



HIỆN TRẠNG VÀ BIẾN ĐỘNG THÂM CỎ BIỂN Ở ĐẦM LĂNG CÔ TỈNH THỪA THIÊN HUẾ GIAI ĐOẠN 2001–2020

Hoàng Công Tín^{1*}, Nguyễn Hữu Chí Tư¹, Nguyễn Tú Uyên²

¹ Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, 77 Nguyễn Huệ, Huế, Việt Nam

² Chương trình Cao học Quốc tế về Sự bền vững các hệ thống nông thôn và môi trường giữa Đại học Huế, Việt Nam và Đại học Okayama, Nhật Bản, 1 Điện Biên Phủ, Huế, Việt Nam

Tóm tắt. Nghiên cứu này đã tích hợp công nghệ viễn thám, GIS và dữ liệu khảo sát thực địa để thành lập bản đồ hiện trạng và biến động cỏ biển tại đầm Lăng Cô tỉnh Thừa Thiên Huế trong giai đoạn 2001–2020. Quá trình phân loại cho độ chính xác tương đối cao với hệ số Kappa và độ chính xác toàn cục từ 0,9 và 90% trở lên. Do đó, có thể ghi nhận được mức độ tin cậy cao khi sử dụng ảnh Landsat để tiến hành thành lập bản đồ phân bố và biến động hệ sinh thái thềm cỏ biển tại khu vực nghiên cứu. Cỏ biển phân bố chủ yếu tại các khu vực phía bắc, đông bắc, Hói Mít, Hói Dừa và Hói Cạn. Diện tích cỏ biển đã ghi nhận được trong các năm 2001, 2010 và 2020 lần lượt là 94,32, 67,59 và 42,57 ha. Trong giai đoạn 2001–2020, diện tích cỏ biển đã mất đi, không đổi và thêm mới lần lượt là 90,97, 39,22 và 3,35 ha. Trong đó, các số liệu tương ứng là 90,97, 3,35 và 59,22 ha cho giai đoạn 2001–2010, và 59,56, 8,03 và 34,54 ha cho giai đoạn 2010–2020.

Từ khóa: cỏ biển, công nghệ viễn thám, GIS, biến động, đầm Lăng Cô

1 Đặt vấn đề

Cỏ biển là nhóm thực vật bậc cao, có hoa và thường phân bố tại các vùng biển ven bờ và đầm phá. Chúng phát triển mạnh trong môi trường nước mặn và nước lợ ở các vùng nhiệt đới và ôn đới. Theo Short, trên toàn thế giới có khoảng 72 loài cỏ biển và chiếm khoảng 0,2% diện tích bề mặt đại dương [1]. Tính đến năm 2012, Việt Nam đã phát hiện được 14 loài cỏ biển thuộc 4 họ và có diện tích ước tính khoảng 17.000 ha [2]. Trong tự nhiên, các thềm cỏ biển đóng nhiều vai trò quan trọng khác nhau. Thứ nhất, cỏ biển là sinh vật sản xuất trong các hệ sinh thái vùng ven biển và góp phần giữ ổn định năng suất và đa dạng sinh học khu vực [3]. Thứ hai, thềm cỏ biển là nơi cư trú cho các loài động vật và chống xói lở nền đáy [3]. Thứ ba, cỏ biển là nhóm sinh vật chỉ thị để đánh giá tình trạng sức khỏe và tính ổn định của các hệ sinh thái ven biển và đầm phá [3, 4].

Cho đến nay, các dự án nghiên cứu về cỏ biển đã được thực hiện tại nhiều nơi trên thế giới. Các dự án này tập trung vào đặc điểm phân bố và tầm quan trọng của thềm cỏ biển trong các hệ sinh thái [5]. Trong đó, ảnh thu được từ các vệ tinh là một nguồn dữ liệu quan trọng để đánh giá các thềm cỏ biển. Năm 2011, Knudby và cs. đã sử dụng ảnh thu được từ vệ tinh IKONOS để thành lập bản đồ phân bố của các thềm cỏ biển [6]. Năm 2009, Howari và cs. đã ứng dụng công

* Liên hệ: hoangcong tin@hueuni.edu.vn

nghe viễn thám và GIS để đánh giá sự biến động của rừng ngập mặn và các thảm cỏ biển tại tiểu Vương quốc Ả Rập thống nhất [7]. Tại Việt Nam, công nghệ viễn thám và GIS đã được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như nghiên cứu hệ sinh thái, biến động môi trường, đánh giá tài nguyên và quản lý môi trường [8]. Năm 2012, Cao Văn Lương và cs. đã nghiên cứu các thảm cỏ tại vùng ven biển Việt Nam bằng cách thành lập bản đồ phân bố của thảm cỏ biển [2]. Năm 2016, Chen và cs. đã đánh giá sự biến động của thảm cỏ biển theo thời gian tại vịnh Cam Ranh, Việt Nam [3]. Như vậy, công nghệ viễn thám và GIS đã góp phần thúc đẩy hoạt động nghiên cứu và quản lý đa dạng sinh học tại nhiều quốc gia.

Trong những năm trở lại đây, biến đổi khí hậu đang diễn ra ngày càng rõ nét ở nhiều nơi trên thế giới. Có thể thấy rằng, sự gia tăng của nhiệt độ và mực nước biển đang diễn ra rõ nhất và điều đó đã dẫn đến những thay đổi trong các hệ sinh thái [9]. Ngoài ra, quá trình công nghiệp hóa của con người đã gây ra những ảnh hưởng lớn đến các hệ đa dạng sinh học. Theo Short và cs., các chất dinh dưỡng và chất rắn lơ lửng thải ra từ các khu dân cư đã ảnh hưởng đến sự phát triển của các thảm cỏ biển [10]. Tại Việt Nam, các thảm cỏ biển cũng chịu sự tác động đáng kể từ các tác nhân tự nhiên và con người. Trong vòng 5 năm, từ 2007 đến 2012, diện tích thảm cỏ biển ở vùng ven biển Việt Nam đã giảm hơn 50% diện tích [2]. Trong đó, đầm Lãng Cô tỉnh Thừa Thiên Huế là một khu vực chịu ảnh hưởng của các hoạt động tự nhiên và nhân tạo. Điều đó đã làm suy giảm đa dạng sinh học tại đầm, đặc biệt là sự suy giảm các thảm cỏ biển. Đầm Lãng Cô giữ vai trò quan trọng trong chiến lược phát triển kinh tế – xã hội của tỉnh Thừa Thiên Huế. Đồng thời, đây là một khu vực có dữ liệu ảnh vệ tinh thu được trong nhiều năm liên tục, thuận lợi cho hoạt động nghiên cứu khoa học. Vì vậy, đầm Lãng Cô đã được chọn làm địa bàn nghiên cứu.

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá hiện trạng và sự biến động của các thảm cỏ biển ở đầm Lãng Cô theo không gian và thời gian bằng cách sử dụng kết hợp dữ liệu ảnh vệ tinh, công nghệ viễn thám và GIS. Bên cạnh đó, nghiên cứu còn tiến hành đánh giá mức độ tin cậy của các nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh được sử dụng trong quá trình giải đoán hệ sinh thái cỏ biển. Kết quả sẽ góp phần cung cấp dữ liệu phục vụ công tác quy hoạch bảo tồn đa dạng sinh học và phát triển kinh tế một cách bền vững.

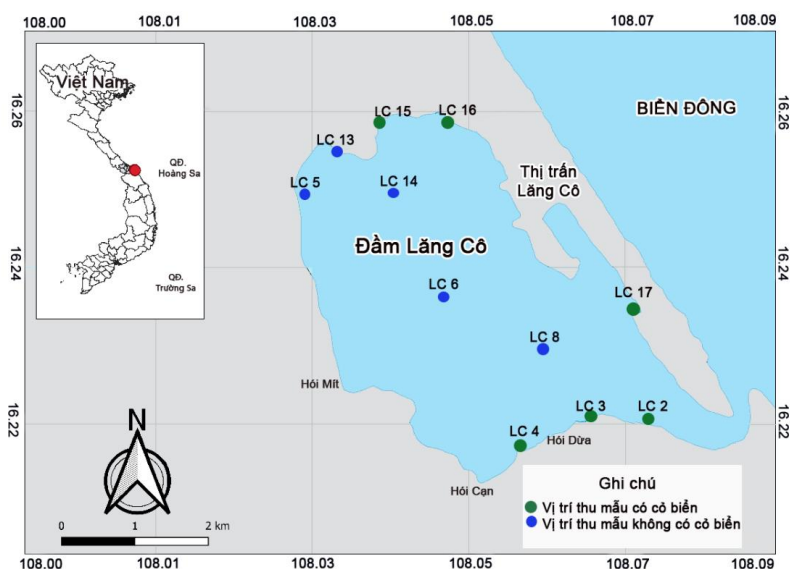
2 Tư liệu và phương pháp

2.1 Địa điểm

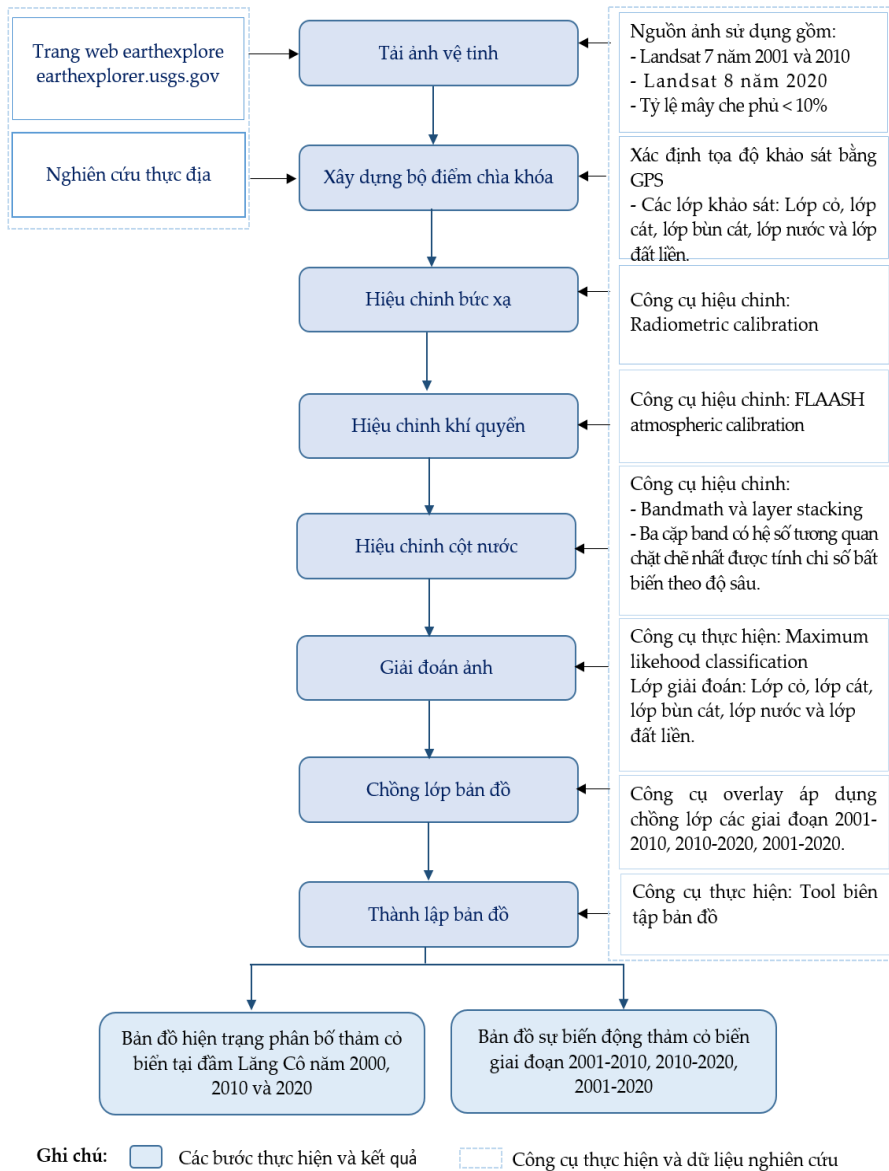
Đầm Lãng Cô (còn được gọi là đầm Lập An hay An Cư) cách thành phố Huế khoảng 70 km về phía nam và có vị trí tọa độ là $160^{\circ}12' - 160^{\circ}15'$ vĩ độ bắc và $108^{\circ}02' - 108^{\circ}05'$ kinh độ đông. Chiều dài của đầm Lãng Cô theo hướng bắc - nam khoảng 5–6 km, chiều rộng khoảng 2–4 km và độ sâu mực nước dao động trong khoảng 1–3 m. Đầm Lãng Cô có diện tích mặt nước khoảng 16,17 km², chiếm 15,2% diện tích tự nhiên của thị trấn Lãng Cô [11]. Phần lớn đầm Lãng Cô được bao quanh bởi rừng và khu dân cư. Nguồn nước ngọt đi vào đầm từ ba dòng chảy chính là Hói Cạn, Hói Mít và Hói Dừa và đầm thông với Biển Đông qua cửa Lãng Cô.

Các công trình nghiên cứu trước đây cho thấy rằng Lãng Cô là khu vực có sự đa dạng sinh học cao với 33 loài thực vật ngập mặn, thuộc 32 chi, 25 họ thuộc 2 ngành đã xác định được. Bên cạnh đó có ba loài cỏ biển bao gồm *Halodule pinifolia*, *Halophylla ovalis* và *Thalassia hemprichii* đã phát hiện được vào năm 2012 [12, 13].

Các tuyến khảo sát đã thực hiện tại đầm Lãng Cô trong hai ngày 8-9/2/2020. Hình thức di chuyển gồm đi bộ và đi ô tô tại các điểm khảo sát gần bờ và đi thuyền tại các điểm ở trong đầm. Đồng thời, một số dụng cụ đã được chuẩn bị để thu thập thông tin tại các điểm khảo sát như thiết bị định vị toàn cầu (GPS), sổ tay ghi chú và dụng cụ để thu thập mẫu cỏ. Mẫu được thu thập tại 11 điểm trên đầm (Hình 1).



Hình 1. Vị trí các điểm thu mẫu tại đầm Lãng Cô



Hình 2. Quy trình thành lập bản đồ hiện trạng và biến động thảm cỏ biển tại đầm Lăng Cô

2.2 Phương pháp

Thu thập dữ liệu thứ cấp

Các nguồn dữ liệu thứ cấp được thu thập bao gồm các công trình nghiên cứu về sự phân bố và biến động của hệ sinh thái thảm cỏ biển tại khu vực cũng như các khu vực khác ở tỉnh Thừa Thiên Huế trong 20 năm gần đây. Bên cạnh đó, các tài liệu liên quan đến báo cáo thống kê kinh tế xã hội tại thị trấn Lăng Cô và các nghiên cứu khác liên quan. Một số nghiên cứu cũng được thu

thập liên quan đến các hoạt động phát triển kinh tế – xã hội và du lịch có tác động mạnh tới sự sinh trưởng và phát triển của các hệ sinh thái ven bờ tại khu vực nghiên cứu.

Thu thập ảnh viễn thám

Đầm Lãng Cô là khu vực đã chịu ảnh hưởng lớn của biến đổi khí hậu và phát triển kinh tế. Điều đó đã và đang gây ra những biến đổi trong các hệ sinh thái của khu vực. Để có cái nhìn chính xác về sự ảnh hưởng này đến thảm cỏ biển tại đầm Lãng Cô, chúng tôi đã sử dụng ảnh viễn thám chụp trong các năm 2001, 2010 và 2020.

Nguồn ảnh viễn thám sử dụng trong nghiên cứu này được thu thập từ trang web Earthexplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov>) của Tổ chức Khảo sát Trắc địa Hoa Kỳ (USGS). Đây là trang web có dữ liệu ảnh viễn thám đầy đủ nhất. Nghiên cứu muốn kiểm chứng mức độ tin cậy khi sử dụng ảnh vệ tinh Landsat để tiến hành theo dõi hiện trạng và biến động của các hệ sinh thái các thảm cỏ biển theo thời gian, do đó dữ liệu ảnh viễn thám đã được thu thập là Landsat 7 và Landsat 8 khi cỏ biển sinh trưởng và phát triển mạnh (tháng ba và tháng tư). Thông tin cụ thể của ảnh vệ tinh được trình bày trong Bảng 1.

Trong nghiên cứu này, ba giai đoạn được lựa chọn để đánh giá sự biến động của thảm cỏ biển, trong đó mỗi giai đoạn gắn liền với một mốc sự kiện tương ứng. Năm 2001 là thời điểm trước khi đẩy mạnh phát triển kinh tế xã hội với sự triển khai các công trình xây dựng nhằm hoàn thiện cơ sở vật chất kỹ thuật và đầu tư phát triển nuôi trồng thủy hải sản. Cụ thể, các công trình như hầm đường bộ Hải Vân được xây dựng từ năm 2002 đến 2005, tuyến đường bờ Tây của đầm được xây dựng từ năm 2007 đến 2008. Bên cạnh đó, giai đoạn 2002–2005 cũng ghi nhận sự phát triển mạnh của các hoạt động nuôi tôm sú và giai đoạn 2007–2010 tương ứng với hoạt động san lấp tạo quỹ đất để phân lô bán nền [12]. Năm 2010 là một mốc thời gian quan trọng thứ hai để đánh giá thảm cỏ biển trước khi các dự án phát triển khu kinh tế Chân Mây Lăng Cô bắt đầu được đẩy mạnh. Ước tính có khoảng 172,04 ha đất đã được sử dụng để xây dựng các công trình biệt thự ven đồi và ven đầm; 139,01 ha đất cho khu trung tâm dịch vụ và du lịch thương mại và 98,950 ha đất với mục đích xây dựng khu hỗn hợp đa chức năng theo quy hoạch chi tiết khu vực ven đường phía tây đầm Lãng Cô [14]. Năm 2020 được lựa chọn để đánh giá hiện trạng thảm cỏ biển tại đầm Lãng Cô đến thời điểm hiện tại (Bảng 1). Việc lựa chọn các mốc thời gian đó có thể

Bảng 1. Thông tin của ảnh vệ tinh đã thu thập

Năm	Nguồn dữ liệu	Mã ảnh	Ngày chụp	Thời gian	Độ phân giải (m)
2001	Landsat	LE07_L1TP_124049_20010323_20170206_01_T1	23/03/2001	02:56	30 × 30
2010	Landsat	LE07_L1TP_125049_20100307_20161216_01_T1	07/03/2010	03:04	30 × 30
2020	Landsat	LC08_L1TP_125049_20200310_20200314_01_T1	10/03/2020	03:12	30 × 30

cho thấy sự ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và phát triển kinh tế tại khu vực nghiên cứu đến sự phân bố của cỏ biển.

Xây dựng điểm chìa khóa thực địa

Bộ điểm chìa khóa đã được xây dựng trên cơ sở chuyển thực địa tại đầm Lăng Cô trong tháng 2 năm 2020 (Hình 1). Tại mỗi điểm thu mẫu, thiết bị định vị toàn cầu GPS được sử dụng để xác định tọa độ của các loại nền đáy khác nhau nhằm đưa dữ liệu phục vụ cho quá trình giải đoán ảnh vệ tinh.

Xử lý ảnh vệ tinh

Hiệu chỉnh bức xạ: ảnh sau khi tải về được tiến hành hiệu chỉnh bức xạ. Giá trị số (DN – Digital Number) của các điểm ảnh (pixels) được chuyển sang bức xạ phổ và tính toán bằng công thức (1) [15].

$$\text{Rad}_\lambda = a_\lambda \times \text{DN} + b_\lambda \quad (1)$$

trong đó Rad_λ là giá trị bức xạ phổ thu được tại đầu thu; DN là giá trị số nguyên của kênh ảnh; a_λ là giá trị “gain” tại kênh ảnh ở bước sóng λ ; b_λ là giá trị “offset/bias” tại kênh ảnh ở bước sóng λ . Các giá trị gain và offset/bias được lấy từ file metadata của ảnh Landsat.

Hiệu chỉnh khí quyển: dữ liệu viễn thám được sử dụng trong nghiên cứu này là ảnh Landsat level 1, chưa được hiệu chỉnh đối với các điều kiện khí quyển. Do đó, ảnh viễn thám sau khi hiệu chỉnh bức xạ được tiến hành hiệu chỉnh khí quyển nhằm loại bỏ ảnh hưởng của các yếu tố khí quyển đến độ chính xác của quá trình giải đoán [16].

Hiệu chỉnh cột nước: ánh sáng khi truyền qua bề mặt nước bị hấp thụ và phân tán. Vì vậy, sau khi hiệu chỉnh khí quyển, dữ liệu ảnh viễn thám được tiến hành hiệu chỉnh cột nước để chuyển giá trị phản xạ về đúng với phổ phản xạ của đối tượng nghiên cứu. Quá trình hiệu chỉnh được tính toán bằng chỉ số bất biến theo độ sâu (DII- Depth Invariance Index). Chỉ số DII được tính theo công thức (2) [17].

$$\text{D.I.I}_{ij} = a \times \text{Ln}(\text{band } i) - \text{Ln}(\text{band } j) + b \quad (2)$$

trong đó: L_i, L_j là độ phản xạ phổ trong mặt nước của kênh i, j (band i , band j) thu được từ hiệu chỉnh khí quyển ở điểm cát; a, b tương ứng là hệ góc và đoạn cắt trục tung trong đường hồi quy (Hình 3).

Cơ sở tính toán của chỉ số bất biến theo độ sâu được thực hiện dựa trên quan hệ tuyến tính giữa phổ phản xạ bề mặt của kênh thứ i và thứ j . Sau đó, chọn ra ba cặp kênh ảnh có hệ số tương quan lớn nhất (phụ thuộc vào R^2) để tính chỉ số bất biến theo độ sâu. Sử dụng công cụ layer stacking để gộp ba cặp kênh ảnh được chọn.

Giải đoán ảnh: ảnh sau khi tổng hợp kênh được sử dụng để giải đoán các lớp bao gồm lớp nền đáy cỏ, cát, bùn cát, lớp nước và lớp đất liền. Thuật toán phân loại xác suất cực đại MLC (Maximum likelihood classification) đã được sử dụng để phân loại đối tượng với xác suất cực đại.

Đánh giá độ chính xác phương pháp phân loại: trong nghiên cứu này, độ chính xác của phương pháp phân loại được đánh giá bằng cách thành lập bảng ma trận sai số các pixel của các lớp. Các giá trị sai số của từng lớp đã phân loại được so sánh với giá trị của lớp đó đã kiểm tra ngoài thực địa. Số dòng và số cột của ma trận này bằng với số lớp được phân loại. Từ bảng ma trận sai số, tính hệ số Kappa (K) và độ chính xác toàn cục (OA) theo các công thức (3) và (4) [18].

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})} \quad (3)$$

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^r x_{ii}}{N} \quad (4)$$

trong đó r là số cột trong ma trận ảnh; N là tổng số pixel quan sát được trong ma trận ảnh; X_{ii} là số lượng pixel quan sát được tại hàng i và cột i (trên đường chéo chính); X_{i+} là tổng số pixel quan sát tại hàng i ; X_{+i} là tổng pixel quan sát tại cột i .

Giá trị của hệ số K nằm trong khoảng từ 0 đến 1 và tương ứng với mỗi khoảng giá trị thể hiện một mức độ chính xác tương ứng:

$K > 0,8$: độ chính xác cao

$0,4 < K < 0,8$: độ chính xác trung bình

$K < 0,4$: độ chính xác thấp

Chồng lớp bản đồ: sau khi phân loại và đánh giá độ chính xác, ảnh được đưa vào Map-info 12.0 và QGIS 3.10 để chồng lớp bản đồ. Các lớp bản đồ phân bố cỏ biển được chồng lớp bao gồm lớp cỏ năm 2001 với 2020, lớp cỏ năm 2001 với 2010 và lớp cỏ năm 2010 với 2020. Sau đó, sự biến động diện tích của các thảm cỏ biển được xác định bao gồm diện tích cỏ biển không thay đổi, mất đi và thêm mới trong các giai đoạn 2001–2020, 2001–2010 và 2010–2020.

Biên tập bản đồ: phần mềm QGIS 3.10 đã được sử dụng để biên tập bản đồ. Bộ bản đồ được biên tập bao gồm bản đồ hiện trạng cỏ biển trong ba năm 2001, 2010, 2020 và bản đồ biến động cỏ biển trong các giai đoạn 2001–2020, 2001–2010 và 2010–2020.

3 Kết quả

3.1 Đánh giá độ chính xác phương pháp phân loại

Kết quả phân loại quá trình giải đoán ảnh viễn thám qua các năm nghiên cứu được trình bày ở Bảng 2 và Bảng 3. Độ chính xác tổng thể và hệ số Kappa đều cho kết quả tương ứng từ 90% và 0,9 trở lên. Hệ số Kappa và độ chính xác tổng thể là 0,90 và 92,1% cho năm 2001; 0,93 và 94,5% cho năm 2010 và 0,93 và 94,4% cho năm 2020. Độ chính xác của kết quả phân loại năm 2001 nhỏ hơn so với năm 2010 và 2020. Điều này có thể do ảnh viễn thám năm 2020 là ảnh được chụp từ vệ tinh Landsat-8, ảnh được đánh giá là có chất lượng tốt hơn so với ảnh thu được từ vệ tinh Landsat-7. Ngoài ra, trong bước hiệu chỉnh cột nước, mối tương quan giữa các cặp band được sử dụng cho công thức tính chỉ số bất biến theo độ sâu của năm 2010 lớn hơn của năm 2020 và 2001 (Hình 3).

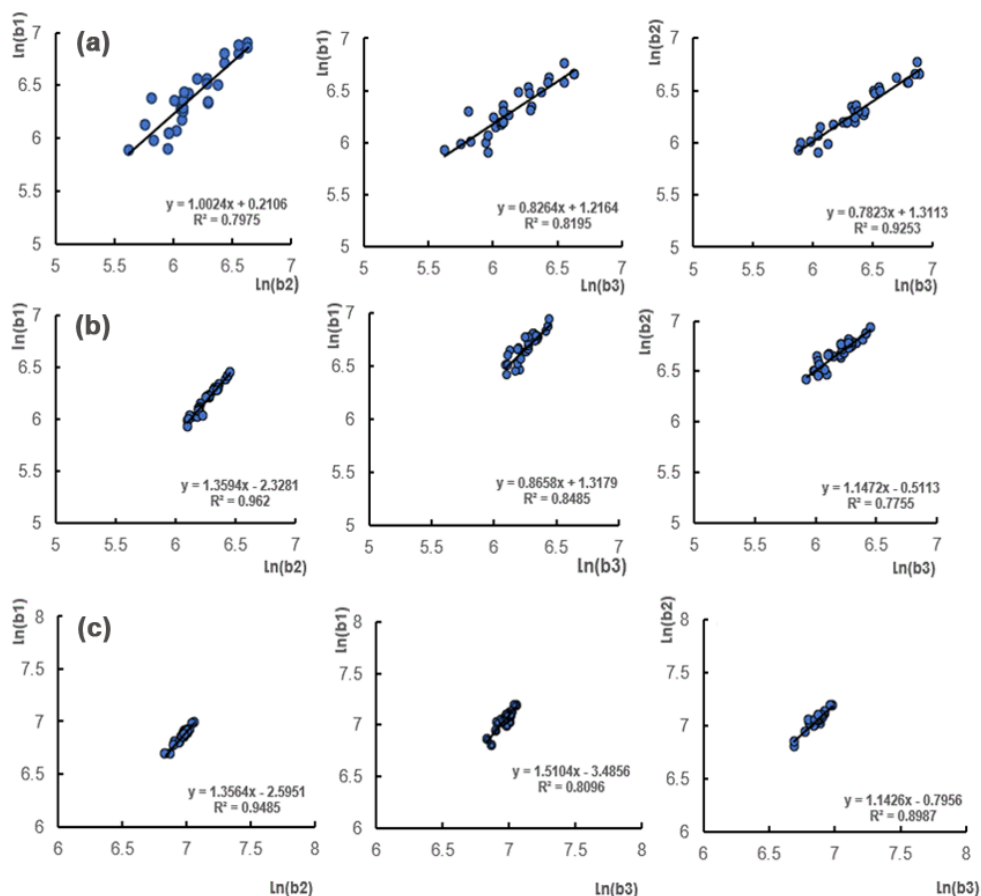
Bảng 2. Kết quả độ chính xác quá trình phân loại ảnh viễn thám

Năm	Nguồn ảnh	Hệ số Kappa	Độ chính xác toàn cục (%)
2001	Landsat-7	0,90	92,1
2010	Landsat-7	0,93	94,5
2020	Landsat-8	0,93	94,4

Bảng 3. Kết quả độ chính xác của các lớp phân loại

Năm	Độ chính xác nhà sản xuất (%)						Độ chính xác người dùng (%)					
	1	2	3	4	5	TB	1	2	3	4	5	TB
2001	88,0	98,0	86,3	98,4	94,2	92,9	88	98,0	88,0	90,2	96,1	92,1
2010	95,7	95,2	97,8	95,5	89,8	94,8	95,7	88,9	100	91,3	96,4	94,5
2020	85,7	94,8	98,0	95,6	98,0	94,4	93,3	98,2	96,2	89,6	94,2	94,4
TB	89,8	96,0	94,0	96,5	94,0	94,0	92,3	95,0	94,7	90,4	95,6	93,6

Ghi chú: TB là trung bình; 1 là lớp cò; 2 là lớp nước; 3 là lớp bùn cát; 4 là lớp cát; 5 là lớp đất liền.



Hình 3. Mối quan hệ giữa các cặp band đã sử dụng trong hiệu chỉnh cột nước của các năm 2001 (a), 2010 (b) và 2020 (c)

3.2 Hiện trạng phân bố thảm cỏ biển tại đầm Lăng Cô trong các năm 2001, 2010 và 2020

Quá trình khảo sát thực địa tại đầm Lăng Cô đã ghi nhận được ba loài cỏ biển gồm *Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis* và *Halodule uninervis*. Các loài cỏ biển thường mọc thành từng cụm, tạo thành các thảm cỏ biển đơn loài hoặc đa loài xen lẫn với các loài khác trong khu vực. Chúng thường phân bố ở vùng ven bờ với độ sâu từ 0,3 đến 1 m.

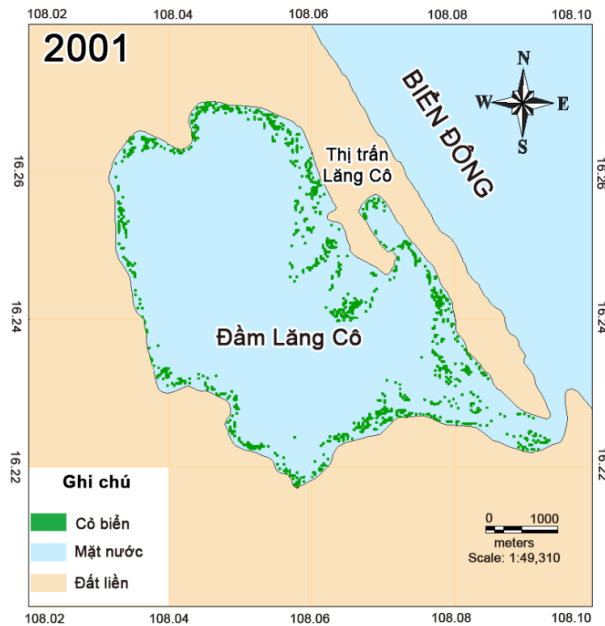
Năm 2001, diện tích cỏ biển ở đầm Lăng Cô ước tính là 94,32 ha (Bảng 4), chiếm khoảng 6,2% diện tích mặt đầm. Cỏ biển phân bố ở hầu hết các vị trí quanh đầm (Hình 4).

Năm 2010, cỏ biển tại đầm Lăng Cô chủ yếu phân bố thành từng thảm lớn tại các khu vực phía bắc, đông bắc, Hói Mít, Hói Dừa và Hói Cạn (Hình 5). Diện tích cỏ biển năm 2010 ước tính là 67,59 ha, chiếm khoảng 4,63% diện tích mặt nước đầm.

Bản đồ hiện trạng cỏ biển năm 2020 cho thấy cỏ biển phân bố thành từng thảm với diện tích nhỏ và rải rác tại một số khu vực như phía bắc, đông bắc, Hói Mít, Hói Dừa và Hói Cạn của

đầm (Hình 6). Tổng diện tích các thảm cỏ biển năm 2020 ước tính là 42,57 ha, chiếm khoảng 3,25% diện tích đầm.

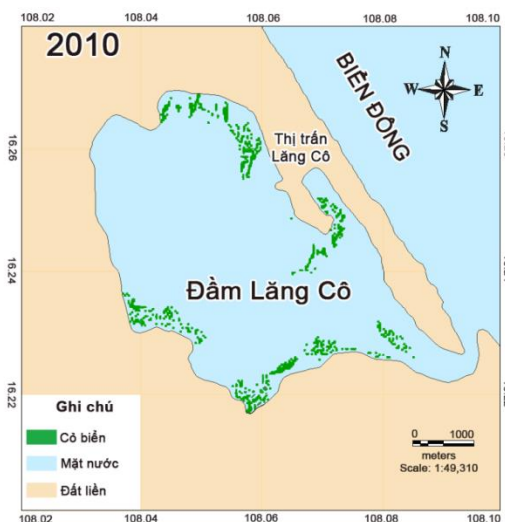
Như vậy, vị trí phân bố của cỏ biển trong các năm nghiên cứu không có sự biến động lớn, nhưng tổng diện tích đã có sự thay đổi đáng kể theo thời gian. Diện tích cỏ biển năm 2001 và 2010 ước tính là 94,32 ha và 67,59 ha, còn năm 2020 diện tích cỏ biển chỉ ở mức 42,57 ha. Diện tích cỏ biển tại đầm Lăng Cô thấp hơn so với tại các đầm khác ở Việt Nam như đầm Tam Giang – Cầu Hai, đầm Thị Nại, đầm Thủy Triều và đầm Nại. Diện tích cỏ biển tại đầm Tam Giang – Cầu Hai năm 1999 và năm 2009 tương ứng là 2.450,2 và 1.000 ha [2]. Diện tích cỏ biển tại đầm Nại tỉnh Ninh Thuận năm 2013 và đầm Thị Nại năm 2005 là 90 và 215 ha [9, 20]. Năm 2010, diện tích cỏ biển đã ghi nhận thấp hơn so với nghiên cứu của H. N. Thang và cs. với diện tích phân bố của cỏ biển là 44,26 ha [13], còn nghiên cứu này đã ghi nhận diện tích cỏ biển ước tính là 67,59 ha (Bảng 4).



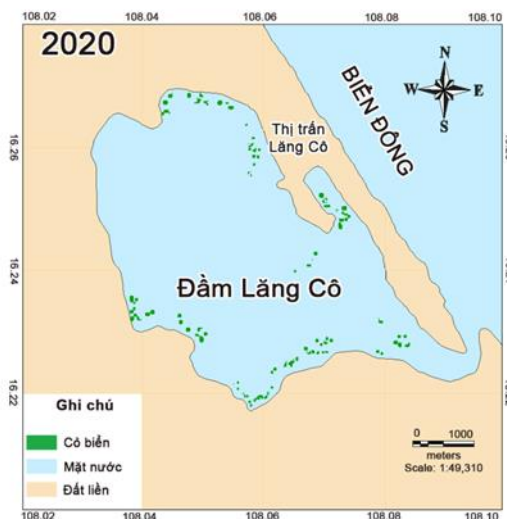
Hình 4. Hiện trạng phân bố thảm cỏ biển tại đầm Lăng Cô năm 2001

Bảng 4. Diện tích cỏ biển qua các năm 2001, 2010 và 2020 và tỷ lệ so với tổng diện tích mặt nước đầm Lăng Cô

Năm	2001	2010	2020
Diện tích thảm cỏ biển (ha)	94,32	67,59	42,57
Diện tích mặt nước (ha)	1.540	1.459	1.310
Tỷ lệ (%)	6,2	4,63	3,25



Hình 5. Hiện trạng phân bố thảm cỏ biển tại đầm Lăng Cô năm 2010



Hình 6. Hiện trạng phân bố các thảm cỏ biển ở đầm Lăng Cô năm 2020

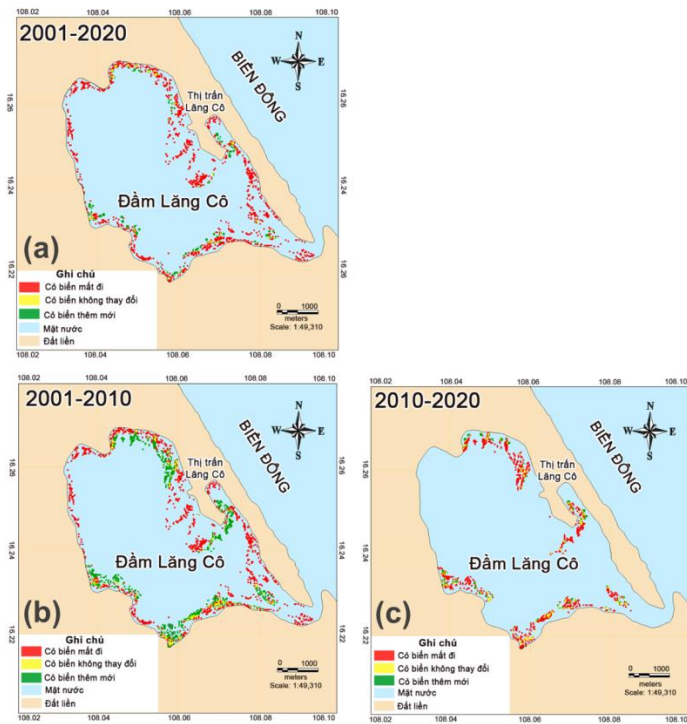
3.3 Biến động diện tích phân bố thảm cỏ biển tại đầm Lăng Cô trong giai đoạn 2001–2020

Sự phân bố của thảm cỏ biển tại đầm Lăng Cô đã có những biến động theo không gian và thời gian. Tại một số vị trí cỏ biển đã biến mất; tại một số vị trí khác đã có sự thêm mới và ở một số vị trí, sự phân bố của cỏ biển là không đổi. Sự biến động của các thảm cỏ biển tại đầm Lăng Cô được trình bày trên Hình 7 (a, b, c) và Bảng 5.

Bảng 5. Biến động diện tích cỏ biển giai đoạn 2001–2020 và tỷ lệ % so với tổng diện tích mặt nước đầm Lăng Cô

STT	Năm	Diện tích cỏ biển (ha)					
		Không đổi	Tỷ lệ (%)	Mất đi	Tỷ lệ (%)	Thêm mới	Tỷ lệ (%)
1	2001–2010	8,37	0,54	85,95	5,58	59,22	3,85
2	2010–2020	8,03	0,54	59,56	4,08	34,54	2,37
3	2001–2020	3,35	0,22	90,97	5,91	39,22	2,55

Diện tích biến động của các thảm cỏ biển trong giai đoạn 2001–2020 có xu hướng giảm theo thời gian (Hình 7a). Sự biến mất của cỏ biển và phát triển của kinh tế xã hội đã diễn ra song song trong giai đoạn này. Trong khi các thảm cỏ biển đang suy giảm theo thời gian thì kinh tế xã hội đang được quan tâm và phát triển. Kết quả cho thấy, phần diện tích cỏ biển mất đi lớn hơn so với phần không đổi và thêm mới. Cụ thể, phần diện tích cỏ biển mất đi là 90,97 ha còn phần diện tích cỏ thêm mới và không đổi chỉ tương ứng là 39,22 ha và 3,35 ha. Mức độ ảnh hưởng của sự phát triển kinh tế xã hội đến các thảm cỏ biển tại đầm Lăng Cô đã thể hiện rõ trong giai đoạn 2001–2010 và 2010–2020.



Hình 7. Bản đồ sự biến động thảm cỏ biển giai đoạn 2001–2020 (a); giai đoạn 2001–2010 (b) và giai đoạn 2010–2020 (c)

Trong giai đoạn 2001–2010, diện tích của thảm cỏ biển đã có sự biến động theo thời gian (Hình 7b). Kết quả cho thấy, tổng diện tích cỏ biển không thay đổi ước tính là 8,37 ha, còn tổng diện tích cỏ biển đã mất đi và thêm mới là 85,95 và 59,22 ha. Trong đó, phần diện tích cỏ biển mất đi chủ yếu nằm về phía đông nam của đầm và phần diện tích cỏ thêm mới chủ yếu tại các khu vực Hói Mít, Hói Dừa, Hói Cạn và phần phía bắc của đầm. Trong giai đoạn này, một số công trình đã được khởi công xây dựng như hầm đường bộ Hải Vân, tuyến đường bờ tây và bờ đông của đầm Lăng Cô [12]. Khi đi vào xây dựng, các công trình này sẽ thải một lượng lớn đất đá vào đầm. Bên cạnh đó, hoạt động nuôi trồng thủy sản của người dân sinh sống quanh đầm ngày một tăng lên. Điều đó đã ảnh hưởng đến sự phân bố và phát triển của các thảm cỏ biển trong giai đoạn này.

Trong giai đoạn 2010–2020, diện tích của thảm cỏ biển đã có sự giảm mạnh theo thời gian (Hình 7c). Đến năm 2020, diện tích cỏ biển mất đi ước tính là 59,56 ha, còn diện tích cỏ thêm mới và không đổi ước tính là 34,54 và 8,03 ha. Như vậy, phần diện tích cỏ biển đã mất đi trong giai đoạn này ít hơn so với giai đoạn 2001–2010. Các thảm cỏ biển mất đi chủ yếu tại các khu vực Hói Mít, Hói Dừa, Hói Cạn, và phía bắc và đông bắc của đầm. Trong giai đoạn này, phát triển kinh tế cũng là nhân tố chính gây suy giảm các thảm cỏ biển, nhưng mức độ ảnh hưởng của dự án tới các thảm cỏ biển thấp hơn so với giai đoạn 2001–2010. Theo quy hoạch chi tiết ven đường phía tây đầm Lập An năm 2012, tổng diện tích khu đất được quy hoạch ước tính là 410 ha với các mục đích sử dụng đất như xây dựng, đất ở, đất giao thông... Bên cạnh đó, sự xuất hiện của nhiều nhà hàng và địa điểm tham quan du lịch ngay trên đầm Lăng Cô không những làm mất đi các thảm cỏ biển mà còn làm cho lượng chất thải đi vào đầm ngày càng tăng lên. Ngoài ra, trên đầm Lăng Cô, người dân còn đóng nhiều cọc tre xuống các khu vực khác nhau, để nuôi hàu và tôm sú (Hình 8). Những hoạt động đó đã tác động đến sự đa dạng sinh học của đầm. Các khu vực từng có cỏ biển phân bố bây giờ đã chuyển thành khu nuôi trồng thủy sản, nhà hàng và đường giao thông. Do đó, các thảm cỏ biển tại đầm Lăng Cô đã mất đi tại nhiều vị trí cho đến năm 2020.



Hình 8. Hoạt động nuôi và khai thác hàu tại đầm Lăng Cô (Ảnh: Nguyễn Hữu Chí Tư, chụp tháng 2/2020)

Kết quả phân tích sự biến động của thảm cỏ biển trong giai đoạn 2001–2010 và 2010–2020 cho thấy sự phát triển kinh tế xã hội là nguyên nhân chính gây suy giảm diện tích cỏ biển tại đầm

Lăng Cô. Tốc độ ảnh hưởng đến các thảm cỏ biển trong giai đoạn 2001–2010 nhanh hơn trong giai đoạn 2010–2020. Phần diện tích cỏ mất đi trong giai đoạn 2001–2010 là 5,58% diện tích mặt nước và trong giai đoạn 2010–2020 là 4,08%.

4 Kết luận và kiến nghị

4.1 Kết luận

Diện tích của các thảm cỏ biển đã ghi nhận trong các năm 2001, 2010 và 2020 tương ứng là 94,32, 67,59 và 42,57 ha. Cỏ biển phân bố chủ yếu tại các khu vực Hói Mít, Hói Dừa, Hói Cạn, và khu vực phía bắc và đông bắc của đầm Lăng Cô.

Diện tích biến động của thảm cỏ biển mất đi trong giai đoạn 2001–2020 ước tính là 90,97 ha, tương ứng với 5,91% diện tích mặt nước. Cụ thể, giai đoạn 2001–2020, diện tích cỏ biển đã mất đi, không đổi và thêm mới tương ứng là 90,97, 39,22 và 3,35 ha. Trong giai đoạn 2001–2010, diện tích cỏ biển đã mất đi, không đổi và thêm mới tương ứng là 90,97, 3,35 và 59,22 ha. Trong giai đoạn 2010–2020, diện tích cỏ biển đã mất đi, không đổi và thêm mới tương ứng là 59,56, 8,03 và 34,54 ha.

Nghiên cứu này đã xây dựng các thông tin về dữ liệu khảo sát thực địa bao gồm số lượng các điểm quan trắc, các kiểu loại nền đáy và thời gian thu thập ảnh vệ tinh để có thể đạt được độ chính xác tương đối cao khi áp dụng phương pháp hiệu chỉnh cột nước trong quá trình giải đoán ảnh viễn thám Landsat.

Nghiên cứu cho thấy các độ chính xác tổng thể và hệ số Kappa được sử dụng để đánh giá độ chính xác của sự phân loại ảnh Landsat đều cho các kết quả tương đối cao, lớn hơn 90% và 0.9 trong tất cả các trường hợp. Trong đó, giá trị độ chính xác toàn cục và hệ số Kappa đã phân tích ảnh viễn thám trong ba năm 2001, 2010 và 2020 tương ứng là 92,1% và 0,9, 94,5% và 0,93, 94,4% và 0,93.

4.2 Kiến nghị

Độ chính xác của quá trình giải đoán ảnh phụ thuộc khá nhiều vào các số liệu khảo sát thực địa bao gồm bộ điểm chìa khóa, độ sâu, độ đục của nước biển và các kiểu loại nền đáy khác nhau. Do đó, cần tiến hành thêm các nghiên cứu sử dụng các loại ảnh có độ phân giải cao như ALOS AVNIR-2, Sentinel-2, IKONOS... và tăng cường thêm số lượng các điểm lấy mẫu chìa khóa, nhằm phục vụ cho quá trình giải đoán ảnh viễn thám thu được các kết quả có độ tin cậy chính xác cao hơn nữa. Bên cạnh đó, có thể ứng dụng thêm phương pháp hiệu chỉnh cột nước so sánh giữa sử dụng chỉ số bất biến theo độ sâu (DII) và chỉ số phản xạ đáy (BRI) trong quá trình giải đoán ảnh viễn thám để có thể mở rộng đi sâu vào nghiên cứu các kỹ thuật xử lý ảnh trong tương lai.

Cần có thêm các nghiên cứu để đánh giá đặc điểm phân bố của các thảm cỏ biển và ảnh hưởng của phát triển kinh tế xã hội, tự nhiên đến các thảm cỏ biển tại đầm Lăng Cô. Tăng cường các giải pháp để giảm ảnh hưởng của kinh tế xã hội và tự nhiên đến sự phát triển các thảm cỏ biển.

Thông tin tài trợ

Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (Nafosted), mã số 106.06-2017.340, và hỗ trợ bởi Chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), Viện Nghiên cứu Dữ liệu lớn (VinBigdata), mã số VINIF.2020.ThS.89

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế đã hỗ trợ và tạo môi trường thuận lợi để thực hiện nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

1. Short F. T., Short C. A., Novak A. B. (2016), *Seagrass*, Springer Science+Business Media Dordrecht, DOI: 10.1007/978-94-007-6173-5_262-1.
2. Cao V. L., Nguyen V. T., Komatsu T, Nguyen D. V., Dam D. T. (2012), Status and threats on seagrass beds using GIS in Vietnam, *The International Society for Optical Engineering*, 8525, 852512; DOI: 10.1117/12.977277.
3. Chen C-F, Lau V-K, Chang N-B, Nguyen TS, Tong P. H. T., Chiang S-H (2016), Multi-temporal change detection of seagrass beds using integrated Landsat TM/ETM+/OLI imageries in Cam Ranh Bay, Vietnam, *Ecological Informatics*, 35, 43–54, DOI: 10.1016/j.ecoinf.2016.07.005.
4. Cao Văn Lương, Nguyễn Thị Nga (2017), Bước đầu đánh giá khả năng lưu trữ cacbon của cỏ biển qua sinh khối tại đầm Thị Nại, tỉnh Bình Định. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, 17(1), 63–71, DOI: 10.15625/1859-3097/17/1/7900.
5. Hossain M. S., Bujang J. S., Zakaria M. H., Hashim M. (2014), The application of remote sensing to seagrass ecosystems: an overview and future research prospects, *International Journal of Remote Sensing*, 36(1), 61–113, DOI: 10.1080 /01431161.2014.990649.
6. Knudby A., Nordlund L. (2011), Remote sensing of seagrasses in a patchy multi-species environment, *International Journal of Remote Sensing*, 32(8), 2227–2244, DOI: 10.1080/01431161003692057.

7. Howari F. M., Jordan B. R., Bouhouche N., Sandy W. E. (2009), Field and Remote-Sensing Assessment of Mangrove Forests and Seagrass Beds in the Northwestern Part of the United Arab Emirates, *Journal of Coastal Research*, 25(1), 48–56, DOI: 10.2112/07-0867.1.
8. Nguyễn Ngọc Thạch (2000), *Cơ sở viễn thám*. Nxb. Nông nghiệp – Hà Nội.
9. Alex Van den Bossche (2017), Global warming and sea level rise: faster than expected, *International Conference on Advanced Engineering in Petrochemical Industry*. 28-30 November 2017, Skikda-Algeria.
10. Short F. T., Andy W. E. (1995), Natural and human-induced disturbance of seagrasses, *Environmental Conservation*, 23(01), 17–27, DOI: 10.1017/S0376892900038212.
11. Nguyễn Lê Tuấn và Bùi Ngọc Quỳnh (2017), Đánh giá mức độ xói mòn và vận chuyển bùn cát do dòng chảy tràn mặt trên lưu vực đầm Lập An, tỉnh Thừa Thiên Huế. *Khoa học thủy lợi và môi trường*, 59, 77–83.
12. Phạm Ngọc Dũng (2012), Nghiên cứu tác động của các yếu tố kinh tế-xã hội đến thực vật ngập mặn ở đầm Lập An, huyện Phú Lộc, tỉnh Thừa Thiên Huế, *Tạp chí nghiên cứu và phát triển*, 2(91), 72–82.
13. Ha N. T., Yoshinob K., Tong P. H. S. (2012), Seagrass Mapping Using ALOS AVNIR-2 Data in Lap AN Lagoon, Thua Thien Hue, Viet Nam, *The International Society for Optical Engineering*, 8525, 85250S, DOI: 10.1117/12.977188.
14. Quy hoạch chi tiết xây dựng khu vực ven đường phía tây đầm Lập An, thị trấn Lăng Cô, huyện Phú Lộc (tỷ lệ 1/2000) – Theo Quyết định số 619/QĐ-UBND ngày 12/4/2012 của UBND tỉnh Thừa Thiên Huế, <https://phuloc.thuathienhue.gov.vn> (ngày truy cập: 28/4/2020).
15. Vũ Thị Thìn, Phạm Văn Duẩn, Nguyễn Văn Thị, Nguyễn Việt Hưng và Nguyễn Hữu Văn (2015), Nghiên cứu quy trình xử lý ảnh vệ tinh Landsat 8 trong ArcGIS. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, 1, 73–83.
16. Moran M. S., Jackson Philip R. D., Teillet N. S. M. (1992), Evaluation of simplified procedures for retrieval of land surface reflectance factors from satellite sensor output, *Remote Sensing of Environment*, 41(2), 169–184, DOI: 10.1016/0034-4257(92)90076-V.
17. Tong P. H. S., Tan C. K., Ransi V. (2011), Remote sensing for coral mapping and monitoring of coral bleaching in coastal waters of Vietnam, *The Proceedings of The First Joint PI Symposium of ALOS Data Nodes for ALOS Science Program in Kyoto*, November 19-23, 2007. Kyoto, Japan.
18. Congalton R. G. (1991), A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data, *Remote Sensing of Environment*, 37(1), 35–46, DOI: 10.1016 /0034-4257(91)90048-B.
19. Cao Văn Lương, Đàm Đức Tiến, Nguyễn Đức Thế và Nguyễn Văn Quân (2013), Thành phần loài và phân bố của cỏ biển tại đầm Nại – Ninh Thuận, *Tuyển tập Hội nghị Khoa học toàn quốc*

về sinh học biển và phát triển bền vững lần thứ II, 131–137, 11/2018, Viện Tài nguyên và Môi trường biển Hải Phòng. DOI: 10.15625 /MBSD2.2014-0013.

CURRENT STATUS AND TEMPORAL CHANGES OF SEAGRASS BEDS IN LANG CO LAGOON, THUA THIEN HUE PROVINCE DURING 2001–2020

Hoang Cong Tin^{1*}, Nguyen Huu Chi Tu¹, Nguyen Tu Uyen²

¹University of Sciences, Hue University, 77 Nguyen Hue St., Hue, Vietnam

²Okayama–Hue International Master’s Program in Sustainability of Rural and Environmental System, Hue University, 1 Dien Bien Phu St., Hue, Vietnam

Abstract. In this study, we integrated Remote sensing technology, GIS, and field survey data to build maps for the current status of spatial distribution and temporal change of seagrass beds in Lang Co lagoon during 2001–2020. The classification process resulted in relatively high accuracy with the Kappa coefficient and overall accuracy higher than 0.9 and 90%. Therefore, Landsat images had a high confidence level in mapping the distribution and the temporal change of seagrass ecosystems in the study area. Seagrasses were distributed mainly in the northern, northeastern, Hoi Mit, Hoi Dua, and Hoi Can areas. The seagrass area recorded in 2001, 2010, and 2020 was 94.32, 67.59, and 42.57 ha, respectively. During 2001–2020, the lost, stable, and newly formed seagrass area was 90.97, 39.22, and 3.35 ha, respectively. The corresponding values were 90.97, 3.35, and 59.22 ha during 2001–2010, and 59.56, 8.03, and 34.54 ha during 2010–2020.

Keywords: seagrass, remote sensing, GIS, historical change map