

ĐÁNH GIÁ SỰ THAY ĐỔI DIỆN TÍCH BỀ MẶT KHÔNG THẤM CỦA KHU VỰC THÀNH PHỐ THANH HÓA BẰNG CHỈ SỐ ĐẤT XÂY DỰNG NDBI

Tạ Quốc Trung¹, Lê Kim Thu²

¹Ủy ban nhân dân xã Thới Tân, huyện Thới Lai, TP Cần Thơ

²Học viện Kỹ thuật quân sự, Hà Nội

Nhận ngày 09/04/2021, thẩm định ngày 18/4/2021, chỉnh sửa ngày 13/05/2021, chấp nhận đăng 15/06/2021

Tóm tắt

Quá trình đô thị hóa và sự gia tăng dân số đã dẫn đến sự thay đổi mạnh mẽ trong sử dụng đất khu vực đô thị, trong đó có sự mở rộng diện tích bề mặt không thấm. Bài báo này trình bày kết quả đánh giá sự thay đổi diện tích bề mặt không thấm khu vực thành phố Thanh Hóa giai đoạn 2015 - 2021 từ dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel 2 MSI. 02 cảnh ảnh vệ tinh Sentinel 2 MSI chụp ngày 21-12-2015 và 13-01-2021 được sử dụng để tính chỉ số đất xây dựng NDBI, sau đó phân loại bề mặt không thấm bằng phương pháp phân ngưỡng. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, diện tích bề mặt không thấm tại thành phố Thanh Hóa có sự gia tăng nhanh chóng sau 5 năm, từ 1021,89 ha lên 1840,02 ha. Kết quả nhận được trong nghiên cứu cung cấp nguồn thông tin khách quan phục vụ công tác quy hoạch và sử dụng hợp lý tài nguyên đất đai khu vực đô thị.

Từ khóa: *mặt không thấm, viễn thám, Sentinel 2 MSI, NDBI, thành phố Thanh Hóa.*

Abstract

Urbanization and population growth have caused a great change in urban land use, including an expansion of impervious surface area. This paper presents the results of the assessment of the change of the impervious surface area in Thanh Hoa city in the period 2015–2021 from Sentinel 2 MSI satellite image data. Two Sentinel 2 MSI satellite imagery in 21-12-2015 and 13-01-2021 were used to calculate the NDBI index, and then classify the impervious surface using the threshold classification method. The results show that the impervious surface area in Thanh Hoa city has a rapid increase after 5 years, from 1021.89 ha to 1840.02 ha. The results obtained in the study provide objective information for planning and rational use of urban land use/land cover.

Keywords: *impervious surface, remote sensing, Sentinel 2 MSI, NDBI, Thanh Hoa city.*

1. Mở đầu

Bề mặt không thấm (impervious surface) là một chỉ số quan trọng được sử dụng trong đánh giá mức độ đô thị hóa cũng như tác động của nó đến môi trường khu vực đô thị. Sự gia tăng diện tích bề mặt không thấm đã dẫn đến những ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường đô thị như hiệu ứng đảo nhiệt đô thị cũng như góp phần đẩy nhanh tác động của biến đổi khí hậu. Đánh giá sự thay đổi diện tích bề mặt không thấm trở thành một vấn đề có tính cấp thiết, cung cấp thông tin kịp thời giúp các nhà quản lý trong công tác quy hoạch và sử dụng hợp lý tài nguyên đất đai khu vực đô thị.

Do cấu trúc bề mặt đô thị rất phức tạp, các phương pháp phân loại truyền thống gặp nhiều khó khăn khi chiết tách thông tin bề mặt không thấm từ dữ liệu viễn thám. Để khắc phục hạn chế này, Ridd (1995) [6] đã mô hình hóa đô thị từ ba hợp phần (V-I-S): Cây xanh (V - vegetation), bề mặt không thấm (I - impervious surface) và đất (S - soil) nhằm đánh giá sự thay đổi của bề mặt đô thị. Mô hình V-I-S đã được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về phân loại lớp phủ/sử dụng đất đô thị, tuy nhiên mô hình này cũng có nhược điểm khi không tính đến hợp phần nước [5]. Zha et al. (2003) [7] đã đề xuất chỉ số đất xây dựng NDBI (Normalized Difference Built-up Index) dựa trên cơ sở đất xây dựng có hệ số phản xạ ở dải sóng giữa hồng ngoại (SWIR) cao hơn hẳn so với dải sóng cận hồng ngoại (NIR), điều này khác biệt hoàn toàn so với các đối tượng bề mặt khác như thực vật, đất trống hay nước mặt. Một số nghiên cứu ở Việt Nam như Nguyễn

Thị Thúy Hạnh (2019) [1], Trịnh Lê Hùng (2020, 2021) [2, 3], Nguyễn Hoàng Khánh Linh (2011) [4] cũng đã sử dụng các chỉ số đất đô thị khác nhau trong phân loại sử dụng đất/lớp phủ đô thị từ ảnh viễn thám quang học như Landsat, Sentinel 2 MSI. Các kết quả nhận được trong các nghiên cứu trên thế giới và ở Việt Nam cho thấy, phương pháp chỉ số đất đô thị có hiệu quả và đơn giản hơn so với các phương pháp phân loại truyền thống khi phân loại sử dụng đất/lớp phủ khu vực đô thị.

Bài báo này trình bày kết quả đánh giá sự thay đổi diện tích bề mặt không thấm khu vực thành phố Thanh Hóa bằng chỉ số NDBI xác định từ ảnh vệ tinh quang học độ phân giải cao Sentinel 2 MSI giai đoạn 2015 - 2021.

2. Phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu viễn thám sử dụng trong bài báo là ảnh vệ tinh quang học Sentinel 2 MSI. Vệ tinh Sentinel 2 MSI, bao gồm 2 vệ tinh có đặc điểm hoàn toàn giống nhau (Sentinel 2A (2015) và Sentinel 2B (2017) cung cấp ảnh ở 13 kênh phổ trong dải sóng nhìn thấy và hồng ngoại với chu kỳ cập nhật trong 5 ngày. Ảnh Sentinel 2 MSI có độ phân giải không gian từ 10 – 60 m, các kênh ở dải sóng nhìn thấy và cận hồng ngoại có độ phân giải không gian 10 m, các kênh hồng ngoại giữa (kênh 11, 12) có độ phân giải không gian 20 m. Với độ phân giải không gian cao, thời gian cập nhật ngắn, được cung cấp miễn phí, ảnh vệ tinh Sentinel 2 MSI có thể sử dụng hiệu quả cho các nghiên cứu ở quy mô cấp vùng.

Bảng 2. Đặc điểm ảnh vệ tinh Sentinel 2 [nguồn].

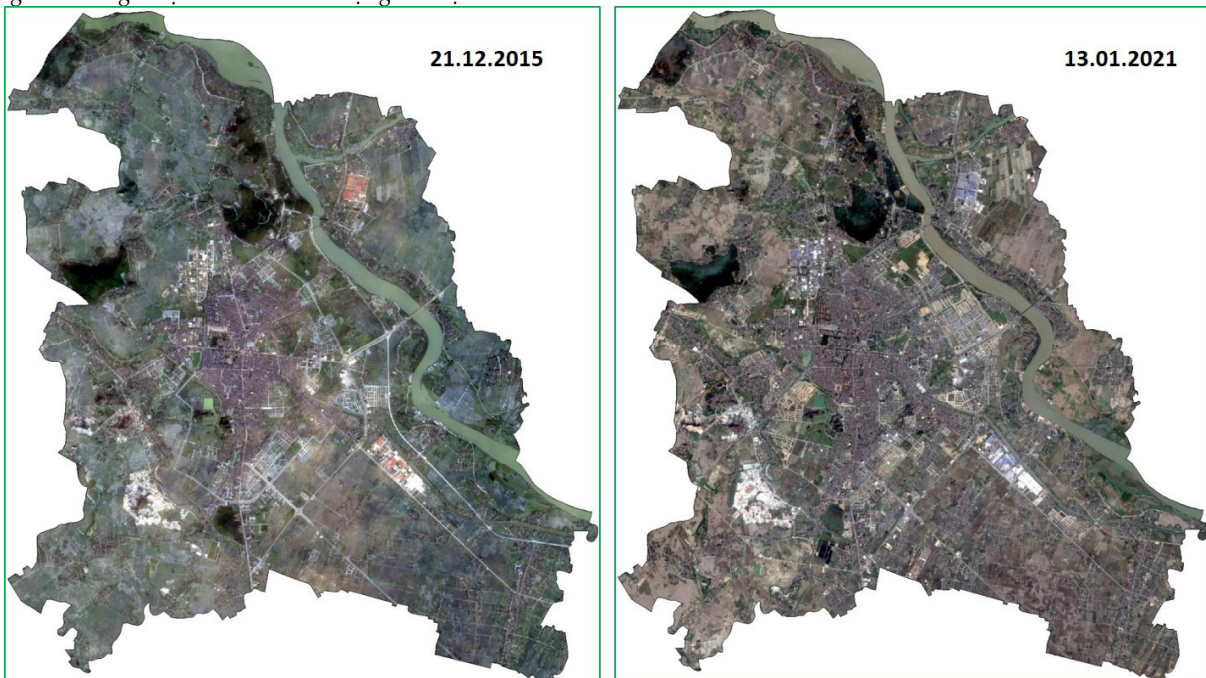
Kênh	Bước sóng (μm)	Độ phân giải (m)
1	0,421 – 0,457	60
2	0,439 – 0,535	10
3	0,537 – 0,582	10
4	0,646 – 0,685	10
5	0,694 – 0,714	20
6	0,731 – 0,749	20
7	0,768 – 0,796	20
8	0,767 – 0,908	10
8a	0,848 – 0,881	20
9	0,931 – 0,958	60
10	1,338 – 1,414	60
11	1,539 – 1,681	20
12	2,072 – 2,312	20

Ảnh Sentinel 2 MSI sau khi thu thập và tiền xử lý được cắt theo ranh giới khu vực nghiên cứu. Phản xạ phổ tại kênh hồng ngoại giữa và cận hồng ngoại được sử dụng để tính chỉ số NDBI theo công thức sau [7]:

$$NDBI = \frac{\rho_{SWIR1} - \rho_{NIR}}{\rho_{SWIR1} + \rho_{NIR}} \quad (1)$$

Ở đây: ρ_{SWIR1} và ρ_{NIR} là giá trị phản xạ phổ tại các kênh hồng ngoại giữa (kênh 11) và cận hồng ngoại (kênh 8) ảnh vệ tinh Sentinel 2 MSI.

Sau khi tính chỉ số NDBI, phương pháp phân ngưỡng (threshold) được sử dụng để phân loại bề mặt không thấm với các đối tượng bề mặt khác. Kết quả nhận được là một ảnh nhị phân, trong đó bề mặt đô thị được phân tách thành 2 lớp: bề mặt không thấm và các đối tượng bề mặt khác. Có thể gán giá trị 1 cho bề mặt không thấm và giá trị 0 cho các đối tượng còn lại.

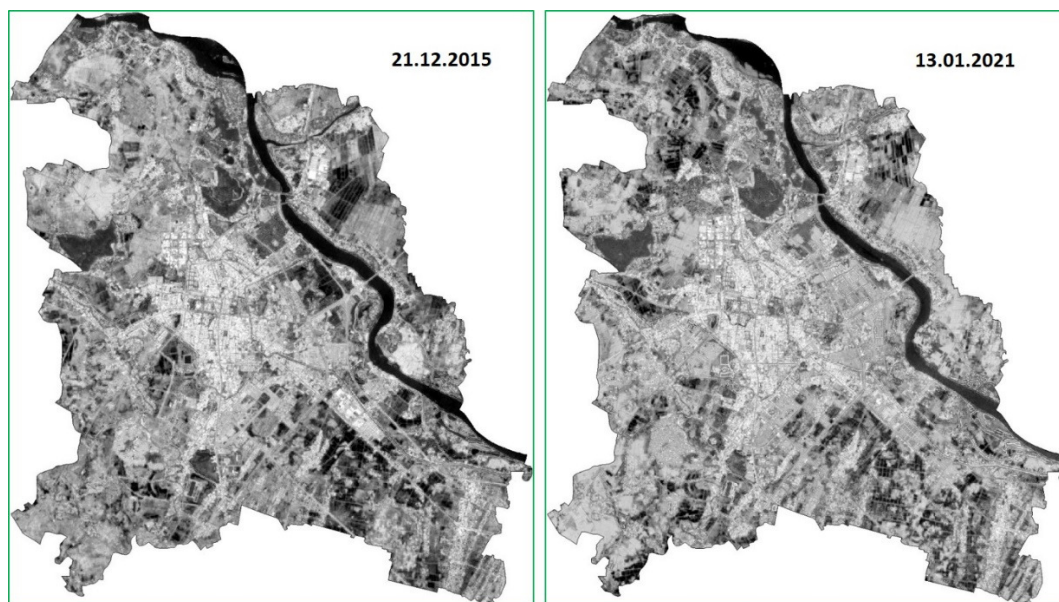
**Hình 1.** Ảnh vệ tinh Sentinel 2 MSI ngày 21-12-2015 và 13-01-2021 khu vực thành phố Thanh Hóa ở tổ hợp màu tự nhiên.

3. Kết quả và thảo luận

Khu vực thử nghiệm được lựa chọn là thành phố Thanh Hóa, tỉnh Thanh Hóa. Đây là trung tâm hành chính, kinh tế, văn hóa, chính trị và khoa học - kỹ thuật của tỉnh Thanh Hóa, là đô thị cửa ngõ nổi vùng kinh tế trọng điểm Bắc Bộ với Bắc Trung Bộ. Sau hơn 20 năm kể từ ngày thành lập, thành phố Thanh Hóa đã phát triển một cách mạnh mẽ, tốc độ đô thị hóa diễn ra nhanh chóng và trở thành đô thị loại I vào năm 2014. Hiện nay, thành phố Thanh Hóa có diện tích tự nhiên 153,78 km² với 20 phường và 17 xã, dân số hơn 400 nghìn người và là một trong những đô thị có quy mô dân số và diện tích lớn của khu vực phía Bắc.

Trong nghiên cứu sử dụng 02 ảnh vệ tinh Sentinel 2 MSI, chụp ngày 21-12-2015 và 13-01-2021. Các ảnh không bị ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết (mây, sương mù) và được chụp vào thời điểm tương đồng trong năm để tránh những ảnh hưởng của sự khác biệt về thời gian đến lớp phủ bề mặt. Dữ liệu viễn thám đầu khu vực thành phố Thanh Hóa vào ở tổ hợp màu tự nhiên được trình bày trên hình 1.

Do ảnh Sentinel 2 MSI được thu thập ở mức xử lý L2A (đã đưa về giá trị phản xạ đỉnh khí quyển), trong nghiên cứu chỉ tiến hành hiệu chỉnh khí quyển và cắt ảnh theo ranh giới khu vực thành phố Thanh Hóa. Các kênh hồng ngoại giữa (kênh 11) và cận hồng ngoại (kênh 8) được sử dụng để tính chỉ số NDBI theo công thức (1). Kết quả tính chỉ số đất xây dựng NDBI khu vực thành phố Thanh Hóa từ ảnh vệ tinh Sentinel 2 MSI năm 2015 và 2021 được trình bày trên hình 2. Trên ảnh chỉ số NDBI, các pixel màu trắng sáng đại diện cho các khu vực bề mặt không thấm (đất xây dựng, mái tôn, đường bê tông...), các pixel màu xám thể hiện các khu vực đất trống, đất nông nghiệp..., trong khi các pixel màu tối thể hiện những khu vực có bề mặt nước.



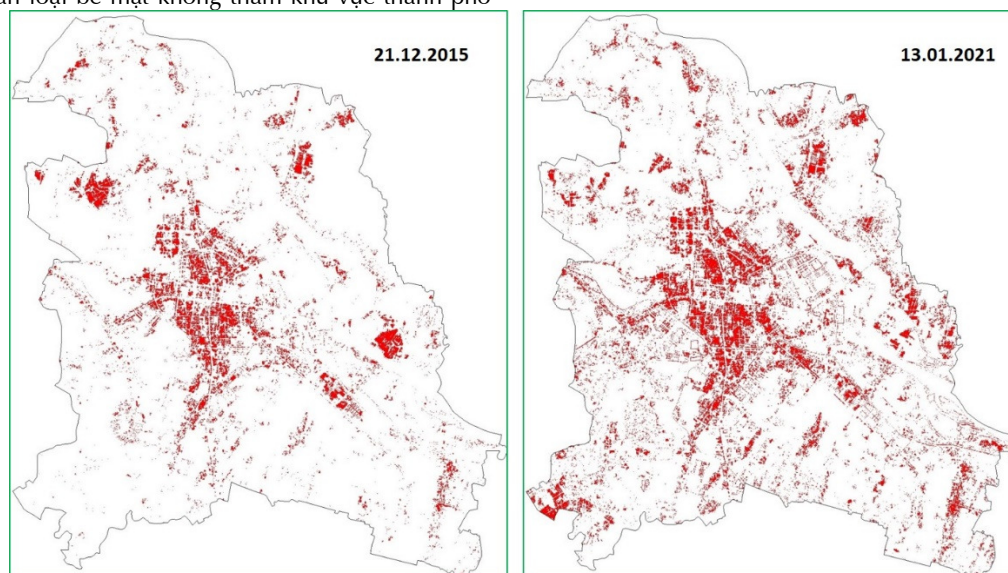
Hình 2. Kết quả xác định chỉ số NDBI từ ảnh Sentinel 2 MSI năm 2015 và 2021.

Kết quả phân loại bề mặt không thấm khu vực thành phố Thanh Hóa, tỉnh Thanh Hóa bằng phương pháp phân ngưỡng từ chỉ số NDBI xác định từ ảnh vệ tinh quang học Sentinel 2 MSI được trình bày trên Hình 3. Đối với khu vực thực nghiệm này, giá trị ngưỡng (0.12) được lấy bằng phương pháp chuyên gia trên cơ sở phân tích lược đồ histogram của ảnh chỉ số NDBI. Quá trình thực hiện được tiến hành trên phần mềm xử lý ảnh ENVI 5.2. Trên hình 3, màu đỏ đại diện cho các bề mặt không thấm, màu trắng thể hiện các khu vực còn lại.

Để đánh giá độ chính xác kết quả phân loại, 120 điểm ngẫu nhiên từ ảnh phân loại bề mặt không thấm khu vực thành phố Thanh Hóa được so sánh với ảnh vệ tinh độ phân giải cao Google Earth. Kết quả cho thấy, độ chính xác tổng thể khi phân loại bề mặt không thấm sử dụng chỉ số NDBI xác định từ ảnh Sentinel 2 MSI đạt 88,33 %, chỉ số Kappa đạt 0,826. Như vậy, có thể nhận định, kết quả phân loại bề mặt không thấm khu vực thành phố

Thanh Hóa bằng chỉ số NDBI có độ chính xác đảm bảo. Bên cạnh đó, một số khu vực đất nông nghiệp sau khi thu hoạch bị phân loại nhầm lẫn thành bề mặt không thấm. Điều này có thể lý giải do phản xạ phổ đạt cao của đất khô ở kênh hồng ngoại giữa, tương đồng với đặc điểm phản xạ phổ của bề mặt không thấm.

Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, diện tích bề mặt không thấm khu vực thành phố Thanh Hóa năm 2021 có sự gia tăng khá lớn so với năm 2015. Theo kết quả phân loại, diện tích bề mặt không thấm khu vực nghiên cứu năm 2015 đạt 1021,89 ha, trong khi năm 2021 đạt 1840,02 ha. Như vậy, sau hơn 5 năm, diện tích bề mặt không thấm ở thành phố Thanh Hóa đã tăng khoảng hơn 800 ha, tương đương với 80,06 %, tương đương khoảng 16 %/năm. Ngoài khu vực trung tâm thành phố, so với năm 2015, các khu vực bề mặt không thấm năm 2021 đã gia tăng đáng kể ở vùng ngoại ô, nhất là ở phía nam khu vực nghiên cứu.



Hình 3. Kết quả phân loại bề mặt không thấm khu vực thành phố Thanh Hóa năm 2015 và 2021 sử dụng chỉ số NDBI.

4. Kết luận

Ảnh vệ tinh Sentinel 2 MSI với độ phân giải không gian cao (lên đến 10 m), được cung cấp hoàn toàn miễn phí có thể sử dụng hiệu quả trong chiết tách thông tin bề mặt không thấm khu vực đô thị. Kết quả phân loại bề mặt không thấm bằng chỉ số NBDI xác định từ ảnh vệ tinh Sentinel 2 MSI năm 2015, 2021 cho thấy, trong hơn 5 năm, diện tích bề mặt không thấm ở thành phố Thanh Hóa đã tăng tới hơn 80 %, tương đương tốc độ gia tăng trung bình khoảng 16 %/năm.

Kết quả nhận được trong nghiên cứu cung cấp thông tin đầu vào khách quan, kịp thời, giúp các nhà quản lý trong giám sát, quy hoạch và sử dụng bền vững tài nguyên đất đai khu vực đô thị.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Thị Thúy Hạnh (2019). Nghiên cứu chỉ số đô thị trong chiết tách đất trống và đất xây dựng khu vực Hà Nội từ ảnh vệ tinh Landsat 8, *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mô-Địa chất*, tập 60(4), 82-86
- [2] Trịnh Lê Hùng (2020). Phân loại đất trống đô thị bằng chỉ số NDBal trên cơ sở kết hợp ảnh vệ tinh đa độ phân giải Sentinel 2 MSI và Landsat 8, *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, chuyên san Các Khoa học Trái đất và Môi trường* 36(2), 68-78.
- [3] Trịnh Lê Hùng, Lê Thị Thu Hà, Lê Đức Lộc, Nguyễn Thanh Long (2021). Phát triển chỉ số đất đô thị EBBI (Enhanced Built-up and Bareness Index) trên cơ sở kết hợp ảnh vệ tinh đa độ phân giải Landsat 8 và Sentinel 2 MSI, *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mô-Địa chất*, số 61(2), 1-10.
- [4] Nguyễn Hoàng Khánh Linh (2011). Thành lập tự động bản đồ phân bố đất đô thị bằng chỉ số IBI từ ảnh Landsat TM: Trường hợp nghiên cứu tại thành phố Huế - tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tuyển tập hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc*, 205 -212.
- [5] Li H., Wang C., Zhong C., Su A., Xiong C., Wang J., Liu J. (2017). Mapping urban bare land automatically from Landsat imagery with a simple index, *Remote Sensing*, 9(3), 249, 1-15.
- [6] Ridd M.K. (1994). Exploring a V-I-S (vegetation-impervious surface-soil) model for urban ecosystem analysis through remote sensing: comparative anatomy for cities, *International Journal of Remote Sensing*, 16(12), 2165 - 2185
- [7] Zha Y., Gao J., Ni S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery, *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583 – 594.