



Nghiên cứu hiện tượng đảo nhiệt đô thị khu vực thành phố Hà Nội dựa trên dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat-9

Hoàng Thị Thủy¹, Trần Ánh Dương^{2*}, Đỗ Lan Phương³, Phạm Thị Hồng Minh³, Trịnh Khánh Hòa³, Trần Thị Nguyệt³

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất, phường Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, phường Phú Diễn, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

³Cục Viễn thám quốc gia, phường Minh Khai, Bắc Từ Liêm, Hà Nội

Email tác giả liên hệ: taduong@hunre.edu.vn

DOI: 10.5281/zenodo.14955111

Tóm tắt:

Hiện tượng đảo nhiệt đô thị (UHI - Urban Heat Island) là một vấn đề môi trường nghiêm trọng ảnh hưởng đến sức khỏe con người, chất lượng không khí, và điều kiện sống của cư dân đô thị. Nghiên cứu này sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat-9 để phân tích hiện tượng UHI khu vực Hà Nội tại một thời điểm trong mùa hè năm 2024. Dữ liệu nhiệt độ bề mặt trái đất (LST - Land Surface Temperature) từ Landsat-9 được xử lý để xác định mức độ và phạm vi của đảo nhiệt đô thị, đồng thời khảo sát mối quan hệ giữa các yếu tố như mật độ xây dựng, cây xanh và các loại sử dụng đất đối với sự hình thành UHI. Nghiên cứu đã chỉ ra mức độ chênh lệch nhiệt độ bề mặt lớn nhất giữa khu vực nhiều cây xanh và khu vực đông dân cư, nhà cửa là 7,2⁰C, trong khi đó, chênh lệch với khu vực khác là 2,7⁰C. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp cái nhìn sâu sắc về tác động của đô thị hóa đến môi trường khí hậu đô thị và đề xuất các giải pháp giảm thiểu hiệu ứng UHI tại Hà Nội.

Từ khóa: Nhiệt độ bề mặt LST, Đảo nhiệt đô thị UHI, Ảnh vệ tinh Landsat-9, Hà Nội

Ngày nhận bài: 02/12/2024 Ngày sửa lại: 10/01/2025 Ngày chấp nhận đăng: 12/01/2025 Ngày xuất bản: 28/02/2025

Research on the urban heat island phenomenon in Hanoi City based on Landsat-9 satellite imagery data.

Hoang Thi Thuy¹, Tran Anh Duong^{2*}, Do Lan Phuong³, Pham Thi Hong Minh³, Trinh Khanh Hoa³, Tran Thi Nguyet³

¹University of Mining and Geology, Ton Duc Thang Ward, Bac Tu Liem, Hanoi

²Hanoi University of Natural Resources and Environment, Phu Dien Ward, Bac Tu Liem, Hanoi

³Department of National Remote Sensing, Minh Khai Ward, Bac Tu Liem, Hanoi

Corresponding Author Email: taduong@hunre.edu.vn

Abstract:

The phenomenon of Urban Heat Island (UHI) is a serious environmental issue affecting human health, air quality, and the living conditions of urban residents. This study uses Landsat-9 satellite imagery data to analyze the UHI phenomenon in the Hanoi area during a point in the summer of 2024. The Land Surface Temperature (LST) data from Landsat-9 were processed to determine the extent and magnitude of the urban heat island, while also investigating the relationship between factors such as building density, greenery, and land use types on the formation of UHI. The study indicated that the largest surface temperature difference between areas with abundant greenery and densely populated, built-up areas is 7.2°C, while the difference with other areas is 2.7°C. The research findings will provide deep insights into the impact of urbanization on the urban climate environment and propose solutions to mitigate the UHI effect in Hanoi.

Keywords: Land Surface Temperature LST, Urban Heat Island UHI, Landsat-9 satellite image, Hanoi

Submission received: 02/12/2024

Revised: 10/01/2025

Accepted: 12/01/2025

Published: 28/02/2025

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng và sự gia tăng mật độ dân số, sự phát triển mở rộng của các khu vực dân cư, đô thị hiện nay đã khiến hiện tượng đảo nhiệt đô thị (UHI) đã trở thành một thách thức lớn đối với các thành phố lớn trên thế giới, bao gồm cả Hà Nội. UHI là hiện tượng khi các khu vực đô thị, với bề mặt bê tông, nhựa, và các công trình xây dựng dày đặc, hấp thụ và phát tán nhiệt vào ban ngày, gây ra nhiệt độ bề



mặt cao hơn so với các vùng nông thôn xung quanh. Điều này không chỉ làm tăng mức độ tiêu thụ năng lượng trong nhiều lĩnh vực của đời sống xã hội, nhất là mức độ tiêu hao năng lượng cho máy điều hòa, năng lượng cho các hệ thống quạt, hệ thống làm mát không khí... mà còn ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe cộng đồng.

Dự báo biến đổi khí hậu và sự gia tăng của nhiệt độ toàn cầu càng làm nổi bật tầm quan trọng của việc nghiên cứu và hiểu rõ hiện tượng UHI. Sử dụng công nghệ ảnh vệ tinh để nghiên cứu UHI đang trở thành một công cụ mạnh mẽ, giúp thu thập dữ liệu không gian, dữ liệu nhiệt độ bề mặt (LST) một cách rộng khắp và chi tiết.

Các nghiên cứu gần đây đã xem xét các đảo nhiệt đô thị và lớp phủ đất ở Hà Nội bằng cách sử dụng dữ liệu ảnh như MODIS, Landsat... Hầu hết các nghiên cứu phân loại ảnh vệ tinh đều xác định rằng các khu vực xây dựng tăng diện tích bao phủ hàng năm, trong khi đất trồng trọt và các vùng nước có xu hướng giảm diện tích bao phủ một cách rõ rệt [1], sự biến động các lớp phủ này cũng có thể có ảnh hưởng tới UHI [2], [3]. Các nghiên cứu tương tự cũng tìm thấy mối tương quan đáng kể đã giữa LST và diện tích bề mặt không thấm nước, đặc biệt là ở các khu vực đô thị mật độ cao [4]. Không gian xanh được chỉ ra là có vai trò quan trọng trong việc giảm nhiệt độ đô thị, với các khu vực có thảm thực vật có nhiệt độ thấp hơn 2-3°C so với các khu vực không có thảm thực vật vào mùa hè [5]. Phân tích dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat chứng minh rằng việc tăng Chỉ số xây dựng chênh lệch chuẩn hóa (NDBI) dẫn đến nhiệt độ bề mặt cao hơn trên các loại lớp phủ đất khác nhau, trong khi mối quan hệ giữa chỉ số thực vật chênh lệch chuẩn hóa (NDVI) và LST thay đổi tùy thuộc vào mật độ thảm thực vật [6]. Các nghiên cứu trên hầu hết là sử dụng ảnh vệ tinh Landsat-8 trước đây. Nghiên cứu này sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat-9, là dữ liệu mới được đưa vào sử dụng trong vài năm gần đây, nhằm phát hiện UHI sự phân bố nhiệt độ bề mặt tại các khu vực đô thị của thành phố Hà Nội, tìm hiểu mối quan hệ giữa UHI và các yếu tố như mật độ xây dựng, diện tích cây xanh, và các loại sử dụng đất. Các kết quả của nghiên cứu có thể sử dụng hiệu quả cho việc đưa ra các đề xuất để giảm thiểu tác động của UHI đối với môi trường và cộng đồng dân cư đô thị, góp phần quan trọng cho các chiến lược quy hoạch đô thị nhằm giảm thiểu hiệu ứng đảo nhiệt ở Hà Nội.

3. Phương pháp nghiên cứu

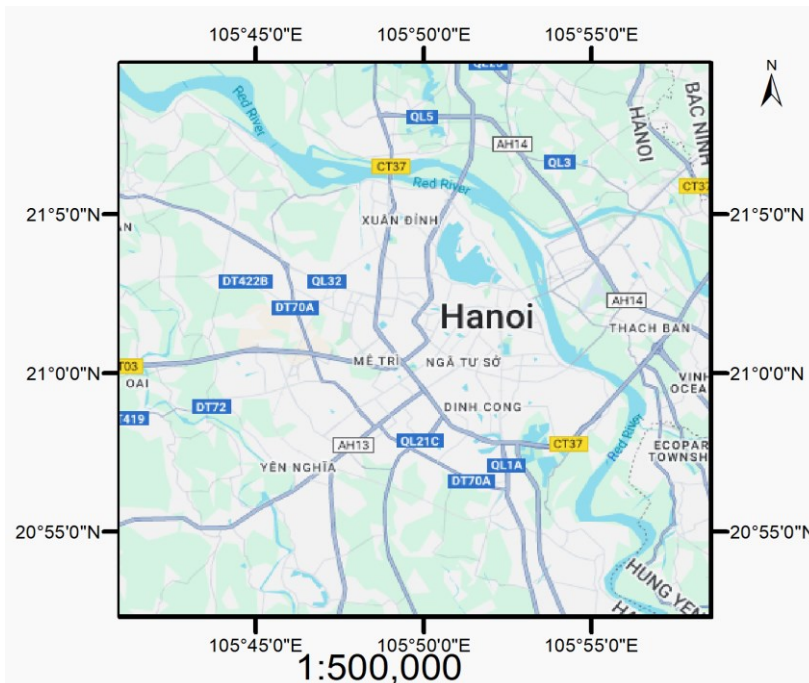
Dữ liệu vệ tinh Landsat-9 (với chỉ số nhiệt độ bề mặt trái đất, LST) được sử dụng để phân tích sự phân bố và mức độ của UHI tại Hà Nội. Landsat-9 cung cấp độ phân giải không gian cao, giúp theo dõi các biến động của nhiệt độ bề mặt trái đất trên diện rộng.

Việc nghiên cứu hiện tượng đảo nhiệt đô thị (UHI) tại thành phố Hà Nội trong năm 2024 của bài báo này được thực hiện với các phương pháp phân tích dữ liệu vệ tinh kết hợp với các kỹ thuật GIS (Geographic Information System). Dưới đây là mô tả chi tiết các bước trong phương pháp nghiên cứu.

2. Khu vực và dữ liệu nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Hà Nội nằm ở trung tâm đồng bằng sông Hồng, là một trong những đô thị có tốc độ phát triển kinh tế-xã hội và mở rộng không gian nhanh nhất Đông Nam Á. Với vị trí địa lý từ 20°53' đến 21°23' độ vĩ Bắc và 105°44' đến 106°02' độ kinh Đông, thành phố có địa hình tương đối bằng phẳng, xen kẽ hệ thống sông, hồ (sông Hồng, sông Nhuệ, hồ Tây, hồ Hoàn Kiếm) và vùng nông thôn ven đô. Khí hậu nhiệt đới gió mùa với mùa hè nóng ẩm (nhiệt độ trung bình 28–35°C) và mùa đông lạnh khô (15–20°C). Hệ thống sông, hồ chiếm ~10% diện tích, đóng vai trò điều hòa vi khí hậu. Tuy nhiên, quá trình đô thị hóa đã làm thu hẹp diện tích mặt nước không gian xanh một cách đáng kể trong những năm gần đây, thay thế các khu vực này là các khu đô thị, công trình bê tông hóa. Mật độ xây dựng dày đặc tại các quận trung tâm (Hoàn Kiếm, Đống Đa, Hai Bà Trưng) với tỷ lệ bề mặt thấm thấp (<10%) làm gia tăng khả năng hấp thụ và tích tụ nhiệt. Dân số tăng gấp đôi từ 3,4 triệu (2000) lên ~8,5 triệu (2023), kéo theo mở rộng đô thị ra các huyện ngoại thành (Gia Lâm, Đông Anh). Tốc độ đô thị hóa đạt 3,5%/năm, chuyển dịch đất nông nghiệp và thủy vực thành khu công nghiệp, nhà ở. Trung tâm công nghiệp, dịch vụ lớn với 40 khu công nghiệp và 7 triệu phương tiện giao thông (2023), phát thải nhiệt từ hoạt động sản xuất, xây dựng và giao thông góp phần trực tiếp vào UHI. Mạng lưới giao thông dày đặc (đường vành đai, cao tốc) và vật liệu xây dựng có hệ số hấp thụ nhiệt cao (bê tông, nhựa đường) làm trầm trọng thêm hiệu ứng tích nhiệt. Hà Nội trở thành điển hình nghiên cứu về mối quan hệ giữa phát triển kinh tế - xã hội và biến đổi môi trường, đặt ra yêu cầu cấp thiết về giải pháp quy hoạch đa chức năng, kết hợp giảm thiểu UHI và thích ứng với biến đổi khí hậu.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

2.2. Dữ liệu nghiên cứu



Landsat-9, được phóng vào ngày 27/09/2021, là vệ tinh quan sát Trái Đất mới nhất trong chương trình Landsat, kế thừa và nâng cấp từ Landsat-8. Với sứ mệnh cung cấp dữ liệu liên tục và chất lượng cao về bề mặt Trái Đất, Landsat-9 đã trở thành công cụ quan trọng trong nghiên cứu môi trường, đặc biệt là hiện tượng đảo nhiệt đô thị (UHI).

Cảm biến chính của Landsat-9:

OLI-2 (Operational Land Imager-2): Ghi nhận dữ liệu ở 9 dải phổ (từ khả kiến đến hồng ngoại gần - SWIR) với độ phân giải không gian 30m.

TIRS-2 (Thermal Infrared Sensor-2): Thu thập dữ liệu nhiệt ở 2 dải phổ (băng 10 và 11) với độ phân giải 100m, được nâng cấp để giảm nhiễu và cải thiện độ chính xác so với TIRS-1 trên Landsat-8. Dải nhiệt TIRS-2 được hiệu chỉnh tốt hơn, giảm sai số nhiệt độ xuống dưới 1°C so với Landsat-8.

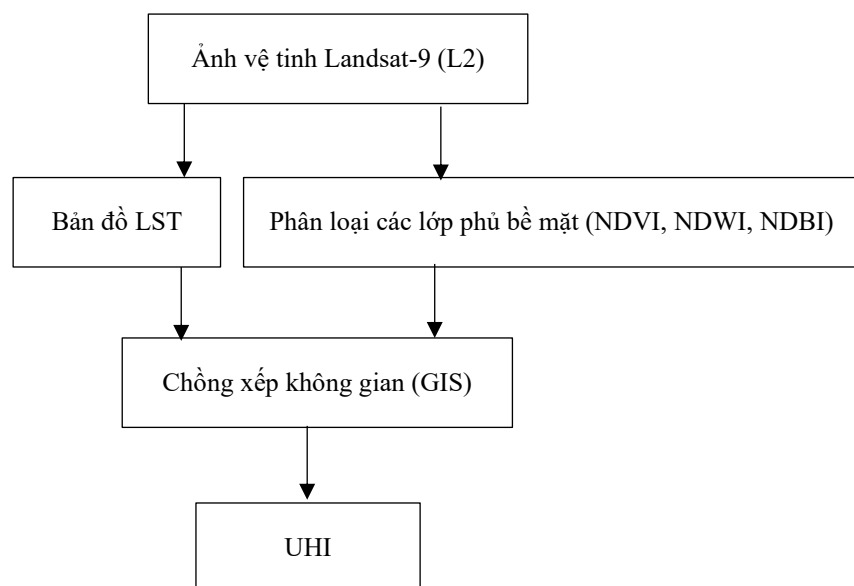
Độ phân giải thời gian: 16 ngày/lần, tương thích với chu kỳ quay của Landsat-8, cho phép thu thập dữ liệu 8 ngày/lần khi kết hợp cả hai vệ tinh.

Phạm vi bảo phủ thực địa: 185km x 185km cho mỗi cảnh ảnh, phù hợp với quy mô nghiên cứu tại các đô thị lớn như Hà Nội.

Dữ liệu Landsat-9 được cung cấp miễn phí, nghiên cứu này sử dụng dữ liệu Landsat-9 được tổng hợp trong mùa hè năm 2024 để phân loại lớp phủ và tính toán LST, UHI khu vực Hà Nội. Đây là dữ liệu ở mức L2 thu nhận và xử lý trên hệ thống mã nguồn mở Google Earth Engine (GEE) đã được hiệu chỉnh khí quyển.

3. Phương pháp nghiên cứu

Để đạt được các kết quả phân tích về UHI, trong nghiên cứu này sử dụng các phương pháp về xác định LST, phân loại các lớp phủ bề mặt (LULC). Từ hai kết quả trên, tính toán và phân tích các mối tương quan về UHI.



Hình 2. Sơ đồ tổng quan nghiên cứu

3.1. Xác định nhiệt độ bề mặt LST



Sử dụng dải nhiệt TIRS-2 (band 10) để xác định LST dựa trên phương pháp Single-Channel. Kết hợp với dải phổ OLI-2 để hiệu chỉnh độ phát xạ bề mặt dựa trên chỉ số NDVI. Chỉ số NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) từ dải phổ đỏ (Band 4 - Red) và hồng ngoại gần (Band 5 - NIR) giúp đánh giá mật độ thảm thực vật. Trước khi tiến hành phân tích, ảnh vệ tinh cần được xử lý để có được dữ liệu nhiệt độ bề mặt chính xác:

Hiệu chỉnh ảnh: Dữ liệu vệ tinh cần được hiệu chỉnh radiometric (sửa lỗi do nhiễu và điều chỉnh ánh sáng) để chuẩn hóa các giá trị độ sáng từ ảnh vệ tinh.

Tính toán LST: Các giá trị nhiệt độ LST sẽ được tính toán từ kênh nhiệt (band 10) của ảnh vệ tinh Landsat-9. Công thức chuyển đổi từ giá trị cảm biến (digital number) sang nhiệt độ bề mặt được áp dụng là [7], [8]:

$$LST = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{DN} + 1\right)} - 273,15 \quad (1)$$

Trong đó:

K_1 và K_2 là các hằng số được xác định từ thông số của ảnh vệ tinh,

DN là giá trị cảm biến đo được từ ảnh vệ tinh, và nhiệt độ được tính bằng độ Celsius.

Hiệu chỉnh khí quyển: Để tránh ảnh hưởng của các yếu tố khí quyển (như mây và hơi nước), các ảnh được hiệu chỉnh bằng các thuật toán khí quyển dựa trên các mô hình toán học.

3.2. Phân loại các lớp phủ bề mặt (LULC)

Sau khi có được nhiệt độ bề mặt (LST) của khu vực nghiên cứu, các bước phân tích tiếp theo là phân loại các lớp phủ bề mặt. Nghiên cứu này sử dụng thuật toán SVM trên hệ thống mã nguồn mở GEE để phân loại dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat-9. Sau phân loại sẽ thu nhận 4 lớp phủ: khu vực đô thị, khu vực cây xanh, khu vực mặt nước, và khu vực đất trống. Phân loại này giúp xác định rõ ràng các khu vực có đặc điểm khác nhau và phân tích mức độ ảnh hưởng của các yếu tố này đến hiện tượng UHI. Để phân tích và đánh giá hiện tượng đảo nhiệt đô thị tại thành phố Hà Nội, việc phân loại lớp phủ đất là một bước quan trọng. Phân loại lớp phủ đất giúp xác định các khu vực có đặc điểm khác nhau, từ đó phân tích mối quan hệ giữa lớp phủ và sự hình thành đảo nhiệt. Phương pháp phân loại lớp phủ trong nghiên cứu này sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat-9 kết hợp với các kỹ thuật GIS để tạo ra các bản đồ phân loại lớp phủ chính xác.

3.2.1. Phân loại các lớp phủ

Phương pháp phân loại lớp phủ sử dụng các chỉ số NDVI, NDBI và NDWI từ ảnh Landsat 9. Ảnh vệ tinh Landsat 9 (Collection 2, Level 2) được sử dụng để phân tích lớp phủ. Dữ liệu này đã được tiền xử lý, bao gồm hiệu chỉnh khí quyển và chuyển đổi giá trị reflectance thành giá trị phản xạ bề mặt (Surface Reflectance - SR). Các band quang học (SR_B2 đến SR_B7) và band nhiệt (ST_B10) được sử dụng để tính toán các chỉ số và phân loại lớp phủ. Các chỉ số phổ được tính toán để phân biệt các lớp phủ khác nhau:

Chỉ số Thực vật Khác biệt Chuẩn hóa (NDVI):



$$NDVI = \frac{SR_{B5} - SR_{B4}}{SR_{B4} + SR_{B5}} \quad (2)$$

NDVI được sử dụng để xác định khu vực có thảm thực vật. Giá trị NDVI cao (> 0.3) thường tương ứng với các khu vực cây xanh [9].

Chỉ số Xây dựng Khác biệt Chuẩn hóa (NDBI):

$$NDBI = \frac{SR_{B6} - SR_{B5}}{SR_{B6} + SR_{B5}} \quad (3)$$

NDBI được sử dụng để xác định các khu vực đô thị và xây dựng. Giá trị NDBI cao (> 0.1) thường tương ứng với các khu vực đô thị [10].

Chỉ số Nước Khác biệt Chuẩn hóa (NDWI):

$$NDWI = \frac{SR_{B3} - SR_{B5}}{SR_{B3} + SR_{B5}} \quad (4)$$

NDWI được sử dụng để xác định các khu vực mặt nước. Giá trị NDWI cao (> 0.2) thường tương ứng với các khu vực mặt nước [11].

Các ngưỡng giá trị của NDVI, NDBI và NDWI được sử dụng để phân loại 4 lớp phủ chính: Mặt nước: NDWI > 0.2; Cây xanh: NDVI > 0.3; Đô thị: NDBI > 0.1; Các lớp phủ khác: Các khu vực không thuộc ba lớp trên.

3.2.2. Đánh giá độ chính xác phân loại

Đánh giá độ chính xác sau khi phân loại các lớp phủ: được thực hiện nhằm so sánh kết quả phân loại với dữ liệu thực tế. Nghiên cứu này sử dụng Ma trận nhầm lẫn (Confusion Matrix) là phương pháp hữu ích và được sử dụng phổ biến được sử dụng để đánh giá độ chính xác [12]. Phương pháp này có thể mô tả độ chính xác của phân loại và chỉ ra sự nhầm lẫn giữa các lớp đối tượng. Các thống kê cơ bản cho ma trận nhầm lẫn bao gồm: Sai số tổng thể (Overall Accuracy - OA), và hệ số Kappa. Kết quả phân loại được kiểm tra bằng cách so sánh với ảnh GoogleEarth có độ phân giải cao hơn so với ảnh Landsat-9.

Sau khi nhận được kết quả phân loại đạt yêu cầu về độ chính xác với các hệ số Kappa thường lớn hơn 0,6 và các kết quả sẽ được chuyển thành các bản đồ và sử dụng công cụ GIS để phục vụ cho việc phân tích không gian và các bước nghiên cứu tiếp theo.

3.3. Đánh giá mức độ đảo nhiệt đô thị (UHI)

Việc xác định mức độ và phạm vi của UHI tại Hà Nội được tính bằng cách so sánh nhiệt độ bề mặt tại các khu vực đô thị với nhiệt độ bề mặt của các khu vực xung quanh (nông thôn) [13]:

$$UHI_{Intensity} = LST_{Urban} - LST_{Rural} \quad (5)$$

Trong đó:

LST_{Urban} là nhiệt độ bề mặt của các khu vực đô thị;

LST_{Rural} là nhiệt độ bề mặt của các khu vực nông thôn hoặc vùng ít đô thị hóa.

Chỉ số này sẽ giúp đánh giá mức độ UHI tại từng khu vực trong thành phố, xác định các điểm nóng của nhiệt độ và mức độ ảnh hưởng của UHI đối với sức khỏe và môi trường.

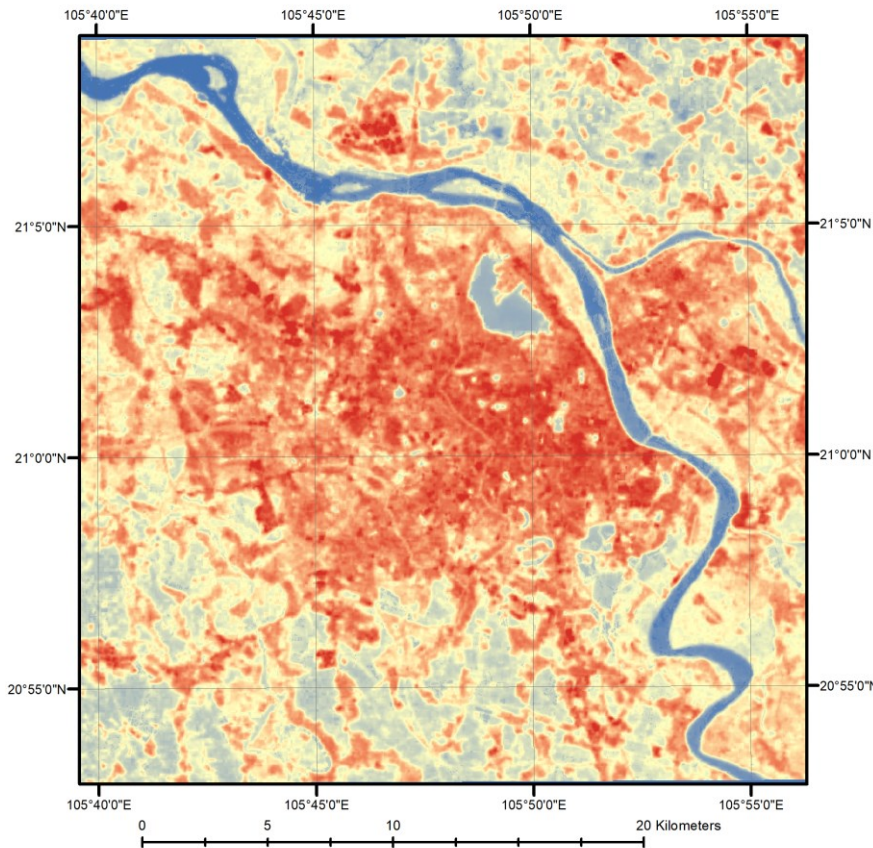
Các vùng nhiệt độ bề mặt khu vực đô thị và khu vực khác được xác định dựa trên việc sử dụng công cụ chồng xếp dữ liệu GIS kết hợp bản đồ LST và kết quả LULC ở 2 phương pháp trên.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Kết quả

4.1.1. Kết quả LST

LST của toàn bộ khu vực nghiên cứu có giá trị từ khoảng $27,3^{\circ}\text{C}$ đến khoảng $54,6^{\circ}\text{C}$ được thể hiện như hình 4. Trong đó, các giá trị LST lớn nhất của từng lớp phủ là $35,3^{\circ}\text{C}$, $40,6^{\circ}\text{C}$, $54,6^{\circ}\text{C}$, $46,8^{\circ}\text{C}$ tương ứng với các lớp phủ Mặt nước, Cây xanh, Đô thị, Các lớp phủ khác.



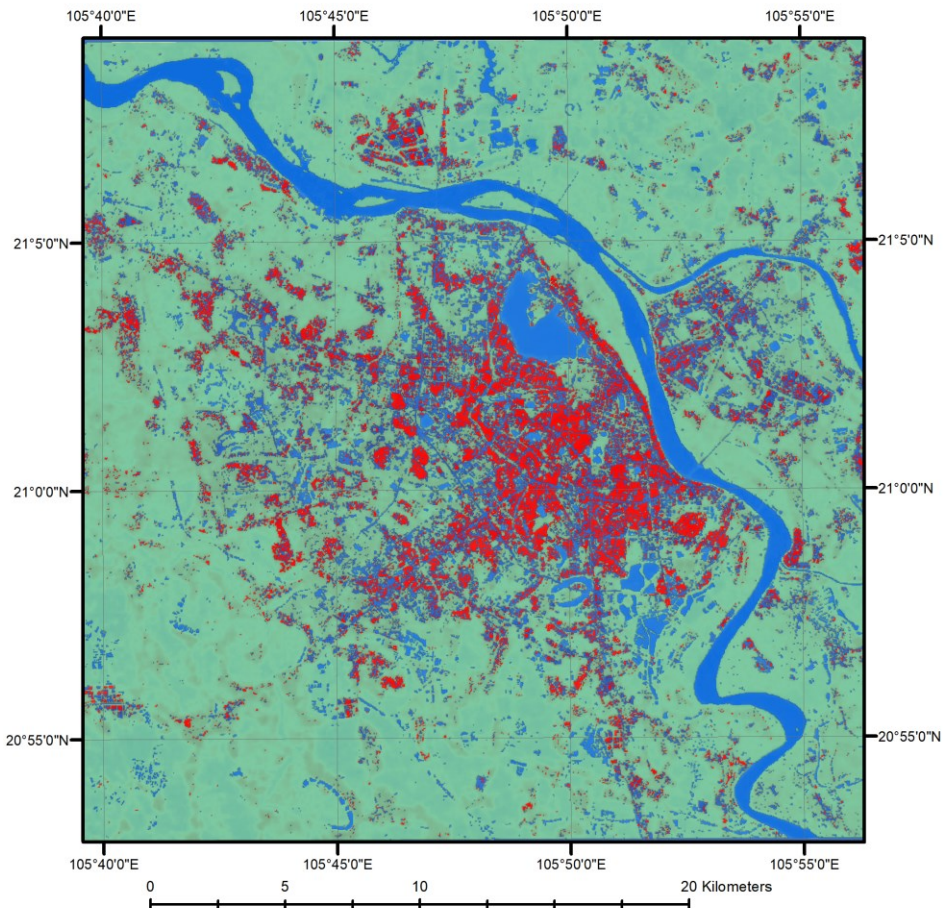
Hình 4. Bản đồ phân bố LST

4.1.2. Kết quả phân loại lớp phủ và UHI

Kết quả phân loại lớp phủ tạo ra các bản đồ chi tiết thể hiện các loại phủ trong khu vực Hà Nội, bao gồm các lớp: Lớp phủ đô thị: Hiển thị các khu vực, xây dựng, khu công nghiệp, đô thị hóa; Lớp phủ cây xanh: Hiển thị các khu vực có cây xanh và không gian

xanh; Lớp phủ mặt nước: Hiển thị các khu vực mặt nước trong thành phố; Lớp phủ các bề mặt khác: Hiển thị các khu vực đất trống, giao thông... Hình 5 thể hiện các lớp phủ được phân loại trong nghiên cứu.

Các điểm đánh giá kết quả phân loại bao gồm 300 điểm ngẫu nhiên được lựa chọn trên ảnh GoogleEarth để so sánh, đánh giá kết quả. Độ chính xác phân loại các lớp phủ với giá trị OA là 0,69 và Kappa là 0,68. Về cơ bản, kết quả này đảm bảo yêu cầu cho các bước phân tích tiếp theo về các lớp phủ và các vùng phân bố LST.



Hình 5. Bản đồ các lớp phủ khu vực Hà Nội

Các lớp phủ bề mặt được phân loại này được chồng xếp không gian dựa trên các công cụ GIS, kết quả thu nhận được các vùng giá trị LST theo các lớp phân loại bề mặt. Trong đó, các giá trị LST trung bình của từng khu vực là: 32.3°C đối với lớp phủ Mặt nước, 38.4°C đối với lớp phủ Cây xanh, 45.6°C đối với lớp phủ Đô thị, 42.8°C đối với Các lớp phủ khác. Từ đây có thể thấy rằng chênh lệch LST của lớp phủ Đô thị so với trung bình LST của các khu vực khác là khoảng $7,7^{\circ}\text{C}$. Đây là kết quả chênh lệch tương đối lớn, gây ảnh hưởng nhiều tới sức khỏe và đời sống xã hội của người dân trong khu vực nghiên cứu.



Hình 6. Sơ đồ các điểm ngẫu nhiên phục vụ đánh giá kết quả phân loại ảnh

4.2. Thảo luận

Các giá trị LST nhỏ nhất và lớn nhất của từng lớp phủ là $27,3^{\circ}\text{C}$ - $35,3^{\circ}\text{C}$, $28,8^{\circ}\text{C}$ - $40,6^{\circ}\text{C}$, $41,4^{\circ}\text{C}$ - $54,6^{\circ}\text{C}$, $34,7^{\circ}\text{C}$ - $46,8^{\circ}\text{C}$ tương ứng với các lớp phủ Mặt nước, Cây xanh, Đô thị, Các lớp phủ khác. Kết quả nghiên cứu này đóng góp vào việc hiểu rõ hơn về sự tác động của UHI đối với môi trường và cộng đồng tại Hà Nội. Nghiên cứu chỉ ra rằng các biện pháp như tăng cường diện tích cây xanh, giảm bớt bê tông hóa, và cải thiện hệ thống thoát nhiệt có thể giúp giảm thiểu hiện tượng UHI tại các khu vực đô thị. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng hiện tượng UHI tại Hà Nội có sự phân bố không đồng đều, với mức độ nhiệt độ cao hơn chủ yếu tập trung tại các khu vực có mật độ xây dựng cao như trung tâm thành phố, khu công nghiệp. Các khu vực ít cây xanh. Các khu vực ngoại ô, đặc biệt là vùng ven sông và các khu vực có diện tích cây xanh lớn, sẽ có nhiệt độ bề mặt thấp hơn. Hơn nữa, mối quan hệ giữa UHI và các yếu tố như tỷ lệ cây xanh và mật độ xây dựng sẽ được làm rõ. Các khu vực với tỷ lệ cây xanh thấp và mật độ xây dựng cao sẽ có mức độ UHI mạnh mẽ hơn, các chi tiết về chênh lệch giá trị LST giữa các khu vực được trình bày dưới đây.

Lớp phủ đô thị: Các khu vực có mật độ xây dựng cao như các khu trung tâm đô thị, khu công nghiệp, sẽ có nhiệt độ bề mặt cao hơn. Chênh lệch LST trung bình của khu vực Đô thị so với các khu vực Mặt nước, Cây xanh, Các lớp phủ khác lần lượt là: $13,2^{\circ}\text{C}$, $7,2^{\circ}\text{C}$, $2,7^{\circ}\text{C}$.



Lớp phủ cây xanh: Các khu vực có diện tích cây xanh lớn thường có nhiệt độ thấp hơn do khả năng tản nhiệt và tạo bóng mát của cây cối. Giá trị LST trung bình của khu vực này thấp hơn Các khu vực khác là $4,4^{\circ}\text{C}$ và cao hơn LST trung bình của khu vực Mặt nước là $6,1^{\circ}\text{C}$.

Lớp phủ mặt nước: Các khu vực có mặt nước (sông, hồ, ao) thường có nhiệt độ thấp hơn so với các khu vực đô thị hóa, do hiệu ứng điều hòa nhiệt độ của nước. Giá trị LST trung bình của khu vực này thấp nhất trong khu vực nghiên cứu.

Lớp phủ các bề mặt khác: có giá trị LST trung bình thấp hơn so với khu vực Đô thị, còn lại là cao hơn khu Cây xanh $4,4^{\circ}\text{C}$, khu vực Mặt nước là $10,5^{\circ}\text{C}$.

Các kết quả này thể hiện tính logic của phân bố giá trị LST theo các loại hình lớp phủ bề mặt khác nhau tại khu vực nghiên cứu. Tuy nhiên nghiên cứu này cũng chỉ xác định tại một thời điểm mùa hè năm 2024 của khu vực Hà Nội. Để có những nghiên cứu, các kết quả chi tiết và hiệu quả hơn, cần có các theo dõi lâu dài và các số liệu kiểm chứng thực địa về cả việc phân loại, biến động các lớp phủ bề mặt và các giá trị LST cho từng khu vực theo chuỗi thời gian từ nhiều năm trước tới nay như những nghiên cứu tương ứng khác [14].

5. Kết luận

Nghiên cứu hiện tượng đảo nhiệt đô thị tại thời điểm mùa hè của khu vực Hà Nội năm 2024 thông qua dữ liệu vệ tinh Landsat-9 đã chỉ ra mối quan hệ rõ rệt giữa các yếu tố đô thị hóa và mức độ UHI. Các kết quả nghiên cứu này sẽ giúp cung cấp các thông tin hiệu quả phục vụ quản lý và giảm thiểu tác động của UHI, qua đó góp phần nâng cao chất lượng môi trường sống và sức khỏe cộng đồng tại Hà Nội. Bài báo này sử dụng phương pháp nghiên cứu kết hợp công nghệ hiện đại và phân tích không gian để đánh giá UHI tại Hà Nội, cung cấp các thông tin quan trọng hướng đến việc tìm kiếm giải pháp cải thiện môi trường sống.

Các giải pháp cần thiết để giảm thiểu tác động tiêu cực của hiện tượng đảo nhiệt đô thị cần thiết như là: Tăng cường phủ xanh đô thị: Phát triển các không gian xanh như công viên, vườn cây, và mái xanh để giảm nhiệt độ bề mặt; Sử dụng vật liệu hấp thụ nhiệt thấp: Khuyến khích sử dụng vật liệu xây dựng có khả năng phản xạ nhiệt cao, giúp giảm mức độ hấp thụ nhiệt của các công trình; Thiết kế đô thị thông minh: Quy hoạch các khu vực đô thị với sự kết hợp giữa kiến trúc xanh và hạ tầng bền vững để giảm thiểu tác động của UHI.

Tài liệu tham khảo

- [1] T. T. Dang, T. T. H. Dinh, T. T. Hoang, and M. N. Ta, "Application of Satellite Images and Artificial Intelligence to Monitor Land Cover Changes in Hanoi Area During 2013-2023 Period," *VNU Journal of Science: Earth Environmental Sciences*, vol. 39, no. 4, 2023.
- [2] A. Karimi, D. Moreno-Rangel, and A. García-Martínez, "Granular Mapping of UHI and Heatwave Effects: Implications for Building Performance and Urban Resilience," *Building Environment*, p.



112705, 2025.

- [3] S. Islam, K. J. Rashid, M. A. A. Tuhin, and M. A. Rahman, "Wavelet and remote sensing based analysis of Urban Heat Island (UHI) of Megacity Dhaka and its interaction with changing climate," *Theoretical Applied Climatology*, vol. 156, no. 1, pp. 1-14, 2025.
- [4] P. M. Hải and N. V. Khang, "Phân tích hiện tượng đảo nhiệt đô thị: mối liên hệ giữa nhiệt độ bề mặt đất và bề mặt không thấm nước," *Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ*, no. 31, pp. 17-22, 2017.
- [5] D. T. Lợi, "Đánh giá vai trò của không gian xanh trong việc hạn chế tác động của hiện tượng đảo nhiệt đô thị tại thành phố Hà Nội," *TNU Journal of Science*, vol. 228, no. 02, pp. 280-288, 2023.
- [6] K. T. Đông, T. Đ. Trọng, H. T. Hằng, and H. T. Khiên, "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 thám," *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng -DHXDHN*, vol. 15, no. 7V, pp. 143-155, 2021.
- [7] J. R. Pratt, & Hislop, L., "The thermal infrared response of vegetated surfaces and the derivation of surface temperatures from satellite measurements," *Journal of Applied Meteorology*, vol. 10, no. 6, pp. 1040-1052, 1971.
- [8] Z. Wan, "MODIS land-surface temperature algorithm theoretical basis document (LST ATBD)," *Institute for Computational Earth System Science, Santa Barbara*, vol. 75, p. 18, 1999.
- [9] J. W. Rouse, R. H. Haas, J. A. Schell, and D. W. Deering, "Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS," *NASA Spec. Publ*, vol. 351, no. 1, p. 309, 1974.
- [10] Y. Zha, J. Gao, and S. Ni, "Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery," *International journal of remote sensing*, vol. 24, no. 3, pp. 583-594, 2003.
- [11] S. K. McFeeters, "The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features," *International journal of remote sensing*, vol. 17, no. 7, pp. 1425-1432, 1996.
- [12] D. T. Tung, N. T. Tung, H. T. Thuy, T. M. Ngoc, D. T. T. Huyen, and P. C. Linh, "Analyzing Urban Expansion in Hanoi Using Machine Learning and Multi-Temporal Satellite Imagery," in *International Conference on Geoinformatics for Spatial-Infrastructure Development in Earth & Allied Sciences*, 2023, pp. 245-263: Springer.
- [13] T. R. Oke, "The energetic basis of the urban heat island," *Quarterly journal of the royal meteorological society*, vol. 108, no. 455, pp. 1-24, 1982.
- [14] T. Dang, P. Yue, F. Bachofer, M. Wang, and M. J. R. S. Zhang, "Monitoring land surface temperature change with landsat images during dry seasons in Bac Binh, Vietnam," vol. 12, no. 24, p. 4067, 2020.

