

Đánh giá xâm nhập mặn vùng cửa sông từ dữ liệu viễn thám kết hợp quan trắc mặt đất

Nguyễn Nguyễn Vũ, Lê Văn Trung, Trần Thị Vân

Tóm tắt—Xâm nhập mặn làm giảm năng suất cây trồng, gây thoái hóa đất, giảm chất lượng nước, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản xuất nông nghiệp, môi trường cũng như đời sống dân sinh. Trước diễn biến của biến đổi khí hậu và hoạt động nhân sinh từ phía thượng nguồn sông Mê Kông, vùng hạ lưu thuộc hai cửa Định An và Cung Hầu thuộc tỉnh Trà Vinh cũng bị tác động đáng kể của xâm nhập mặn từ biển Đông. Bài báo giới thiệu giải pháp tích hợp kỹ thuật viễn thám và GIS trong giám sát và thành lập bản đồ xâm nhập mặn. Dữ liệu sử dụng là ảnh vệ tinh Landsat 8 kết hợp với số liệu quan trắc độ mặn của nước được thu thập từ các trạm quan trắc thực tế vào mùa khô. Phân tích cho thấy có sự tương quan có ý nghĩa thống kê giữa giá trị quan trắc độ mặn của nước và giá trị pixel của ảnh thành phần chính thứ nhất. Mô phỏng phân bố không gian từ nghiên cứu cho thấy xâm nhập mặn hiện đang tiến sâu vào nội đồng với khoảng cách tính từ cửa sông vào khoảng từ 30 đến 48 km tùy thời điểm vào mùa khô. Kết quả nghiên cứu này sẽ hỗ trợ cho các nhà quản lý có thể hoạch định chiến lược vùng lương thực an toàn trước nguy cơ của xâm nhập mặn hiện nay.

Từ khóa—tương quan, nước biển dâng, phân tích không gian, xâm nhập mặn

1 GIỚI THIỆU

Xâm nhập mặn là hiện tượng nước mặn từ biển với nồng độ mặn từ 4‰ theo các sông, kênh, rạch xâm nhập sâu vào nội đồng gây mặn trên diện rộng khi xảy ra triều cường, nước biển dâng hoặc do cạn kiệt nguồn nước ngọt từ các

sông ở thượng nguồn trong mùa khô. Mặn xâm nhập sâu vào nội đồng khiến đất bị nhiễm mặn (mặn hóa) không những làm giảm năng suất của hầu hết các loại thực vật mà còn làm xấu đi các tính chất lý, hóa học của đất, ảnh hưởng tiêu cực đến cân bằng sinh thái trong vùng.

Quá trình xâm nhập mặn thường diễn biến phức tạp, khó dự đoán và gây ảnh hưởng trên một khu vực rộng lớn, trong khi công tác giám sát, phân tích và cảnh báo xâm nhập mặn hiện nay còn nhiều hạn chế do mạng lưới quan trắc thưa thớt, xuống cấp, công tác điều tra xâm nhập mặn được thực hiện chủ yếu bằng phương pháp truyền thống như đo đạc, lấy mẫu ở thực địa, ... tốn kém chi phí, thời gian, nhân lực, khó cung cấp thông tin kịp thời cho hệ thống cảnh báo sớm [2].

Công nghệ viễn thám với dữ liệu ảnh đa phổ, đa thời gian có khả năng giám sát liên tục sự biến động chất lượng nước (độ đục, độ mặn, chất rắn lơ lửng, ...) trên phạm vi rộng lớn mà không bị hạn chế bởi số lượng trạm quan trắc. Trên thế giới đã có các nghiên cứu ứng dụng viễn thám để giám sát độ mặn trong nước thông qua khảo sát tương quan giữa giá trị phổ của ảnh vệ tinh và độ mặn đo ở thực địa [1, 3, 4]. Mối tương quan có ý nghĩa thống kê được tìm thấy giữa độ mặn thực địa và giá trị phản xạ phổ của các kênh ảnh trong dải sóng khả kiến và cận hồng ngoại [7]. Mô hình hồi quy giám sát độ mặn được xây dựng dựa trên sự kết hợp giữa dữ liệu viễn thám và dữ liệu đo mặn thực địa và mô hình này được áp dụng để thành lập bản đồ mô phỏng độ mặn cho khu vực rộng lớn [4, 5]. Các nghiên cứu này cho thấy công nghệ viễn thám là công cụ hiệu quả để hỗ trợ phương pháp truyền thống trong công tác giám sát và cảnh báo xâm nhập mặn.

Ngoài những ưu điểm nêu trên thì dữ liệu viễn thám cũng có một số hạn chế như: độ phân giải ảnh không cao, ảnh bị nhiễu hay bị ảnh hưởng bởi

Ngày nhận bản thảo: 27-11-2018; Ngày chấp nhận đăng: 25-12-2018; Ngày đăng: 31-12-2018

Nguyễn Nguyễn Vũ, Trường ĐH Bách Khoa, ĐHQG-HCM (e-mail: 1680965@hcmut.edu.vn)

Lê Văn Trung, Trường ĐH Bách Khoa, ĐHQG-HCM (e-mail: lvtrung@hcmut.edu.vn)

Trần Thị Vân, Trường ĐH Bách Khoa, ĐHQG-HCM (email: tranthivankt@hcmut.edu.vn)

điều kiện môi trường, vấn đề nhằm lẫn phổ giữa các đối tượng, điều này gây khó khăn cho công tác giải đoán hoặc làm giảm độ chính xác của kết quả giải đoán các đối tượng trên ảnh.

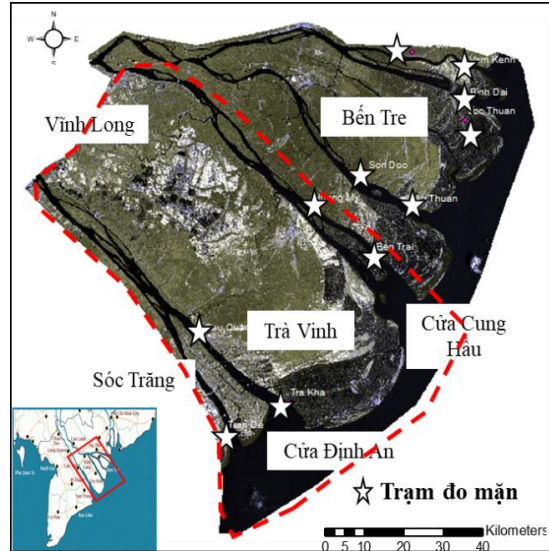
Bài báo trình bày phương pháp kết hợp ảnh vệ tinh có độ phân giải không gian và thời gian phù hợp với số liệu quan trắc độ mặn của nước từ các trạm đo mặn cố định, từ đó, xác định sự tương quan giữa giá trị độ mặn thực tế tại các trạm quan trắc với giá trị phản xạ của pixel tại cùng vị trí và cùng thời điểm bởi từng kênh phổ trên ảnh vệ tinh. Sự kết hợp này được thực hiện trên cơ sở tích hợp công nghệ viễn thám và hệ thống thông tin địa lý (GIS) để tận dụng ưu thế của hai kỹ thuật này trong việc thu thập, lưu trữ, phân tích và xử lý dữ liệu địa lý để nâng cao hiệu quả trong việc xây dựng, cập nhật và phân tích dữ liệu không gian.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu tại tỉnh Trà Vinh – tỉnh Duyên hải Đồng bằng sông Cửu Long, phía Đông giáp Biển Đông, phía Tây giáp Vĩnh Long, phía Nam giáp Sóc Trăng, phía Bắc giáp Bến Tre, có 65 km bờ biển - vị trí địa lý từ 9°31'46" đến 10°04'05" vĩ độ Bắc và từ 105°57'16" đến 106°36'04" kinh độ Đông, được bao bọc bởi sông Tiền và sông Hậu với hai cửa sông Định An và Cung Hầu (Hình 1).

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng sản xuất nông nghiệp lớn của cả nước, đóng góp quan trọng cho xuất khẩu cũng như cung cấp lương thực cho người dân. Nằm trong khu vực này, tỉnh Trà Vinh đang chịu ảnh hưởng nặng nề bởi mực nước biển dâng, biến đổi khí hậu và tác động tiêu cực từ các công trình ngăn nước ở thượng nguồn. Điều này làm cho tình trạng xâm nhập mặn diễn ra ngày càng nghiêm trọng và dự báo sẽ còn tiếp tục với những diễn biến tiêu cực, khó lường trong thời gian tới.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu (bên trong đường màu đỏ) và vị trí các điểm đo mặn

2.2 Dữ liệu

2.2.1 Dữ liệu mặt đất

Để giám sát xâm nhập mặn trên các con sông và kênh rạch chính thuộc sông Cửu Long, dữ liệu đo mặn của 11 trạm quan trắc phân bố tại các cửa sông và dọc các sông do Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ cung cấp vào năm 2014 được sử dụng. Các trạm cung cấp dữ liệu độ mặn liên tục trong ngày (2 giờ/lần) từ tháng 1 đến tháng 6 trong năm. Dữ liệu được tổ chức, lưu trữ và quản lý trong GIS để tạo cơ sở đánh giá xu hướng xâm nhập mặn theo không gian và thời gian.

2.2.2 Dữ liệu ảnh vệ tinh

Ảnh vệ tinh Landsat 8 (độ phân giải không gian 30 m) thu nhận lúc 10 giờ sáng các ngày 22/02/2014, 10/3/2014, 26/3/2014, 27/4/2014, 13/5/2014. Kích thước của mỗi cảnh ảnh là 185 km x 180 km. Các ảnh Landsat 8 được tải xuống từ trang web của Hiệp hội Khảo sát địa chất Hoa Kỳ (United States Geological Survey - USGS) với định dạng GeoTIFF. Các pixel mặt nước trên ảnh Landsat 8 được tách riêng để so sánh với giá trị độ mặn được đo cùng thời điểm tại vị trí tương ứng ngoài thực địa.

2.3 Tách đối tượng mặt nước trên ảnh viễn thám

Mục tiêu của nghiên cứu là giám sát xâm nhập mặn trong nước dựa vào mối quan hệ giữa dữ liệu viễn thám và giá trị độ mặn trong nước đo đạc tại

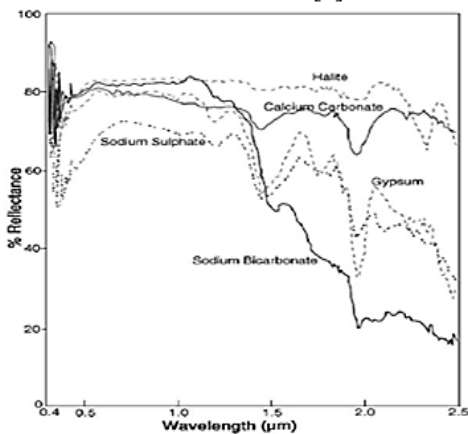
thực địa. Do đó, các pixel mặt nước trên ảnh viễn thám cần được tách riêng để so sánh với giá trị độ mặn tại vị trí tương ứng ngoài thực địa. Để chiết tách mặt nước trong khu vực nghiên cứu, chỉ số NDWI (Normalized Difference Water Index) [8] được sử dụng như sau:

$$NDWI = \frac{(Green - NIR)}{(Green + NIR)}$$

Trong đó, Green là giá trị độ sáng của kênh 3, NIR là giá trị độ sáng của kênh 5 đối với ảnh Landsat 8. Chỉ số NDWI nhằm làm nổi bật khả năng phản xạ của nước trong bước sóng Green (0,525-0,600 μm) so với bước sóng cận hồng ngoại NIR (0,845-0,885 μm). Các pixel có giá trị NDWI dương ($0 < NDWI < 1$) đại diện cho đối tượng mặt nước trên ảnh.

2.4 Đặc trưng phản xạ phổ của muối trong nước

Phổ phản xạ là thông tin quan trọng nhất mà viễn thám thu được về các đối tượng trên Trái đất. Dựa vào đặc điểm phổ phản xạ (cường độ, dạng đường cong ở các dải bước sóng khác nhau) có thể phân tích, so sánh và nhận diện các đối tượng trên bề mặt. Thành phần muối trong nước bao gồm sự kết hợp giữa các anion (chlorides, carbonates, bicarbonates, sulfates) và các cation (sodium, calcium, magnesium, potassium) như: Halite (NaCl), Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Calcium carbonate (CaCO_3), Sodium bicarbonate (NaHCO_3), Sodium sulfate (Na_2SO_4) ... Nghiên cứu thực nghiệm tại các dải bước sóng khác nhau cho thấy đặc trưng phản xạ phổ của các thành phần muối thể hiện như Hình 2 [7].



Hình 2. Đường đặc trưng phản xạ phổ của muối tại các bước sóng khác nhau [7]

Biểu đồ cho thấy tất cả các loại muối sodium sulfate, halite, gypsum, calcium carbonate, sodium bicarbonate đều phản xạ mạnh (hơn 80%) trong dải bước sóng từ 0,4 đến 1,4 μm (từ kênh khả kiến đến cận hồng ngoại). Đây là cơ sở đặt ra giả thuyết có thể sử dụng các kênh khả kiến (Kênh 2, Kênh 3, Kênh 4) và kênh cận hồng ngoại (Kênh 5) của ảnh Landsat 8 để phát triển mô hình mô phỏng độ mặn trong nước.

2.5 Phân tích thành phần chính (Principal Component Analysis – PCA)

Ảnh viễn thám chụp ở các kênh phổ gần nhau có độ tương quan rất cao, vì vậy thông tin của chúng bị trùng lặp lớn gây nhiễu ảnh hoặc dư thừa thông tin. Bản chất của phương pháp phân tích thành phần chính là một thuật toán thống kê nhằm biến đổi tập dữ liệu đa biến tương quan vào một tập dữ liệu đa biến không tương quan (gọi là các thành phần chính - PC). Các thành phần chính này loại bỏ những thông tin trùng lặp, từ đó tạo ảnh mới chứa thông tin chủ yếu dễ nhận biết hơn so với ảnh gốc, giúp làm nổi bật hơn đặc tính phổ của một số đối tượng trên bề mặt Trái đất [10].

Như đã trình bày ở mục 2.4, các loại muối chủ yếu phản xạ mạnh tại dải bước sóng từ 0,4 – 1,4 μm tương ứng với các kênh ảnh 1, 2, 3, 4, 5 của ảnh Landsat 8, do đó, nghiên cứu thực hiện phân tích thành phần chính riêng cho các kênh ảnh này và hàm lượng thông tin trong các thành phần chính này được thể hiện trong Bảng 1:

Bảng 1. Phân tích thành phần chính từ kênh 1 đến kênh 5 của ảnh Landsat 8

Thành phần chính	Lượng thông tin (%)	Thành phần chính	Lượng thông tin (%)
PC1	88,6053	PC4	0,1223
PC2	8,9432	PC5	0,0322
PC3	2,2976		

Trong năm thành phần chính từ PC1 đến PC5 thì thành phần chính đầu tiên PC1 chứa phần lớn lượng thông tin ảnh (88,6%).

2.6 Phát triển mô hình giám sát xâm nhập mặn từ ảnh Landsat 8

Nghiên cứu phát triển các mô hình thực nghiệm để ước lượng độ mặn trong nước thông qua hàm số với các biến đầu vào là giá trị phổ của

các kênh ảnh và các thành phần chính có tương quan cao với độ mặn thực địa, mối tương quan này được xác định dựa vào hệ số tương quan Pearson (r).

Kỹ thuật phân tích hồi quy tuyến tính và phi tuyến, với đơn biến và đa biến được sử dụng để định lượng mối quan hệ giữa giá trị phản xạ của ảnh vệ tinh và giá trị độ mặn trong nước từ đó phát triển các mô hình thực nghiệm. Nghiên cứu sử dụng 40/55 giá trị của bộ dữ liệu giá trị độ mặn thực địa và giá trị phản xạ phổ của ảnh Landsat 8 (tại vị trí và thời gian tương ứng với thời gian đo mặn ở thực địa) để xây dựng các mô hình mô phỏng độ mặn trong nước từ giá trị phản xạ bề mặt. 15 giá trị còn lại trong bộ dữ liệu được dùng để đánh giá sự phù hợp của các mô hình thông qua việc tính toán căn bậc hai của sai số toàn phương trung bình (Root Mean Square Error – RMSE). Mô hình tối ưu nhất được lựa chọn là mô hình có hệ số xác định bội R^2 lớn nhất và RMSE nhỏ nhất. Trong các mô hình này, giá trị độ mặn đóng vai trò là biến phụ thuộc, trong khi đó giá trị các kênh ảnh và các thành phần chính là các biến độc lập.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Tương quan giữa dữ liệu viễn thám và dữ liệu độ mặn trong nước

Trước khi xây dựng mô hình cần khảo sát sự tương quan giữa các biến độc lập (giá trị phổ của ảnh viễn thám) và biến phụ thuộc (giá trị độ mặn) để làm cơ sở lựa chọn các biến độc lập phù hợp, là các biến có tương quan cao với biến phụ thuộc. Mức độ tương quan giữa các biến được thể hiện qua hệ số tương quan Pearson.

Tương quan giữa các kênh phổ ảnh Landsat 8 (từ kênh 1 đến kênh 5) tại năm thời điểm ảnh 22/02/2014, 10/3/2014, 26/3/2014, 27/4/2014, 13/5/2014 và giá trị độ mặn đo tại 11 trạm đo mặn của Đài Khí tượng Thủy văn Nam bộ tại cùng vị trí và cùng thời điểm thu nhận ảnh thể hiện trong Bảng 2 dưới đây:

Bảng 2. Hệ số tương quan (r) giữa các kênh ảnh Landsat 8 và độ mặn đo ở thực địa

	Hệ số tương quan (r)
Kênh 1 - Coastal Aerosol	0,67790
Kênh 2 - Blue	0,785104
Kênh 3 - Green	0,81233
Kênh 4 - Red	0,82786
Kênh 5 - Near Infrared (NIR)	-0,58903

Bảng 2 cho biết kênh 1, kênh 2, kênh 3, kênh 4, kênh 5 có tương quan tốt với giá trị độ mặn thực địa (hệ số Pearson $r > 0,5$). Trong đó, kênh 4 (kênh khả kiến Red, bước sóng 0,525 – 0,60 μm) có tương quan mạnh nhất với hệ số Pearson $r = 0,83$. Kết quả trên cho thấy có thể sử dụng giá trị các kênh khả kiến và cận hồng ngoại (bước sóng từ 0,4 – 1,4 μm) của ảnh Landsat 8 để phát triển mô hình mô phỏng độ mặn trong nước.

Cùng với việc phân tích tương quan giữa các kênh phổ 1, 2, 3, 4, 5 của ảnh Landsat 8 và giá trị độ mặn thực địa, nghiên cứu này tiến hành khảo sát tương quan giữa độ mặn thực địa và các thành phần chính tính toán từ năm kênh ảnh Landsat 8 gốc này. Các thành phần chính này loại bỏ được những thông tin trùng lặp nên nó chứa các thông tin chủ yếu để nhận biết hơn so với ảnh gốc, giúp làm nổi bật hơn đặc tính phổ của các đối tượng, vì vậy, nó là biến số có thể đưa vào để phát triển mô hình mô phỏng độ mặn. Kết quả tính toán hệ số tương quan Pearson giữa năm thành phần chính PC1 đến PC5 với giá trị độ mặn thực địa được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Hệ số tương quan (r) giữa các thành phần chính và độ mặn thực tế

	Hệ số tương quan (r)
PC1	0,860305
PC2	0,562152
PC3	-0,503505
PC4	-0,26186
PC5	0,240409

Bảng 3 cho thấy thành phần chính thứ nhất PC1 có tương quan mạnh nhất với giá trị độ mặn thực địa (hệ số Pearson $r = 0,86$). Từ đó, nghiên cứu lựa chọn thành phần chính PC1 để đưa vào bộ dữ liệu phát triển mô hình mô phỏng độ mặn.

3.2 Mô hình thống kê mô phỏng độ mặn

Nghiên cứu tiến hành phát triển mô hình thực nghiệm ước lượng độ mặn (Bảng 4) dựa vào 40 mẫu quan sát, các mô hình này có thể được sử dụng để mô phỏng sự phân bố không gian của độ mặn dựa vào năng lượng phản xạ phổ của ảnh vệ tinh.

Bảng 4. Các mô hình thực nghiệm ước lượng độ mặn (S) dùng các kênh phổ Blue (B), Green (G), Red (R) và thành phần chính PC1 của ảnh Landsat 8

TT	Mô hình	R ²	RMSE
1	$S = 0,0014 \cdot e^{0,0006 \cdot (PC1)}$	0,8195	1,592
2	$S = 0,0001 \cdot e^{0,0011 \cdot (G)}$	0,7859	2,029
3	$S = 0,0131 \cdot e^{0,0007 \cdot (R)}$	0,751	2,073
4	$S = 0,0042 \cdot (PC1) - 54,015$	0,7401	2,317
5	$S = 0,00001 \cdot e^{0,0012 \cdot (B)}$	0,7269	2,651
6	$S = 0,0053 \cdot (R) - 41,889$	0,6854	2,761
7	$S = 0,0081 \cdot (G) - 74,6$	0,6599	3,601
8	$S = 0,0095 \cdot (B) - 94,186$	0,6164	4,081

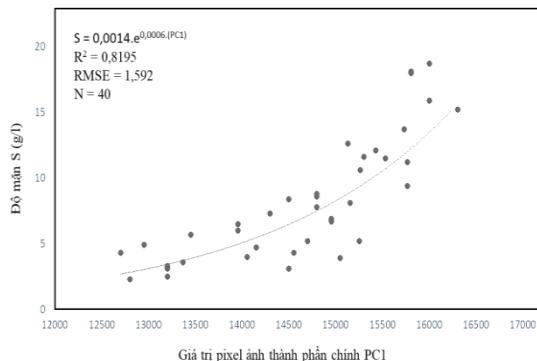
Các mô hình trong Bảng 4 đều có hệ số xác định bội R² lớn hơn 0,6. Các mô hình dạng phi tuyến có hệ số xác định bội R² cao hơn so với các mô hình dạng tuyến tính (0,73 – 0,82 so với 0,61 – 0,74). Các mô hình tuyến tính và phi tuyến sử dụng thành phần chính PC1 có hệ số xác định bội R² lớn hơn các mô hình sử dụng kênh khả kiến. Như vậy, mô hình phù hợp nhất là mô hình phi tuyến số 1 dạng Exponential sử dụng thành phần chính PC1 có hệ số xác định bội R² lớn nhất và sai số RMSE nhỏ nhất.

Các thông số thống kê của mô hình số 1 như giá trị kiểm định t-stat = 5,68 và trị số p-value = 0,00075 (< 0,05) cho thấy có mối liên hệ giữa giá trị độ mặn đo ở thực địa và giá trị thành phần chính PC1 của ảnh Landsat 8 tại cùng thời điểm và cùng vị trí đo mặn, và mối liên hệ này có ý nghĩa thống kê. Trị số R² = 0,8195 cho biết mối liên hệ chặt chẽ giữa hai biến độ mặn và PC1 và mô hình số 1 giải thích được khoảng 82% các khác biệt về độ mặn thực địa giữa các vị trí khác nhau trên ảnh thành phần chính PC1.

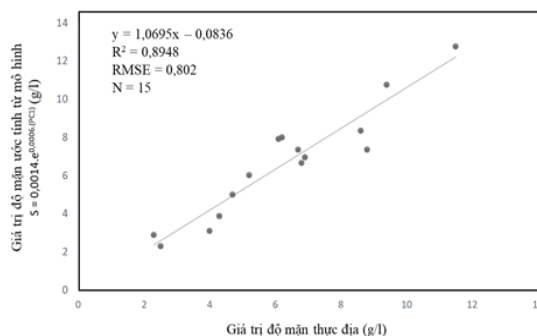
Hình 3 cho thấy mối quan hệ phi tuyến giữa giá trị độ mặn thực địa và giá trị thành phần chính PC1 thể hiện thông qua mô hình số 1. Hình 4 thể hiện sự tương quan chặt chẽ giữa dữ liệu thực địa và dữ liệu ước tính từ mô hình (trên cơ sở bộ dữ liệu kiểm tra gồm 15 mẫu quan sát) thể hiện thông qua mối quan hệ tuyến tính với hệ số R² = 0,8948 (hệ số tương quan r = 0,945; kiểm định t = 10,705; p-value = 8,116e-8).

Hình 3 thể hiện biểu đồ tương quan giữa 40 giá trị độ mặn quan trắc thực tế và giá trị phân xạ phổ tương ứng của ảnh thành phần chính PC1 với sai số bình phương nhỏ nhất (RMSE=1,592) và hình 4 thể hiện kết quả đánh giá mô hình giám sát

xâm nhập mặn trên 15 giá trị độ mặn quan trắc thực tế.



Hình 3. Mô hình giám sát xâm nhập mặn từ ảnh Landsat 8



Hình 4. Đánh giá kết quả theo số liệu thực tế tại các trạm quan trắc

3.3 Xây dựng bản đồ xâm nhập mặn từ ảnh Landsat 8

Bản đồ xâm nhập mặn được thành lập dựa trên mô hình: $S = 0,0014 \cdot e^{0,0006 \cdot (PC1)}$ cho các ảnh Landsat 8 ở các thời điểm thu nhận khác nhau. Trong đó, các giá trị độ sáng của pixel ảnh PC1 được chuyển thành giá trị độ mặn và được vector hóa bởi phần mềm GIS để thể hiện sự phân bố không gian của độ mặn trên các con sông chính từ hai cửa sông Cung Hầu và Định An, tỉnh Trà Vinh. Cấp độ mặn được phân thành 4 cấp dựa trên ngưỡng mặn ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây trồng là 4 g/l, bao gồm: (1) độ mặn nhỏ hơn 4 g/l; (2) độ mặn trong khoảng từ 4 đến 7 g/l; (3) độ mặn trong khoảng từ 7 đến 10 g/l; (4) độ mặn lớn hơn 10 g/l.

Hình 5 là kết quả phân vùng độ mặn theo 4 cấp cho thấy, vào tháng 2, ranh mặn 4 g/l có xu hướng xâm nhập vào nội đồng theo cửa sông Cung hầu và Định An sâu hơn thời điểm tháng 5. Ranh mặn 4 g/l xâm nhập sâu hơn 50 km vào nội

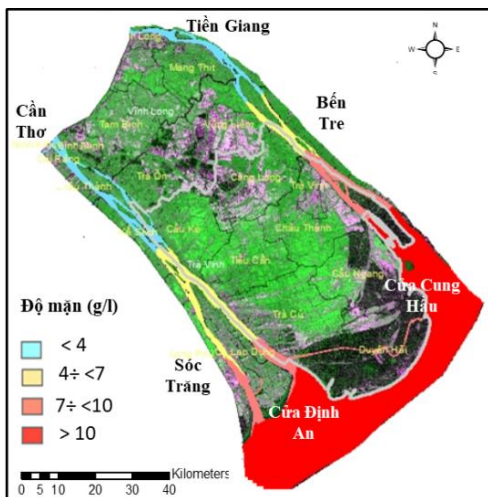
đồng vào tháng 2/2014, trong khi vào tháng 5, nước mặn rút dần, chiều sâu xâm nhập của ranh mặn 4 g/l chỉ còn xấp xỉ 30 km (Bảng 5).

Bảng 5. Chiều dài xâm nhập mặn dọc sông từ cửa sông Cung Hầu và Định An

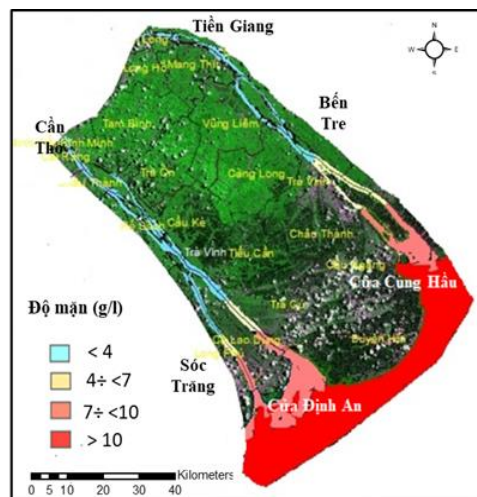
Cửa sông	22/02/2014	13/5/2014
Cửa Cung Hầu	48 km	36 km
Cửa Định An	38 km	30 km

Từ cuối tháng 2 đến giữa tháng 5/2014 gần như toàn bộ tỉnh Trà Vinh đã bị nước mặn xâm nhập, trong đó huyện Cầu Ngang, huyện ven biển Duyên Hải và một phần huyện Trà Cú nằm trong ranh mặn lớn từ 7 g/l đến hơn 10 g/l.

Xem xét xu hướng xâm nhập mặn ở 2 mốc thời gian từ các cửa sông chính Cung Hầu và Định An trên sông Cừu Long vào nội đồng cho thấy giải pháp ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 thể hiện khá phù hợp sự phân bố không gian của tiến trình xâm nhập mặn. Việc tạo công cụ GIS phân tích trực quan ở nhiều cấp độ mặn khác nhau, có thể hỗ trợ hiệu quả cho công tác giám sát xâm nhập mặn trên toàn bộ mạng lưới sông và kênh rạch trên địa bàn ĐBSCL.



a) Ảnh ngày 22/02/2014



b) Ảnh ngày 13/05/2014

Hình 5. Phân vùng độ mặn trên các nhánh chính từ cửa sông Cung Hầu và Định An, tỉnh Trà Vinh

4 KẾT LUẬN

Mật độ các trạm quan trắc dọc sông Cừu Long hiện nay chưa đủ để xác định cụ thể xâm nhập mặn theo không gian và thời gian (tác động đến từng xã và công trình ngăn mặn). Bài báo đề xuất giải pháp phối hợp dữ liệu quan trắc thực tế với dữ liệu ảnh viễn thám Landsat 8, nhằm thành lập bản đồ và giám sát xâm nhập mặn hiệu quả dọc các nhánh sông chính từ cửa sông Cung Hầu, Định An, tỉnh Trà Vinh nói riêng và vùng ĐBSCL nói chung. Kết quả đạt được có thể cung cấp thông tin trực quan cho các nhà khoa học kết hợp mô hình về thủy triều và lưu lượng nước từ thượng nguồn để tạo các hệ thống cảnh báo sớm. Ngoài ra, giải pháp đề xuất nhằm hỗ trợ nhà quản

lý đưa ra giải pháp ứng phó xâm nhập mặn phù hợp, phân vùng ảnh hưởng mặn trong các khu vực canh tác nông nghiệp ở nội đồng, lập kế hoạch mùa vụ nhằm hạn chế thiệt hại do xâm nhập mặn.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa – ĐHQG-HCM trong khuôn khổ Đề tài mã số TNCS-MTTN-2017-11. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Akhtar, Kh.H. Shahbaz, Nisar, A.H. Munir, and A. Suad, "Characterizing soil salinity in irrigated agriculture using a remote sensing approach", *Phys. Chem. Earth*, pp.1-10, 2013.

- [2] Cục Thông tin KH&CN Quốc gia, “Xâm nhập mặn tại ĐBSCL: nguyên nhân, tác động và các giải pháp ứng phó”, 2016.
- [3] El Saadi, A.M., Yousry, M.M. Jahin, H.S, “Statistical estimation of rosetta branch water quality using multi-spectral data”, *Water Sci.*, vol.28, pp. 18-30, 2014.
- [4] Han, L., Jordan, K.J., “Estimating and mapping chlorophyll-a concentration in Pensacola Bay, Florida using Landsat ETM+ data”, *Int. J. Remote Sens.*, vol.26, pp. 5245-5254, 2005.
- [5] Hellweger, F., Schlosser, P., Lall, U. and Weissel, J., “Use of satellite imagery for water quality studies in New York harbor”, *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, vol. 61, pp. 437-448, 2004.
- [6] M. Haji Gholizadeh, M. Melesse, and L. Reddi, “A Comprehensive Review on Water Quality Parameters Estimation Using Remote Sensing Techniques”, *Sensors*, vol. 16, pp. 1-43, 2016.
- [7] Metternicht G.I, J.A. Zinck, “Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints”, *Remote Sensing of Environment*, vol.85, pp. 1-20, 2003.
- [8] S.K. McFeeters, “The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features”, *International Journal of Remote Sensing*, vol. 17, pp. 1425-1432, 1996.
- [9] Somvanshi, S., Kunwar, P., Singh, N., Shukla, S. and Pathak, “Integrated remote sensing and GIS approach for water quality analysis of gomti river, Uttar Pradesh”, *Int. J. Environ. Sci.*, vol. 3, pp. 62-74, 2012.
- [10] T.L. Hùng, “Phương pháp phân tích thành phần chính trong xác định sự phân bố khoáng vật sét, oxit sắt bằng tư liệu ảnh vệ tinh Landsat”, *Tạp chí Khoa học ĐHSPTP.HCM.*, vol. 51, pp. 148-157, 2013.

Evaluating salinity intrusion in estuaries using remote sensing data integrated in-situ observation

Nguyen Nguyen Vu, Le Van Trung, Tran Thi Van*

Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM

*Corresponding author: tranthivankt@hcmut.edu.vn

Received: 27-11-2018, Accepted: 25-12-2018, Published: 31-12-2018

Abstract—Saline intrusion reduces crop productivity, causes land degradation, decreases water quality, and severely affects agricultural production, the environment as well as livelihoods. Under the evolution of climate change and human activities from the upstream of the Mekong, the downstream areas of Dinh An and Cung Hau estuaries in Tra Vinh province are also significantly affected by saline intrusion from the East Sea. This article presents the integrated solution of remote sensing and GIS in monitoring and mapping salinity intrusion. The data used are Landsat 8 satellite images combined with salinity

water monitoring data collected from actual observation stations during the dry season. Analysis showed that there was a statistically significant correlation between the observed salinity value of the water and the pixel value of the first principal component image. Simulation of spatial distribution from the study indicates that saline intrusion is now entering the interior with a distance from the estuary to about 30 - 48 km depending on the time of the dry season. The results of this study will assist managers in planning food safety strategies at the risk of saline intrusion.

Index Terms—correlation, mean sea level rise, spatial analysis, salinity intrusion