



DOI:10.22144/ctu.jvn.2023.120

PHÂN TÍCH TỔN THƯƠNG TRÊN HIỆN TRẠNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP DO TÁC ĐỘNG XÂM NHẬP MẶN TẠI TỈNH TIỀN GIANG NĂM 2020 ỨNG DỤNG ẢNH VIỄN THÁM

Nguyễn Thị Hồng Điệp^{1*}, Nguyễn Minh Nghĩa², Cao Nhuận Phát³, Dương Cơ Hiếu⁴, Nguyễn Trọng Nguyễn⁴ và Phan Kiều Diễm¹

¹Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

²Học viên Cao học ngành QLDD K28, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

³Sinh viên ngành QLDD K44, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

⁴Sinh viên ngành QLDD K45, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Thị Hồng Điệp (email: nhtdiep@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 03/02/2023

Ngày nhận bài sửa: 15/03/2023

Ngày duyệt đăng: 25/04/2023

Title:

Agricultural vulnerability to saline intrusion in Tien Giang province using satellite images

Từ khóa:

Ảnh viễn thám, đất nông nghiệp, tỉnh Tiền Giang, tổn thương, xâm nhập mặn

Keywords:

Agriculture land, salinity intrusion, satellite images, vulnerability, Tien Giang province

ABSTRACT

This research aims to analyze the impact of saline intrusion on land use/land cover (LULC) and assess the vulnerability of agricultural land in Tien Giang province in 2020. The methodology applied an Object-Based Image Analysis (OBIA) on Landsat 8 images and an unsupervised classification on MODIS images to create land use/land cover and rice crops maps in Tien Giang province in 2020. The assessment is evaluated based on 2 parameters, including overall accuracy (T) at 85.6% and Kappa coefficient at 0.79. The LULC distribution consists of seven groups: triple-rice crops, double-rice crops, single rice crop and aquaculture combination, perennial land, aquaculture, construction land, and rivers. The highest total area of rice cultivation accounts for 47.5%, and the lowest is aquaculture with 4.7%. The study estimated vulnerability based on three main components, including exposure (E), susceptibility (S), and adaptive capability (AC). The vulnerability impacts LULC in the salinity intrusion areas with the highest on triple-rice crops and perennial lands; and the lowest on aquaculture in Tien Giang province.

TÓM TẮT

Nghiên cứu thực hiện nhằm mục tiêu phân tích tác động xâm nhập mặn trên hiện trạng sử dụng đất và đánh giá mức độ tổn thương trên đất nông nghiệp tỉnh Tiền Giang năm 2020. Nghiên cứu áp dụng phương pháp phân loại theo hướng đối tượng trên ảnh vệ tinh Landsat 8 và phân loại phi giám sát trên ảnh MODIS phân loại hiện trạng sử dụng đất và cơ cấu canh tác mùa vụ vùng nghiên cứu. Độ tin cậy phân loại ảnh khá cao được đánh giá dựa trên 2 thông số gồm độ chính xác toàn cục (T) là 85,6% và hệ số Kappa là 0,79. Kết quả phân loại 7 nhóm hiện trạng sử dụng đất gồm đất lúa 3 vụ, đất lúa 2 vụ, luân canh lúa và thủy sản, đất cây lâu năm, đất nuôi trồng thủy sản, đất công trình xây dựng và sông. Tổng diện tích đất canh tác lúa cao nhất chiếm 47,5% và thấp nhất phân bố trên hiện trạng thủy sản với 4,7%. Nghiên cứu phân tích và ước tính tổn thương dựa trên 3 thành phần chính gồm độ phơi nhiễm (Exposure), độ nhạy cảm (Sensitivity) và khả năng thích ứng (Adaptive Capacity) theo IPCC&UNESCO-IHE (2001). Tổn thương tác động đến tất cả các hiện trạng sử dụng đất dưới tác động của xâm nhập mặn trong đó ảnh hưởng cao nhất trên đất lúa 3 vụ và cây lâu năm; và thấp nhất phân bố trên hiện trạng thủy sản tại tỉnh Tiền Giang.

1. GIỚI THIỆU

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đóng góp rất lớn các loại sản phẩm xuất khẩu trong đó gạo, trái cây và thủy sản là 3 sản phẩm chủ lực xuất khẩu. Hằng năm, ĐBSCL cung cấp trên 50% sản lượng gạo quốc gia, 90% sản lượng gạo xuất khẩu, 70% lượng trái cây, 40% lượng thủy sản đánh bắt và 74% thủy sản nuôi cả nước ngọt (Ngọc, 2017). Tuy nhiên, ĐBSCL cũng là một trong ba đồng bằng lớn trên thế giới dễ bị tổn thương do tác động của biến đổi khí hậu. Những năm gần đây, diễn biến xâm nhập mặn (XNM) ngày càng gia tăng, gây ra thiệt hại trên các lĩnh vực kinh tế, văn hóa, xã hội ảnh hưởng lớn đến con người, tài sản, cơ sở hạ tầng đặc biệt vùng ven biển ĐBSCL. Các báo cáo nghiên cứu cho thấy vùng ven biển Đông ĐBSCL đang và sẽ chịu những tác động nghiêm trọng do hiện tượng XNM tác động đến cơ cấu canh tác nông nghiệp. Nguy cơ này đe dọa nghiêm trọng sự phát triển bền vững của vùng hạ nguồn ĐBSCL đặc biệt là khu vực ven biển, do đó các nhà quản lý cần có những đối sách thích ứng hợp lý đối với các tác động này (Tuấn, 2021).

Tỉnh Tiền Giang thuộc ĐBSCL là vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, trải dài trên bờ Bắc sông Tiền với chiều dài trên 120 km. Tỉnh Tiền Giang tiếp giáp với các tỉnh: phía Bắc và Đông Bắc giáp tỉnh Long An và TP HCM, phía Tây và Tây Nam giáp các tỉnh Đồng Tháp và Vĩnh Long, phía Nam giáp tỉnh Bến Tre, phía Đông giáp biển Đông (Công thông tin điện tử tỉnh Tiền Giang, 2019).

Nghiên cứu được thực hiện nhằm phân tích tác động XNM trên hiện trạng sử dụng đất đồng thời đánh giá mức độ tổn thương trên đất nông nghiệp do tác động của XNM tỉnh Tiền Giang năm 2020. Kết quả nghiên cứu hỗ trợ công tác quản lý, quy hoạch và sử dụng bền vững nguồn tài nguyên đất cũng như các hệ sinh thái phân bố tại tỉnh Tiền Giang.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thu thập ảnh viễn thám

Dữ liệu ảnh viễn thám LANDSAT 8 OLI thu thập tại Cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS) địa chỉ website: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Ảnh thu thập vào ngày 25 tháng 02 năm 2020 có độ phân giải không gian 30 m, hệ quy chiếu UTM, datum: WGS 84, 48N. Bộ dữ liệu ảnh LANDSAT 8 này được sử dụng xác định hiện trạng lớp phủ bề mặt khu vực nghiên cứu.

Dữ liệu ảnh MODIS (MOD09Q1) thu thập tại địa chỉ <https://search.earthdata.nasa.gov> của cơ quan hàng không vũ trụ Hoa Kỳ (NASA). Nghiên

cứ thu thập 46 cảnh ảnh MOD09Q1 năm 2020 gồm 2 kênh phổ kênh đỏ (RED) và cận hồng ngoại (NIR); độ phân giải không gian 250m. Bộ dữ liệu ảnh MODIS sử dụng xác định hiện trạng cơ cấu mùa vụ lúa vùng nghiên cứu.

2.2. Phương pháp tiền xử lý ảnh

Ảnh MODIS: Bộ dữ liệu chuỗi ảnh MODIS được lưu trữ với định dạng Hierarchical Data Format Earth Observing System (HDF-EOS) được chuyển về định dạng GeoTIFF sử dụng công cụ MODIS Reprojection Tool (MRT), sau đó chuyển đổi về hệ quy chiếu Geographic coordinate tương thích khu vực ĐBSCL với hệ tọa độ và lưới chiếu chuẩn (UTM, Datum: WGS 84, 48N).

Ảnh LANDSAT: Hiệu chỉnh khí quyển gồm 2 bước: hiệu chỉnh bức xạ sử dụng công cụ Radiometric Calibration và hiệu chỉnh khí quyển sử dụng công cụ FLAASH Atmosphere Correction trên phần mềm ENVI 5.3.

Giới hạn khu vực nghiên cứu sử dụng chức năng Subset Data via ROIs trên phần mềm ENVI 5.3 và lớp ranh giới hành chính giới hạn khu vực ranh giới tỉnh Tiền Giang.

2.3. Phân loại ảnh

2.3.1. Phân loại ảnh LANDSAT

– Xây dựng ảnh chỉ số NDVI, NDBI, NDWI

Hiện trạng sử dụng đất tỉnh Bến Tre phân bố gồm nhiều loại thực phủ bề mặt do đó nghiên cứu sử dụng các chỉ số ảnh để tách các đối tượng phân bố hiện trạng bề mặt như chỉ số thực vật (Normal Differential Vegetation Index - NDVI) (Khan et al., 2010) tách các đối tượng phân bố thực vật; chỉ số khác biệt nước (Normal Differential Water Index - NDWI) (McFeeters, 1996) tách các đối tượng bề mặt nước như sông, ao, hồ, đất nuôi trồng thủy sản; và chỉ số khác biệt đất xây dựng (Normal Differential Building Index - NDBI) (Zha et al., 2005) nhằm tách các đối tượng phân bố đất đô thị (Bashit et al., 2020). Tất cả các ảnh chỉ số có giá trị dao động trong khoảng -1,0 đến +1,0. Giá trị ảnh chỉ số dao động từ > 0 đến +1,0 tương ứng thể hiện các loại hiện trạng thực phủ bề mặt vùng nghiên cứu.

– Phân loại ảnh

Phương pháp phân loại sử dụng thuật toán phân tích dựa trên quy tắc (Rule-based Image Analysis - RBIA) là một trong những phương pháp phân loại hướng đối tượng, còn được gọi là phương pháp phân loại dựa trên tri thức (Knowledge – based Classifiers). Phương pháp này sử dụng những mô hình gồm cây quyết định đơn giản, các nhóm đối

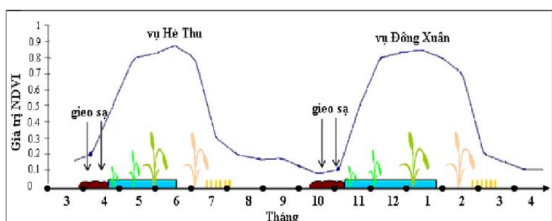
tượng sử dụng trong phân loại (pixel hay đối tượng được phân mảnh) được gán vào những lớp tương ứng dựa trên những quy tắc được định trên nhánh quyết định. Phân loại quy tắc trực tiếp trong mỗi lớp đối tượng và các quy tắc sẽ dựa vào dữ liệu thống kê các đặc tính gồm ảnh chi số, diện tích, khoảng cách tương đối để phân nhóm các loại hiện trạng sử dụng đất.

2.3.2. Phân loại ảnh MODIS

– Xây dựng chuỗi ảnh NDVI đa thời gian

Chuỗi ảnh NDVI được xây dựng từ ảnh tích hợp 8 ngày của sản phẩm MODIS MOD09Q1 gồm 46 cảnh ảnh/năm. Các giá trị chỉ số NDVI trên sản phẩm MOD09Q1 được phân tích dựa theo tình trạng sinh trưởng của cây trồng để xác định hiện trạng cơ cấu mùa vụ lúa tỉnh Tiền Giang năm 2020.

Đối với cây lúa, chỉ số NDVI có giá trị thấp tại giai đoạn gieo sạ, tăng dần và đạt cao nhất vào lúc cây lúa ở giai đoạn sinh trưởng; giảm khi cây lúa bắt đầu chín và thấp nhất tại thời điểm thu hoạch và biểu đồ biểu diễn giá trị NDVI cho cây lúa theo dạng hình sin trong năm (Hình 1) (Hiền và ctv., 2010).



Hình 1. Biểu đồ biến đổi của chỉ số NDVI theo các giai đoạn phát triển của cây lúa

(Nguồn: Hiền và ctv., 2010)

– Phân loại ảnh

Chuỗi ảnh đa thời gian NDVI từ bộ dữ liệu ảnh MODIS áp dụng phương pháp phân loại phi kiểm định (K-MEAN) xác định hiện trạng canh tác cơ cấu mùa vụ gồm lúa 2 vụ, lúa 3 vụ và luân canh lúa - thủy sản.

2.4. Đánh giá độ tin cậy

Phân bố điểm mẫu được xác định dựa trên phương pháp phân bố ngẫu nhiên (Random) phân lớp theo từng loại hiện trạng sử dụng đất. Việc ước tính các điểm khảo sát theo công thức (1) Corchan (1977) với mức ý nghĩa thống kê ý nghĩa trong thống kê ở mức 95%.

$$n = \frac{Z^2 * p(1-p)}{e^2} \tag{1}$$

Trong đó: n là kích thước mẫu, z là giá trị ngưỡng của phân phối chuẩn z=1,96 ứng với độ tin cậy 95%, p là xác suất lựa chọn 5%.

Các điểm khảo sát thực địa được định vị vị trí bằng thiết bị GPS cầm tay cùng thời điểm điều tra phỏng vấn nông hộ. Độ tin cậy được tính toán và đánh giá sử dụng ma trận sai số dựa vào 2 thông số gồm độ chính xác toàn cục (T%) và chỉ số Kappa (K) (Congalton & Green, 1999).

2.5. Tích hợp ảnh xây dựng bản đồ hiện trạng sử dụng đất và cơ cấu mùa vụ

Kết quả phân loại hiện trạng sử dụng đất từ ảnh LANDSAT và hiện trạng cơ cấu mùa vụ sử dụng ảnh MODIS được tích hợp. Việc hoàn chỉnh bản đồ phân bố hiện trạng cơ cấu mùa vụ tỉnh Tiền Giang được tiến hành trên phần mềm QGIS.

2.6. Phương pháp điều tra phỏng vấn nông hộ

Theo Hutchinson (1993), cỡ mẫu ≥ 30 sử dụng cho nhiều chỉ tiêu nghiên cứu và cỡ mẫu 100 thì đủ lớn cho hầu hết các nghiên cứu thực hiện. Ba mươi mẫu/hiện trạng được lựa chọn để điều tra nông hộ và mẫu được chọn ngẫu nhiên phân bố đều trên 7 nhóm hiện trạng. Các hộ được lựa chọn điều tra gồm những hộ đại diện cho từng loại hình canh tác chịu ảnh hưởng bởi XNM. Phỏng vấn nông hộ bằng biểu đồ điều tra đã được soạn sẵn với các nội dung gồm thông tin chung của nông hộ, tình hình XNM hiện tại, hiện trạng sử dụng đất, các yếu tố về thu nhập, kinh tế, xã hội liên quan đến tình hình XNM nơi nông hộ sinh sống cho 3 biến đánh giá tổn thương gồm phơi nhiễm, nhạy cảm và khả năng thích ứng.

2.7. Phương pháp xác định mức độ tổn thương

Phân tích mức độ tổn thương được áp dụng dựa trên khung đánh giá IPCC&UNESCO-IHE (2007), tính tổn thương được tính toán từ 3 biến chỉ thị thành phần chính gồm độ phơi nhiễm, độ nhạy cảm và khả năng thích ứng cho vùng ảnh hưởng XNM vùng ven biển tỉnh Tiền Giang.

Bước 1: Lựa chọn bộ chỉ thị các biến thành phần do tác động nhiễm mặn trên các hiện trạng vùng ven biển tỉnh Tiền Giang gồm 3 biến gồm biến chính (cấp 1), biến phụ (cấp 2) và biến thành phần (cấp 3) được phân theo 4 cấp độ để tính toán giá trị tổn thương (IPCC, 2007). Các biến chính gồm phơi nhiễm, nhạy cảm và khả năng thích ứng là các biến quan trọng nhất để tính mức độ tổn thương. Các biến phụ được lựa chọn phù hợp với 3 biến chính và các biến thành phần phù hợp cho các biến phụ liên quan đến các tác động của XNM trên hiện trạng sử dụng

đất dựa trên 4 yếu tố gồm con người, cơ sở hạ tầng, xã hội và tự nhiên (Văn và ctv., 2020).

Bước 2: Chuẩn hóa các biến thành phần

Tính giá trị chỉ số các biến thành phần dựa vào số liệu phiếu điều tra nông hộ và được chuẩn hóa giá trị định lượng trước khi tính giá trị tổn thương (IPCC, 2007). Giá trị chỉ số chuẩn hóa của các biến dao động trong khoảng từ 0 đến 1. Chuẩn hóa giá trị chỉ số các biến thành phần được thực hiện theo công thức (2):

$$X_{ij} = \frac{X_{ij}(t) - \text{Min}X_{ij}(t)}{\text{Max}X_{ij}(t) - \text{Min}X_{ij}(t)} \quad (2)$$

Trong đó: X_{ij} : giá trị chuẩn hóa của bộ chỉ thị j tại nông hộ i ; $X_{ij}(t)$: giá trị thực của bộ chỉ thị ij ; $\text{Min} X_{ij}$: giá trị thực nhỏ nhất của bộ chỉ thị $ij(t)$ trong tất cả các nông hộ; $\text{Max} X_{ij}$: giá trị thực lớn nhất của bộ chỉ thị $ij(t)$ trong tất cả các nông hộ.

Bước 3: Tính toán giá trị các biến chính

Giá trị của các biến chính gồm 03 biến (phơi nhiễm, nhạy cảm, khả năng thích ứng) được chuẩn hóa từ các biến thành phần và biến phụ. Mỗi biến thành phần, biến chính và biến phụ được tính trung bình cộng các giá trị chuẩn hóa dựa trên số liệu các nông hộ được phỏng vấn phân bố trên từng nhóm hiện trạng sử dụng đất. Các biến chính được chuẩn hóa sẽ quy đổi về khoảng tỉ lệ 0-1 và phân cấp theo bốn mức độ: thấp, trung bình, cao và rất cao (IPCC, 2007).

Bước 4: Phân cấp các biến chính gồm phơi nhiễm, nhạy cảm và khả năng thích ứng trên cơ sở xây dựng bảng thuộc tính phân bố dữ liệu không gian gán trường dữ liệu của mức độ phơi nhiễm, nhạy cảm và khả năng thích ứng vào các hiện trạng nông nghiệp áp dụng kỹ thuật GIS. Các biến phụ được lựa chọn phù hợp với 3 biến chính như sau:

- Chỉ số phơi nhiễm (E): Bộ chỉ số phơi nhiễm xác định mức độ tác động của XNM đến các hiện trạng canh tác nông nghiệp tại tỉnh Tiền Giang. Bộ chỉ số mức độ phơi nhiễm do nhiễm mặn trong nghiên cứu gồm 3 biến phụ (độ mặn, hiện tượng thời tiết cực đoan và tổng thể mức độ bị ảnh hưởng) với 5 biến thành phần (độ mặn, thời gian mặn, thời gian khô hạn, độ sâu ngập và tổng thể diện tích đất nông nghiệp phơi nhiễm) (Văn và ctv., 2020).

- Chỉ số nhạy cảm (S): Bộ chỉ số nhạy cảm là các yếu tố dễ bị ảnh hưởng nhất khi xảy ra hiện tượng XNM tác động đến sản xuất nông nghiệp trên địa bàn tỉnh Tiền Giang. Bộ chỉ số gồm 2 biến phụ là biến xã hội và biến sinh kế. Biến xã hội gồm 5 biến

thành phần (tỷ lệ hộ nghèo, tỷ lệ người dân làm nông nghiệp, mức độ tác động của XNM đến canh tác nông nghiệp, cơ giới hóa trong sản xuất nông nghiệp, khả năng đáp ứng nhu cầu tưới cho nông nghiệp). Biến sinh kế gồm 3 biến thành phần (thu nhập từ sản xuất nông nghiệp, sản lượng từ sản xuất nông nghiệp và thu nhập bình quân đầu người) (Văn và ctv., 2020).

- *Khả năng thích ứng (AC)*: Bộ chỉ số khả năng thích ứng là các yếu tố điều chỉnh trong hệ thống con người, tự nhiên, cơ sở hạ tầng và xã hội để ứng phó với các tác động của XNM hiện tại và tương lai, làm giảm những thiệt hại hoặc tận dụng các cơ hội mang lại. Bộ chỉ thị được xây dựng gồm 4 biến phụ: con người, xã hội, cơ sở hạ tầng và điều kiện tự nhiên với 12 hợp phân phụ (Văn và ctv., 2020).

Bước 5: Tính giá trị tổn thương

Giá trị tổn thương được tính toán dựa trên các giá trị của biến chính (cấp 1) áp dụng theo công thức tính của tổn thương (3) (IPCC, 2007). Kết quả tính toán là giá trị tổn thương trên từng loại hiện trạng canh tác sử dụng đất:

$$V = E + S - AC \quad (3)$$

Trong đó: V là tính tổn thương, E (Exposure) là độ phơi nhiễm, S (Sensitivity) là độ nhạy cảm và AC (Adaptive Capacity) là khả năng thích ứng.

2.8. Phân cấp mức độ tổn thương

- Chuẩn hóa lần 2 các giá trị tổn thương được tính ở Bước 3 theo công thức (2) quy về giá trị từ 0 đến 1 để phân cấp mức độ tổn thương.

- Mức độ tổn thương được phân thành 4 cấp độ từ thấp đến rất cao (Bảng 1) theo Trục và ctv. (2017).

Bảng 1. Phân cấp mức độ tổn thương

Tổn thương	Giá trị
Thấp	$0 \leq V \leq 0,25$
Trung bình	$0,25 < V \leq 0,5$
Cao	$0,5 < V \leq 0,75$
Rất cao	$0,75 < V \leq 1,0$

(Nguồn: Nguyễn Ngọc Trục, 2017)

2.9. Phân vùng mức độ tổn thương

Phân bố dữ liệu không gian mức độ tổn thương sau khi phân cấp trên cơ sở các giá trị được tính toán và chuẩn hóa gồm phơi nhiễm, nhạy cảm và khả năng thích ứng phân bố trên các hiện trạng tỉnh Tiền Giang. Nghiên cứu thực hiện theo phương pháp gán dữ liệu phân cấp vào bảng thuộc tính của bản đồ hiện trạng sử dụng đất nhằm phân bố dữ liệu không gian

vùng tổn thương bằng kỹ thuật GIS (Điệp và ctv., 2021).

2.10. Biên tập hoàn chỉnh bản đồ

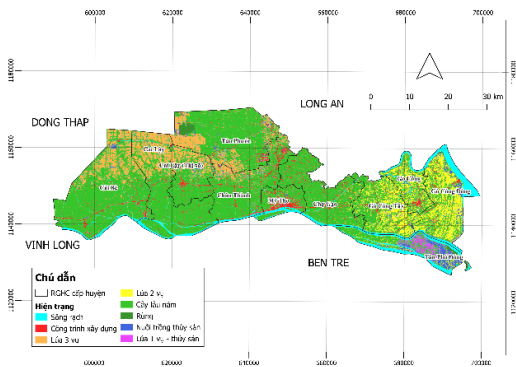
Dữ liệu không gian được xử lý và phân tích trên phần mềm QGIS 3.30 (QGIS Development Team, 2023), biên tập bản đồ trên phần mềm ArcMap 10.4 (Redlands, 2011) và sử dụng công cụ Editor hoàn chỉnh biên tập bản đồ hiện trạng sử dụng đất tỉnh Tiền Giang năm 2020.

3. KẾT QUẢ

3.1. Phân bố hiện trạng sử dụng đất tỉnh Tiền Giang năm 2020

Kết quả xây dựng bản đồ hiện trạng sử dụng đất tỉnh Tiền Giang năm 2020 gồm 7 hiện trạng: lúa 3 vụ, lúa 2 vụ, lúa 1 vụ - thủy sản luân canh, thủy sản, công trình xây dựng, cây lâu năm, sông rạch (Hình 2), trong đó cây lâu năm (cây ăn trái) và lúa 3 vụ là 02 hiện trạng chủ lực của tỉnh.

Hiện trạng cây ăn trái chiếm tỷ trọng cao nhất phân bố tập trung nhiều ở ba huyện Cai Lậy, Cai Bè và Châu Thành. Lúa 3 vụ phân bố chủ yếu ở 4 huyện Tân Phước, phía bắc huyện Cai Bè, Cai Lậy, Chợ Gạo và phía Tây Gò Công Tây. Hiện trạng lúa 2 vụ phân bố hầu hết tại 2 huyện Gò Công Tây và Gò Công Đông (Hình 2).



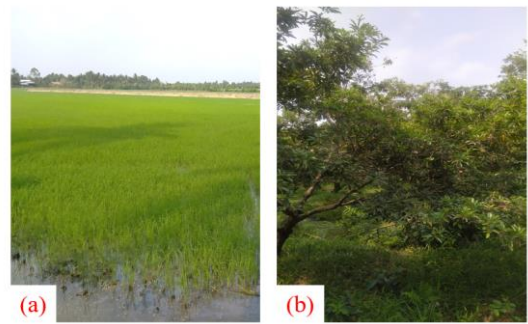
Hình 2. Bản đồ hiện trạng tỉnh Tiền Giang năm 2020

Hiện trạng chủ lực của tỉnh Tiền Giang đứng đầu là cây lâu năm (CLN) (112.938,19 ha chiếm 44,97%), kế đến lúa 3 vụ với diện tích 43.532,91 ha (17,33%), lúa 2 vụ (32.902,2 ha) chiếm 13,1%. Các hiện trạng còn lại phân bố rải rác và có diện tích tương đối thấp khoảng dưới 10%.

3.2. Kết quả đánh giá độ tin cậy phân loại ảnh LANDSAT

Kết quả đánh giá độ chính xác giải đoán ảnh được tiến hành điều tra hiện trạng thực tế (Hình 3),

mẫu điều tra độc lập với kết quả giải đoán ảnh. Tổng số điểm kiểm tra năm 2020 là 346 điểm phân bố trên 7 loại hiện trạng sử dụng đất tỉnh Tiền Giang.



Hình 3. Mô hình canh tác lúa 3 vụ (a) và mô hình trồng cây lâu năm - Sapo (b)

Kết quả đánh giá độ tin cậy sau phân loại độ chính xác toàn cục (T) là 85.6% và hệ số Kappa = 0,79. Kết quả cho thấy độ tin cậy phân loại cao dao động trong khoảng 0,6 <= K < 0,8 (Congalton & Green, 1999).

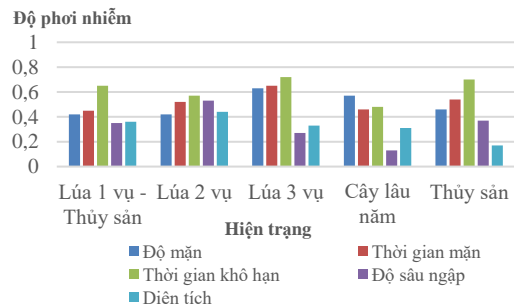
3.3. Xác định tính tổn thương trên hiện trạng nông nghiệp

3.3.1. Độ phơi nhiễm (E)

Kết quả phân cấp độ phơi nhiễm cho thấy có 03 mức độ phơi nhiễm gồm rất cao, trung bình và thấp phân bố trên 05 hiện trạng nông nghiệp. Hiện trạng lúa 03 vụ và lúa 02 vụ có độ phơi nhiễm rất cao, hiện trạng thủy sản và luân canh lúa 01 vụ - thủy sản có độ phơi nhiễm trung bình và hiện trạng cây lâu năm có độ phơi nhiễm thấp (Bảng 2).

Bảng 2. Kết quả phân cấp độ phơi nhiễm

Hiện trạng	Chuẩn hoá E	Phân cấp
Lúa 03 vụ	1.00	Rất cao
Lúa 02 vụ	0.82	Rất cao
Thủy sản	0.45	Trung bình
Lúa 1 vụ - TS	0.43	Trung bình
CLN	0.00	Thấp



Hình 4. Biểu đồ độ phơi nhiễm (E)

Độ phơi nhiễm được xác định 05 biến tác động gồm độ mặn, thời gian mặn, thời gian mặn, độ sâu ngập và diện tích phân bố hiện trạng trong đó mức độ tác động của 02 biến gồm thời gian khô hạn (4,2-6,5) và thời gian mặn (4,1-6,1) tác động nhiều nhất đến các mô hình canh tác (Hình 4).

Mô hình canh tác lúa 03 vụ có độ phơi nhiễm cao do tác động bởi 3 yếu tố gồm độ mặn, thời gian khô hạn và thời gian mặn (>6,1). Mô hình canh tác lúa 2 vụ có độ phơi nhiễm cao do ảnh hưởng bởi 03 yếu tố gồm độ sâu ngập, thời gian mặn và thời gian khô hạn dao động trong khoảng (4,5-5,6). Mô hình canh tác thủy sản và thủy sản luân canh lúa 1 vụ bị ảnh hưởng bởi yếu tố thời gian khô hạn (6,2-6,4) và có độ phơi nhiễm trung bình. Còn lại mô hình cây ăn trái có độ phơi nhiễm thấp chỉ ảnh hưởng bởi độ mặn (4,8) do cây ăn trái phân bố sâu bên trong đất liền nên ít bị phơi nhiễm do mặn.

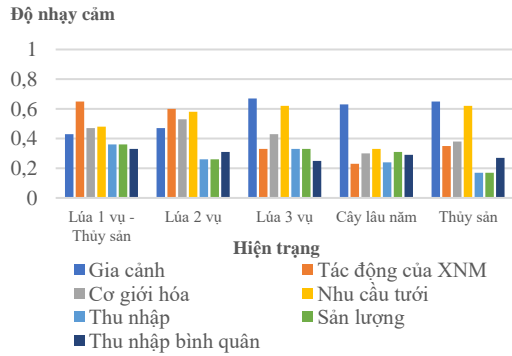
3.3.2. Độ nhạy cảm (S)

Kết quả phân cấp độ nhạy cảm cho thấy có 03 mức độ nhạy cảm gồm rất cao, trung bình và thấp trên các hiện trạng canh tác nông nghiệp. Hiện trạng lúa 03 vụ, lúa 02 vụ và lúa tằm luân canh có mức độ nhạy cảm rất cao, hiện trạng thủy sản có độ nhạy cảm trung bình và hiện trạng cây lâu năm có mức độ nhạy cảm thấp (Bảng 3).

Bảng 3. Kết quả phân cấp độ nhạy cảm

Hiện trạng	Chuẩn hoá S	Phân cấp
Lúa 03 vụ	0.84	Rất cao
Lúa 02 vụ	0.91	Rất cao
Thủy sản	0.37	Trung bình
Lúa 1 vụ - TS	1.00	Rất cao
CLN	0.00	Thấp

Độ nhạy cảm được xác định 07 biến tác động gồm gia cảnh, cơ giới hóa trong nông nghiệp, thu nhập, tác động XNM, nhu cầu tưới, sản lượng thu hoạch trong đó 3 biến gồm gia cảnh, nhu cầu tưới và tác động XNM có ảnh hưởng nhiều nhất đến các mô hình canh tác (Hình 5). Mô hình canh tác lúa 3 vụ có mức độ nhạy cảm cao và mô hình canh tác thủy sản mức độ nhạy cảm trung bình đều bị ảnh hưởng do yếu tố gia cảnh (6,3-6,1) và nhu cầu tưới (6,0-6,2). Mô hình canh tác lúa 2 vụ nhạy cảm bởi 4 biến gồm gia cảnh, tác động do XNM, cơ giới hóa và nhu cầu tưới (0,43, 0,59, 0,54, và 0,58). Mô hình cây lâu năm có độ nhạy cảm thấp do yếu tố kinh tế về thu nhập (0,22).



Hình 5. Biểu đồ mức độ nhạy cảm (S)

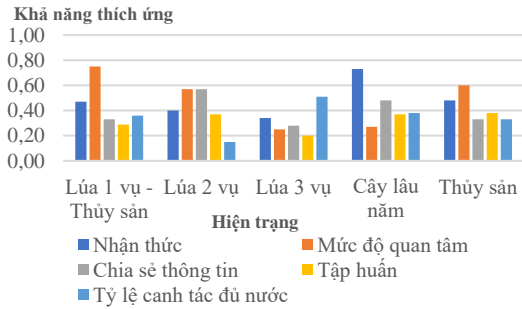
3.3.3. Khả năng thích ứng (AC)

Kết quả phân cấp khả năng thích ứng (AC) cho thấy có 03 mức độ thích ứng phân bố trên các hiện trạng canh tác nông nghiệp gồm rất cao, trung bình và thấp. Hiện trạng thủy sản, luân canh lúa 1 vụ - thủy sản và cây lâu năm có khả năng thích ứng rất cao, mô hình canh tác lúa 2 vụ thích ứng trung bình, mô hình canh tác lúa 3 vụ thích ứng thấp (Bảng 4).

Bảng 4. Kết quả phân cấp khả năng thích ứng

Hiện trạng	Chuẩn hoá AC	Phân cấp
Lúa 03 vụ	0.00	Thấp
Lúa 02 vụ	0.29	Trung bình
Thủy sản	0.83	Rất cao
Lúa 1 vụ - TS	0.95	Rất cao
CLN	1	Rất cao

Khả năng thích ứng được xác định bởi 05 biến tác động gồm mức độ nhận thức, chia sẻ thông tin, khả năng đất canh tác đủ nước, mức độ quan tâm và tập huấn kỹ thuật. Mức độ nhận thức và mức độ quan tâm của người dân đối với sự ảnh hưởng của XNM khá tốt dao động lần lượt trong khoảng 3.8-6.5 và 2.5-6 do các yếu tố này tác động trực tiếp đến sản lượng cũng như thu nhập của người dân trên các mô hình canh tác nên người dân quan tâm và nhận thức cao về kỹ thuật canh tác nhằm mang lại lợi nhuận cao cho nông hộ. Mô hình lúa 2 vụ có mức độ chia sẻ thông tin cao (5,9) trong đó biến mức độ canh tác đủ nước ảnh hưởng cao trên hiện trạng lúa 3 vụ (4,5). Tình hình tập huấn tại địa phương có chú trọng nhưng vẫn chưa được đánh giá khả năng thích ứng cao tại địa phương (2,0-3,8) (Hình 6).



Hình 6. Biểu đồ khả năng thích ứng (AC)

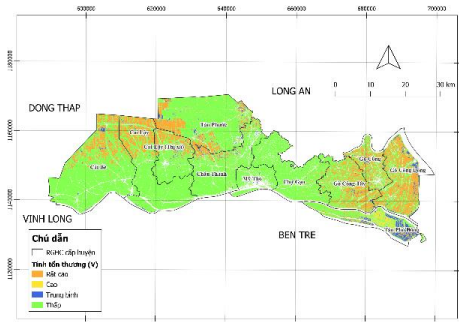
3.3.4. Tính tổn thương (V)

Kết quả phân cấp tổn thương trên hiện trạng canh tác nông nghiệp 04 mức độ rất cao, cao, trung bình và thấp trong đó tổn thương rất cao phân bố trên hiện trạng canh tác lúa 2 vụ và 3 vụ, tổn thương cao trên lúa 1 vụ và thủy sản luân canh, tổn thương trung bình trên mô hình canh tác thủy sản và cây lâu năm có mức độ tổn thương thấp nhất (Bảng 5).

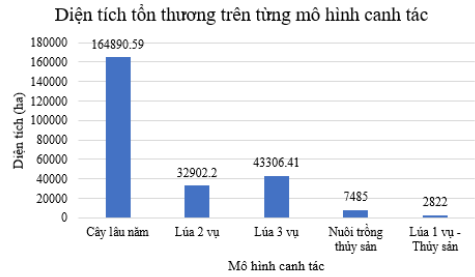
Bảng 5. Kết quả phân cấp tính tổn thương

Hiện trạng	Chuẩn hoá V	Phân cấp
Lúa 03 vụ	1.0	Rất cao
Lúa 02 vụ	0.9	Rất cao
Lúa 01 vụ TS	0.6	Cao
Thủy sản	0.4	Trung Bình
CLN	0.0	Thấp

Hiện trạng canh tác tỉnh Tiền Giang tại các huyện đều bị tổn thương bởi tình trạng diễn biến của XNM trong đó tổn thương rất cao ở các vùng canh tác lúa với diện tích 45.306,41 ha chiếm tỷ lệ 20,6% trên tổng diện tích đất nông nghiệp, phân bố tại huyện Cai Lậy, Cái Bè và Gò Công Đông do lúa không có thích nghi trong điều kiện mặn, ngoài ra nguồn nước và cơ sở hạ tầng (đê bao, cống và đập) không đủ để đáp ứng và sinh kế người dân không được đảm bảo do thiệt hại nghiêm trọng nhất là mất mùa.



Hình 7. Bản đồ phân vùng tổn thương



Hình 8. Diện tích tổn thương trên từng mô hình canh tác

Tổn thương thấp phân bố hầu hết các huyện gồm Cái Bè, Cai Lậy, Châu Thành, TP. Mỹ Tho, Chợ Gạo, 1 phần Gò Công Tây và Tân Phú Đông phân bố trên hiện trạng canh tác vùng cây ăn trái với diện tích 164.890,59 ha chiếm tỷ lệ 74,77% trên tổng diện tích đất nông nghiệp. Tổn thương cao và trung bình phân bố 1 phần nhỏ (diện tích 10.316 chiếm tỷ lệ 4,6%) tại 02 huyện ven biển gồm Gò Công Đông và Tân Phú Đông (Hình 7, Hình 8).

3.4. Đề xuất giải pháp

Nghiên cứu đề xuất các giải pháp dựa vào kết quả khảo sát thực địa phỏng vấn nông hộ được phân bố trên 7 loại hiện trạng sử dụng đất tại địa bàn nghiên cứu, từ đó đề xuất các giải pháp nhằm giảm thiểu tổn thương do ảnh hưởng XNM tỉnh Tiền Giang và hỗ trợ các nhà quy hoạch địa phương có kế hoạch và định hướng quản lý phù hợp dưới tác động của XNM như sau:

- Các vùng bị tổn thương cao và rất cao do yếu tố độ mặn và thời gian mặn ảnh hưởng đến mô hình canh tác lúa (2 vụ, 3 vụ và thủy sản-lúa luân canh), địa phương cần có giải pháp phù hợp như xây dựng các trạm cung cấp hay hồ chứa nước ngọt hay khu vực dự trữ nước, xây dựng các công trình thủy lợi tại những vùng bị ảnh hưởng do XNM nhằm khai thác hiệu quả nhất việc lấy nước ngọt cho canh tác nông nghiệp nhằm giảm thiểu các tác động mặn đến canh tác lúa để người dân an tâm canh tác.

- Đối với hiện trạng canh tác cây ăn trái có mức độ phơi nhiễm thấp do tiếp giáp sâu bên trong phần đất liền nên ít bị mặn ảnh hưởng, đồng thời cây ăn trái có thể dễ dàng thích ứng với điều kiện mặn theo triều tại địa phương và không cần lượng nước tưới nhiều và chỉ cần đóng cống ngăn mặn kịp thời sẽ giảm tác động do mặn tại các khu vực canh tác cây ăn trái.

- Áp dụng các giống lai tạo cây ăn trái và lúa thích ứng với điều kiện mặn phù hợp tại địa phương nhằm giảm thiểu tối đa ảnh hưởng trên năng suất các

loại cây trồng và lúa, từ đó mang lại lợi nhuận cho người dân sinh sống vùng ảnh hưởng mặn tại địa phương

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu xây dựng bản đồ phân bố không gian gồm 7 hiện trạng sử dụng đất với độ tin cậy phân loại ảnh cao với độ chính xác toàn cục (T) 85,6% và hệ số Kappa 0,79. Hiện trạng canh tác lúa 2 vụ phân bố thấp nhất tập trung tại huyện Gò Công Đông (5,4%) và cây lâu năm có diện tích cao nhất

(44,97%) phân bố hầu hết các huyện trong tỉnh Tiền Giang.

Mức độ tổn thương do tác động của XNM ảnh hưởng đến hầu hết các hiện trạng sử dụng đất trong đó tổn thương cao nhất trên hiện trạng canh tác lúa 03 vụ và lúa 02 vụ, tổn thương cao trên hiện trạng luân canh lúa thủy sản. Dựa vào các kết quả tổn thương trên các loại hình hiện trạng canh tác, địa phương cần thực hiện các giải pháp ngăn mặn kịp thời cho người dân trong vùng canh tác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Cổng thông tin điện tử tỉnh Tiền Giang. (2019). *Giới thiệu về Tiền Giang*. <http://tiengiang.gov.vn/chi-tiet-tin?/gioi-thieu-ve-tien-giang/11243313>
- Congalton, R. G., & Green, K. (1999). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data Principles and Practices*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Diệp, N. T. H., Nhung, Đ.T.C., Tuấn, L. A., & Vũ, P. T. (2021). Xây dựng bản đồ biến động hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp tỉnh Bến Tre giai đoạn 2010 – 2020. *Tạp chí Khoa học đất*, 64, 114-119. ISSN 2525-2216.
- IPCC. (2007). *IPCC fourth assessment report*. The AR4 synthesis report, Glossary.
- IPCC. (2001). *Climate change 2001: The scientific basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Hiền, T. T., & Minh, V. Q. (2010). Biến động hiện trạng phân bố cơ cấu mùa vụ lúa vùng đồng bằng sông Cửu Long trên cơ sở ảnh viễn thám MODIS. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, (CD Nông nghiệp 2014)*, 101-110.
- Hutchinson. (1993). *A review of "Essentials of Statistical Methods"*. Rumsby Scientific Publishing
- Khan, M. R., De Bie, C. A. J. M. H., & Van Keulen, E. M. A, Smaling, R. R. (2010). *Disaggregating and mapping crop statistics using hyper-temporal*. Remote sensing Int. *J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 12, 36-46.
- Mcfeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425-1432, DOI: 10.1080/01431169608948714
- QGIS Development Team. (2023). *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project.
- Redlands, C. E. S. R. I. (2011). *ArcGIS Desktop: Release 10*.
- Trúc, N. N., Thịnh, T. V., Thương N. V., & Nguyễn Thảo Ly. (2017). Hiện trạng và khả năng dễ bị tổn thương do nhiễm mặn trong bối cảnh biến đổi khí hậu ở thành phố Đà Nẵng. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN. Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 33(2), 90-107.
- Tuấn, L. V., Thăng, V. V., & Đình, T. T. (2021). Đánh giá hiểm họa, tính dễ bị tổn thương và rủi ro do xâm nhập mặn trên khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Biến đổi Khí hậu*, 17, 12 - 19.
- Văn, N. C., Tuấn N. L., Anh N. T., & Hiều, P. V. (2020). Đánh giá tính dễ bị tổn thương và khả năng thích ứng do xâm nhập mặn đối với sản xuất nông nghiệp trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại khu vực cửa sông ven biển tỉnh Nam Định. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 716, 63-78.
- Zha, Y., Gao, J. & Ni, S. (2005). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583-594.