

ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ XÂM NHẬP MẶN THEO CÁC KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TRÊN HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG ĐẤT THÀNH PHỐ CẦN THƠ

Nguyễn Kim Khoa^{1,3}, Nguyễn Thị Hồng Diệp^{2*}, Nguyễn Trọng Nguyễn²

¹Nghiên cứu sinh ngành Môi trường đất và nước,

Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

²Khoa Môi Trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

³Trường Cao đẳng Kinh tế - Kỹ thuật Cần Thơ

*Email: nthdiep@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu đánh giá sự phân bố hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp tại thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) năm 2024 và xác định các hiện trạng có nguy cơ bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn theo các kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 vào các năm 2030 và 2050. Ảnh vệ tinh Sentinel-1A và Sentinel-2 MSI đa thời gian được sử dụng để phân loại hiện trạng sử dụng đất năm 2024 bằng thuật toán Random Forest. Kết quả phân loại đã xác định 11 loại hình sử dụng đất. Với kịch bản RCP 8.5, diện tích canh tác lúa bị ảnh hưởng bởi mức mặn > 4 g/l ước tính là 50.242,0 ha (năm 2030) và 52.099,2 ha (năm 2050), đòi hỏi phải có các biện pháp thích ứng phù hợp với điều kiện mặn gia tăng. Nghiên cứu này góp phần cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho việc lập kế hoạch sử dụng đất, hướng tới một nền nông nghiệp thích ứng và bền vững với biến đổi khí hậu.

Từ khóa: Sentinel-1A, Sentinel-2, hiện trạng đất nông nghiệp, kịch bản biến đổi khí hậu, thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xâm nhập mặn là quá trình nước mặn từ biển xâm lấn vào các nguồn nước ngọt nội địa, chịu ảnh hưởng bởi sự tương tác giữa lưu lượng nước sông từ thượng nguồn và lực thủy triều từ hạ lưu [1, 2]. Hiện tượng này đang trở thành một thách thức nghiêm trọng trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng gia tăng, tác động trực tiếp đến tài nguyên nước và đất canh tác [3]. Mặn hóa đất là một trong những nguyên nhân chính gây suy thoái đất, ảnh hưởng xấu đến năng suất cây trồng, đa dạng sinh học và chức năng sinh thái của hệ sinh thái đất [4]. Nghiên cứu sự thay đổi trong hiện trạng sử dụng đất đóng vai trò then chốt trong việc hoạch định chiến lược phát triển không gian, bảo vệ môi trường và quản lý tài nguyên [5].

Viễn thám từ lâu đã trở thành một công cụ không thể thiếu trong nghiên cứu và giám sát hiện trạng sử dụng đất, đặc biệt là trong bối cảnh biến đổi khí hậu và các hiện tượng môi trường như xâm nhập mặn [6 - 8]. Tuy nhiên, dữ liệu viễn thám quang học gặp hạn chế do mây che phủ, nhất là ở các vùng nông nghiệp nhiệt đới [9, 10]. Trong bối

cảnh đó, các hệ thống chủ động như radar không phụ thuộc vào ánh sáng mặt trời, có thể hoạt động trong mọi điều kiện thời tiết và thời gian, từ đó khắc phục hạn chế của các hệ thống thụ động [11]. Việc kết hợp dữ liệu Sentinel-1 và Sentinel-2 giúp khắc phục những hạn chế của từng hệ thống riêng lẻ, cung cấp thông tin đáng tin cậy ngay cả trong điều kiện thời tiết bất lợi, đồng thời nâng cao hiệu quả trong phân loại cây trồng và phát hiện bất thường trong sản xuất nông nghiệp [12].

Thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) là một trong những địa phương bị tác động mạnh nhất bởi xâm nhập mặn cực đoan. Tình trạng này không chỉ ảnh hưởng đến năng suất sản xuất nông nghiệp mà còn gây khó khăn cho sinh kế và đời sống của người dân địa phương [13]. Xuất phát từ thực tiễn trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xây dựng bản đồ hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) năm 2024, đồng thời đánh giá nguy cơ xâm nhập mặn trên hiện trạng sử dụng đất theo các kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 cho các năm 2030 và 2050.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu

Phạm vi không gian của nghiên cứu này được giới hạn ranh giới hành chính thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) trước thời điểm Nghị quyết số 202/2025/QH15 ngày 12/6/2025 của Quốc hội về việc sắp xếp đơn vị hành chính cấp tỉnh có hiệu lực (Hình 1). Với tổng diện tích tự nhiên xấp xỉ 3.298,2 km² và quy mô dân số khoảng 1,21 triệu người [14], thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) đóng vai trò quan trọng trong bản đồ kinh tế - xã hội của khu vực. Về mặt không gian, bề mặt địa hình tỉnh Sóc Trăng cũ có dạng lòng chảo với các dải đất ven sông Hậu và biển Đông có cao độ lớn hơn, sau đó nghiêng và thấp dần vào nội địa. Độ cao trung bình chỉ đạt từ 0,5 - 1m so với mực nước biển, kết hợp với độ dốc địa hình vô cùng nhỏ (khoảng 45 cm/km chiều dài) [15]. Do vị trí hạ nguồn sông Hậu và tiếp giáp biển Đông, tỉnh thường xuyên chịu tác động mạnh mẽ từ xâm nhập mặn, gây ảnh hưởng trực tiếp đến sinh kế địa phương và hoạt động sản xuất nông nghiệp [16 - 18].

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

2.1.1. Dữ liệu vệ tinh

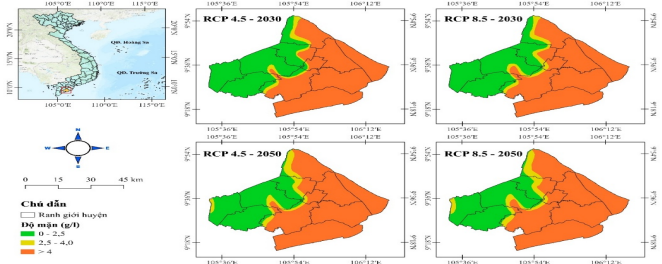
Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu bao gồm ảnh viễn thám từ Sentinel-1A GRD (Ground Range Detected, Level-1) và Sentinel-2 MSI (Multispectral Instrument) Level-2A. Tất cả dữ liệu được thu thập thông qua nền tảng Google Earth Engine trong khoảng thời gian từ ngày 01/01/2024 đến ngày 31/12/2024, với độ phân giải không gian 10 m và hệ quy chiếu WGS 84, múi chiếu UTM Zone 48N (EPSG:32648). Tổng số cảnh ảnh thu thập trong năm 2024 là 27 cảnh ảnh (Sentinel-1A) và 73 cảnh ảnh (Sentinel-2).

2.1.2. Dữ liệu độ mặn

Bản đồ phân vùng độ mặn năm 2030 và 2050 theo kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 được thu thập tại Sở Nông nghiệp và Môi trường thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) (Hình 1).

Dữ liệu bản đồ sau khi thu thập được chuyển đổi sang định dạng vector thông qua bộ công cụ số hóa trên phần mềm QGIS 3.40. Trước tiên, các tệp hình ảnh được nắn chỉnh hình học bằng công cụ Georeferencer, sử dụng các điểm khống chế mặt đất (GCPs) dựa trên lưới tọa độ trong hệ tọa

độ quốc gia VN-2000 (kinh tuyến trục 105°45', múi chiếu 3⁰). Quy trình nắn chỉnh đảm bảo sai số trung phương duy trì ở mức dưới 1 pixel để đảm bảo độ chính xác về vị trí không gian. Tiếp theo, phương pháp số hóa thủ công được thực hiện để trích xuất các ranh giới phân vùng độ mặn dưới dạng các đối tượng vùng. Cuối cùng, dữ liệu thuộc tính bao gồm độ mặn, thời gian và kịch bản biến đổi khí hậu tương ứng được tích hợp vào bảng thuộc tính, tạo cơ sở dữ liệu không gian đồng nhất phục vụ cho các phân tích chồng lớp và đánh giá sau này.



Hình 1. Bản đồ xâm nhập mặn theo các kịch bản biến đổi khí hậu tại thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ)

2.2. Tiền xử lý ảnh

Bộ ảnh Sentinel-1A được xử lý khử nhiễu bằng thuật toán lọc Lee Sigma với kích thước cửa sổ 3 x 3 nhằm giảm thiểu nhiễu speckle thường gặp trong dữ liệu radar mà vẫn duy trì được chi tiết hình ảnh [19]. Đồng thời, bộ ảnh Sentinel-2 được áp dụng mặt nạ mây thông qua kênh QA60 để loại bỏ các ảnh hưởng không mong muốn của mây và bóng mây trong quá trình phân tích. Sau khi xử lý, cả hai bộ ảnh được cắt giới hạn theo ranh giới hành chính khu vực nghiên cứu.

2.3. Tổ hợp ảnh trung bình tháng

Bộ ảnh Sentinel-1A và Sentinel-2 sau khi tiền xử lý ảnh được tính giá trị trung vị theo từng tháng. Đối với Sentinel-1A, hai phân cực VV và VH được trích xuất và tính trung vị theo tháng, phản ánh biến động giá trị tán xạ ngược qua các giai đoạn sinh trưởng cây trồng. Với Sentinel-2, chỉ số thực vật NDVI được tính toán và được tổng hợp trung vị theo tháng nhằm phản ánh sự thay đổi mật độ thảm thực vật theo thời gian. Các bộ sưu tập ảnh sau đó được tích hợp lại bằng phương pháp xếp chồng lớp (layer stacking) sử dụng hàm toBands trên nền tảng Google Earth Engine, tạo thành tập hợp ảnh gồm 36 dải (bands), bao gồm: 12 dải VV, 12 dải VH trung vị

theo tháng từ Sentinel-1A và 12 dải NDVI trung vị theo tháng từ Sentinel-2. Tập dữ liệu ảnh này được sử dụng làm đầu vào cho mô hình phân loại hiện trạng sử dụng đất năm 2024.

2.4. Phân loại có giám sát bằng thuật toán Random Forest

Random Forest là một tập hợp cây quyết định (decision trees), trong đó mỗi cây được xem xét đánh giá độc lập để xác định lớp mục tiêu của từng pixel [20]. Trong nghiên cứu này, phân loại có giám sát bằng thuật toán Random Forest trên nền tảng Google Earth Engine được thực hiện thông qua hàm ee.Classifier.smileRandomForest. Các tham số phân loại được xác định bao gồm: số lượng cây là 150, số lượng biến được chọn tại mỗi nút là 3 và tỷ lệ bootstrap là 0,1 [21]. Dữ liệu huấn luyện cho mô hình phân loại hiện trạng sử dụng đất được xây dựng từ tổng cộng 1.283 điểm mẫu cho 11 loại hình sử dụng đất tại tỉnh Sóc Trăng cũ, bao gồm: (1) lúa - tằm, (2) lúa 2 vụ, (3) lúa 3 vụ, (4) cây hàng năm khác, (5) cây lâu năm khác, (6) nuôi trồng thủy sản, (7) sông rạch, (8) công trình xây dựng, (9) rừng, (10) dừa và (11) mía.

2.5. Đánh giá độ tin cậy

Để đánh giá kết quả phân loại, 385 điểm mẫu thu thập từ quá trình khảo sát thực địa đã được sử dụng để đánh giá độ tin cậy dựa trên hai thông số chính: (1) độ chính xác toàn cục và (2) hệ số Kappa theo công thức [22].

$T = \text{Số điểm khảo sát đúng với kết quả phân loại} / \text{Tổng số điểm khảo sát} (1)$

$$K = \frac{(T-E)}{(1-E)} (2)$$

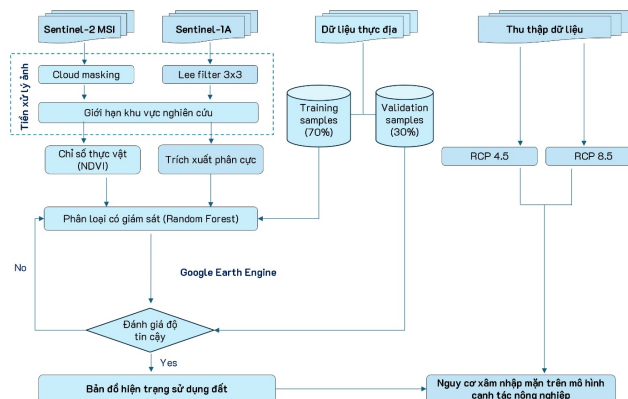
Trong đó: T là độ chính xác toàn cục (%), E là độ chính xác ngẫu nhiên (%), K là hệ số Kappa.

Độ chính xác toàn cục của kết quả phân loại lớp phủ/sử dụng đất phải lớn hơn 80% [23] và giá trị Kappa được đánh giá theo bảng 1 [24].

Bảng 1. Khoảng giá trị đánh giá kết quả phân loại

STT	Độ tin cậy	Giá trị Kappa
1	Kém	$K < 0,2$
2	Trung bình - kém	$0,2 = < K < 0,4$
3	Trung bình	$0,4 = < K < 0,6$
4	Tốt	$0,6 = < K < 0,8$
5	Rất tốt	$0,8 = < K < 1,0$

Sơ đồ thực hiện phân loại hiện trạng được trình bày ở Hình 2.



Hình 2. Lưu đồ thực hiện nghiên cứu

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng sử dụng đất thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) năm 2024

Kết quả phân loại hiện trạng sử dụng đất có độ tin cậy đạt mức cao với độ chính xác toàn cục đạt 91,26% và hệ số Kappa đạt 0,89, cho thấy sự phù hợp giữa kết quả phân loại và hiện trạng sử dụng đất thực tế (Bảng 2).

Bảng 2. Đánh giá độ tin cậy cho kết quả phân loại

		Dữ liệu thực địa											
		SR	CTXD	TS	LT	L2V	L3V	LNK	HNK	R	D	M	Tổng
Dữ liệu phân loại	SR	30	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	33
	CTXD	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
	TS	3	4	41	1	0	0	0	0	0	0	0	49

	LT	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	25
	L2V	0	0	0	0	62	3	0	0	0	0	0	65
	L3V	0	0	0	0	2	45	0	0	0	0	0	47
	LNK	0	0	0	0	0	0	42	0	1	2	0	45
	HNK	0	0	0	0	0	0	1	19	0	0	1	21
	R	0	0	0	0	0	0	7	0	17	0	1	25
	D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22	1	24
	M	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	29	32
Tổng		33	23	44	26	64	48	51	21	19	24	32	385
T (%)		91,16%											
Kappa		0,90											

Ghi chú: *SR: Sầu riêng, CTXD: Công trình xây dựng, TS: Thủy sản, LT: Lúa tôm, L2V: Lúa 2 vụ, L3V: Lúa 3 vụ, LNK: Lâu năm khác, HNK: Hàng năm khác, R: Rừng, D: Dừa, M: Mía

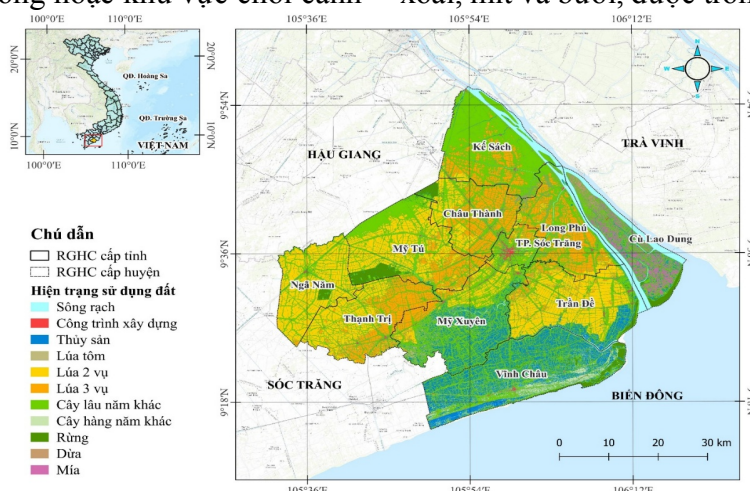
Ma trận sai số cho thấy, mô hình đặc biệt hiệu quả trong việc nhận diện các nhóm đối tượng nông nghiệp chủ lực. Các hiện trạng lúa - tôm, lúa 2 vụ và nuôi trồng thủy sản đều đạt độ chính xác người sản xuất trên 93%, phản ánh khả năng mô hình nắm bắt tốt các đặc trưng phổ và động thái mùa vụ, giúp nhận diện rõ chu kỳ luân canh mặn - ngọt đặc thù, hạn chế nhầm lẫn với các hệ thống canh tác đơn thuần. Đối với nhóm cây trồng cạn, hai loại cây trồng là dừa và mía được phân tách rõ ràng khỏi lớp cây lâu năm khác với độ chính xác trên 90%, cho thấy mô hình có khả năng nhận diện tốt sự khác biệt về cấu trúc tán và sinh khối.

Bên cạnh những kết quả tích cực, vẫn tồn tại sự nhầm lẫn giữa hiện trạng rừng và cây lâu năm khác do sự tương đồng về phổ phản xạ và mức độ che phủ giữa rừng trồng và các vườn cây lâu năm. Ngoài ra, lớp công trình xây dựng ở một số khu vực bị phân loại nhầm sang lớp thủy sản, xuất phát từ hiện tượng điểm ảnh hỗn hợp tại các khu dân cư phân tán ven sông hoặc khu vực chòi canh

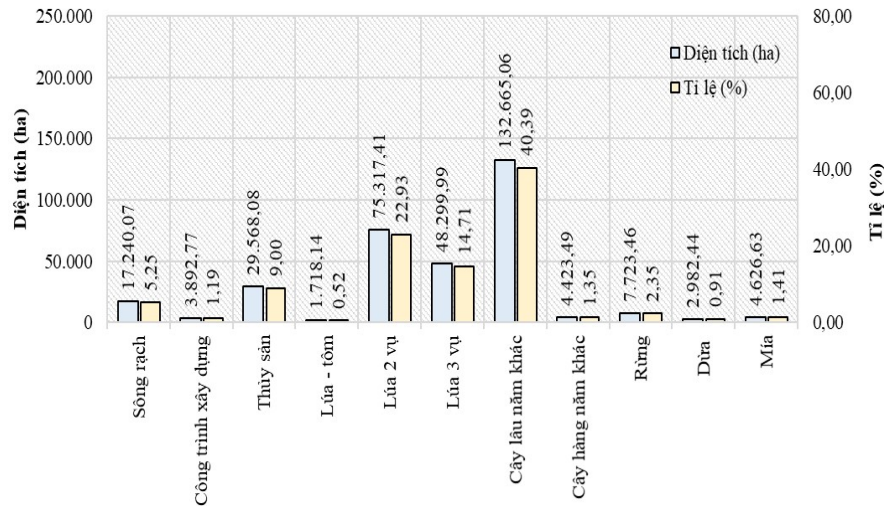
trên ao nuôi và sự tương đồng về phổ phản xạ giữa công trình xây dựng và thủy sản ở giai đoạn phôi đày ao. Những hạn chế này cho thấy tiềm năng cải thiện mô hình thông qua việc tích hợp thêm dữ liệu độ phân giải cao hơn hoặc các đặc trưng hình thái - kết cấu, nhằm nâng cao khả năng phân tách các lớp có phổ tương đồng.

Năm 2024, hiện trạng sử dụng đất tỉnh Sóc Trăng cũ (nay là thành phố Cần Thơ) bao gồm 11 loại hình sử dụng đất: Lúa - tôm, lúa 2 vụ, lúa 3 vụ, cây hàng năm khác, cây lâu năm khác, nuôi trồng thủy sản, sông rạch, công trình xây dựng, rừng, dừa và mía (Hình 3).

Trong số các loại hình sử dụng đất ở thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ), cây lâu năm khác chiếm diện tích lớn nhất với 132.665,06 ha, tương đương 40,39% diện tích toàn tỉnh (Hình 4). Loại hình này phân bố rộng rãi ở các huyện và thành phố, với mật độ lớn nhất tại các huyện Kế Sách cũ và Cù Lao Dung cũ (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Các loại cây lâu năm chủ yếu gồm: Sầu riêng, xoài, mít và bưởi, được trồng quanh năm.



Hình 3. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) năm 2024



Hình 4. Biểu đồ thống kê diện tích hiện trạng sử dụng đất thành phố Cần Thơ (tỉnh Sóc Trăng cũ) năm 2024

Mô hình canh tác lúa 2 vụ đứng thứ hai về diện tích sử dụng đất, chiếm 75.317,41 ha (22,93%), chủ yếu phân bố ở các huyện Trần Đề, Long Phú, thị trấn Ngã Năm và một phần các huyện Mỹ Tú, Thạnh Trị, Châu Thành, Mỹ Xuyên và thành phố Sóc Trăng (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Canh tác lúa 3 vụ chiếm 48.299,99 ha (14,71%), tập trung chủ yếu tại huyện Kế Sách và một phần của các huyện Châu Thành, Mỹ Tú, Thạnh Trị và Mỹ Xuyên (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Ngoài ra, mô hình luân canh lúa - tằm chiếm 1.718,14 ha (0,52%), chủ yếu phân bố tại xã Gia Hòa 2, huyện Mỹ Xuyên (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ).

Nuôi trồng thủy sản chiếm 29.568,08 ha (9,00%), tập trung ở các huyện ven biển như Mỹ Xuyên, Cù Lao Dung, Vĩnh Châu và một phần của huyện Trần Đề (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Sông rạch chiếm 17.240,07 ha (5,25%) và các khu vực công trình xây dựng chiếm 3.892,77 ha (1,19%). Rừng (bao gồm rừng sản xuất, rừng

phòng hộ và rừng đặc dụng) chiếm 7.723,46 ha (2,35%), phân bố tập trung ở khu vực ven biển của thị xã Vĩnh Châu (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Các cây trồng hàng năm khác chiếm 4.423,49 ha (1,35%) gồm hành tím, củ cải và dưa hấu. Diện tích canh tác dừa chiếm 2.982,44 ha (0,91%) chủ yếu tập trung ở khu vực phía Bắc của huyện Cù Lao Dung và khu vực phía Đông huyện Long Phú (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ). Trong khi đó, diện tích trồng mía chiếm 4.626,63 ha (1,41%) tập trung ở huyện Cù Lao Dung (thuộc tỉnh Sóc Trăng cũ).

3.2. Đánh giá nguy cơ xâm nhập mặn theo kịch bản biến đổi khí hậu lên hiện trạng canh tác nông nghiệp

Kết quả thống kê diện tích hiện trạng canh tác nông nghiệp năm 2024 trên các kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 cho năm 2030 và 2050 được trình bày ở bảng 3 và 4.

Bảng 3. Hiện trạng diện tích canh tác nông nghiệp dưới kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5

Đơn vị: héc ta (ha)

Hiện trạng	Độ mặn năm 2030 (g/l)			Độ mặn năm 2050 (g/l)		
	0 - 2,5	2,5 - 4	> 4	0 - 2,5	2,5 - 4	> 4
Nuôi trồng thủy sản	307,4	222,0	29.024,5	392,8	127,9	29.032,9
Lúa - tằm	27,8	183,5	1.506,9	23,0	96,5	1.598,3
Lúa 2 vụ	48.117,6	1.742,5	25.424,6	45.214,0	3.853,9	26.213,5
Lúa 3 vụ	24.018,0	3.387,8	20.893,5	17.425,2	6.607,3	24.287,4
Cây lâu năm khác	40.195,2	7.070,0	85.362,8	31.315,3	10.441,3	90.876,4
Cây hàng năm khác	17,8	0,0	4.403,5	74,1	17,5	4.347,3
Dừa	76,8	46,9	2.857,6	27,7	0,8	2.909,0
Mía	20,2	1,2	4.603,6	20,9	0,4	4.603,5

Bảng 4. Hiện trạng diện tích canh tác nông nghiệp dưới kịch bản biến đổi khí hậu RCP 8.5

Đơn vị: héc ta (ha)

Hiện trạng	Độ mặn năm 2030 (g/l)			Độ mặn năm 2050 (g/l)		
	0 - 2,5	2,5 - 4	> 4	0 - 2,5	2,5 - 4	> 4
Nuôi trồng thủy sản	383,0	176,3	28.994,9	43.791,2	138,3	29.032,9
Lúa - tôm	39,3	112,0	1.566,0	20,0	99,5	1.598,3
Lúa 2 vụ	46.575,4	2.123,5	26.590,1	43.791,2	5.271,5	26.213,5
Lúa 3 vụ	20.755,9	5.486,2	22.085,9	15.654,5	8.365,1	24.287,4
Cây lâu năm khác	36.980,5	8.625,0	87.078,7	30.084,3	11.665,9	90.876,4
Cây hàng năm khác	34,1	0,0	4.387,2	74,1	0,0	4.347,3
Dừa	50,4	62,7	2.868,3	24,7	47,9	2.909,0
Mía	20,3	1,1	4.603,6	20,8	0,7	4.603,5

Diện tích canh tác lúa dưới các kịch bản mặn cho thấy sự thay đổi rõ rệt theo thời gian và độ mặn, đặc biệt trong các năm 2030 và 2050. Trong năm 2030, tổng diện tích lúa trên các khoảng mặn thấp (0 - 2,5 g/l) chiếm phần lớn, với diện tích lên đến 72.163,4 ha (RCP 4.5) và 67.370,6 ha (RCP 8.5). Đến năm 2050, diện tích lúa trên các khu vực có độ mặn thấp có xu hướng giảm dần, với diện tích lúa ở kịch bản RCP 4.5 với mức độ mặn 0 - 2,5 g/l chỉ còn 62.662,2 ha và giảm còn 59.465,7 ha đối với kịch bản RCP 8.5, trong khi các vùng có độ mặn cao (> 4 g/l) lại có sự gia tăng diện tích. Đây là một dấu hiệu rõ rệt cho thấy nguy cơ chuyển dịch của đất canh tác lúa sang các khu vực chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của mặn. Điều này đặt ra vấn đề về khả năng duy trì năng suất lúa trong tương lai khi các vùng đất nông nghiệp truyền thống phải đối mặt với độ mặn tăng cao.

Sự chuyển dịch diện tích từ các khu vực mặn thấp sang các khu vực mặn cao đặt ra một thách thức lớn đối với lúa, vốn được phát triển tại các tiểu vùng nước ngọt và đất đai ít mặn. Trong khi đó, mô hình lúa - tôm có thể thích ứng tốt với điều kiện mặn cao, nhưng cần có những điều chỉnh trong phương pháp canh tác và giống lúa để duy trì năng suất. Việc tăng độ mặn cũng có thể dẫn đến nguy cơ giảm năng suất và ảnh hưởng đến an ninh lương thực, đặc biệt trong các vùng đất canh tác nông nghiệp truyền thống như lúa và cây lâu năm.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cung cấp thông tin về hiện trạng sử dụng đất năm 2024, đồng thời làm rõ mối liên hệ giữa các loại hình canh tác và nguy cơ xâm nhập mặn trong các kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 và RCP 8.5 cho các năm 2030 và 2050. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhu cầu cấp thiết trong

việc tái cấu trúc cây trồng, chuyển đổi mô hình canh tác phù hợp và xây dựng các chiến lược quản lý độ mặn hiệu quả nhằm bảo đảm sinh kế bền vững cho người dân và phát triển nông nghiệp thích ứng với biến đổi khí hậu trong tương lai.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài KH-CN cấp Bộ (B2023-TCT-09).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Werner, A. D. & Simmons, C. T. (2009). Impact of sea-level rise on sea water intrusion in coastal aquifers. *Ground Water*, 47(2), 197 - 204. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2008.00535.x>
- [2]. Loc, H. H., Lixian, M. L., Park, E., Dung, T. D., Shrestha, S. & Yoon, Y. (2021). How the saline water intrusion has reshaped the agricultural landscape of the Vietnamese Mekong Delta, a review. *The Science of the Total Environment*, 794, 148651. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148651>
- [3]. Estoque, R. C., Ishtiaque, A., Parajuli, J., Athukorala, D., Rabby, Y. W. & Ooba, M. (2022). Has the IPCC's revised vulnerability concept been well adopted? *AMBIO*, 52(2), 376 - 389. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01806-z>
- [4]. Peng, J., Biswas, A., Jiang, Q., Zhao, R., Hu, J., Hu, B. & Shi, Z. (2018). Estimating soil salinity from remote sensing and terrain data in southern Xinjiang province, China. *Geoderma*, 337, 1309 - 1319. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.08.006>
- [5]. Steinhausen, M. J., Wagner, P. D., Narasimhan, B. & Waske, B. (2018). Combining Sentinel-1 and Sentinel-2 data for improved land use and land cover mapping of monsoon regions. *International Journal of Applied Earth*

Observation and Geoinformation, 73, 595 - 604. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.08.011>

[6]. Xie, Y., Sha, Z. & Yu, M. (2008). Remote sensing imagery in vegetation mapping: A review. *Journal of Plant Ecology*, 1(1), 9 - 23. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtm005>

[7]. Hansen, M. C. & Loveland, T. R. (2012). A review of large area monitoring of land cover change using Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 122, 66 - 74. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.08.024>

[8]. Joshi, N., Baumann, M., Ehammer, A., Fensholt, R., Grogan, K., Hostert, P., Jepsen, M., Kuemmerle, T., Meyfroidt, P., Mitchard, E., Reiche, J., Ryan, C. & Waske, B. (2016). A review of the application of optical and radar remote sensing data fusion to land use mapping and monitoring. *Remote Sensing*, 8(1), 70. <https://doi.org/10.3390/rs8010070>

[9]. Leinenkugel, P., Wolters, M. L., Kuenzer, C., Oppelt, N. & Dech, S. (2014). Sensitivity analysis for predicting continuous fields of tree-cover and fractional land-cover distributions in cloud-prone areas. *International Journal of Remote Sensing*, 35(8), 2799 - 2821. <https://doi.org/10.1080/01431161.2014.890302>

[10]. Wagner, P. D., Kumar, S. & Schneider, K. (2013). An assessment of land use change impacts on the water resources of the Mula and Mutha Rivers catchment upstream of Pune, India. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(6), 2233 - 2246. <https://doi.org/10.5194/hess-17-2233-2013>

[11]. Dagne, S. S., Hirpha, H. H., Tekoye, A. T., Dessie, Y. B. & Endeshaw, A. A. (2023). Fusion of sentinel-1 SAR and sentinel-2 MSI data for accurate Urban land use-land cover classification in Gondar City, Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40068-023-00324-5>

[12]. Mahdianpari, M., Salehi, B., Mohammadimanesh, F., Homayouni, S. & Gill, E. (2018). The first wetland inventory map of newfoundland at a spatial resolution of 10 m using sentinel-1 and sentinel-2 data on the google earth engine cloud computing platform. *Remote Sensing*, 11(1), 43. <https://doi.org/10.3390/rs11010043>

[13]. Nguyễn Văn Bé, Văn Phạm Đăng Trí, Trần Thị Lệ Hằng và Nguyễn Thái Ân. (2017). Ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến công tác quản

lý nguồn tài nguyên nước trong sản xuất nông nghiệp tại huyện Long Phú, tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 52, 104. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2017.116>

[14]. Cục thống kê. (2024). Niên giám thống kê năm 2024. https://www.nso.gov.vn/wp-content/uploads/2025/06/NGTK-Cuc-TK-2024_BQ.pdf

[15]. Trịnh Văn Thom. (2015). Đánh giá các nguồn lực ảnh hưởng tới sự phát triển và phân bố nông nghiệp tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Đồng Tháp*, 17/2015, 55-59.

[16]. Dang, L.T.T., Ishidaira, H., Nguyen, K.P. et al. Short-term salinity prediction for coastal areas of the Vietnamese Mekong Delta using various machine learning algorithms: a case study in Soc Trang Province. *Appl Water Sci* 15, 79 (2025). <https://doi.org/10.1007/s13201-025-02419-z>

[17]. Hong, D. T. N. T., Trong, N. N., Van, H. T., & Quang, M. V. (2025). Remote sensing based on agricultural soil salinity assessment in Soc Trang province, Vietnam. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 26(7), 59 - 70. <https://doi.org/10.12912/27197050/204720>

[18]. Nguyen, P. C., Vu, P. T., Khuong, N. Q., Minh, H. V. T., & Vo, H. A. (2024). Saltwater intrusion and agricultural land use change in Nga Nam, Soc Trang, Vietnam. *Resources*, 13(2), 18. <https://doi.org/10.3390/resources13020018>

[19]. Yommy, A. S., Liu, R. & Wu, A. S. (2015). SAR image despeckling using refined lee filter. *7th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, IEEE*. <https://doi.org/10.1109/ihmsc.2015.236>

[20]. Dahhani, S., Raji, M., Hakdaoui, M. & Lhissou, R. (2022). Land cover mapping using Sentinel-1 Time-Series data and Machine-Learning classifiers in agricultural Sub-Saharan landscape. *Remote Sensing*, 15(1), 65. <https://doi.org/10.3390/rs15010065>

[21]. Svoboda, J., Štych, P., Laštovička, J., Paluba, D. & Kobliuk, N. (2022). Random forest classification of land use, land-use change and forestry (LULUCF) using sentinel-2 data-A case study of Czechia. *Remote Sensing*, 14(5), 1189. <https://doi.org/10.3390/rs14051189>

- [22]. Lê Văn Trung (2005). *Giáo trình viễn thám*. Nxb Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
- [23]. Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T. & Witmer, R. E. (1976). A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. *USGS Professional Paper*. <https://doi.org/10.3133/pp964>
- [24]. Congalton, R. G. & Green, K. (1999). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and Practices*. Lewis Publishers, Boca Raton. <https://doi.org/10.1201/9781420048568>

ASSESSMENT OF SALINE INTRUSION RISK UNDER CLIMATE CHANGE SCENARIOS ON LAND USE IN CAN THO CITY

Nguyen Kim Khoa^{1,3}, Nguyen Thi Hong Diep^{2,*}, Nguyen Trong Nguyen²

¹*PhD student in Soil and Water Environment,*

²*College of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

³*Can Tho Technical Economic College*

Abstract

This study aims to assess the spatial distribution of agricultural land use in Soc Trang province (pre-July 2025) in 2024 and to identify areas at risk of saline intrusion under climate change scenarios RCP 4.5 and RCP 8.5 for the years 2030 and 2050. Multi-temporal Sentinel-1A and Sentinel-2 MSI satellite imagery were employed to classify land use in 2024 using the Random Forest algorithm, resulting in a classification into 11 land use categories. Under the RCP 8.5 scenario, rice cultivation areas affected by salinity levels exceeding 4 g/l are estimated at 50,242.0 hectares in 2030 and 52,099.2 hectares in 2050, underscoring the urgent need for appropriate adaptation measures to address the increasing salinity conditions. This study contributes to providing a critical scientific basis for land use planning, contributing to climate-resilient and sustainable agriculture.

Keywords: *Sentinel 1A and 2 MSI imagery, landuse/landcover, climate change scenarios, Can Tho City.*

Ngày nhận bài: 24/11/2026

Ngày chuyển phản biện: 29/12/2025

Ngày thông qua phản biện: 12/01/2026

Ngày duyệt đăng: 10/4/2026