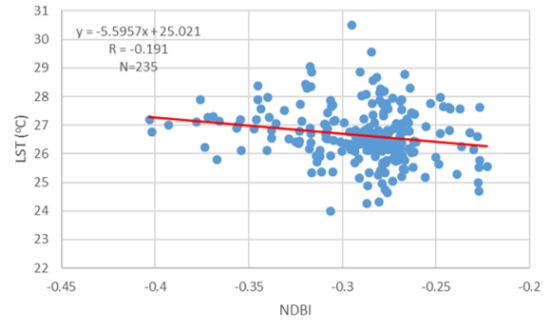
(c) LST-NDVI, với  $0,2 < NDVI < 0,5$



(d) LST-NDBI, với  $0,2 < NDVI < 0,5$



(e) LST-NDVI, với  $NDVI > 0,5$



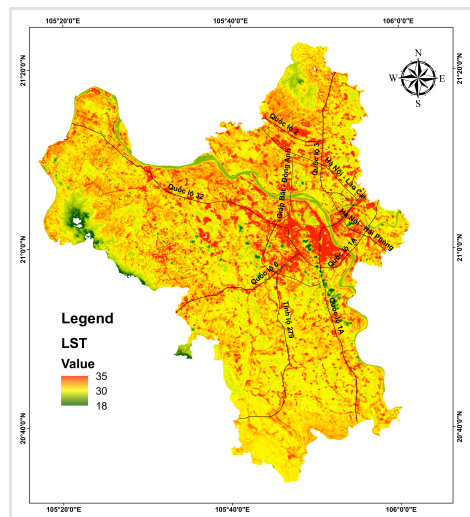
(f) LST-NDBI, với  $NDVI > 0,5$

Hình 6. Biểu đồ quan hệ giữa LST và NDVI, NDBI với các ngưỡng giá trị NDVI đặc trưng từng loại lớp phủ

### 3.4. Đánh giá nhiệt độ bề mặt trên một số tuyến đường của thành phố Hà Nội

Hình 7 thể hiện rằng, ngoại trừ các vị trí đi qua khu vực các quận trung tâm hoặc các khu dân cư thì hầu hết các vị trí tuyến đều có nhiệt độ cao hơn các khu vực xung quanh. Điển hình tại các tuyến quốc lộ 6, quốc lộ 32, quốc lộ 21B, quốc lộ 1A. Thống kê nhiệt độ bề mặt tại Bảng 4 cho thấy tất cả các tuyến đường đều có giá trị nhiệt độ cao hơn nhiệt độ trung bình của toàn thành phố trong ngày là  $27,96^{\circ}\text{C}$ . Giá trị trung bình nằm trong khoảng từ  $28,84^{\circ}\text{C}$  (Giáp Bát – Đông Anh) đến  $30,35^{\circ}\text{C}$  (Quốc lộ 2A).

Nhìn chung, nhiệt độ bề mặt trên các tuyến đường giao thông đều cao hơn nhiệt độ trung bình toàn thành phố, dao động khoảng từ  $0,9$  đến  $1,1^{\circ}\text{C}$  đối với các tuyến đường sắt và khoảng từ  $1,5$  đến  $2,5^{\circ}\text{C}$  đối với các tuyến đường bộ. Nghiên cứu chỉ ra rằng giá trị trung bình các chỉ số tại các tuyến đường trên địa bàn là  $0,228 \pm 0,112$  và  $-0,09 \pm 0,105$  lần lượt tương ứng với giá trị NDVI



Hình 7. Phân bố không gian của nhiệt độ bề mặt tại một số tuyến đường trên khu vực thành phố Hà Nội ngày 14/09/2020

và NDBI. Tại những khu vực có chỉ số NDVI thấp, chất liệu mặt đường của các tuyến đường chính thường làm cho chỉ số NDBI cao hơn các tuyến đường sắt dẫn đến nhiệt độ bề mặt cao hơn.

Bảng 4. Bảng thống kê nhiệt độ (°C) bề mặt tại một số tuyến đường trên khu vực thành phố Hà Nội ngày 14/09/2020

Tuyến đường	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Loại đường
Giáp Bát – Đông Anh	26,05	33,70	28,84	2,06	Đường sắt
Hà Nội – Lạng Sơn	26,26	30,43	28,97	1,61	Đường sắt
Hà Nội – Lào Cai	26,64	33,95	28,88	2,11	Đường sắt
Quốc lộ 1A	26,10	33,25	29,79	1,49	Đường chính
Quốc lộ 2A	27,28	32,75	30,35	1,76	Đường chính
Quốc lộ 3	27,34	32,43	29,98	1,33	Đường chính
Quốc lộ 32	26,18	32,84	29,92	1,61	Đường chính
Quốc lộ 6	27,34	32,29	29,88	1,28	Đường chính
Quốc lộ 21B	26,71	32,32	29,52	1,52	Đường chính
Hà Nội – Hải Phòng	26,41	31,55	28,87	0,47	Đường sắt

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã sử dụng ảnh vệ tinh Landsat8-OLI để xây dựng bản đồ phân bố không gian nhiệt độ bề mặt và đánh giá mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt với các chỉ số NDVI, NDBI trên khu vực nghiên cứu. Sau đó, các giá trị NDVI được chia thành ba ngưỡng tương ứng với các loại lớp phủ đặc trưng để thảo luận ảnh hưởng của từng loại lớp phủ đến nhiệt độ bề mặt thông qua các mô hình tương quan. Nhiệt độ bề mặt tại các điểm trên một số tuyến đường của thành phố Hà Nội cũng đã được trích xuất để đánh giá. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng, nhiệt độ tại các khu vực trung tâm nơi có dân số đông và mật độ xây dựng cao có xu hướng cao hơn từ 2-3 °C so với các khu vực xung quanh. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng cho thấy nhiệt độ bề mặt tại các tuyến đường cao hơn khi so sánh với khu vực xung quanh ngoại trừ các vị trí đi qua khu vực các quận trung tâm hoặc các khu dân cư, điều này là do tỷ lệ hấp thụ bức xạ mặt trời cao của các vật liệu tối màu như bề mặt đường. Nhìn chung, các tuyến đường giao thông góp phần làm tăng nhiệt độ bề mặt toàn thành phố và các khu vực có đường giao thông đi qua. Nhiệt độ bề mặt trên các tuyến giao thông đều cao hơn nhiệt độ trung bình toàn thành phố (27,96 °C) với khoảng từ 0,9 đến 1,1 °C đối với các tuyến đường sắt và khoảng từ 1,5 đến 2,5 °C đối với các tuyến đường bộ.

Kết quả cho thấy phân bố không gian của LST có xu hướng đồng biến với chỉ số NDBI và nghịch biến với NDVI. Đối với các ngưỡng giá trị NDVI, mối quan hệ giữa LST và NDBI cho hệ số tương quan cao và ổn định với  $R = 0,697$ ,  $R = 0,727$ ,  $R = 0,691$  lần lượt cho mô hình tổng,  $NDVI < 0,2$ , và  $0,2 \leq NDVI \leq 0,5$ . Trong khi đó, mối quan hệ giữa LST và NDVI đều ở mức tương quan trung bình với  $R = -0,204$ ,  $R = 0,433$ ,  $R = -0,402$  cho mô hình tổng,  $NDVI < 0,2$ , và  $0,2 \leq NDVI \leq 0,5$  theo thứ tự. Nhìn chung, mối quan hệ giữa LST và NDBI có tương quan cao hơn khi so sánh với mối quan hệ giữa LST và NDVI. Chỉ số NDBI có tiềm năng sử dụng để ước tính giá trị LST mà ít bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi lớp phủ.

Phương pháp sử dụng trong nghiên cứu cho thấy ưu điểm là có thể tính toán trên quy mô rộng, dữ liệu miễn phí và thời gian tính toán nhanh. Tuy nhiên, ảnh viễn thám quang học bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường và độ che phủ của mây. Độ phân giải thời gian của ảnh Landsat8 là 16 ngày nên sẽ

gặp khó khăn khi đưa ra các đánh giá theo ngày. Về mặt ý nghĩa khoa học, nghiên cứu đã ứng dụng ảnh viễn thám để đánh giá tác động của sự thay đổi lớp phủ đến LST cũng như phân bố không gian của giá trị LST trên các tuyến đường và ở các loại lớp phủ khác nhau của khu vực nghiên cứu. Về ý nghĩa thực tiễn, nghiên cứu góp phần làm rõ một số tác nhân gây ra sự gia tăng nhiệt độ bề mặt tại khu vực đô thị.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Aizebeokhai, A. P. (2009). [Global warming and climate change: Realities, uncertainties and measures](#). *International Journal of Physical Sciences*, 4(13):868–879.
- [2] Tuấn, P. Đ., Thái, T. H., Dũng, B. Q., Nga, Đ. T. (2017). *Giáo trình Biến đổi Khí hậu*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
- [3] Chen, Y.-C., Chiu, H.-W., Su, Y.-F., Wu, Y.-C., Cheng, K.-S. (2017). [Does urbanization increase diurnal land surface temperature variation? Evidence and implications](#). *Landscape and Urban Planning*, 157: 247–258.
- [4] Vân, T. T., Lan, H. T., Trung, L. V. (2011). [Nghiên cứu thay đổi nhiệt độ bề mặt đô thị dưới tác động của quá trình đô thị hóa ở thành phố Hồ Chí Minh bằng phương pháp viễn thám](#). *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 33(3):347–359.
- [5] Bühlmann, E., van Blokland, G. (2014). Temperature effects on tyre/road-noise—A review of empirical research. *Proceedings of Forum Acusticum*.
- [6] Ainiwaer, M., Ding, J., Kasim, N., Wang, J., Wang, J. (2019). [Regional scale soil moisture content estimation based on multi-source remote sensing parameters](#). *International Journal of Remote Sensing*, 41(9):3346–3367.
- [7] Thuận, N. Đ., Vân, P. V. (2016). [Ứng dụng công nghệ viễn thám và hệ thống thông tin địa lý nghiên cứu thay đổi nhiệt độ bề mặt 12 quận nội thành, thành phố Hà Nội giai đoạn 2005 - 2015](#). *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 8(14):1319–1330.
- [8] Văn, N. P., Lợi, N. V., Đức, T. M., Thành, V. K. (2017). [Ứng dụng viễn thám để nghiên cứu sự thay đổi nhiệt độ bề mặt đất phục vụ công tác quản lý cháy rừng ở tỉnh Quảng Bình](#). *Tạp chí Khoa học đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, 126(3D):17–25.
- [9] Thơm, T. T., Quế, P. T. (2014). [Sử dụng tư liệu Viễn thám và GIS thành lập bản đồ lớp phủ rừng tỷ lệ 1/10.000](#). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*.
- [10] Hằng, H. T. (2016). [Ảnh viễn thám và một số kỹ thuật phân tích phổ biến hiện nay ở Việt Nam](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐHXDHN*, 10(4):63–67.
- [11] Hashim, H., Latif, Z. A., Adnan, N. A. (2019). [Urban vegetation classification with NDVI threshold value method with very high resolution \(VHR\) pleiades imagery](#). *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-4/W16:237–240.
- [12] Jeevalakshmi, D., Reddy, S. N., Manikiam, B. (2016). [Land cover classification based on NDVI using LANDSAT8 time series: A case study Tirupati region](#). *International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSPP)*, IEEE.
- [13] Jiménez-Munoz, J. C., Sobrino, J. A. (2010). [A Single-Channel Algorithm for Land-Surface Temperature Retrieval From ASTER Data](#). *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 7(1):176–179.
- [14] Qin, Z., Dall'Olmo, G., Karnieli, A., Berliner, P. (2001). [Derivation of split window algorithm and its sensitivity analysis for retrieving land surface temperature from NOAA-advanced very high resolution radiometer data](#). *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 106(D19):22655–22670.
- [15] Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., Paolini, L. (2004). [Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5](#). *Remote Sensing of Environment*, 90(4):434–440.
- [16] Avdan, U., Jovanovska, G. (2016). [Algorithm for Automated Mapping of Land Surface Temperature Using LANDSAT 8 Satellite Data](#). *Journal of Sensors*, 2016:1–8.
- [17] Tổng cục thống kê. *Dân số và lao động*. Truy cập ngày 15/04/2021.
- [18] Wang, D., Ma, R., Xue, K., Loiselle, S. (2019). [The Assessment of Landsat-8 OLI Atmospheric Correction Algorithms for Inland Waters](#). *Remote Sensing*, 11(2):169.

- [19] LSDS-1574 (2019). *Landsat 8 Data Users Handbook*. U.S. Geological Survey.
- [20] Pettorelli, N., Ryan, S., Mueller, T., Bunnefeld, N., Jedrzejewska, B., Lima, M., Kausrud, K. (2011). [The Normalized Difference Vegetation Index \(NDVI\): unforeseen successes in animal ecology](#). *Climate Research*, 46(1):15–27.
- [21] Eastman, J., Sangermano, F., Machado, E., Rogan, J., Anyamba, A. (2013). [Global Trends in Seasonality of Normalized Difference Vegetation Index \(NDVI\), 1982–2011](#). *Remote Sensing*, 5(10):4799–4818.
- [22] Jacquemart, M., Tiampo, K. (2021). [Leveraging time series analysis of radar coherence and normalized difference vegetation index ratios to characterize pre-failure activity of the Mud Creek landslide, California](#). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(2):629–642.
- [23] Zhou, Y., Yang, G., Wang, S., Wang, L., Wang, F., Liu, X. (2014). [A new index for mapping built-up and bare land areas from Landsat-8 OLI data](#). *Remote Sensing Letters*, 5(10):862–871.
- [24] Khảm, D. V., Quyền, N. H., Tâm, T. T., Dũng, L. T. (2014). [Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám đánh giá mức độ khắc nghiệt hạn hạn ở các tỉnh duyên hải miền trung](#). *Tạp chí Khí tượng thủy văn*, 638: 26–32.