

THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐẤT NHIỄM MẶN TỈNH BẾN TRE TỪ ẢNH VỆ TINH SENTINEL - 2

Giang Thị Phương Thảo¹, Phạm Thị Thu Hương²
Phạm Việt Hòa¹, Nguyễn An Bình¹

¹Viện Địa lý Tài nguyên TP.HCM, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Nghiên cứu đã tiến hành thành lập bản đồ đất nhiễm mặn tỉnh Bến Tre bằng ảnh viễn thám quang học độ phân giải cao (Sentinel - 2) theo mô hình không gian - thời gian. Nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine (GEE) đã được sử dụng để xử lý và tính toán các chỉ số viễn thám đề xuất. Kết quả cho thấy chỉ số nhóm chỉ số thực vật có tương quan cao với giá trị độ dẫn điện đo đạc trên thực địa (EC), với EVI có hệ số tương quan tốt nhất ($R = 0.8$) đã được sử dụng để thành lập mô hình thực nghiệm. Chuỗi ảnh trung bình tháng đất nhiễm mặn được thành lập trong cả mùa khô và mùa mưa năm 2018. Thống kê diện tích đất nông nghiệp cho thấy ảnh hưởng bởi mặn thay đổi theo mùa cũng như phụ thuộc vào các mô hình sinh kế nông nghiệp khác nhau. Nghiên cứu kết luận tính ưu việt của việc ứng dụng tư liệu viễn thám như là một phương pháp gián tiếp, kết hợp với công cụ tính toán dữ liệu lớn hiệu năng cao trong việc đánh giá nhanh chóng và chính xác diễn biến ảnh hưởng của đất nhiễm mặn.

Từ khóa: Sentinel - 2; Độ mặn đất; Viễn thám

Abstract

Soil salinity mapping in Ben Tre using Sentinel - 2 satellite images

This study aims to map soil salinity in Ben Tre using spatiotemporal high-resolution optical satellite images (Sentinel - 2). The cloud computing platform Google Earth Engine (GEE) has been used for preprocessing and calculation of proposed remote sensing indicators. The result showed that vegetation indicators were highly correlated with on-site electrical conductivity (EC) measurement. The best correlation coefficient by EVI ($R = 0.8$) was used for empirical modeling. Image series of soil salinity were made monthly during dry and rained season in 2018. Agricultural land statistics shows that the effect of soil salinity varies with seasons as well as different livelihood models. This research concluded that remote sensing technology combining with high-performance big data processing is an effectively indirect method for monitoring soil salinity.

Keywords: Sentinel - 2; Soil salinity; Remote sensing

1. Đặt vấn đề

Nằm ở đồng bằng sông Cửu Long, Bến Tre là một trong những tỉnh chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu. Thêm vào đó, từ cuối năm 2014, El Nino ảnh hưởng đến nước ta gây ra tình trạng hạn hán, xâm nhập mặn. Hiện tượng xâm

nhập mặn đang ngày càng gây ảnh hưởng tiêu cực đến đời sống sinh hoạt và sản xuất của người dân. Diễn biến xâm nhập mặn trong địa bàn tỉnh Bến Tre trở nên gay gắt trong những năm gần đây, mặn ngày càng lấn sâu vào nội đồng gây ảnh hưởng rất nghiêm trọng đến sinh hoạt của người dân trong tỉnh [1].

Đã có rất nhiều nghiên cứu sâu rộng trong việc sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh phân tích đánh giá hiện tượng nhiễm mặn được thực hiện trong hơn ba thập kỷ qua tập trung chủ yếu và các tư liệu ảnh viễn thám đa phổ. Các bộ cảm đa phổ được sử dụng phổ biến trong nghiên cứu về nhiễm mặn rất đa dạng, từ độ phân giải không gian trung bình như MODIS, độ phân giải không gian cao như Landsat (4, 5, 7, 8) và SPOT cho đến độ phân giải rất cao như QuickBird hay IKONOS [2 - 5].

Rất nhiều phương pháp xử lý dữ liệu viễn thám đã được đề xuất như tính các kênh ảnh chỉ số, hay xây dựng các chỉ số xâm nhập mặn, tổ hợp màu giả, kết hợp với một số phương pháp như phân tích thành phần chính (Principal Component Analysis - PCA), kỹ thuật không trộn ảnh và các phương pháp phân loại không kiểm định và có kiểm định như maximum likelihood, Mạng nơ-ron nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN), cây quyết định - decision tree, phân loại mờ, mạng lưới xác suất điều kiện,... Nghiên cứu tổng quan cũng cho thấy có nhiều chỉ số đã được đề xuất sử dụng trong nghiên cứu về xâm nhập mặn được chia thành 3 nhóm chính bao gồm nhóm thực vật, nhóm kênh tỷ lệ và các chỉ số mặn đã được đề xuất công bố [6].

Mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng mô hình thực nghiệm để thành lập bản đồ mặn của đất tỉnh Bến Tre thông qua giá trị độ dẫn điện (Electrical Conductivity - EC). Nghiên cứu đã tiến hành đánh giá mối tương quan giữa giá trị EC đo đạc trên thực địa với các chỉ số được tính toán từ dữ liệu ảnh vệ tinh đa phổ Sentinel - 2 nhằm tìm ra chỉ số có độ tương quan tốt nhất với giá trị EC, từ đó hồi quy tính toán lại giá trị EC theo mô hình không gian - thời gian, phân tích xu hướng và ảnh hưởng, thành lập bản đồ đất nhiễm mặn tỉnh Bến Tre.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực và thời gian nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn là Bến Tre, tỉnh ven biển thường bị ảnh hưởng bởi mặn. Đặc điểm khí hậu làm Bến Tre phân hai mùa rõ rệt: mùa khô thường bắt đầu từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10 trong năm. Đặc tính theo mùa ảnh hưởng đến độ mặn của địa phương trong từng giai đoạn khác nhau. Vì vậy, khoảng thời gian nghiên cứu được lựa chọn bao gồm cả hai mùa khô và mùa mưa, bắt đầu từ tháng 11 năm 2017 đến tháng 10 năm 2018.

2.2. Dữ liệu sử dụng

Ảnh viễn thám quang học Sentinel - 2 được sử dụng để phục vụ cho việc trích tách các thông tin từ các kênh ảnh và thực nghiệm tính toán các chỉ số sử dụng trong nghiên cứu về mặn. Đây là tư liệu ảnh vệ tinh quang học được cung cấp miễn phí có độ phân giải cao từ 10 - 60 m. Nhằm mục đích phân tích tương quan và xây dựng hàm hồi quy, 4 cảnh ảnh (2 cảnh ngày 21/4 và 2 cảnh ngày 23/4) đảm bảo phủ trùm khu vực nghiên cứu được sử dụng đồng bộ với thời điểm thực địa. Tiếp đó, các ảnh trung bình tháng từ 11/2017 - 10/2018 được sử dụng để tính toán chỉ số thực vật và EC từ hàm hồi quy đã được xây dựng.

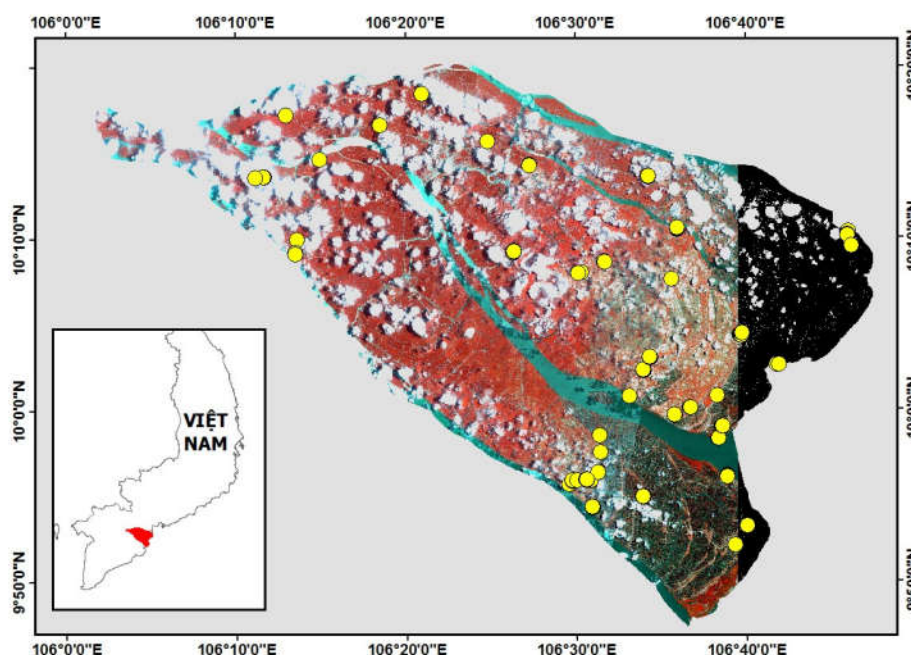
• Thực địa và dữ liệu khác có liên quan

Dữ liệu thực địa được cung cấp từ đề tài: “Nghiên cứu, đánh giá và phân vùng xâm nhập mặn trên cơ sở công nghệ viễn thám đa tầng, đa độ phân giải, đa thời gian - Ứng dụng thí điểm tại tỉnh Bến Tre” nằm trong chương trình Khoa học và Công nghệ cấp Quốc gia về Công nghệ Vũ trụ giai đoạn 2016 - 2020. Nhóm nghiên cứu đề tài đã tiến hành đo đạc giá trị độ dẫn

điện (Electrical Conductivity - EC) tại 277 điểm trong khu vực bằng thiết bị đo cảm ứng điện từ EM31 - MK2 từ ngày 20 đến 26 tháng 4 năm 2018 tại tỉnh Bến Tre. Thiết bị EM31 - MK2 có khoảng cách đo từ mặt đất đến độ sâu tối đa là 6 m. Khi đo ngoài thực địa, các yếu tố về nhiệt độ, độ ẩm được cài đặt đồng bộ. Các điểm này sau đó được nội suy, xử lý đồng bộ các đặc

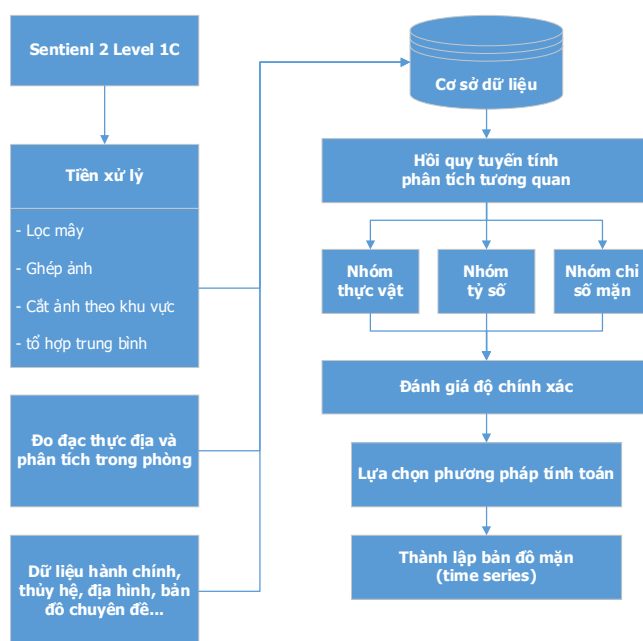
điểm môi trường và tổng quát hóa về tầng dày mặt đất 0 - 15 cm, đơn vị là mS/m.

Ngoài ra, các dữ liệu và bản đồ khác hỗ trợ cho việc nghiên cứu và thực nghiệm cũng được đề tài cung cấp bao gồm: dữ liệu nền địa lý (hành chính, thủy hệ, địa hình,...) và bản đồ chuyên đề (hiện trạng sử dụng đất, địa chất, mặn nguyên sinh)



Hình 1: Vị trí điểm thực địa

2.3. Quy trình thực hiện



Hình 2: Quy trình thành lập bản đồ mặn

• Giải pháp điện toán đám mây trong xử lý ảnh viễn thám

Sự phát triển và phổ biến của ngày càng nhiều các thế hệ vệ tinh mang lại một nguồn dữ liệu viễn thám dung lượng lớn (petabyte) với lượng thông tin khổng lồ. Việc này lại đòi hỏi một hệ thống phần cứng và phần mềm tương xứng phục vụ xử lý tính toán. Về mặt phần cứng, ảnh viễn thám dung lượng lớn gây khó khăn cho việc xử lý và phân tích, đặc biệt trên các thiết bị máy tính cá nhân. Về mặt phần mềm, đã có nhiều công cụ được phát triển nhằm mục đích xử lý tư liệu ảnh viễn thám, tuy nhiên yêu cầu về bản quyền dẫn đến chi phí mua sắm lớn, có thể kể đến các sản phẩm thương mại phổ biến như ENVI, Erdas Imagine hay ArcGIS.

Tư liệu ảnh sử dụng là Sentinel - 2 có dung lượng khá lớn, trung bình khoảng 1Gb cho một cảnh ảnh, trong khi việc tiếp cận nghiên cứu theo một chuỗi dữ liệu đa thời gian đòi hỏi một lượng dữ liệu lớn ảnh viễn thám, gây mất thời gian và khó khăn khi thực hiện xử lý trên các thiết bị máy tính cá nhân. Ngoài ra, nhược điểm lớn nhất của ảnh vệ tinh quang học là bị ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết. Đối với Việt Nam, khí hậu nhiệt đới gió mùa và mây thường xuyên che phủ nhiều khu vực trên toàn bộ lãnh thổ. Ảnh quang học vì vậy thường bị ảnh hưởng bởi mây và bóng

mây. Ảnh cần lọc và loại bỏ các pixel mây và bóng mây để tránh sai số khi thực hiện phân tích và tính toán.

Cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin, dịch vụ điện toán đám mây cùng với các hệ thống máy tính (siêu máy tính) có hiệu năng xử lý cao đang ngày càng trở nên phổ biến. Google Earth Engine (GEE), nền tảng điện toán đám mây mới giúp dễ dàng truy cập các tài nguyên viễn thám với hiệu năng cao, xử lý bộ dữ liệu không gian lớn nhanh chóng. Người dùng dễ dàng truy cập vào GEE thông qua trình duyệt web, thực hiện truy xuất tư liệu ảnh viễn thám theo nhu cầu, tiền xử lý và tính toán, xuất kết quả trực tuyến và miễn phí. Nghiên cứu đã tiếp cận GEE nhằm mục đích xử lý các dữ liệu viễn thám một cách nhanh chóng. Hàm lọc mây được cung cấp sẵn trên GEE có thể sử dụng đối với ảnh Sentinel - 2. Kết quả sau khi tính toán sẽ được tải về máy tính phục vụ các phân tích tiếp theo.

2.4. Lựa chọn chỉ số tính toán

Nghiên cứu đã tiến hành chọn ra 3 nhóm chỉ số viễn thám bao gồm: (1) Nhóm chỉ số thực vật và độ sáng; (2) Nhóm kênh tỷ số; và (3) nhóm chỉ số độ mặn. Với mỗi nhóm lại chọn ra 5 chỉ số đã được sử dụng phổ biến trong nhiều nghiên cứu về mặn. Chi tiết các chỉ số và công thức tính toán được liệt kê trong bảng dưới đây.

Bảng 1. Các chỉ số viễn thám sử dụng trong nghiên cứu về mặn [6]

Nhóm	Tên chỉ số	Công thức
Nhóm chỉ số thực vật và độ sáng	Normalized Differential Vegetation Index (NDVI)	$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$
	Enhanced Vegetation Index (EVI)	$EVI = \frac{2.5 (NIR - Red)}{NIR + 6 * Red - 7.5 * Blue + 1}$
	Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)	$SAVI = (1 + L) \frac{NIR - Red}{NIR + Red + L}$
	Ratio Vegetation Index (RVI)	$RVI = \frac{NIR}{RED}$
	Brightness Index (BI)	$BI = \sqrt{Green^2 + NIR^2}$

Nhóm	Tên chỉ số	Công thức
Nhóm kênh tỷ số	Ratio index (1)	$R_1 = \frac{\text{Blue}}{\text{Red}}$
	Ratio index (2)	$R_2 = \frac{\text{Blue}}{\text{NIR}}$
	Ratio index (3)	$R_3 = \frac{\text{Green}}{\text{Red}}$
	Ratio index (4)	$R_4 = \frac{\text{Green}}{\text{NIR}}$
	Ratio index (5)	$R_5 = \frac{\text{Red}}{\text{NIR}}$
Nhóm chỉ số mặn	Salinity index (1)	$SI_1 = \sqrt{\text{Green} \times \text{Red}}$
	Salinity index (2)	$SI_2 = \sqrt{\text{Green}^2 + \text{Red}^2}$
	Salinity index (3)	$SI_3 = \sqrt{\text{Green}^2 + \text{Red}^2 + \text{NIR}^2}$
	Salinity index (4)	$SI_4 = \sqrt{\text{Red} \times \text{NIR}}$
	Salinity index (5)	$SI_5 = \frac{\text{Red} - \text{NIR}}{\text{Red} + \text{NIR}}$

2.5. Phân tích tương quan và hồi quy tuyến tính

Phân tích tương quan đơn biến được thực hiện giữa biến phụ thuộc là giá trị EC đo đạc trên thực địa và biến độc lập là các chỉ số đề xuất tính được từ ảnh vệ tinh. Tiêu chí để đánh giá mức độ tương quan giữa 2 biến này bao gồm hệ số tương quan R và sai số trung phương. Hàm hồi quy được thành lập thể hiện được sự tương quan tốt nhất với giá trị EC đo đạc sẽ được sử dụng để tính toán lại chuỗi giá trị EC trung bình tháng theo mô hình không gian - thời gian.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})^2}}$$

$\hat{Y}_i$: giá trị EC tính toán từ mô hình

Y_i : giá trị EC đo đạc

$\bar{Y}$: giá trị mean của EC đo đạc

$\bar{\hat{y}}$: giá trị mean của EC tính toán từ mô hình

N: tổng số biến sử dụng

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Phân tích tương quan và hồi quy tuyến tính

Do một cảnh ảnh không đủ để phủ trùm khu vực nghiên cứu là tỉnh Bến Tre, các cảnh ảnh được chụp ở các vị trí khác đã được sử dụng. Ngoài ra, nhằm mục đích phân tích tương quan đảm bảo chính xác và tin cậy, chỉ sử dụng các ảnh chụp đồng bộ với thời điểm tiến hành đo đạc thực địa. Vì vậy, 4 cảnh ảnh chụp thời điểm 21/4 (2 cảnh) và 23/4 (2 cảnh) đã được lựa chọn. GEE được sử dụng để thực hiện truy xuất dữ liệu ảnh, lọc mây và tổ hợp ảnh trung bình. Ảnh tổ hợp trung bình sau khi tiền xử lý được sử dụng để tính toán các chỉ số đề xuất.

Các khu vực thực địa được lựa chọn phủ trùm toàn bộ địa phận tỉnh Bến Tre.

Nghiên cứu

Với mỗi khu vực, giá trị EC được đo đạc tại nhiều điểm mẫu khác nhau. Các điểm thực địa trùng với pixel mây trên ảnh viễn thám được loại bỏ. Tổng cộng có 144 điểm thực địa được sử dụng để phân tích tương quan.

Kết quả phân tích tương quan giữa các nhóm chỉ số và giá trị độ dẫn điện EC đo đạc trên thực địa cho thấy nhóm chỉ số thực vật có hệ số tương quan cao so với EC ($R > 0.7$), ngoại trừ chỉ số độ sáng ($R \approx 0.4$). Đối với nhóm kênh tỷ số,

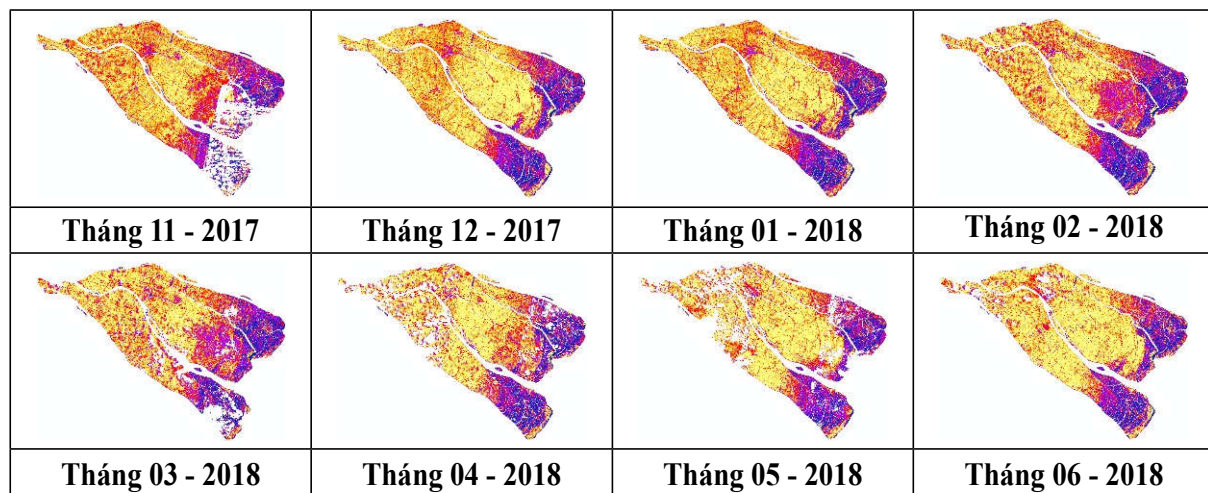
nhìn chung có tương quan thấp, duy nhất có R5 với hệ số tương quan khá cao ($R \approx 0.7$). Tương tự với nhóm chỉ số mặn, giá trị tương quan lớn nhất là SI5 ($R \approx 0.7$), trong khi các chỉ số mặn còn lại gần như không có tương quan với EC. Như vậy, các chỉ số thực vật thể hiện được mối tương quan tốt nhất với giá trị EC, mà trong số đó, chỉ số thực vật tăng cường (Enhanced Vegetation Index - EVI) có hệ số tương quan lớn nhất ($R = 0.80$) được sử dụng để tính toán hồi quy lại giá trị EC.

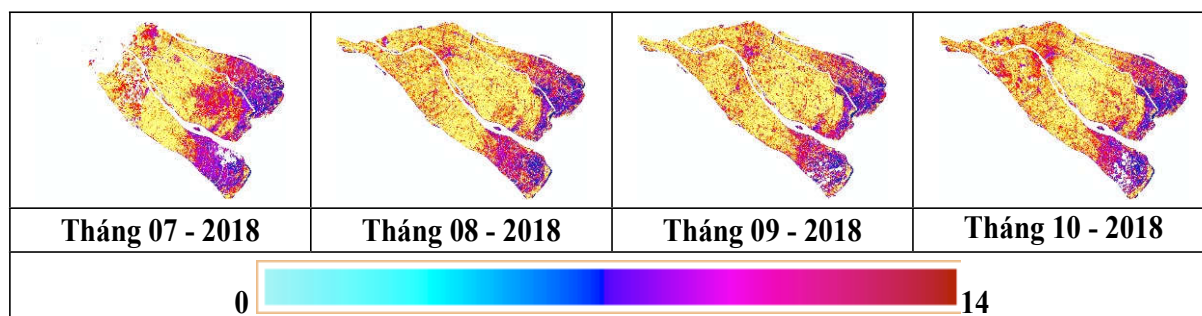
Bảng 2. Tương quan giữa các chỉ số viễn thám và giá trị EC

Chỉ số	Hàm hồi quy	Sai số chuẩn	R
NDVI	$y = -12.244x + 11.087$	1.458	0.763
EVI	$y = -10.313x + 10.641$	1.347	0.802
SAVI	$y = -15.93x + 10.486$	1.566	0.719
RVI	$y = -2.319x + 12.051$	1.575	0.716
BI	$y = -12.746 + 11.027$	2.04	0.427
R ₁	$y = -2.33x + 10.363$	2.143	0.313
R ₂	$y = 4.297x + 4.597$	1.993	0.469
R ₃	$y = -4.898x + 12.99$	2.069	0.399
R ₄	$y = 7.577x + 2.817$	1.779	0.615
R ₅	$y = 10.412x + 1.62$	1.431	0.773
SI ₁	$y = 8.481x + 6.414$	2.242	0.115
SI ₂	$y = 5.596x + 6.48$	2.244	0.106
SI ₃	$y = -9.405x + 10.38$	2.123	0.334
SI ₄	$y = -7.506x + 8.805$	2.227	0.162
SI ₅	$y = 12.244x + 11.087$	1.458	0.763

3.2. Tính toán chuỗi giá trị EC và phân ngưỡng mặn

Hàm hồi quy được sử dụng để tính toán chuỗi ảnh trung bình tháng giá trị EC từ chỉ số thực vật tăng cường EVI (Hình 2)





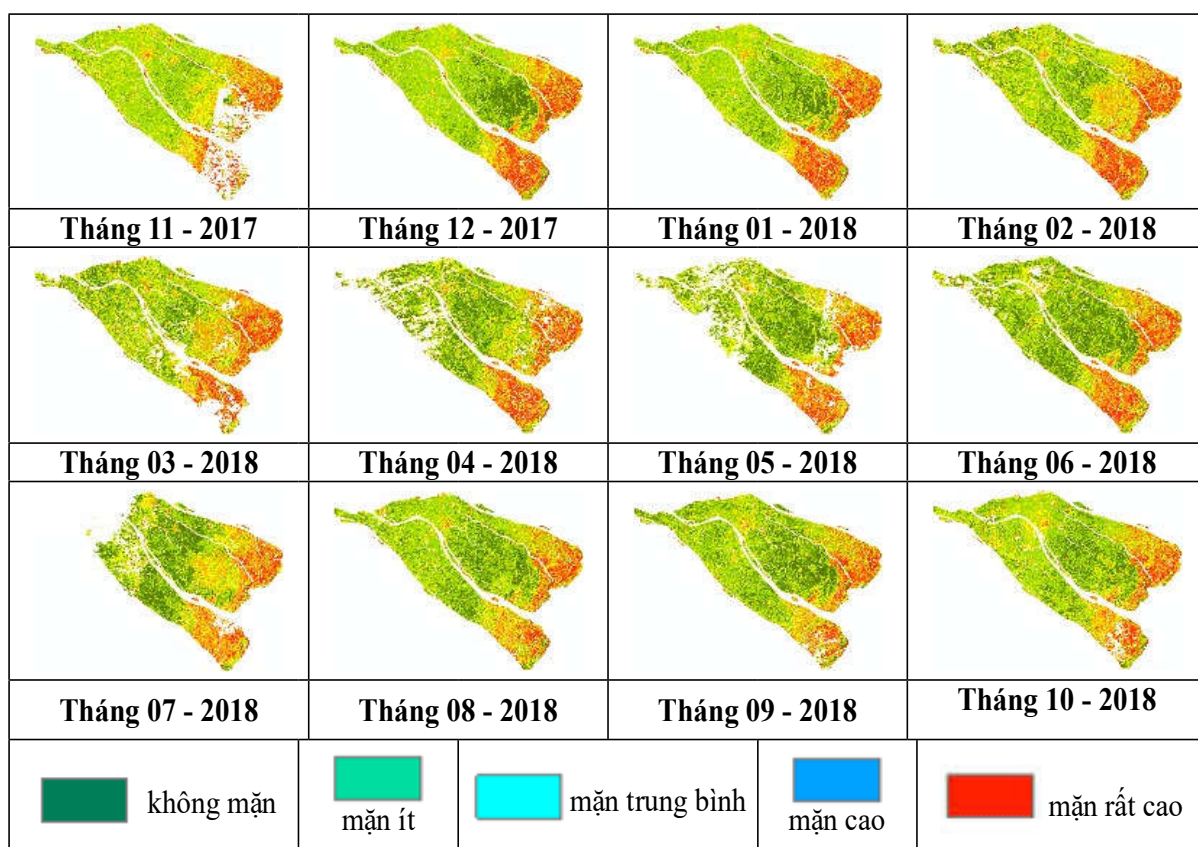
Hình 3: Phân bố không gian giá trị EC trung bình tháng tỉnh Bến Tre

Theo cách thức xác định mặn hiện nay trên thế giới cũng như ở Việt Nam, đất mặn là những loại đất có độ dẫn điện lớn hơn 4 dS/m ở 25°C tương đương với nồng độ muối hòa tan khoảng 2,56 ‰ [7, 8]. Vì thế trong nghiên cứu này đã tiến hành phân ngưỡng mặn từ dữ liệu EC theo các mức như bảng dưới đây.

Bảng 3. Phân ngưỡng mặn từ giá trị EC

TT	Mô tả	EC (dS/m)
1	Không mặn	< 4
2	Mặn ít	4 - 6
3	Mặn trung bình	6 - 8
4	Mặn cao	8 - 10
5	Mặn rất cao	> 10

Chuỗi ảnh trung bình tháng EC được phân ngưỡng lại theo giá trị mặn phục vụ phân tích tiếp theo (Hình 3).



Hình 4: Phân ngưỡng mặn trung bình tháng tỉnh Bến Tre

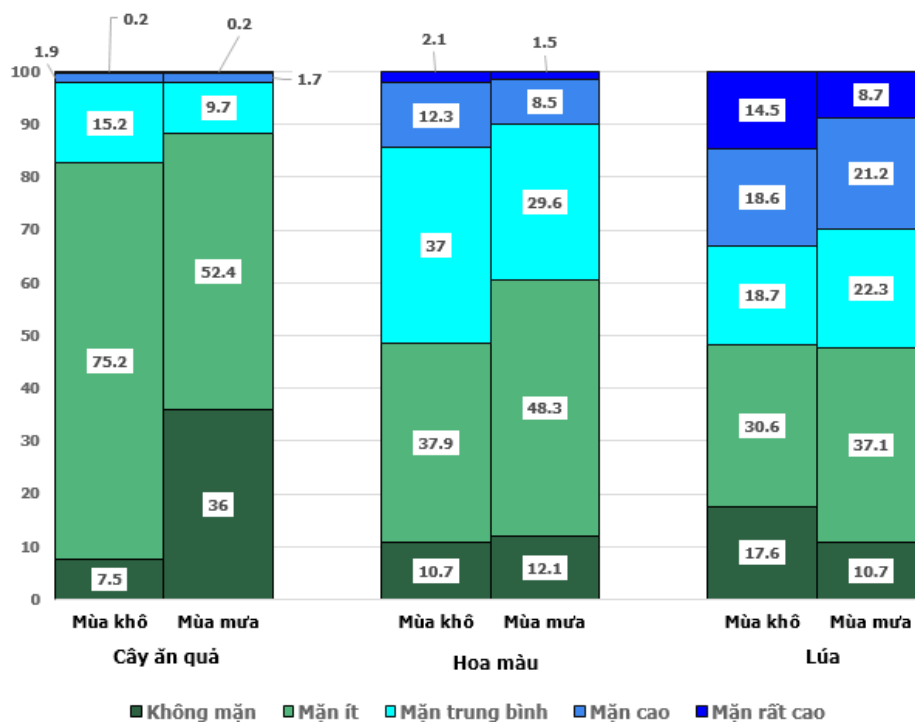
3.3. Ảnh hưởng của mặn tới các loại hình sử dụng đất trong mùa mưa và mùa khô

3 loại hình lớp phủ nông nghiệp bao gồm (1) Cây ăn quả, (2) Hoa màu và (3) Đất trồng lúa được sử dụng để tính toán thống kê diện tích bị ảnh hưởng bởi mặn.

Kết quả chỉ ra rằng nhìn chung trong mùa mưa, phần trăm diện tích cây ăn quả và hoa màu không bị ảnh hưởng bởi mặn đều tăng lên so với mùa khô. Đối với vùng trồng cây ăn quả là 7,5% trong mùa khô so với 36% trong mùa mưa. Đối với hoa màu là 10,7% trong mùa khô và 12,1%

trong mùa mưa. Diện tích hoa màu bị ảnh hưởng bởi mặn trung bình tương đối cao, chiếm 37% tổng diện tích trong mùa khô, giảm xuống còn 29,6% trong mùa mưa.

Ngược lại đối với vùng trồng lúa, phần trăm diện tích không bị ảnh hưởng bởi mặn lại giảm từ 17,6% vào mùa khô xuống còn 10,7% vào mùa mưa. Diện tích các loại hình đất mặn ít, mặn trung bình và mặn cao hầu hết đều tăng từ 5 - 7% trong mùa mưa. Điều này có thể được giải thích là do nhu cầu chuyển đổi mô hình sinh kế luân canh lúa - tôm, nên nước mặn được lấy vào đồng sau khi thu hoạch để thả tôm giống.



Hình 5: So sánh phần trăm diện tích các loại hình đất canh tác nông nghiệp bị ảnh hưởng bởi mặn trong mùa khô và mùa mưa

4. Kết luận

Nghiên cứu đã tiến hành phân tích tương quan một loạt các chỉ số viễn thám, bao gồm các nhóm chỉ số thực vật và độ sáng, nhóm kênh tỷ lệ và nhóm chỉ số mặn với giá trị độ dẫn điện (Electrical Conductivity - EC) đo đạc trên thực địa. Kết quả phân tích tương quan cho thấy

nhóm chỉ số thực vật có độ tương quan cao với EC, ngoài ra còn có chỉ số R_4 thuộc nhóm kênh tỷ lệ và SI_5 thuộc nhóm chỉ số mặn. Các chỉ số được tính toán từ ảnh viễn thám đã chứng minh được hiệu quả trong nghiên cứu về đất nhiễm mặn. Chỉ số thực vật tăng cường (Enhanced Vegetation Index - EVI) có mối quan hệ

tốt nhất với EC ($R = 0.80$) đã được sử dụng để hồi quy tính toán chuỗi ảnh hưởng trung bình tháng theo mô hình không gian - thời gian từ tháng 11 - 2017 đến tháng 10 - 2018. Qua đó, có thể kết luận rằng ảnh viễn thám quang học là một giải pháp ưu việt trong nghiên cứu thành lập bản đồ đất nhiễm mặn.

Bản đồ mặn được thành lập dựa trên việc phân ngưỡng mặn giá trị EC. Kết quả phân tích thống kê cũng cho thấy, trong mùa khô, mặn gây ảnh hưởng nhiều hơn đến các loại hình đất trồng cây ăn quả và hoa màu. Ngược lại, đối với vùng trồng lúa, độ mặn đất không giảm vào mùa mưa do việc thực hành mô hình sinh kế lúa - tôm tại địa phương. Phân tích thực tế cho thấy cần có giải pháp xây dựng và thí điểm các mô hình sinh kế phù hợp các giai đoạn trong năm, đồng thời có phương án phòng chống xâm nhập mặn đảm bảo điều kiện canh tác sản xuất hiệu quả nhất cho từng khu vực tỉnh Bến Tre.

Giải pháp điện toán đám mây cùng với bộ công cụ phân tích và triết tách thông tin từ ảnh viễn thám chính xác và nhanh chóng đã cho phép tiếp cận miễn phí nguồn dữ liệu ảnh viễn thám đa dạng, đồng thời giải quyết được vấn đề khó khăn về hiệu năng của các thiết bị máy tính để bàn trong việc xử lý các dữ liệu viễn thám có dung lượng lớn. Nền tảng GEE đã thể hiện được tính ưu việt khi đồng bộ được toàn bộ quy trình thực hiện từ việc truy xuất lựa chọn tư liệu ảnh viễn thám phù hợp và tiền xử lý, cho đến tính toán triết tách các thông tin nhanh chóng và kết xuất kết quả phục vụ phân tích thống kê. Ngoài ra, GEE là công cụ miễn phí truy

cập thông qua trình duyệt web mà không cần phải cài đặt hay mua bản quyền phần mềm sử dụng trên máy tính để bàn.

Bên cạnh đó, còn một số hạn chế và thách thức về dữ liệu và phương pháp. Trong nghiên cứu này, phương pháp phân tích tương quan và hồi quy tuyến tính đơn biến đã được thực hiện. Để tăng cường độ chính xác và tin cậy, các phương pháp phân tích hồi quy đa biến có thể cần được thực hiện, khi xem xét ảnh hưởng của biến phụ thuộc so với nhiều biến độc lập. Vấn đề quan trọng khi thực hiện phương pháp hồi quy đa biến là ảnh hưởng của đa cộng tuyến giữa các biến độc lập, vì thế cần đánh giá tương quan giữa các biến độc lập với nhau và tăng số lượng quan sát để đạt được độ chính xác mong muốn.

Một trong những hạn chế của tư liệu ảnh vệ tinh quang học là bị ảnh hưởng bởi mây và thời tiết, khiến cho việc tiếp cận thông tin đôi khi bị thiếu sót hoặc không chính xác, đặc biệt đối với khu vực Việt Nam. Tư liệu ảnh viễn thám radar cũng sẽ là một hướng tiếp cận hiệu quả khi loại bỏ được ảnh hưởng của mây và mưa. Kết hợp với ảnh quang học, các công nghệ mới như thiết bị bay không người lái sẽ tạo ra một giải pháp hoàn chỉnh trong việc nghiên cứu thành lập bản đồ đất nhiễm mặn.

Nghiên cứu tiến hành đánh giá mặn tỉnh Bến Tre theo chuỗi thời gian từ tháng 11 - 2017 đến tháng 10 - 2018, bao gồm cả mùa mưa và mùa khô. Việc xác định rõ các đặc điểm tự nhiên và khí hậu cũng như tiến hành nghiên cứu trong một chu kỳ thời gian dài hơn sẽ giúp hiểu rõ diễn biến xu hướng mặn theo từng khu vực và

thời gian cụ thể. Từ đó, hiểu được đặc điểm của các quá trình mặn trên toàn bộ khu vực, phục vụ cho việc đề xuất các giải pháp phòng chống xâm nhập mặn hợp lý, cũng như hoạch định chính sách phương án canh tác sản xuất hiệu quả.

Ngoài ra, cần tiếp tục phát triển hướng nghiên cứu về mặn ứng dụng trong lĩnh vực mới về trí tuệ nhân tạo và các thuật toán học máy (machine learning). Thay vì tạo ra một phần mềm với những thao tác, hướng dẫn cụ thể để thực hiện một nhiệm vụ, máy tính được “huấn luyện” bằng cách sử dụng một lượng lớn dữ liệu và các thuật toán khác nhau để học hỏi cách thức tính toán có độ chính xác cao. Trong vài năm trở lại đây, trên thế giới đã có một số công trình ứng dụng công nghệ viễn thám và các thuật toán học máy để nghiên cứu về mặn. Mô hình học máy cung cấp kết quả nhanh chóng, chính xác và hiệu quả. Mục tiêu cuối cùng hướng đến là tự động hóa, khi mô hình học máy, hoặc “thông minh” hơn thế nữa là mô hình học sâu - deep learning, có thể được áp dụng trong nghiên cứu về đất nhiễm mặn cũng như các lĩnh vực về tai biến thiên nhiên và tài nguyên môi trường.

Lời cảm ơn: Dữ liệu của nghiên cứu này được cung cấp từ đề tài: “*Nghiên cứu, đánh giá và phân vùng xâm nhập mặn trên cơ sở công nghệ viễn thám đa tầng, đa độ phân giải, đa thời gian - Ứng dụng thí điểm tại tỉnh Bến Tre*” do PGS.TS. Phạm Việt Hòa (Viện Địa lý Tài nguyên TP.HCM) chủ nhiệm, nằm trong chương trình KH&CN cấp Quốc gia về Công nghệ Vũ trụ giai đoạn 2016 - 2020.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). “*El Niño*” event in Viet Nam - Agriculture, food security and livelihood needs assessment in response to drought and salt water intrusion.

[2]. Verma, K.S., R.K. Saxena, A.K. Barthwal, and S.N. Deshmukh (1994). *Remote sensing technique for mapping salt affected soils*. International Journal of Remote Sensing, 15(9): page 1901 - 1914.

[3]. Dwivedi, R.S., (2001). *Soil resources mapping: A remote sensing perspective*. Remote Sensing Reviews, 20(2): page 89-122.

[4]. Al-Khaier (2003). *Soil Salinity Detection Using Satellite Remote Sensing*. international institute for geo-information science and earth observation. ITC.

[5]. Dwivedi, R.S., R.V. Kothapalli, and A.N. Singh (2008). *Chapter 5. Generation of Farm-Level Information on Salt-Affected Soils Using IKONOS-II Multispectral Data*. Remote Sensing of Soil Salinization: Impact on Land Management, ed. G. Metternicht and J.A. Zinck. Boca Raton: CRC Press.

[6]. Allbed, A. and L. Kumar (2013). *Soil Salinity Mapping and Monitoring in Arid and Semi-Arid Regions Using Remote Sensing Technology: A Review*. Advances in Remote Sensing, page 373 - 385.

[7]. Hammam, A.A. and E.S. Mohamed (2018). *Mapping soil salinity in the East Nile Delta using several methodological approaches of salinity assessment*. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982318301339>

[8]. Hiền, B.H. and H.Q. Đức (2009). *Tập 7 - Phương pháp phân tích đất*. Cẩm nang sử dụng đất nông nghiệp. NXB Khoa học và Kỹ thuật.

BBT nhận bài: 03/4/2019; Phản biện
xong: 16/4/2019