

ĐÁNH GIÁ VIỆC SỬ DỤNG ẢNH VỆ TINH LANDSAT 8 - 9 ĐỂ GIÁM SÁT TỔNG CHẤT RẮN LƠ LỬNG (TSS) TRONG NƯỚC BIỂN – NGHIÊN CỨU Ở VÙNG BIỂN ĐÀ NẴNG

LẠI ĐỨC NGÂN¹, TRỊNH THỊ THỦY²
LƯƠNG TUẤN NGHĨA³

¹Cục Biển và Hải đảo Việt Nam

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

³Công ty Cổ phần Ứng dụng và Phát triển Mô hình số Seades

Tóm tắt:

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá việc sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 - 9 trong giám sát tổng chất rắn lơ lửng (TSS) trong nước biển - nghiên cứu ở vùng biển Đà Nẵng. Dữ liệu ảnh vệ tinh được sử dụng trong nghiên cứu là ảnh Landsat 8 - 9, kết quả quan trắc hàm lượng TSS trong nước biển thu thập từ Dự án: “Đầu tư xây dựng công trình tuyến luồng vào bến cảng Thọ Quang, Đà Nẵng”. Nhóm nghiên cứu sử dụng phần mềm ArcMap trong phân tích ảnh Landsat 8 - 9 để xác định các chỉ số vật chất lơ lửng (NSMI) thông qua ảnh viễn thám dựa trên phản xạ phổ tại các kênh trong dải sóng nhìn thấy gồm kênh xanh lam (blue), xanh lục (green) và đỏ (red), sau đó xây dựng hàm tương quan giữa hàm lượng TSS được xác định thông qua kết quả quan trắc thực tế và chỉ số NSMI tính toán với biến là chỉ số NSMI. Nghiên cứu đã chỉ ra, có thể sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 - 9 trong giám sát tổng chất rắn lơ lửng (TSS) trong nước biển ở vùng biển Đà Nẵng; Xác định được hàm tương quan giữa TSS thực đo và chỉ số NSMI là phương trình đa thức bậc 2 ($y = 23.32x^2 + 17.94x + 4.1162$) với biến là chỉ số NSMI. Có thể sử dụng chương trình giám sát kết hợp giữa hoạt động giám sát qua ảnh viễn thám và hoạt động phân tích mẫu môi trường thu được tại các điểm quan trắc định kỳ. Đây là giải pháp có thể áp dụng cho việc kiểm soát, giám sát TSS trong nước biển khi thi công các dự án nhận chìm tại vùng biển Đà Nẵng để dự báo nhanh chóng khi phát hiện các dấu hiệu bất thường có thể ảnh hưởng tới hệ sinh thái, các hoạt động kinh tế, sức khỏe con người.

Từ khóa: Ảnh vệ tinh Landsat 8-9, chỉ số vật chất lơ lửng, NSMI, kênh phổ, TSS, Đà Nẵng, nhận chìm.

Ngày nhận bài: 23/2/2024; Ngày sửa chữa: 2/4/2024;

Ngày duyệt đăng: 20/6/2024.

EVALUATION OF THE USE OF LANDSAT 8 - 9 SATELLITE IMAGES TO MONITOR TOTAL SUSPENDED SOLIDS (TSS) IN SEAWATER – STUDY IN DA NANG SEA AREA

Abstract:

This study was conducted to evaluate the use of Landsat 8-9 satellite images in monitoring total suspended solids (TSS) in seawater - a case study in the Da Nang coastal area. The satellite image data used in the study are Landsat 8-9 images, and TSS concentration observations in seawater were collected from the project: "Investment in the construction of the Tho Quang port channel in Da Nang." The research team used ArcMap software to analyze Landsat 8-9 images to determine the Normalized Suspended Material Index (NSMI) through remote sensing images based on spectral reflectance in the visible wavelength range, including blue, green, and red bands. Subsequently, a correlation function was established between the TSS concentrations determined through actual observation results and the NSMI index, with the variable being the NSMI index. The study demonstrated that Landsat 8-9 satellite images could be used to monitor total suspended solids (TSS) in seawater in the Da Nang coastal area. The correlation function between observed TSS and the NSMI index was identified as a second-degree polynomial equation ($y = 23.32x^2 + 17.94x + 4.1162$) with the variable being the NSMI index. A monitoring program combining remote sensing image surveillance and environmental sample analysis at periodic observation points can be applied. This solution can be used to control and monitor TSS in seawater during the execution of dumping projects in the Da Nang coastal area, allowing for rapid forecasting when detecting abnormal signs that may affect the ecosystem, economic activities, and human health.

Keywords: Landsat 8-9 satellite images, Suspended Sediment Concentration Index (NSMI), spectral channels, Total Suspended Solids (TSS), Da Nang, sediment dumping.

JEL Classifications: P48, Q53, R11.



1. Mở đầu

Với vị trí thuận lợi, trên địa bàn thành phố Đà Nẵng có nhiều cảng biển góp phần phát triển kinh tế - xã hội của thành phố, trong đó có cảng Đà Nẵng. Cảng Đà Nẵng nằm trong vịnh Đà Nẵng với diện tích 12 km² cùng hệ thống giao thông thuận lợi, cảng Đà Nẵng hiện là một khâu quan trọng trong chuỗi dịch vụ logistics của khu vực miền Trung Việt Nam. Cảng Đà Nẵng cũng được chọn là điểm cuối cùng của tuyến hành lang kinh tế Đông Tây, nối liền 4 nước Myanmar, Thái Lan, Lào và Việt Nam, là cửa ngõ chính ra Biển Đông cho toàn khu vực. Hiện tại, cảng Đà Nẵng bao gồm 3 khu bến: Khu bến Tiên Sa, cảng cá Thọ Quang (Sơn Trà), khu bến Liên Chiểu. Hoạt động khai thác tại các khu bến cảng diễn ra ngày càng sôi động, nhu cầu tàu thuyền ra, vào giải phóng hàng hóa là rất lớn, đòi hỏi cảng phải nhanh chóng để đáp ứng kịp tình hình phát triển sản xuất. Tuy nhiên, khu vực cầu tàu, khu trước bến của các cảng biển và luồng hàng hải cảng Đà Nẵng thường xuyên bị bồi lắng. Để tàu thuyền có thể ra, vào các cảng biển dễ dàng, nhanh chóng, đảm bảo an toàn, đáp ứng nhu cầu sản xuất ngày càng gia tăng, việc nạo vét luồng hàng hải khu vực cảng Đà Nẵng cũng như khu vực cầu tàu, khu nước trước bến của các cảng biển được thực hiện thường xuyên. Tính chất của chất nạo vét là bùn, cát trầm tích dạng loãng, khó lắng đọng, độ kết dính bùn đất không cao nên khó có thể dùng trong các kết cấu hạ tầng, vật liệu san lấp mặt bằng.

Tại Điều 60 Nghị định số 40/2016/NĐ-CP ngày 15/5/2016 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tài nguyên, môi trường biển và hải đảo, chất nạo vét có quy định trong Danh mục vật, chất được nhận chìm ở biển. Do đó, phương án thường được lựa chọn từ trước đến nay là nhận chìm ở biển tại vị trí phù hợp về độ sâu, dòng hải lưu chảy ra biển, không gây bồi lắng bên trong, hạn chế ảnh hưởng đến môi trường, hệ sinh thái biển. Tác động chính khi thi công nhận chìm ở biển là sự lan truyền bùn cát và các vật chất lơ lửng trong nước biển, nếu không được giám sát và kiểm soát chặt chẽ có thể gây ảnh hưởng xấu đến hệ sinh thái cũng như các hoạt động kinh tế - xã hội tại vùng biển nhận chìm. Do vậy, chỉ số tổng chất rắn lơ lửng (TSS) là một thông số quan trọng để giám sát chất lượng nước và đánh giá tác động của hoạt động nhận chìm tới hệ sinh thái, kinh tế, sức khỏe con người.

Tuy nhiên, việc quan trắc TSS trong môi trường nước biển khi thi công các dự án nhận chìm hiện chỉ mang tính thời điểm và mới thực hiện ở một số vị trí nhất định, nếu có phát sinh các vấn đề môi trường thì việc nhận diện nguyên nhân và đề xuất các giải pháp khắc phục chưa kịp thời. Vì vậy, cần nghiên cứu thêm những giải pháp để có thể thực hiện giám sát liên tục, trên phạm vi rộng để có đánh giá tổng quan về ảnh

hưởng của hoạt động thi công nhận chìm tại vùng biển thực hiện dự án.

Nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước thời gian qua cho thấy hàm lượng một số thông số chất lượng nước như chất lơ lửng, độ đục, chlorophyll-a... có quan hệ chặt chẽ với phản xạ phổ mặt nước và chứng minh tính hiệu quả của phương pháp viễn thám trong xác định nhanh hàm lượng một số thông số, hỗ trợ công tác đánh giá và giám sát chất lượng nước. Trên cơ sở đó, nghiên cứu này trình bày phương pháp xác định chỉ số NSMI thông qua ảnh viễn thám, xác định hàm lượng TSS thông qua quan trắc, từ đó xác định hàm tương quan giữa TSS và NSMI làm công cụ để xác định mức độ ô nhiễm ở các khu vực biển thực hiện nhận chìm.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu

- Dữ liệu ảnh vệ tinh được sử dụng trong nghiên cứu là ảnh Landsat 8 - 9 OLI/TIRS C2 L2 được thu thập miễn phí tại địa chỉ của Cục địa chất Hoa Kỳ (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Ảnh vệ tinh thu tại path 124, row 049, độ phân giải 30m x 30m, chụp vùng biển Đà Nẵng được nghiên cứu. Ảnh vệ tinh thu nhận trong tháng 5/2023 và gần ngày khảo sát đo đạc (3/5/2023, 10/5/2023 và 31/5/2023) được sử dụng trong nghiên cứu. Các ảnh sử dụng đều có độ che phủ mây dưới 10% tại khu vực nghiên cứu và được hiệu chỉnh bằng phần mềm ArcMap.

Bảng 1. Các ảnh vệ tinh sử dụng trong nghiên cứu

STT	Ảnh	Ngày	Độ phân giải
1	LC08_L2SP_124049_20230429_20230509_02_T1	29/4/2023	30m x 30m
2	LC09_L2SP_124049_20230507_20230509_02_T1	7/5/2023	30m x 30m
3	LC08_L2SP_124049_20230531_20230607_02_T1	31/5/2023	30m x 30m

- Phạm vi khu vực nghiên cứu là vùng biển Đà Nẵng có ranh giới được giới hạn bởi 4 điểm A, B, C, D có tọa độ và tương quan vị trí như trong Bảng 2 và Hình 1 dưới đây:

Bảng 2. Tọa độ các điểm góc khu vực nghiên cứu

TÊN ĐIỂM	HỆ TỌA ĐỘ WGS-84	
	Vi Độ	Kinh độ
A	16°23'00"	108°06'19"
B	16°23'00"	108°27'25"
C	16°02'44"	108°27'25"
D	16°02'44"	108°06'19"



▲ Hình 1. Phạm vi khu vực nghiên cứu

- Dữ liệu TSS từ hoạt động giám sát chất lượng nước biển của Dự án: “Đầu tư xây dựng công trình tuyến luồng vào bến cảng Thọ Quang, Đà Nẵng”. Thời gian lấy mẫu là các ngày 3/5/2023, 10/5/2023 và 31/5/2023 tại 11 vị trí (Bảng 3), các mẫu nước được lấy tại tầng mặt cách mặt nước từ 0 - 25 cm, cho vào chai nhựa tối màu, ướp lạnh và đưa về phân tích trong phòng thí nghiệm. Thông số TSS được phân tích theo TCVN 6625:2000; SMEWW 2540D:2017.

Bảng 3. Tọa độ các điểm quan trắc chất lượng nước biển

STT	TÊN ĐIỂM	Tọa độ WGS-84	
		Vĩ Độ	Kinh Độ
1	NB1	16° 06' 40.12"	108° 12' 54.48"
2	NB2	16° 06' 12.00"	108° 14' 25.82"
3	NB3	16° 06' 15.03"	108° 12' 54.35"
4	NB4	16° 06' 29.90"	108° 13' 55.61"
5	NB5	16° 05' 42.46"	108° 13' 12.92"
6	T01	16° 14' 06.02"	108° 18' 37.91"
7	T02	16° 11' 24.87"	108° 18' 16.00"
8	T03	16° 13' 26.41"	108° 21' 27.95"
9	T04	16° 15' 14.03"	108° 17' 04.03"
10	T05	16° 13' 52.00"	108° 14' 53.59"
11	T06	16° 18' 57.77"	108° 16' 19.46"

2.2. Tính toán chỉ số vật chất lơ lửng NSMI - Normalized Suspended Material Index

Theo Arisanty (2017), có thể sử dụng chỉ số vật chất lơ lửng NSMI (Normalized Suspended Material Index) để ước tính hàm lượng chất lơ lửng thông qua mối quan hệ giữa hàm lượng chất lơ lửng và giá trị phản xạ phổ mặt nước.

Chỉ số này được tính toán dựa trên phản xạ phổ tại các kênh trong dải sóng nhìn thấy, bao gồm kênh xanh lam (blue), xanh lục (green) và đỏ (red) (Arisanty, D., & Saputra, A. N., 2017). Chỉ số NSMI được xác định theo công thức sau:

$$NSMI = (\rho_{RED} + \rho_{GREEN} - \rho_{BLUE}) / (\rho_{RED} + \rho_{GREEN} + \rho_{BLUE})$$

Dữ liệu ảnh vệ tinh thu thập từ vệ tinh Landsat 8-9 với các kênh phổ phản xạ như Bảng 4.

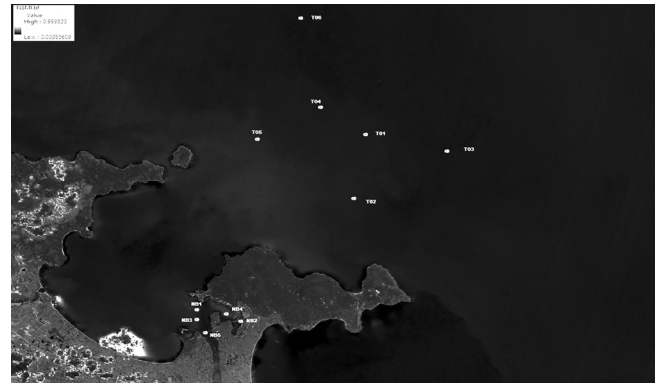
Đối với ảnh vệ tinh Landsat 8-9, để tính chỉ số NSMI sử dụng phản xạ phổ tại các kênh 2 (blue - xanh lam), kênh 3 (green - xanh lục) và kênh 4 (red - đỏ) (Department of the Interior U.S. Geological Survey, 2019, 2022).

Bảng 4. Tọa độ các điểm quan trắc chất lượng nước biển

Vệ tinh	Kênh phổ	Bước sóng (μm)	Độ phân giải (m)	
Landsat 8	Band 1 - Coastal aerosol	0.433 - 0.453	30	
(Bộ cảm OLI và TIRs)	Band 2 - Blue	0.450 - 0.515	30	
	Band 3 - Green	0.525 - 0.600	30	
	Band 4 - Red	0.630 - 0.680	30	
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.845 - 0.885	30	
	Band 6 - SWIR 1	1.560 - 1.660	30	
	Band 7 - SWIR 2	2.100 - 2.300	30	
	Band 8 - Panchromatic	0.500 - 0.680	15	
	Band 9 - Cirrus	1.360 - 1.390	30	
	Band 10 - Thermal Infrared (TIR) 1	10.3 - 11.3	100	
	Band 11 - Thermal Infrared (TIR) 2	11.5 - 12.5	100	
Landsat 9	Operational Land Imager -2			
(Bộ cảm OLI và TIRs)	Band 1- Ultra blue (coastal/aerosol)	0.435 - 0.451	30	
	Band 2 - Blue	0.452 - 0.512	30	
	Band 3 - Green	0.533 - 0.590	30	
	Band 4 - Red	0.636 - 0.673	30	
	Band 5 - Near infrared (NIR)	0.851 - 0.879	30	
	Band 6 - Shortwave infrared (SWIR) 1	1.566 - 1.651	30	
	Band 7 - Shortwave infrared (SWIR) 2	2.107 - 2.294	30	
	Band 8 - Panchromatic	0.503 - 0.676	15	
	Band 9 - Cirrus	1.363 - 1.384	30	
	Thermal Infrared Sensor - 2			
	Band 10 - Thermal infrared (TIR) 1	10.60 - 11.19	100	
Band 11 - Thermal infrared (TIR) 2	11.50 - 12.51	100		

2.3. Phân tích tương quan giữa hàm lượng TSS và NSMI

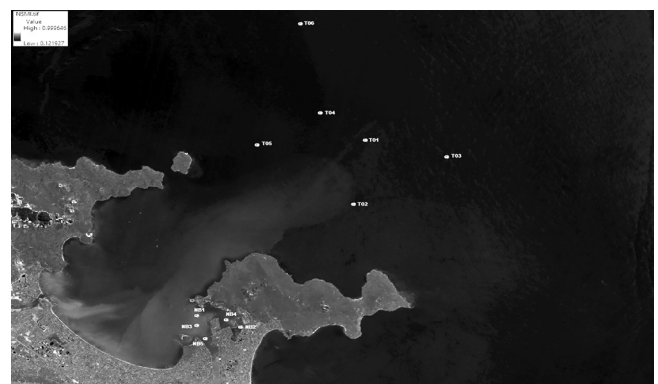
Mục tiêu nghiên cứu là để xác định mối tương quan giữa NSMI và TSS thông qua sử dụng công cụ viễn thám. Cụ thể, giá trị chỉ số NSMI xác định từ ảnh vệ tinh và hàm lượng TSS tại các điểm quan trắc và lấy mẫu chất lượng nước được sử dụng để xây dựng hàm hồi quy nhằm thể hiện mối quan hệ giữa chỉ số NSMI và hàm lượng TSS. Phương trình hồi quy được xây



▲ Hình 2. Kết quả tính toán chỉ số vật chất lơ lửng (NSMI) đối với ảnh LC08_L2SP_124049_20230429_20230509_02_T1



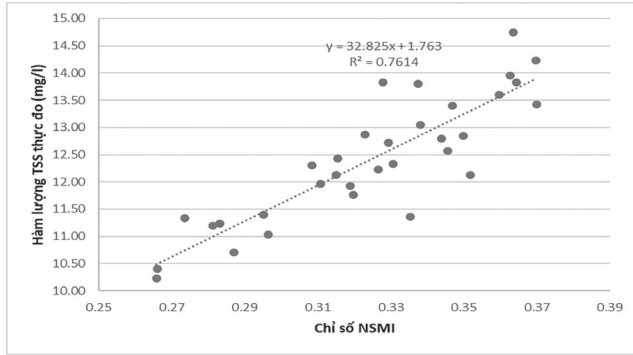
▲ Hình 3. Kết quả tính toán chỉ số vật chất lơ lửng (NSMI) đối với ảnh LC09_L2SP_124049_20230507_20230509_02_T1



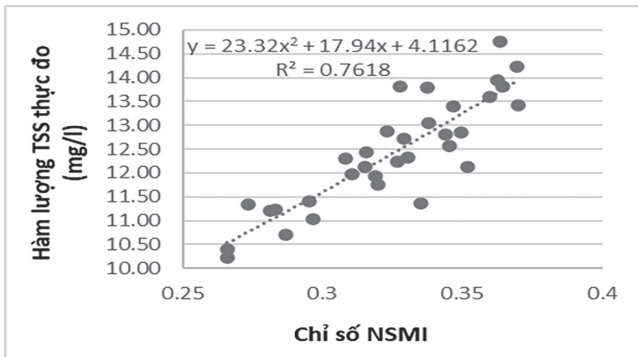
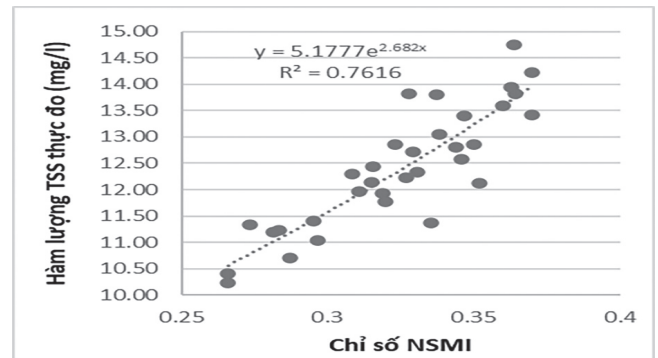
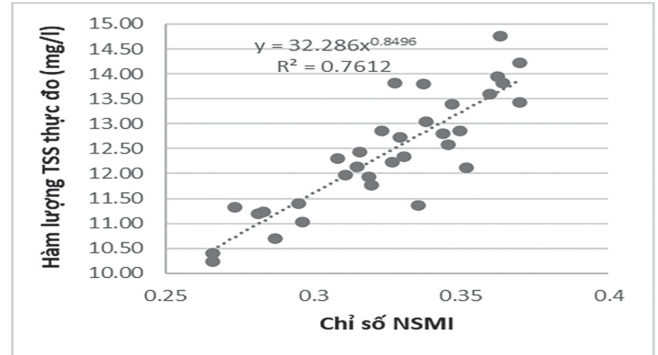
▲ Hình 4. Kết quả tính toán chỉ số vật chất lơ lửng (NSMI) đối với ảnh LC08_L2SP_124049_20230531_20230607_02_T1

Bảng 5. Hàm hồi quy thể hiện tương quan giữa chỉ số NSMI và hàm lượng TSS

STT	Dạng hàm hồi quy	Phương trình	R ²
1	Tuyến tính	$y = 32.825x + 1.763$	0.7614
2	Đa thức bậc 2	$y = 23.32x^2 + 17.94x + 4.1162$	0.7618
3	Logarith	$y = 10.376\ln(x) + 24.139$	0.7583
4	Hàm số mũ	$y = 32.286x^{0.8496}$	0.7612
		$y = 5.1777e^{2.682x}$	0.7616

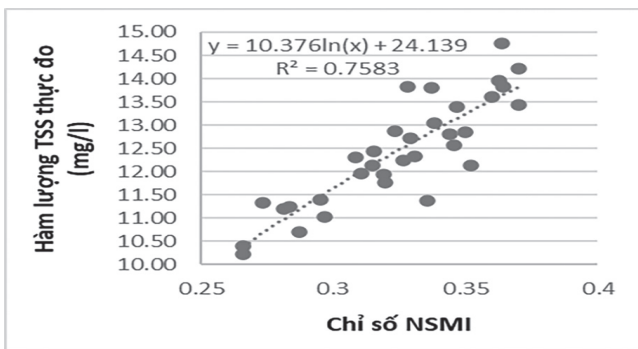


▲ Hình 5. Kết quả xác định hàm hồi quy tuyến tính



▲ Hình 6. Kết quả xác định hàm đa thức bậc 2

▲ Hình 8. Kết quả xác định hàm số mũ



▲ Hình 7. Kết quả xác định hàm logarith

- Giá trị NSMI dao động trong khoảng từ 0,004 đến 1 đối với ảnh LC08_L2SP_124049_20230429_20230509_02_T1, đối với 11 điểm quan trắc chỉ số NSMI dao động từ 0,266 đến 0,363

- Giá trị NSMI dao động trong khoảng từ 0,17 đến 0,99 đối với ảnh LC09_L2SP_124049_20230507_20230509_02_T1. Đối với 11 điểm quan trắc chỉ số NSMI dao động từ 0,266 đến 0,370.

- Giá trị NSMI dao động trong khoảng từ 0,12 đến 1 đối với ảnh LC08_L2SP_124049_20230531_20230607_02_T1, đối với 11 điểm quan trắc chỉ số NSMI dao động từ 0,263 đến 0,364.

dựng gồm hồi quy tuyến tính (linear) và hồi quy phi tuyến tính (non-linear) gồm hàm mũ, hàm logarit và hàm đa thức và hệ số xác định R^2 .

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả tính toán chỉ số vật chất lơ lửng (NSMI)

Chỉ số NSMI được ước tính dựa trên phản xạ phổ tại các kênh trong dải sóng nhìn thấy gồm kênh xanh lam (blue), xanh lục (green) và đỏ (red) của ảnh, sau khi thực hiện tính toán sẽ có các ảnh kết quả với dải màu thể hiện chỉ số NSMI trên ảnh. Trong đó giá trị cao hơn tương ứng với hàm lượng chất rắn lơ lửng (TSS) cao hơn và thể hiện màu sáng hơn.

Kết quả thu được như sau:

Các hình ảnh kết quả cho thấy, tại vùng cửa sông Hàn, sông Cu Đê và các khu vực ven bờ biển có hàm lượng TSS cao hơn, màu sắc hiển thị sáng hơn, các điểm đánh giá gần bờ hơn như NB1 đến NB5 đều có hàm lượng TSS cao hơn so với các điểm T01 đến T06.

3.2. Xây dựng hàm hồi quy tương quan sử dụng các giá trị TSS thực đo và chỉ số vật chất lơ lửng (NSMI)

Căn cứ kết quả thực đo và kết quả giá trị NSMI trích xuất từ ảnh vệ tinh, tiến hành nghiên cứu xây dựng các phương trình hồi quy dựa trên các hàm tuyến tính, hàm mũ (logarit) và hàm đa thức bậc 2 từ đó tìm ra phương trình phù hợp nhằm xác định hàm lượng vật chất lơ lửng dựa trên ảnh chỉ số NSMI.

Từ các kết quả trên cho thấy phương trình đa thức bậc 2 được lựa chọn có hệ số xác định $R^2 = 0,7618$ và



phù hợp với phân bố giá trị chỉ số vật chất lơ lửng NSMI dao động từ 0,26 đến 0,37.

Phương trình đa thức bậc 2 ($y = 23.32x^2 + 17.94x + 4.1162$) được sử dụng để dự đoán giá trị của biến TSS (biến phụ thuộc) dựa vào các giá trị của biến NSMI (biến độc lập) phản ánh được 76,18% giá trị biến động cho biến TSS. Như vậy, có thể sử dụng biến chỉ số vật chất lơ lửng (NSMI) để giám sát hàm lượng TSS trong nước biển khi triển khai hoạt động nhận chìm tại vùng biển Đà Nẵng để dự báo nhanh chóng khi phát hiện các dấu hiệu bất thường có thể ảnh hưởng tới hệ sinh thái, các hoạt động kinh tế, sức khỏe con người. Chương trình giám sát kết hợp giữa hoạt động giám sát qua ảnh viễn thám và hoạt động phân tích mẫu môi trường thu được tại các điểm quan trắc định kỳ là giải pháp có thể áp dụng cho việc kiểm soát, giám sát TSS trong nước biển khi thi công các dự án nhận chìm tại vùng biển Đà Nẵng.

4. Kết luận

Nghiên cứu cho thấy, có thể sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 - 9 trong giám sát tổng chất rắn lơ lửng (TSS) trong nước biển tại vùng biển Đà Nẵng.

Kết quả nghiên cứu đã xác định được tương quan giữa chỉ số vật chất lơ lửng (NSMI) và tổng chất rắn lơ lửng (TSS) trong nước biển tại vùng biển Đà Nẵng tại thời điểm nghiên cứu là hàm đa thức bậc 2 ($y = 23.32x^2 + 17.94x + 4.1162$) với biến là chỉ số vật chất lơ lửng (NSMI). Có thể kết hợp chương trình giám sát qua ảnh viễn thám và giám sát môi trường tại các điểm quan trắc định kỳ để đánh giá chính xác mức độ ô nhiễm từ đó để xuất biện pháp xử lý kịp thời và hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Arisanty, D., & Saputra, A. N. (2017, December). *Remote sensing studies of suspended sediment concentration variation in Barito Delta*. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 98, No. 1, p. 012058). IOP Publishing.

Chỉ số vật chất lơ lửng (NSMI) được xác định bằng cách tính toán độ phản xạ các kênh phổ đỏ, xanh lục, xanh lam thu được từ ảnh vệ tinh Landsat 8 - 9. Tư liệu ảnh viễn thám là nguồn cung cấp dữ liệu không gian quan trọng trong cơ sở dữ liệu GIS. Tư liệu ảnh viễn thám có thể cung cấp dữ liệu mô tả bề mặt đất với phạm vi bao phủ địa lý lớn, độ phân giải cao và chi phí thấp. Do vậy có thể thực hiện giám sát liên tục trên phạm vi rộng.

Tuy nhiên, dữ liệu viễn thám hay dữ liệu GIS thường được phân phối bởi các công ty làm về dữ liệu không gian. Do đó, mỗi nhà cung cấp sẽ có một kiểu lưu trữ dữ liệu khác nhau để thể hiện tính độc quyền của các công ty và có rất ít sự hợp tác giữa các công ty trong việc nghiên cứu chuẩn chung. Ngoài ra, ảnh viễn thám được chụp không có tỷ lệ, ngược lại, dữ liệu GIS lại có tỷ lệ, vì vậy, khi chuyển đổi dữ liệu ảnh viễn thám vào trong hệ thống GIS đòi hỏi người sử dụng cần đưa ra cách giải quyết phù hợp để nâng cao độ chính xác của kết quả đầu ra. Bên cạnh đó, thời gian chụp ảnh và thời gian lấy mẫu chất lượng nước có thể không hoàn toàn trùng nhau, số lượng điểm quan trắc chưa nhiều (11 điểm) có thể dẫn đến những sai số nhất định, khiến cho kết quả đánh giá có độ chính xác thấp hơn so với hoạt động quan trắc, phân tích truyền thống. Vì vậy, để hoàn thiện nghiên cứu cần có đánh giá thêm với nhiều dữ liệu đo đạc thực tế từ nhiều điểm quan trắc với tần suất quan trắc thường xuyên hơn.

Kết quả nghiên cứu là nguồn tham khảo giúp các đơn vị quản lý có thêm phương pháp xác định nhanh hàm lượng TSS trong nước biển thông qua ảnh viễn thám, qua đó hỗ trợ công tác đánh giá và giám sát chất lượng nước biển khi thực hiện các dự án nhận chìm tại vùng biển Đà Nẵng ■

2. Department of the Interior U.S. Geological Survey, *Landsat 8 Data Users Handbook*, November 2019.
3. Department of the Interior U.S. Geological Survey, *Landsat 9 Data Users Handbook*, February 2022.