GIÁM SÁT THẢM THỰC VẬT NGẬP MẶN BẰNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ MÔ HÌNH HỌC MÁY: TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI THÀNH PHỐ QUY NHƠN, TỈNH BÌNH ĐỊNH, VIỆT NAM

ĐẶNG NGÔ BẢO TOÀN[(1)], ĐỖ THỊ NHUNG[(2)], NGUYỄN THỊ DIỄM MY[(2)], NGUYỄN NGỌC THẠCH[(2)], PHẠM VĂN MẠNH[(2,*)]

[(1)]Trường Đại học Quy Nhơn

[(2)]Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Tóm tắt:

Thảm thực vật ngập mặn thuộc hệ sinh thái bị đe dọa và dễ bị tổn thương nhất trên thế giới, đã và đang bị suy giảm nhanh chóng trong vài thập kỷ trở lại đây. Động thái thảm thực vật ngập mặn ở thành phố Quy Nhơn gần như chưa được quan tâm và theo dõi kể từ năm 1975, mặc dù diện tích đã suy giảm đáng kể trong những năm đầu của thế kỷ 21. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là định lượng thảm thực vật ngập mặn và xác định những động lực chính của sự biến đổi ở khu vực thành phố Quy Nhơn, tỉnh Bình Định giai đoạn 1975-2020. Những biến đổi theo không gian và thời gian của thảm thực vật ngập mặn được chiết xuất bằng cách sử dụng phương pháp phân loại dựa trên đối tượng kết hợp với các chỉ số quang phổ (CMRI) và thuật toán SVM (support vector machine) trên các ảnh viễn thám quang học. Kết quả cho thấy, diện tích thảm thực vật ngập mặn khu vực thành phố Quy Nhơn có sự suy giảm đáng kể 8,26% trong suốt 45 năm và mức độ suy giảm khác nhau trong các thời kỳ 1975-1995, 1995-2005, 2005-2010 và 2010-2020. Trong đó, thời kỳ 1995-2005 suy giảm lớn nhất là 297,56 ha với tỷ lệ suy giảm hằng năm là 29,75%/năm. Các phát hiện trong nghiên cứu này nhấn mạnh sự cần thiết phải giám sát thường xuyên và liên tục của thảm thực vật ngập mặn đối với một thành phố ven biển trong bối cảnh chịu tác động của biến đổi khí hậu và quá trình đô thị hóa đang diễn ra nhanh chóng.

Từ khóa: Thực vật ngập mặn, viễn thám, CMRI, học máy, thành phố Quy Nhơn.

1. Tính cấp thiết

Theo thống kê của Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hợp Quốc (FAO) cho biết, từ năm 1980 đến nay diện tích thảm thực vật ngập mặn (TVNM) đã bị suy giảm từ 20-35%. Thảm thực vật ngập mặn là một kiểu thảm thực vật mọc trên các bãi bồi ven biển gồm các loài cây cỏ, cây bụi và thực vật tiếp giáp giữa các hệ sinh thái trên cạn ven bờ ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới có môi trường sống khắc nghiệt. Thảm thực vật ngập mặn cung cấp nhiều dịch vụ hệ sinh thái ven biển quan trọng, chẳng hạn như ổn định trầm tích, lọc nước, bảo tồn đa dạng sinh học, bảo vệ bờ biển, vũng vịnh, có giá trị thẩm mỹ, lịch sử và giá trị kinh tế đáng kể và đặc biệt là tỷ lệ hấp thụ các-bon cao giúp điều hòa không khí [1], [2]. Thảm thực vật ngập mặn đem lại rất nhiều lợi ích cho hệ sinh thái, song chúng đang phải đối mặt với nhiều mối đe dọa từ các hoạt động của con người như khai thác chặt phá lâm sản, sản xuất vật liệu xây dựng và chuyển đổi mục đích sử dụng đất hay tình trạng ô nhiễm cùng với các yếu tố thời tiết khắc nghiệt như bão, lũ lụt, mực nước biển dâng, thay đổi nhiệt độ [3], [4]. Chính vì vậy, việc giám sát thường xuyên động thái của thảm thực vật ngập mặn để hiểu sâu hơn về khả

Ngày nhận bài: 1/11/2021, ngày chuyển phản biện: 5/11/2021, ngày chấp nhận phản biện: 9/11/2021, ngày chấp nhận đăng: 18/11/2021

năng phục hồi tự nhiên và các mối nguy tiềm ẩn trong tương lai của thảm thực vật ngập mặt. Từ đó, có thể thực hiện các chính sách thích ứng và bảo tồn hệ sinh thái ven biển hiệu quả là cần thiết và quan trọng. Cùng với sự suy giảm diện tích thảm thực vật ngập mặn, việc mất đi tính đa dạng sinh học và giá trị kinh tế cũng là những vấn đề nhức nhối đáng được lưu tâm. Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã chứng minh tiềm năng của việc ứng dụng công nghệ viễn thám trong phát hiện, xác định và lập bản đồ giám sát thảm thực vật ngập mặn trên toàn cầu [4].

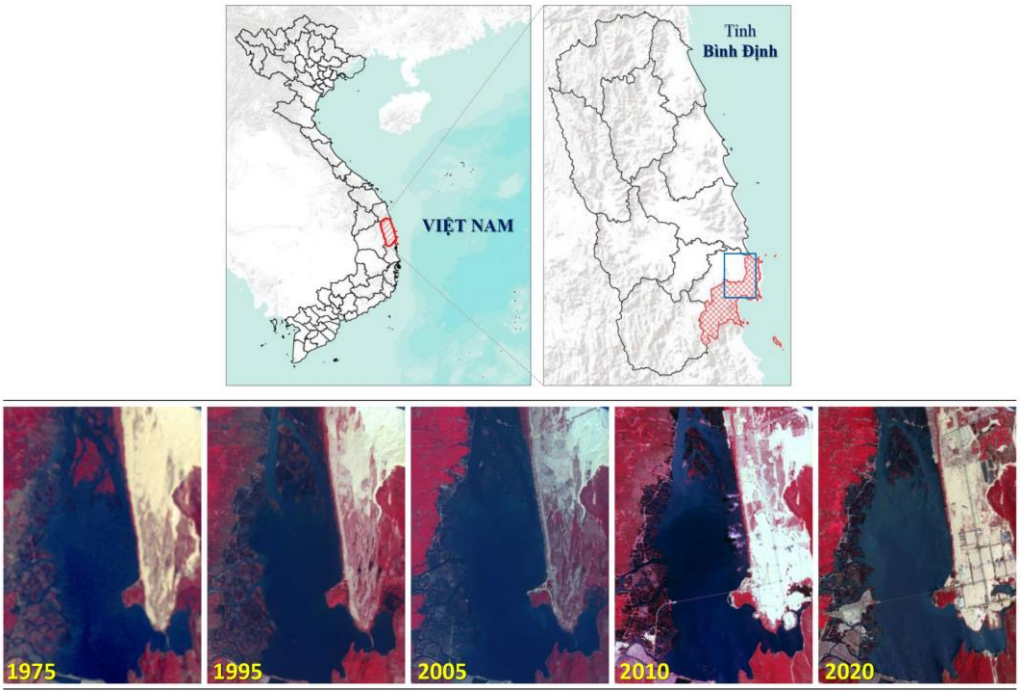
Công nghệ viễn thám cung cấp thông tin theo không gian - thời gian về sự phân bố, sự khác biệt của thành phần loài, tình trạng và những thay đổi đã và đang diễn ra của thảm thực vật ngập mặn. Từ đó, đánh giá những thay đổi về diện tích và phân bố của thảm thực vật ngập mặn với chi phí thấp hơn, tốc độ xử lý nhanh hơn và đặc biệt giám sát ở quy mô rộng hơn so với với phương pháp truyền thống [4]. Những dữ liệu biến động đa thời gian của thảm thực vật ngập mặn có thể được sử dụng làm căn cứ phân tích những biến đổi về mặt không gian và sự biến đổi này với ưu điểm của dữ liệu viễn thám được cập nhật liên tục theo thời gian [5], [6]. Phương pháp phân loại dựa trên đối tượng (object-based) kết hợp với các chỉ số quang phổ được chiết xuất từ ảnh vệ tinh được sử dụng rộng rãi nhằm làm nổi bật các đối tượng thực vật như: chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa (NDVI), chỉ số thực vật điều chỉnh của đất (SAVI) và chỉ số diện tích lá (LAI). Tuy nhiên, các chỉ số quang phổ này không dành riêng cho thảm thực vật ngập mặn và không thể phân biệt thảm thực vật ngập mặn với thực vật trên cạn. Do đó, để giải quyết vấn đề này một số nghiên cứu đã đề xuất sử dụng chỉ số nhận biết thảm thực vật ngập mặn kết hợp (CMRI) đặc trưng cho thảm thực vật ngập mặn [2]. Điều này giúp hỗ trợ hiệu quả cho quá trình định lượng và mô hình hóa không gian, đưa ra đánh giá hiện trạng và biến động của thảm thực vật ngập mặn.

Nghiên cứu được tiến hành thực hiện trên lãnh thổ hành chính thuộc thành phố Quy Nhơn, tỉnh Bình Định, nơi có thảm thực vật ngập mặn phát triển gần với khu dân cư rất dễ dàng để phát triển thành một khu sinh thái phục vụ cho công tác quản lý, quy hoạch của Thành phố. Những tác động tiêu cực đến môi trường đã, đang và sẽ tiếp tục gia tăng với cường độ cao hơn song song với tốc độ phát triển kinh tế chung của Thành phố. Mục tiêu của nghiên cứu hướng tới ứng dụng công nghệ viễn thám trong định lượng những thay đổi về không gian và thời gian cũng như động thái của thảm thực vật ngập mặn giai đoạn 1975-2020. Từ cách tiếp cận này, có thể thấy được động thái biến đổi cũng như chỉ ra những tác động tiêu cực là suy giảm đến diện tích thảm thực vật ngập mặn. Nghiên cứu này như là một tài liệu tham khảo và cung cấp thông tin cho các nhà hoạch định chính sách nhằm cải thiện các biện pháp bảo tồn thảm thực vật ngập mặn hiện tại ở khu vực thành phố Quy Nhơn.

2. Khu vực nghiên cứu, dữ liệu và phương pháp tiếp cận

2.1. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn thuộc thành phố Quy Nhơn, tỉnh Bình Định với diện tích tự nhiên lên tới 28.454 ha, trải dài trên các tọa độ từ 13°36’-13°54’ vĩ độ Bắc, và 109°06’-109°22’ kinh độ Đông. Nơi đây tiếp giáp huyện Tuy Phước và Phù Cát ở phía bắc, phía tây giáp huyện Tuy Phước, và phía nam giáp tỉnh Phú Yên và phía đông giáp với Biển Đông (Hình 1). Quy Nhơn có thảm thực vật ngập mặn phát triển chủ yếu nằm trong khu vực đầm Thị Nại với các loài chính như mắm, bần, giá,... là những hệ sinh thái đặc trưng của vùng biển nhiệt đới, góp phần bảo vệ vùng bờ, chống xói lở, cung cấp nguồn giống cho nuôi trồng thuỷ sản và liên quan mật thiết tới sự giàu có về nguồn lợi hải sản, mang lại lợi ích trực tiếp cho cộng đồng dân cư sống ven đầm. Mặt khác, thảm thực vật ngập mặn còn là nền tảng để phát triển du lịch sinh thái và nuôi trồng thủy sản bền vững cho thành phố Quy Nhơn.



Hình 1: Vị trí khu vực nghiên cứu và dữ liệu ảnh viễn thám giai đoạn 1975-2020.

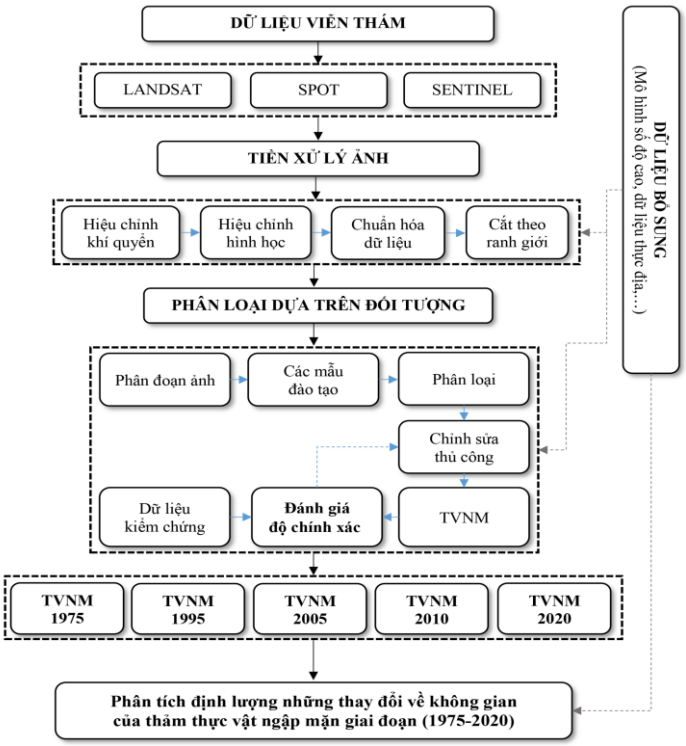
Dữ liệu viễn thám có độ che phủ mây dưới 3% được tải miễn phí tại trang web (http://earthexplorer.usgs.gov) bởi Cơ quan Khảo sát Địa chất Hoa kỳ và thu thập từ Cục Viễn thám Quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường. Ảnh vệ tinh của khu vực nghiên cứu được lựa chọn trong khoảng bốn mươi lăm năm từ năm 1975 đến năm 2020 (Bảng 1). Với dữ liệu viễn thám đa thời gian và đa độ phân giản không gian, hạn chế chính của nghiên cứu này liên quan tới thời điểm thu thập dữ liệu không cùng khoảng thời gian đã để lại một số nghi vấn liên quan đến giải đoán và sự nhầm lẫn có thể tới từ sự thay đổi của thảm thực vật ngập mặn. Do đó, sự tham gia của phân đoạn ảnh dựa trên đối tượng (segmentation) và quá trình hậu phân loại (post-classification) đã đóng vai trò quyết định tới độ chính xác của kết quả phân loại thảm thực vật ngập mặn.

Bảng 1: Thông số dữ liệu viễn thám sử dụng trong nghiên cứu.

Vệ tinh	Loại sản phẩm	Ngày chụp	Phiên hiệu
LANDSAT-5	LM02_L1TP_133050_19750313_20180425_01_T2	1975-03-13	133/050
SPOT-2	SPOT_CAP 2 280-322 19950114 031000 2_J	1995-01-14	280/322
SPOT-5	SPOT_SCENE 5 280-322 20050229 031856 2_J	2005-02-29	280/322
SPOT-5	SPOT _ SCENE 5 280-322 20100309 031927 2_J	2010-03-09	280/322
SENTINEL-2	L1C_T49PCR_A024668_20200313T031139	2020-03-13	A024668

2.2. Phương pháp nghiên cứu

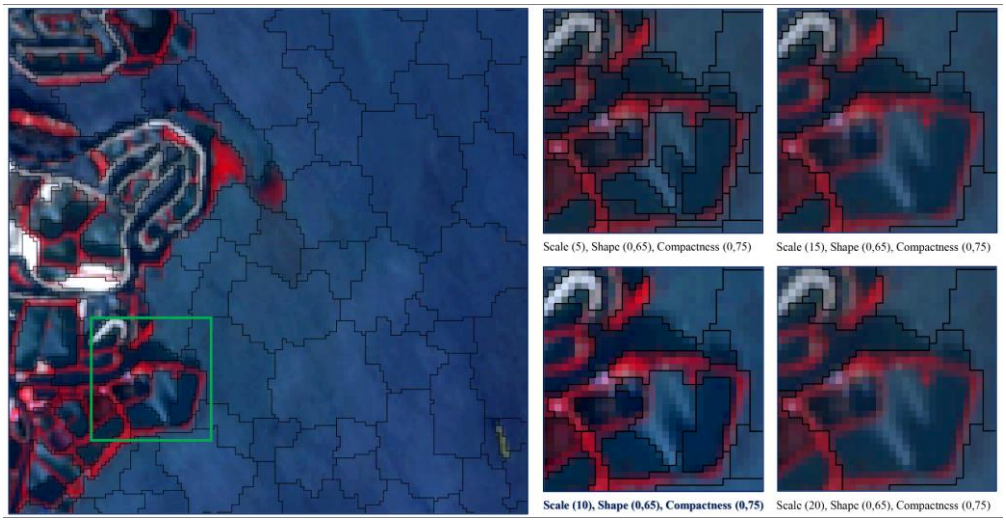
Để khắc phục những hạn chế trong tích hợp các thông tin về cấu trúc, hình dạng hay mối quan hệ của đối tượng thảm thực vật ngập mặn. Phương pháp phân loại dựa trên đối tượng (object-based) cho phép xác định và chiết xuất các đối tượng thảm thực vật ngập mặn trên ảnh viễn thám dễ dàng hơn [6]. Phương pháp object-based không chỉ đem lại hiệu quả cao đối với dữ liệu ảnh vệ tinh độ phân giải cao và siêu cao, mà đối với những ảnh vệ tinh có độ phân giải không gian trung bình có thể tận dụng những lợi thế riêng khi xử lý như: (i) Tích hợp các thuật toán học máy; (ii) Các mẫu giải đoán có tính đồng nhất về hình dạng, cấu trúc và tỷ lệ; (iii) Đánh giá biến động với độ chính xác cao [7]. Quá trình phân loại và phân tích biến động thảm thực vật ngập mặn được thực hiện theo sơ đồ trong Hình 2.



Hình 2: Khung phương pháp nghiên cứu sử dụng trong nghiên cứu.

- *Tiền xử lý ảnh vệ tinh:* Hình ảnh thu được từ các cảm biến của vệ tinh có thể chịu ảnh hưởng bởi sensor, năng lượng mặt trời, khí quyển và địa hình của khu vực [8], [9]. Do đó, quá trình tiền xử lý ảnh vệ tinh với mục đích giảm thiểu tất cả ảnh hưởng này đến mức tương đối nhất có thể trong nghiên cứu lớp phủ mặt đất [10]. Vì vậy, trong nghiên cứu này tất cả dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian được hiệu chỉnh bức xạ/ảnh hưởng khí quyển về ảnh phản xạ bề mặt thông qua phương pháp ATCOR (Atmospheric & Topographic Correction) được tích hợp trong phần mềm CATALYST Professional, giúp khôi phục lại các thành phần phụ mà chịu ảnh hưởng bởi khí quyển. Sau đó, tất cả dữ liệu ảnh vệ tinh được hiệu chỉnh hình học về hệ tọa độ VN2000-Zone 49N (với sai số vị trí nhỏ hơn ±0,5 pixel). Các dữ liệu này tiếp tục được cân bằng phổ và được tập hợp về cùng độ phân giải 10m sử dụng phương pháp nội suy song tuyến (bilinear interpolation), để chuẩn bị cho quá trình chiết xuất thông tin thảm thực vật ngập mặn. Để chiết xuất thảm thực vật ngập mặn, nghiên cứu sử dụng chỉ số CMRI (chỉ số nhận biết thảm thực vật ngập mặn kết hợp) là hiệu của NDVI (chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa) và NDWI (chỉ số nước chênh lệch chuẩn hóa) được đề xuất bởi [2], kết hợp với các kênh phổ của dữ liệu ảnh vệ tinh trong quá trình phân loại dựa trên đối tượng (object-based).

- *Phân loại dựa trên đối tượng:* Phương pháp phân loại này cho phép phân tích đối tượng ở đa tỷ lệ, giảm thiểu sự xuất hiện những thay đổi nhầm lẫn nhỏ và phát hiện biến động được tốt hơn [10]. Quá trình bắt đầu bằng bước phân mảnh ảnh (segmentation) với các tham số tùy chỉnh về hình dạng (Shape), độ chặt (Compactness) và tỷ lệ (Scale). Đây là những tham số quan trọng trực tiếp quyết định đến kích thước của mỗi đối tượng thảm thực vật ngập mặn. Kết quả tùy chỉnh các tham số phân mảnh ảnh, sau nhiều lần thử nghiệm đã lựa chọn các tham số như: Scale (10), Shape (0,65) và Compactness (0,75) trở thành các tham số tối ưu trong việc giảm thiểu nhầm lẫn giữa các thảm thực vật ngập mặn với các đối tượng khác trên ảnh vệ tinh trong khu vực nghiên cứu.



Hình 3: Vị trí thử nghiệm lựa chọn các thông số trong quá trình phân đoạn ảnh.

- *Chỉnh sửa và đánh giá độ chính xác kết quả phân loại:* Các vùng nhỏ riêng lẻ nhầm lẫn được thực hiện trên cơ sở thống kê số lượng và được gán thuộc tính thủ công. Nhằm chỉnh lý và loại bỏ các đối tượng riêng lẻ gây nhầm lẫn và tăng độ chính xác của kết quả phân loại dựa trên đối tượng. Một cuộc khảo sát thực địa trong thời gian từ ngày 15-17 tháng 3 năm 2020 để đánh giá độ chính xác của hình ảnh năm 2020. Dữ liệu kiểm chứng thực địa này hoàn toàn độc lập với dữ liệu tham gian mô tình phân loại để đảm bảo tính khách quan của đánh giá độ chính xác của kết quả sau cùng. Nghiên cứu đã thu được tổng cộng 250 mẫu xác thực của thảm thực vật ngập mặn. Đối với các thời điểm khác (1975, 1995, 2005 và 2010), nhóm tác giả đã thực hiện lựa chọn các mẫu kiểm chứng ngẫu nhiên (250 mẫu) bằng cách sử dụng hình ảnh Google Earth và từ các tài liệu bản đồ hiện trạng sử dụng đất gần với thời điểm được thu thập từ Sở tài nguyên và Môi trường tỉnh Bình Định.

- *Đánh giá biến động thảm thực vật ngập mặn:* Quá trình đánh giá tính biến động của thảm thực vật ngập mặn trên ảnh vệ tinh đa thời gian theo phương thức: (i) Sử dụng một dữ liệu thảm thực vật ngập mặn tại thời điểm năm 2020 là năm mới nhất trong giai đoạn nghiên cứu làm cơ sở; (ii) Phân tích những thay đổi theo các thời kỳ sau (1975, 1995, 2005 và 2010). Ngoài ra, quá trình đánh giá biến động còn trở thành tiền đề cho quá trình phân tích định lượng về động thái của thảm thực vật ngập mặn trong không gian. Trong nghiên cứu này, các chỉ số đánh giá mức độ biến động của thảm thực vật ngập mặn được sử dụng như: Biến động hằng năm (AC) và Tỷ lệ biến động hằng năm (IC). Các chỉ số này cung cấp thông tin định lượng để mô tả sự thay đổi của thảm thực vật ngập mặn và được xác định bởi các công thức sau:

$$AC = \left(Area_{(t2)} - Area_{(t1)} \right) \quad (1)$$

$$IC = \frac{Area_{(\Delta E)}}{\Delta_{(t2-t1)}} \times 100\% \quad (2)$$

Trong đó: $Area_{(\Delta E)}$ là diện tích thảm thực vật ngập mặn trong một khoảng thời gian xác định; $Area_{(t2)}$ là tổng diện tích thảm thực vật ngập mặn trong năm sau; $Area_{(t1)}$ là tổng diện tích thảm thực vật ngập mặn trong năm trước; $\Delta_{(t2-t1)}$ là một khoảng thời gian (t_1 là thời gian năm trước; t_2 là thời gian năm sau).

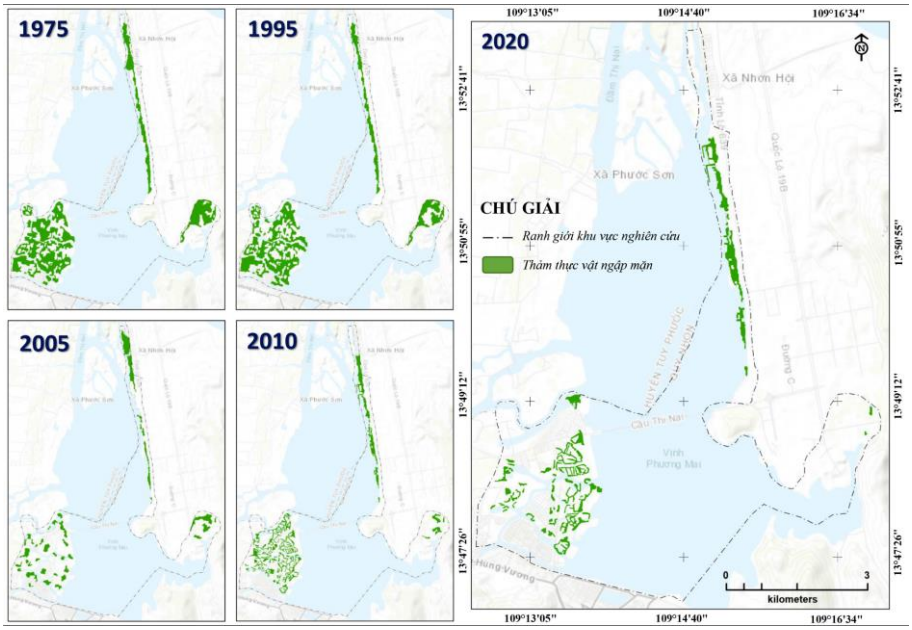
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Bản đồ thảm thực vật ngập mặn khu vực thành phố Quy Nhơn giai đoạn 1975-2020

Sử dụng học máy với thuật toán SVM (support vector machine) trong phân loại dựa trên đối tượng cho ảnh vệ tinh trong các năm 1975, 1995, 2005, 2010 và 2020. Sau khi gộp các lớp nhỏ và tinh chỉnh kết quả phân loại, đánh giá độ chính xác đã được thể hiện. Khi so sánh với các tập vùng mẫu kiểm chứng, độ chính xác như

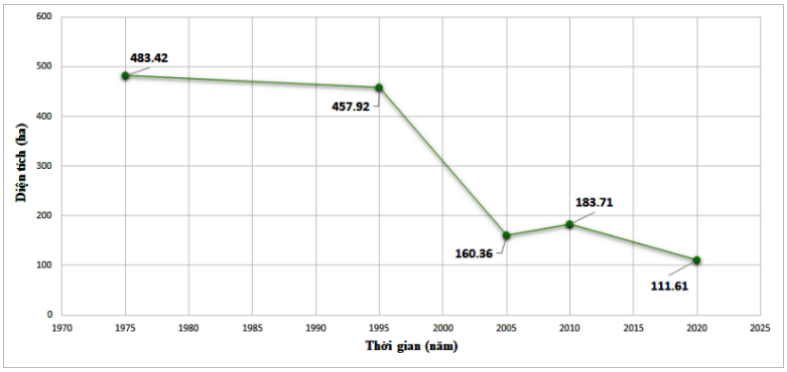
sau: (i) Độ chính xác phân loại tổng thể (OA) được ước tính là 80,5% năm 1975; 83,6% (1995); 84,3% (2005); 86,5% (2010) và 85,2% năm 2020; (ii) Hệ số kappa lần lượt là 0,78 năm 1975; 0,81 năm 1995; 0,82 năm 2005; 0,84 năm 2010; và 0,83 năm 2020.

Các giá trị độ chính xác thu được phù hợp với tiêu chuẩn phân loại có nguồn gốc từ ảnh vệ tinh. Toàn bộ khu vực nghiên cứu được phân loại trong 5 thời kỳ (1975, 1995, 2005, 2010 và 2020) và được minh họa trong Hình 4.



Hình 4: Phân bố không gian của thảm thực vật ngập mặn khu vực thành phố Quy Nhơn giai đoạn 1975-2020.

Trong vòng 45 năm, diện tích thảm thực vật ngập mặn có sự suy giảm rõ rệt 371,81 ha (từ 483,42 ha giảm còn 111,61 ha) từ năm 1975 đến 2020 (Hình 5). Để phân tích quá trình biến động thảm thực vật ngập mặn của khu vực thành phố Quy Nhơn. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả phân tích thành hai giai đoạn chính: Giai đoạn 1 (1975-1995) và Giai đoạn 2 (1995-2020). Trong đó, Giai đoạn 1 kéo dài 20 năm (1975-1995) diện tích thảm thực vật ngập mặn giảm nhẹ 25,5 ha (từ 483,42 ha giảm còn 457,92 ha) và Giai đoạn 2 (1995-2020) trong vòng 25 năm, thảm thực vật ngập mặn có sự suy giảm rất mạnh và được ước tính khoảng 346,31 ha (từ 457,92 ha giảm còn 111,61 ha). Như vậy, Giai đoạn 2 (1995-2020) mức độ suy giảm thực vật ngập mặn gấp 13,5 lần so với Giai đoạn 1 (1975-1995), điều này chứng tỏ khi thành phố Quy Nhơn trong quá trình đô thị hóa thì diện tích thảm thực vật ngập mặn suy giảm nhanh hơn so với trước khi bước vào gian đoạn phát triển đô thị.



Hình 5: Biểu đồ diện tích TVNM khu vực thành phố Quy Nhơn giai đoạn 1975-2020.

3.2. Những thay đổi của thảm thực vật ngập mặn ở thành phố Quy Nhơn

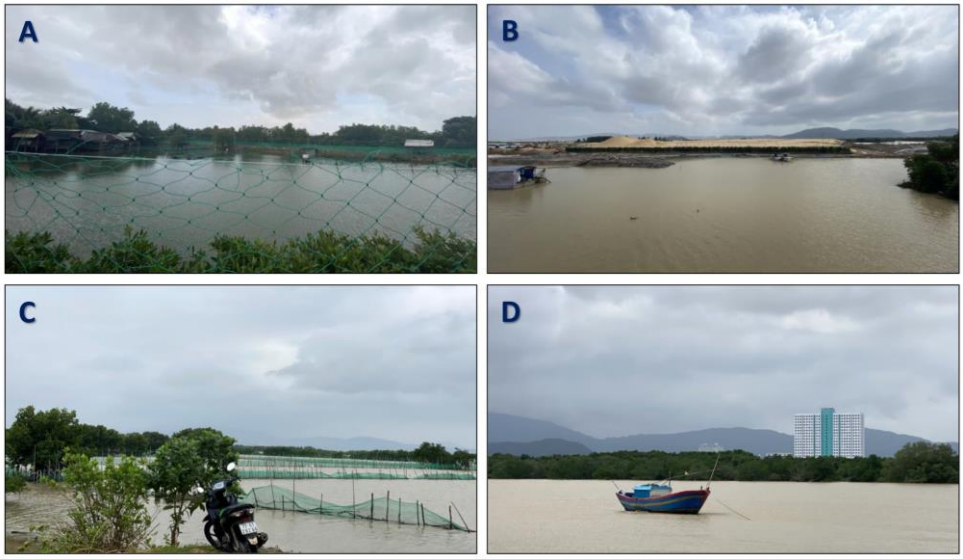
Dựa vào Bảng 2 và Hình 4 cho thấy, diện tích thực vật ngập mặn suy giảm nhiều nhất vào giai đoạn (1995-2005) và giai đoạn (2010-2020). Nếu như năm 1995 diện tích thảm thực vật ngập mặn là 457,92 ha thì đến năm 2005 còn 160,36 ha và đến năm 2020 chỉ còn lại 111,61 ha. Về tỷ lệ biến động hằng năm (IC), những thay đổi về thảm thực vật ngập mặn được nhận thấy là có ý nghĩa thống kê; và giảm 1,27%, giảm 29,75%, tăng 4,67%, giảm 7,21%, và giảm 8,26% trong các thời kỳ (1975-1995), (1995-2005), (2005-2010), (2010-2020) và trong toàn bộ giai đoạn nghiên cứu (1975-2020), tương ứng.

Bảng 2: Thống kê biến động hằng năm thực vật ngập mặn giai đoạn 1975 – 2020.

	Các giai đoạn từ năm 1975 đến năm 2020				
	1975-1995	1995-2005	2005-2010	2010-2020	1975-2020
AC (ha)	-25,5	-297,56	23,35	-72,1	-371,81
IC (%)	-1,27	-29,75	4,67	-7,21	-8,26

Kết quả cho thấy mức độ thảm thực vật ngập mặn cũng thay đổi theo không gian - thời gian. Thảm thực vật ngập mặn ở thành phố Quy Nhơn ít nhiều không đổi từ năm 1975 đến năm 1995 (Hình 4), trung bình mỗi năm giảm 1,27 ha. Từ năm 1995 đến năm 2005, thảm thực vật ngập mặn được chuyển đổi thành trang trại nuôi trồng thủy sản và các loại hình sử dụng đất khác (ví dụ: nông nghiệp) cũng được chuyển đổi thành trang trại nuôi trồng thủy sản trong cùng thời gian. Từ năm 2005 đến năm 2010, do chính sách thay đổi của thành phố Quy Nhơn đã tiến hành trồng mới thảm thực vật ngập mặn ven đầm Thị Nại nhằm phục hồi môi trường sinh thái, bảo vệ nguồn lợi thủy sản trong đầm. Trong giai đoạn này, thảm thực vật ngập mặn đã tăng lên 23,35 ha (từ 160,36 ha tăng lên 183,71 ha), trung bình gia tăng 4,67 ha/năm. Tuy nhiên, trong giai đoạn tiếp theo (2010-2020) diện tích thảm thực vật ngập mặn giảm đáng kể 72,1 ha (từ 183,71 ha xuống còn 111,61 ha), trung bình 7,21 ha/năm. Do sự phát triển và đô thị hóa nhanh trong những năm đầu của thế kỉ 21, cùng với sự đổi mới và phát triển nông lâm vùng đầm nước có thể thấy được nhận thức của nông ngư dân về tầm quan trọng và lợi ích to lớn từ thảm thực vật ngập mặn đem lại bị hạn chế, nhất là việc nông ngư dân chạy theo lợi ích trước mắt từ nuôi trồng thủy sản xuất khẩu do đó những thảm thực vật ngập mặn đã bị loại bỏ và bị thay thế làm ao nuôi tôm với diện tích lớn (Hình 6- A và C).

Do vị trí chuyển tiếp giữa môi trường biển với đất liền, nên hệ sinh thái thảm thực vật ngập mặn luôn có tính đa dạng sinh học rất cao, đóng vai trò quan trọng trong ổn định môi trường sinh thái. Quản lý và giữ gìn hệ sinh thái thảm thực vật ngập mặn nhằm giảm tình trạng xâm thực, phát huy chức năng phòng hộ bảo vệ môi trường, chống xói lở và cố định các bãi bồi ven đầm cũng như góp phần đa dạng sinh học. Thảm thực vật ngập mặn có thể che chắn cho các vùng nuôi nhiều loại cua, tôm, cá sinh sống dưới tán thực vật. Mất đi thảm thực vật ngập mặn là mất nơi sống, nơi sinh sản, vườn ươm của nhiều loài động vật thủy sản, dẫn đến môi trường nước bị suy thoái. Đồng thời, hoạt động nuôi trồng thủy sản đã thải ra môi trường một lượng lớn nước thải, chất thải rắn không qua quá trình xử lý, cùng với việc phá hủy thảm thực vật ngập mặn lấy đất nuôi tôm đã gây ra ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Với sự phát triển nhanh chóng của nền kinh tế - xã hội, nạn chặt phá, các dự án khai thác nuôi trồng thủy sản, sản xuất nguyên liệu duy trì sinh kế địa phương thì việc tác động đến thảm thực vật ngập mặn là điều tất yếu. Những tác động tiêu cực đến môi trường đã, đang và sẽ tiếp tục gia tăng với cường độ cao hơn ở thành phố Quy Nhơn (Hình 6- B và D).



Hình 6: Minh họa một số hoạt động của con người tại khu vực nghiên cứu. (A) và (C) khu vực nuôi trồng thủy sản đan xen với thực vật ngập mặn còn sót lại; (B) san lấp mặt bằng khu vực có thảm thực vật ngập mặn; (D) Nhà cao tầng xây dựng sát với TVNM.

Nghiên cứu trên thế giới đã ước tính việc phá thảm thực vật ngập mặn sẽ phát thải 0,02–0,12 Pg các-bon mỗi năm và chiếm khoảng 10% lượng phát thải do phá rừng. Nạn chặt phá thảm thực vật ngập mặn và thay đổi mục đích sử dụng đất hiện đang đóng góp 8-20% lượng khí các-bon đi-ô-xít (CO_2) phát thải toàn cầu do hoạt động của con người [2]. Những tác động tiêu cực, chạy theo lợi ích trước mắt mà con người tạo ra cản trở khả năng phục hồi của hệ sinh thái thảm thực vật ngập mặn do những hoạt động phát triển vùng ven biển (ví dụ: xây dựng đường sá, cơ sở hạ tầng hiện đại và dự án phát triển du lịch) làm hạn chế quá trình di cư của động vật, cũng như sự suy thoái thảm thực vật ngập mặn, làm giảm năng suất che chắn phòng hộ cũng như sinh kế lâu dài của người dân trong tương lai. Sự tương hợp của tác động đến tình hình sử dụng đất và biến đổi khí hậu thể hiện sự bất ổn cũng như việc quản lý và bảo tồn hệ sinh thái ven biển trong tương lai.

Trong nghiên cứu này, việc đánh giá độ chính xác cho thấy có thể ước tính độ che phủ của thảm vật ngập mặn ở khu vực thành phố Quy Nhơn bằng cách sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh độ phân giải không gian trung bình (Landsat-5, SPOT-2, SPOT-5 và Sentinel-2). Độ chính xác của kết quả phân loại dựa trên đối tượng với thuật toán SVM có hiệu quả trong việc tách các lớp thực vật ngập mặn để phân biệt với các đối tượng không phải là thực vật ngập mặn. Hình ảnh phân loại Landsat-5 cho độ chính xác tổng thể (OA) và giá trị kappa (80,5% và 0,78) thấp hơn so với hình ảnh phân loại SPOT-2 (83,6% và 0,81), SPOT-5 (86,5% và 0,84) và Sentinel-2 (85,2% và 0,83). Điều này có thể là do các mẫu đào tạo trong nghiên cứu này không khớp và chặt chẽ với thời điểm thu nhận ảnh hay do ảnh hưởng của thủy triều, mặc dù nghiên cứu đã sử dụng các bản đồ tham chiếu cũng như các hình ảnh độ phân giải cao của Google Earth làm dữ liệu tham khảo. Tuy nhiên, kết quả chiết xuất thảm thực vật ngập mặn trong giai đoạn 1975-2020, có độ chính xác tổng thể đều trên 80% và hệ số kappa trên 0,75 cho thấy rằng thảm thực vật ngập mặn được phân loại tốt. Ranh giới của khu vực nghiên cứu được lựa chọn cẩn thận đối với các vùng ngập mặn, để giảm sai số phân loại. Nhìn chung, các diện tích thảm thực vật ngập mặn đã được định lượng tốt bằng phương pháp phân loại dựa trên đối tượng tích hợp chỉ số CMRI và sử dụng thuật toán SVM. Ngoài ra, trong nghiên cứu này, các báo cáo kiểm kê thảm thực vật ngập mặn trước đây đã được sử dụng để tìm hiểu nguyên nhân đằng sau diện tích thảm thực vật ngập mặn bị suy giảm trong khu vực nghiên cứu.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã sử dụng ảnh vệ tinh đa thời gian để định lượng những thay đổi của thảm thực vật ngập mặn ở thành phố Quy Nhơn. Mặc dù các nghiên cứu trước đây đã lập bản đồ về phạm vi thảm thực vật ngập mặn ở khu vực thành phố Quy Nhơn, nhưng các nghiên cứu này sử dụng các phương pháp truyền thống khá đơn giản và tốn kém. Nghiên cứu của nhóm tác giả đã tập trung vào các phương pháp học máy hiện đại để chiết tách thảm thực vật ngập mặn. Tỷ lệ che phủ thảm thực vật ngập mặn ở khu vực thành phố Quy Nhơn đã bị thu hẹp đáng kể trong 45 năm qua (từ 1975 đến 2020), diện tích của thảm thực vật ngập mặn đã giảm thực sự từ năm 1995 đến năm 2005 (297,56 ha). Các hoạt động của con người từ chuyển đổi mục đích sử dụng đất gây khó khăn cho các nhà hoạch định chính sách trong công tác bảo tồn thảm thực vật ngập mặn. Trong hơn bốn thập kỷ qua, thảm thực vật ngập mặn đã giảm mạnh tại thành phố Quy Nhơn, những thay đổi về thảm thực vật ngập mặn liên quan đến nạn chặt phá rừng, xói mòn, bồi tụ và chuyển đổi mục đích sử dụng đất sang công nghiệp hóa trong nuôi trồng thủy sản. Ngoài ra, dưới tác động mạnh của quá trình biến đổi khí hậu khiến cho môi trường nước bị thay đổi, dẫn đến thảm thực vật ngập mặn bị suy giảm đáng kể cả về số lượng lẫn chất lượng. Nghiên cứu này góp phần vào việc theo dõi những thay đổi của thảm thực vật ngập mặn theo thời gian và để lập bản đồ khu vực thảm thực vật ngập mặn chính xác và tiết kiệm chi phí hơn. Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả cung cấp thông tin hữu ích cho các nhà hoạch định chính sách nhằm tăng cường bảo vệ các hệ sinh thái thảm thực vật ngập mặn ở khu vực đầm Thị Nại và các vùng lân cận. Trong tương lai, kết quả có thể được phát triển để nghiên cứu theo dõi, giám sát thay đổi lớp phủ/sử dụng đất hằng năm để hỗ trợ điều tra, dự đoán các kịch bản thay đổi sử dụng đất hoặc đánh giá và xác định đặc điểm đa dạng sinh học ở những vùng có thảm thực vật ngập mặn.❍

Tài liệu tham khảo

[1]. F. Afonso *et al.*, "Assessing Ecosystem Services in Mangroves: Insights from São Tomé Island (Central Africa)," *Front. Environ. Sci.*, vol. 9, p. 501673, Feb. 2021, doi: 10.3389/fenvs.2021.501673.

[2]. E. Mukhtar, A. Raynaldo, and W. Novarino, "Carbon stock mapping using mangrove discrimination indices in Mandeh Bay, West Sumatra," vol. 14, no. 1, p. 11, 2021.

[3]. J. Stiepani, L. G. Gillis, S. Y. Chee, M. Pfeiffer, and I. Nordhaus, "Impacts of urbanization on mangrove forests and brachyuran crabs in Penang, Malaysia," *Reg. Environ. Change*, vol. 21, no. 3, p. 69, Sep. 2021, doi: 10.1007/s10113-021-01800-3.

[4]. M. H. Pham, T. H. Do, V.-M. Pham, and Q.-T. Bui, "Mangrove forest classification and aboveground biomass estimation using an atom search algorithm and adaptive neuro-fuzzy inference system," *PLOS ONE*, vol. 15, no. 5, p. e0233110, May 2020, doi: 10.1371/journal.pone.0233110.

[5]. A. S. Sahadevan, C. Joseph, G. Gopinath, R. Ramakrishnan, and P. Gupta, "Monitoring the rapid changes in mangrove vegetation of coastal urban environment using polynomial trend analysis of temporal satellite data," *Reg. Stud. Mar. Sci.*, vol. 46, p. 101871, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.rsma.2021.101871.

[6]. K. Maurya, S. Mahajan, and N. Chaube, "Remote sensing techniques: mapping and monitoring of mangrove ecosystem—a review," *Complex Intell. Syst.*, vol. 7, no. 6, pp. 2797–2818, Dec. 2021, doi: 10.1007/s40747-021-00457-z.

[7]. V.-M. Pham, S. Van Nghiem, Q.-T. Bui, T. M. Pham, and C. Van Pham, "Quantitative assessment of urbanization and impacts in the complex of Huế Monuments, Vietnam," *Appl. Geogr.*, vol. 112, p. 102096, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.apgeog.2019.102096.

[8]. Phạm V. M., Nguyễn N. T., Lưu T. P. M., Bùi Q. T., Phạm M. T., and Phạm M. H., "Nghiên cứu định lượng giá trị dịch vụ hệ sinh thái trong bối cảnh đô thị hóa tại khu vực thành phố Huế giai đoạn 1995-2018 trên cơ sở dữ liệu viễn thám và GIS," *Tạp Chí Khoa Học Đo Đạc Và Bản Đồ*, no. 39, pp. 47–56, Mar. 2019, doi: 10.54491/jgac.2019.39.349.

[9]. Phạm V. M., Phạm M. H., Đỗ T. N. Á., and Nguyễn N. T., "Ứng dụng phương pháp viễn thám và trắc lượng hình thái trong phân tích ảnh hưởng của thay đổi lớp phủ thực vật và phân mảnh môi trường sống," *Tạp Chí Khoa Học Đo Đạc Và Bản Đồ*, no. 46, pp. 7–13, Dec. 2020, doi: 10.54491/jgac.2020.46.46.

[10]. Phạm V. M., Nguyễn N. T., Bùi Q. T., Phạm V. Đ., and Phạm M. H., "Tác động của mở rộng đô thị đến di sản văn hóa: nghiên cứu ở khu vực quần thể di tích Huế," *Tạp Chí Khoa Học Đo Đạc Và Bản Đồ*, no. 40, pp. 34–41, Jun. 2019, doi: 10.54491/jgac.2019.40.310.❍

Summary

Monitoring of Mangrove Vegetation using Remote Sensing technology and Machine Learning models: A case study of Quy Nhon city, Binh Dinh province, Vietnam

Dang Ngo Bao Toan, Quy Nhon University

Do Thi Nhung, Nguyen Thi Diem My, Nguyen Ngoc Thach, Pham Van Manh

University of Science, Vietnam National University, Hanoi

Mangrove vegetation is among the most threatened and vulnerable ecosystems in the world, which has experienced a rapid decline over the past few decades. The dynamics of Mangrove vegetation in Quy Nhon city has been almost unnoticed and monitored since 1975, although the area has decreased significantly in the early years of the 21st century. Therefore, the objectives of our study were to quantify changes in mangrove vegetation and identify the dominant drivers of change in Quy Nhon city, Binh Dinh province in the period 1975-2020. Spatial and temporal changes of mangrove vegetation were extracted using an object-based classifier combined with spectral index (CMRI) and support vector machine (SVM) algorithms in optical remote sensing images. The results show that the mangrove vegetation area of Quy Nhon city has significantly decreased by 8.26% during the 45 years and different degrees of decline in periods 1975-1995, 1995-2005, 2005-2010, and 2010-2020. In which, the period 1995-2005 has the largest decrease of 297.56 ha with an annual reduction rate of 29.75%/year. The findings of this study highlight the need for frequent and continuous monitoring of mangrove vegetation for a coastal city in the context of the impact of climate change and the rapid urbanization process.❍

Keywords: Mangrove vegetation, remote sensing, CMRI, machine learning, Quy Nhon city.