

NGHIÊN CỨU PHÂN BỐ HÀM LƯỢNG ĐỘ ĐỤC Ở VÙNG BIỂN VEN BỜ TÂY NAM VIỆT NAM BẰNG DỮ LIỆU VIỄN THÁM VÀ GIS

Trần Anh Tuấn¹, Trần Thị Tâm², Lê Đình Nam¹, Nguyễn Thùy Linh¹,
Đỗ Ngọc Thực¹, Phạm Hồng Cường¹

Tóm tắt: Độ đục là một thông số quan trọng đối với môi trường nước vùng biển ven bờ và các vùng cửa sông. Hàm lượng độ đục thường được sử dụng để đánh giá chất lượng môi trường nước biển và những tác động đối với các hệ sinh thái biển, dự báo các quá trình xói lở, bồi tụ ven bờ và ước lượng các dòng trầm tích, các chất gây ô nhiễm đổ ra biển. Các phương pháp truyền thống thực hiện quan trắc độ đục tại các trạm cố định không thể đại diện cho giá trị độ đục trung bình của các tầng nước hoặc giá trị trung bình trong một khoảng thời gian và thường có chi phí lớn, tốn kém thời gian. Trong khi đó, phương pháp sử dụng dữ liệu ảnh viễn thám để ước tính độ đục mang lại hiệu quả cao hơn, có thể thực hiện trên phạm vi rộng và xác định được xu thế biến động theo thời gian. Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu sử dụng ảnh vệ tinh MODIS tổ hợp 8 ngày được thu nhận trong khoảng thời gian từ tháng 11/2016 đến hết tháng 10/2017 để tính toán và thành lập bản đồ độ đục nước vùng biển ven bờ Tây Nam Việt Nam cho hai mùa gió: mùa gió đông bắc tính từ tháng XI đến hết tháng IV năm sau và mùa gió tây nam tính từ tháng V đến tháng X. Phương pháp nghiên cứu sử dụng công thức bán thực nghiệm do Nechad, B. và cộng sự đề xuất năm 2009 để ước tính độ đục nước biển theo giá trị phản xạ tại bước sóng 645nm (kênh 1), 859nm (kênh 2) của ảnh vệ tinh MODIS và các hằng số thực nghiệm. Kết quả nghiên cứu được đánh giá độ tin cậy bằng hệ số xác định (R^2) theo phương pháp tương quan hồi quy tuyến tính giữa giá trị độ đục ước tính từ ảnh và giá trị độ đục thực đo trùng với thời điểm thu nhận ảnh.

Từ khóa: Độ đục, Viễn thám, GIS, Vùng biển ven bờ, Tây Nam Việt Nam.

Ban Biên tập nhận bài: 08/07/2018 Ngày phản biện xong: 12/09/2018 Ngày đăng bài: 25/10/2018

1. Mở đầu

Độ đục là chỉ số của sự suy giảm ánh sáng trong nước và chất lượng môi trường nước, thường được sử dụng ở các vùng nước ven bờ và các cửa sông. Nó cũng là một chỉ số tác động quan trọng đối với quá trình xói lở bờ biển [10]. Sự suy giảm ánh sáng trong nước do độ đục đã gián tiếp ảnh hưởng đến sự sinh trưởng, phát triển của các hệ sinh thái và các loài sinh vật biển. Vì thế, thông số độ đục có liên quan đến các lĩnh vực ứng dụng như đánh giá hệ sinh thái

và nghiên cứu tác động đối với nghề cá [17]. Độ đục còn được sử dụng để xác định sự phân bố, lưu lượng của dòng trầm tích lơ lửng và các chất gây ô nhiễm [6]. Dựa vào phân bố độ đục và hướng di chuyển của vật chất trong nước cho phép đưa ra các dự báo về quá trình xói lở, bồi tụ ven bờ. Hiểu được quy luật phân bố và quá trình lan truyền độ đục nước biển sẽ góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc bảo vệ môi trường và các hệ sinh thái biển, phòng chống và giảm nhẹ thiên tai xói lở bờ biển và phục vụ cho phát triển kinh tế biển.

Nghiên cứu và thành lập bản đồ phân bố hàm lượng độ đục nước biển có thể tiếp cận theo nhiều cách thức khác nhau. Hướng tiếp cận nghiên cứu truyền thống bằng việc đo đạc thông

¹Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Email: tatuan@imgg.vast.vn

số độ đục ngoài thực địa theo mạng lưới khảo sát được bố trí dày hay thưa tùy thuộc vào tỷ lệ bản đồ cần thành lập. Sử dụng mạng lưới điểm đo để nội suy, thành lập bản đồ phân bố độ đục thường mang lại độ chính xác cao. Tuy nhiên, nhược điểm của cách tiếp cận này thường không thể đại diện cho độ đục nước trung bình của các tầng nước hoặc trong một khoảng thời gian nào đó, yêu cầu về kinh phí lớn và mất nhiều thời gian để thực hiện [10], đôi khi kém hiệu quả trong trường hợp bất lợi về thời tiết. Trong bối cảnh còn hạn chế của các tư liệu đo đạc thực địa trên biển thì hướng tiếp cận sử dụng tư liệu viễn thám với đặc trưng đa dạng về chủng loại, đa phân giải về không gian, thời gian và đa phổ là những tính chất ưu việt trong nghiên cứu độ đục nước biển. Việc sử dụng dữ liệu viễn thám, công nghệ GIS kết hợp với các quan trắc thu được từ thực địa sẽ đáp ứng một cách khách quan các thông tin cần thiết về thời gian, phạm vi phân bố, mức độ và đặc biệt là quá trình lan truyền độ đục nước biển trong phạm vi rộng.

Bản chất của phương pháp viễn thám trong nghiên cứu độ đục là dựa vào giá trị phản xạ phổ của nước trên các kênh ảnh. Thông thường trong nước chứa nhiều tạp chất, vì vậy khả năng phản xạ phổ của nước trên các kênh ảnh phụ thuộc vào thành phần và trạng thái của nước. Các công trình nghiên cứu độ đục sử dụng dữ liệu viễn thám thường đưa ra những công thức bán thực nghiệm dựa vào mối quan hệ giữa độ đục đo đạc từ thực địa và giá trị phản xạ phổ của các kênh ảnh được thu nhận từ các dải sóng điện từ khác nhau. Dữ liệu ảnh vệ tinh MODIS trong dải phổ thị tần (620 - 670nm), dải phổ cận hồng ngoại (841 - 876nm) và các kênh hồng ngoại sóng ngắn (858 - 1240 nm) thường được sử dụng trong nhiều nghiên cứu ước tính độ đục của nước [2, 4, 10, 15, 17]. Các kênh ảnh vệ tinh Landsat cũng được sử dụng hiệu quả trong nghiên cứu độ đục các vùng biển ven bờ [1, 8, 16]. Một số nghiên cứu khác sử dụng dữ liệu SPOT- HRV2 để nghiên cứu độ đục trong hồ chứa [7], hoặc kết

hợp nhiều dữ liệu vệ tinh khác nhau như Landsat, MODIS và Rapid Eye để nghiên cứu độ đục vùng biển ven bờ châu thổ Sông Cửu Long [9], kết hợp ảnh Landsat-8 OLI và VNREDSAT-1 trong nghiên cứu độ đục vùng biển ven bờ châu thổ Sông Hồng [13].

Mục tiêu nghiên cứu của bài báo là áp dụng phương pháp bán thực nghiệm dựa trên các kênh đỏ (645nm) và kênh cận hồng ngoại (859nm) của dữ liệu ảnh viễn thám MODIS tổ hợp 8 ngày để tính toán và thành lập bản đồ độ đục thuộc phạm vi vùng biển ven bờ Tây Nam Việt Nam cho hai mùa gió đông bắc và tây nam. Kết quả nghiên cứu được kiểm chứng bằng các dữ liệu đo đạc từ thực địa.

2. Cơ sở dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

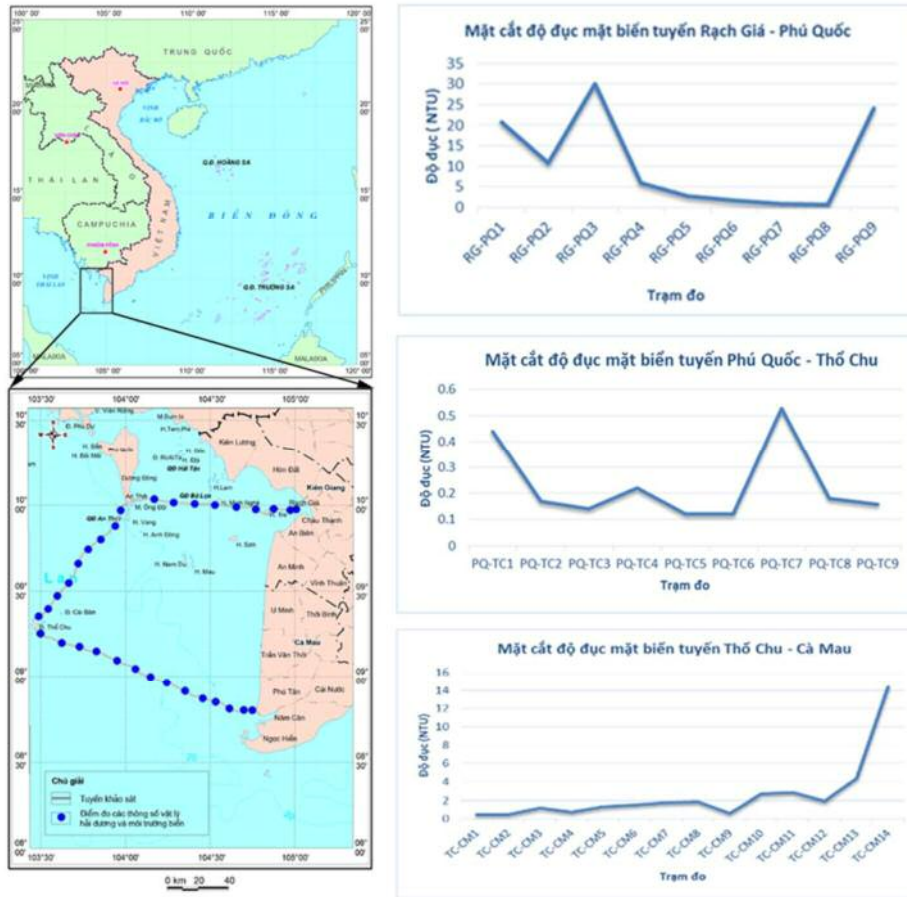
2.1. Dữ liệu sử dụng

Khu vực nghiên cứu là vùng biển ven bờ Tây Nam Việt Nam, nằm trong giới hạn tọa độ: 103°26'00"E đến 105°21'00"E (kinh độ đông) và 08°17'00"N đến 10°35'00"N (vĩ độ bắc) (hình 1). Các nguồn tài liệu được sử dụng cho nghiên cứu bao gồm:

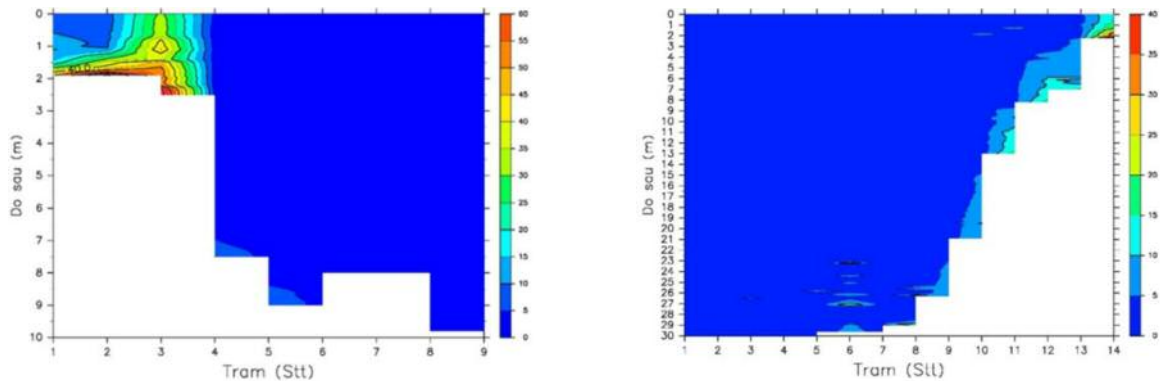
- Dữ liệu ảnh viễn thám MODIS tổ hợp 8 ngày từ tháng 11 năm 2016 đến hết tháng 10 năm 2017 được thu thập từ website: <https://modis.gsfc.nasa.gov/> của cơ quan Hàng không Vũ trụ Nasa (Mỹ).

- Dữ liệu đo đạc thực địa gồm 32 điểm đo được thực hiện vào tháng 3, tháng 4 năm 2017 bằng thiết bị đo các thông số hoá lý tại hiện trường AAQ1183s-IF trong khuôn khổ đề tài:

“Ứng dụng viễn thám và GIS nghiên cứu xu thế biến động điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên làm cơ sở khoa học định hướng phát triển kinh tế và đảm bảo quốc phòng - an ninh vùng biển, đảo Tây Nam Việt Nam”, mã số VT - UD.01/16-20. Nguồn số liệu này được đo đạc theo 3 mặt cắt Rạch Giá - Phú Quốc, Phú Quốc - Thổ Chu và Thổ Chu - Cà Mau và được sử dụng để đánh giá độ chính xác của kết quả tính toán từ dữ liệu viễn thám (Hình 1, Hình 2).



Hình 1. Sơ đồ khu vị trí khu vực nghiên cứu và dữ liệu đo đạc thực địa



Hình 2. Phân bố độ đục (NTU): a) tuyến Rạch Giá - Phú Quốc và b) tuyến Thổ Chu - Cà Mau

2.2. Phương pháp nghiên cứu

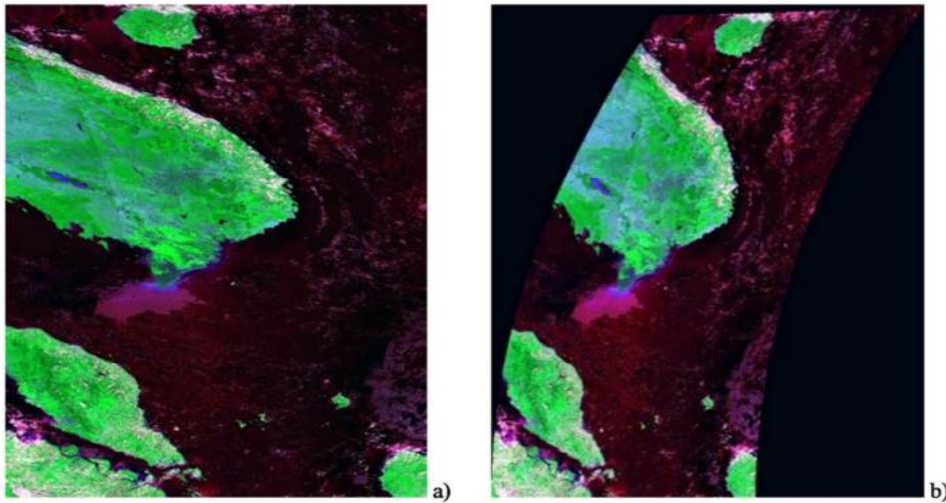
2.2.1. Phương pháp tiền xử lý ảnh viễn thám

Trong nghiên cứu này, các bước tiền xử lý ảnh được thực hiện bao gồm:

- Thực hiện hiệu chỉnh hình học bằng việc sử dụng các điểm khống chế mặt đất GCP để nắn ảnh về Hệ tọa độ VN-2000 (hình 3).
- Hiệu chỉnh bức xạ bằng sử dụng mối quan

hệ tuyến tính giữa kênh cận hồng ngoại và kênh thị phổ dựa vào đặc tính hấp thụ mạnh của nước trên kênh cận hồng ngoại.

- Hiệu chỉnh khí quyển bao gồm tiến hành lọc mây, lọc nhiễu dựa vào tỉ số giữa kênh đỏ và kênh cận hồng ngoại.
- Cắt ảnh theo phạm vi vùng nghiên cứu.



Hình 3. Ảnh MODIS ngày 8/4/2017: a) trước khi tiền xử lý và b) sau khi tiền xử lý

2.2.2. Phương pháp ước tính độ đục

Nghiên cứu áp dụng công thức ước tính độ đục nước biển do Nechad và cộng sự đề xuất năm 2009 [11] như sau:

$$T = \frac{A_T P_w(\lambda)}{(1 - P_w(\lambda)) / C^A} \quad (1)$$

Trong đó T là độ đục nước biển; A và C là 2 hệ số được xác định theo bảng 1; $P_w(\lambda)$ là hệ số phản xạ tại bước sóng λ

Bảng 1. Hệ số A và C tại các bước sóng 645nm và 859nm của ảnh MODIS [4, 12]

λ (nm)	A _T	C
645	228.1	0.1641
859	3078.9	0.2112

Việc sử dụng các đơn vị đo độ đục có khác nhau trong nghiên cứu, song, các đơn vị này đều tương đương nhau. Về mặt lịch sử, những phép đo độ đục đã được thể hiện trong một đơn vị chung là đơn vị đo độ đục khuếch tán - NTU (*Nephelometric Turbidity Units*) được đề xuất bởi cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (*United States Environmental Protection Agency*) [5], nhưng cũng có thể sử dụng đơn vị đo độ đục Formazin - FTU (*Formazin Turbidity Units*), đơn vị đo độ đục Formazin khuếch tán - FNU (*Formazin Nephelometric Units*) hay đơn vị pha loãng Formazin - FAU (*Formazin Attenuation*

Units) phụ thuộc vào phương pháp và thiết bị sử dụng. Trong Văn bản kỹ thuật đo lường Việt Nam, các đơn vị đo độ đục trên là tương đương nhau [18].

$$1 \text{ NTU} = 1 \text{ FNU} = 1 \text{ FTU} = 1 \text{ FAU}$$

Trong nghiên cứu này, các dữ liệu đo đạc thực địa được thực hiện bằng thiết bị đo các thông số hoá lý tại hiện trường AAQ1183s-IF do Mỹ sản xuất với đơn vị đo độ đục là NTU. Vì vậy, đơn vị độ đục được tính toán để thành lập bản đồ trong nghiên cứu là NTU.

2.2.3. Phương pháp phân tích tương quan hồi quy

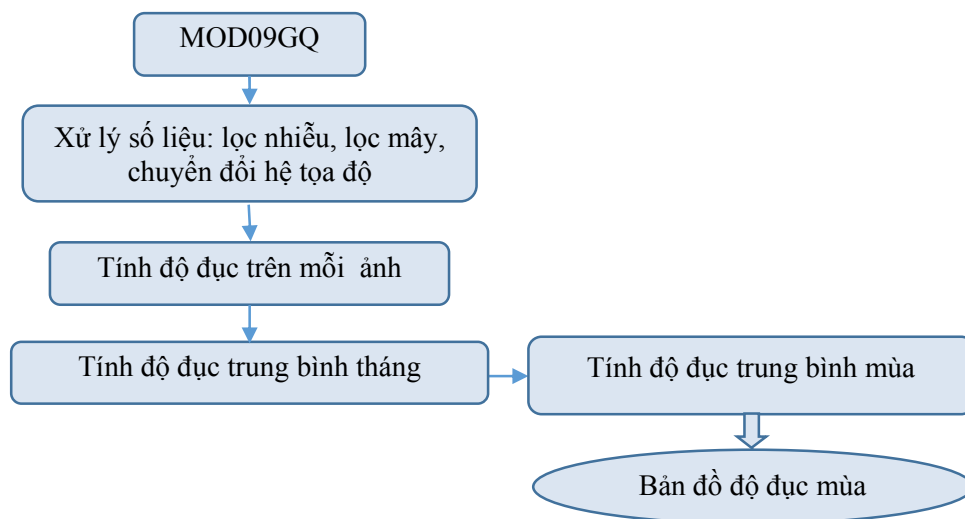
Trong phân tích tương quan hồi quy, hệ số tương quan (R) là thước đo mức độ tuyến tính giữa hai biến. Trong khi đó, hệ số xác định (R²) là một trong các chỉ tiêu dùng để đánh giá mức độ phù hợp của một mô hình thể hiện mối liên quan tuyến tính. Hệ số R² có giá trị giữa 0 và 1, R² càng cao là một dấu hiệu cho thấy mối liên hệ giữa biến độc lập và biến phụ thuộc càng chặt chẽ. Trong nghiên cứu này, hàm tương quan hồi quy được xây dựng dựa trên các dữ liệu độ đục đo đạc ngoài thực địa và giá trị độ đục tính toán từ các kênh ảnh MODIS tại bước sóng 645nm và 859nm vào các ngày tương ứng. Hệ số xác định R² tính được từ hàm tương quan hồi quy tuyến tính cho biết độ chính xác của kết quả nghiên cứu.

2.2.4. Phương pháp hệ thống tin địa lý (GIS)

Phương pháp GIS được sử dụng để tính toán độ đục nước biển trung bình mùa và biên tập bản đồ cho hai mùa gió đông bắc và tây nam. Sau khi ảnh độ đục được tính từ các ảnh tổ hợp 8 ngày, các thao tác chồng ghép số học trong GIS được áp

dụng để tính giá trị độ đục nước biển trung bình cho hai mùa gió. Kết quả tính toán là dữ liệu dạng raster sẽ được vector hóa và được biên tập, hoàn thiện bản đồ bằng các công cụ sẵn có của GIS.

Quá trình tính toán độ đục trung bình mùa được thể hiện sau đây (hình 4).



Hình 4. Các bước tính độ đục trung bình theo mùa

3. Kết quả nghiên cứu

Thuật toán để tính độ đục như là một hàm của hệ số phản xạ cho các vùng nước ven biển có thể được sử dụng cho bất kỳ đầu đo quang học nào có dãy bước sóng 520 - 885 nm đã được thể hiện trong công thức (1). Hầu hết, các nghiên cứu cho thấy có sự tương quan tốt giữa các bước sóng thuộc kênh đỏ với hàm lượng độ đục như kênh đỏ của ảnh MODIS - AQUA độ phân giải 250 m và độ đục [15], kênh đỏ (620 - 680 nm) của dữ liệu LISS - I và độ đục trong dãy 15 - 45 NTU [3], kênh 681nm của ảnh MERIS cho thấy sự phù hợp nhất cho dãy độ đục từ 1- 25 FTU trong các vùng biển ven bờ nhiệt đới [14]. Theo đó, nghiên cứu đã dựa trên mối quan hệ giữa độ đục thực đo và hệ số phản xạ bề mặt tại các bước sóng 645nm và 859nm để ước tính độ đục vùng nghiên cứu. Đối với những vùng có giá trị độ đục cao, phân tích mối quan hệ giữa hệ số phản xạ tại bước sóng 859nm và độ đục thực đo. Tương ứng với những vùng có độ đục từ thấp đến trung bình, mối quan hệ giữa hệ số phản xạ tại bước sóng

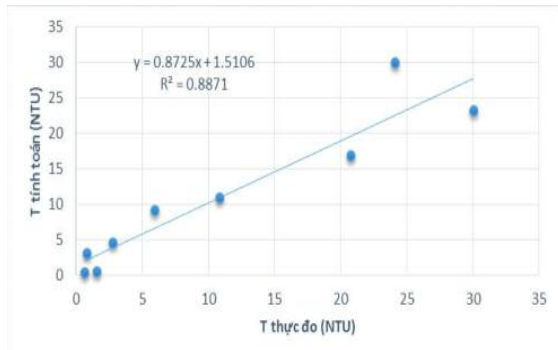
645nm và độ đục thực đo được tính toán [5].

Thông qua các mặt cắt dữ liệu thực đo (hình 1 và hình 2), có thể thấy giá trị độ đục lớn hơn 15 NTU phân bố ở khu vực sát bờ với độ sâu nhỏ hơn 10m, trong khi đó giá trị độ đục nhỏ hơn 15 NTU phân bố ở ngoài vùng nước sâu lớn hơn 10m. Căn cứ vào phạm vi phân bố độ đục đã nêu, dữ liệu từ ảnh MOD09GQ được sử dụng để tính toán độ đục tại kênh cận hồng ngoại (859nm) đối với khu vực ven bờ ở độ sâu nhỏ hơn 10m và tại kênh đỏ (645nm) đối với các khu vực có độ sâu lớn hơn 10m.

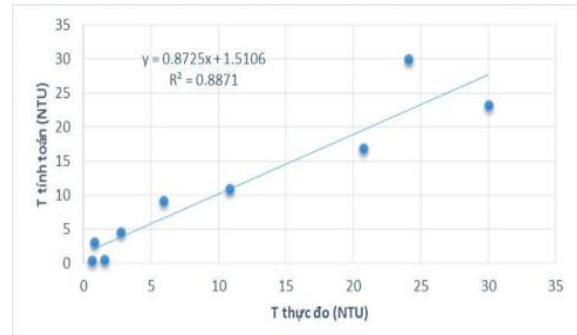
Để đảm bảo tính tin cậy của kết quả, nghiên cứu đã lựa chọn những ảnh MODIS có thời gian thu nhận trùng với những ngày đi khảo sát để làm cơ sở so sánh. Độ đục nước biển được tính toán từ ảnh được chiết xuất theo 32 vị trí điểm thực đo. Phân tích tương quan cho thấy các kết quả tính toán có độ chính xác cao với hệ số xác định R2 đều có giá trị lớn hơn 0,838, có nghĩa là hệ số tương quan R đều lớn hơn 0.9. Điều đó cho thấy dữ liệu được tính toán từ ảnh gần đúng với

kết quả đo đạc. Cụ thể, hệ số xác định R² của các ngày khảo sát là 5, 7 và 8/4/2017 tương ứng là 0,8871, 0,8691 và 0,838 (hình 5-7). Như vậy, với kết quả đánh giá này có thể khẳng định, việc sử dụng công thức (1) để tính độ đục nước biển khu vực nghiên cứu cho kết quả có độ chính xác cao.

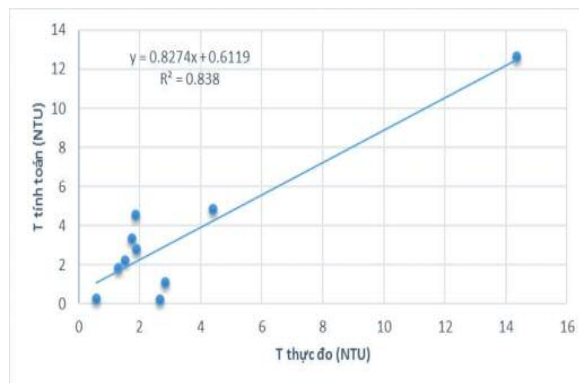
Tùng ảnh tổ hợp 8 ngày được sử dụng để tính toán giá trị độ đục nước cho vùng nghiên cứu, sau đó tính giá trị trung bình độ đục mùa gió đông bắc từ các ảnh tổ hợp 8 ngày trong khoảng thời gian từ tháng 11/2016 đến hết tháng 4/2017 và mùa gió tây nam từ tháng 5/2017 đến hết tháng 10/2017.



Hình 5. Tương quan giữa giá trị thực đo và tính toán ngày 5/4/2017



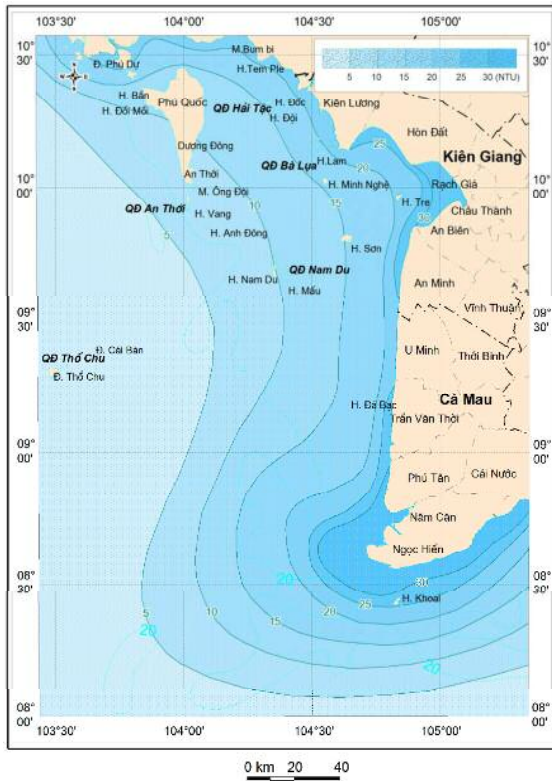
Hình 6. Tương quan giữa giá trị thực đo và tính toán ngày 7/4/2017



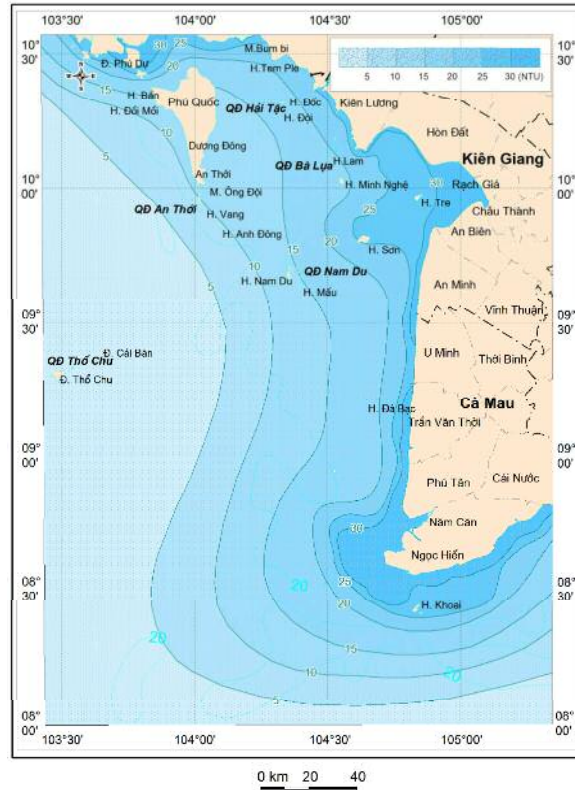
Hình 7. Tương quan giữa giá trị thực đo và tính toán ngày 8/4/2017

Từ kết quả nghiên cứu (hình 8-9) cho thấy: về không gian, độ đục nước biển có quy luật phân bố khá rõ ràng, độ đục khu vực gần bờ tăng cao và có xu hướng giảm khi càng xa bờ. Ở khu vực gần bờ, giá trị độ đục đều lớn hơn 15 NTU, đặc biệt, giá trị lớn hơn 25 NTU phân bố chủ yếu ở hai khu vực là vịnh Rạch Giá và mũi Cà Mau. Đây là hai khu vực nước nông và là nơi tích tụ trầm tích đổ ra từ các cửa sông lớn. Ở phạm vi xa bờ độ đục đều có giá trị nhỏ hơn 15 NTU. Kết

quả nghiên cứu theo mùa cũng cho thấy quy luật phân bố của độ đục khá phù hợp với các dạng gió hình thành và ảnh hưởng đến việc vận chuyển trầm tích theo mùa. Gió mùa đông bắc hầu như ít ảnh hưởng đến vùng nghiên cứu nên giá trị độ đục cao có xu thế chỉ tập trung vào sát bờ, nhưng với mùa gió tây nam, các khu vực có giá trị độ đục cao có xu hướng lan tỏa ra xa bờ hơn, có thể thấy rõ ở khu vực vịnh Rạch Giá.



Hình 8. Bản đồ độ đục nước biển mùa gió đông bắc năm 2017 vùng biển ven bờ Tây Nam



Hình 9. Bản đồ độ đục nước biển mùa gió tây nam năm 2017 vùng biển ven bờ Tây Nam

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho phép đưa ra một số kết luận sau:

- Ước tính độ đục nước ở các vùng biển ven bờ sử dụng hai kênh ảnh tại các bước sóng 645nm và 859nm của ảnh vệ tinh MODIS tổ hợp 8 ngày là một cách tiếp cận hợp lý. Đây là nguồn dữ liệu hữu ích để bổ sung các số liệu đối với các nghiên cứu và ứng dụng trong bối cảnh số liệu đo đạc thực tế còn hạn chế.

- Các kết quả nghiên cứu có độ chính xác cao, thể hiện qua hệ số xác định R2 được tính toán thông qua việc xác lập hàm tương quan hồi quy

giữa giá trị thực đo và giá trị ước tính. Điều đó minh chứng cho phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu là đáng tin cậy và có khả năng ứng dụng rộng rãi.

- Các bản đồ được thành lập thể hiện khá rõ quy luật phân bố của độ đục về không gian, với khoảng độ đục lớn hơn 15 NTU ở khu vực gần bờ và nhỏ hơn 15 NTU khi xa bờ. Theo mùa gió, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy sự phù hợp với các dạng gió hình thành theo mùa ảnh hưởng đến sự vận chuyển trầm tích ở vùng biển ven bờ Tây Nam Việt Nam.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của đề tài: “Ứng dụng viễn thám và GIS nghiên cứu xu thế biến động điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên làm cơ sở khoa học định hướng phát triển kinh tế và đảm bảo quốc phòng - an ninh vùng biển, đảo Tây Nam Việt Nam”, mã số: VT-UD.01/16-20 thuộc Chương trình KHCN cấp Quốc gia về công nghệ vũ trụ giai đoạn 2016-2020, Viện HLKHCN Việt Nam. Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

1. Bustamante J, Pacios F, Díaz-Delgado R, Aragonés D., (2009), *Predictive Models of Turbidity and Water Depth in the Doñana Marshes Using Landsat TM and ETM+ Images*, Journal of Environmental Management, 90 (7), 2219-2225.
2. Chen, Z., Hu, C., Muller-Karger, F., (2007), *Monitoring turbidity in Tampa Bay using MODIS/Aqua 250-m imagery*. Remote Sens. Environ. 109, 207-220.
3. Choubey, V.K., (1992), *Correlation of turbidity with Indian Remote Sensing Satellite-1A data*, Hydrological Sciences, 37 (2), 129-140.
4. Dogliotti, A. I., Ruddick, K., Nechad, B., Lasta, C., Mercado, A., Hozbor, C., et al. (2011), *Calibration and validation of an algorithm for remote sensing of turbidity over La Plata River estuary, Argentina*. EARSeL eProceedings, 10 (2), 119-130.
5. Dogliotti A.I., Ruddick, K.G., Nechad, B., Doxaran, D., Knaeps. E., (2015), *A single algorithm to retrieve turbidity from remotely-sensed data in all coastal and estuarine waters*. Remote Sensing of Environment, 156 (2015), 157-168.
6. Doxaran, D., Froidefond, J.M., Castaing, P., (2003), *Remote-sensing reflectance of turbid sediment-dominated water. Reduction of sediment type variations and changing illumination conditions effects by use of reflectance ratios*. Appl. Opt. 42, 2623-2634.
7. Goodin, D.G., Harrington Jr, J.A., Nellis, M.D., and Rundquist, D.C. (1996), *Mapping reservoir turbidity patterns using SPOT-HRV data*, Geocarto International, 11 (4), 71-78.
8. Lee, S., Ni-Meister, W., (2006). *Monitoring coastal estuary water clarity using Landsat multispectral data*. Middle States Geogr. 39, 43-51.
9. Lê Mạnh Hùng, Nguyễn Nghĩa Hùng, Thomas Heege (2013), *Nghiên cứu giải đoán ảnh vệ tinh để lấy thông tin phù sa ở vùng đồng bằng Sông Cửu Long*. Tạp chí KH&CN Thủy lợi, số 19-2013, tr. 7-12.
10. Max J. Moreno-Madrinan, Mohammad Z. Al-Hamdan, Douglas L. Rickman, and Frank E. Muller-Karger, (2010). *Using the Surface Reflectance MODIS Terra Product to Estimate Turbidity in Tampa Bay, Florida*. Remote Sens. 2(12), 2713-2728.
11. Nechad, B., Ruddick, K.G., Neukermans, G. (2009). *Calibration and validation of a generic multisensor algorithm for mapping of turbidity in coastal waters*. SPIE European International Symposium on Remote Sensing, Berlin.
12. Nechad, B., Ruddick, K.G., & Park, Y. (2010). *Calibration and validation of a generic multisensor algorithm for mapping of total suspended matter in turbid waters*. Remote Sensing of the Environment, 114, 854-866.
13. Nguyễn Văn Thảo, Vũ Duy Vĩnh, Nguyễn Đặc Vệ, Phạm Xuân Cảnh (2016), *Xây dựng thuật toán xử lý dữ liệu viễn thám xác định hàm lượng vật chất lơ lửng tại vùng biển ven bờ châu thổ Sông Hồng*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển; Tập 16, Số 2; 2016, tr. 129-135
14. Ouillon, S., Douillet, P., Petrenko, A., Neveux, J., Dupouy, C., Froidefond, J. -M., et al. (2008). *Optical algorithms at satellite wavelengths for total suspended matter in tropical coastal waters*. Sensors, 8, 4165-4185.
15. Petus, C., Chust, G., Gohin, F., Doxaran, D., Froidefond, J.M., & Sagarminaga, Y. (2010). *Estimating turbidity and total suspended matter in the Adour River plume (South Bay of Biscay) using MODIS 250-m imagery*. Continental Shelf Research, 30, 379-392.
16. Sasithorn Aranuvachapun and Paul H LeBlond, (1981), *Turbidity of coastal water determined from Landsat*. Remote Sensing of Environment, 11, 113-132.

17. Toyoshi Shimomai, Yuzuru Endo, Kyohei Sakai, Yuji Sakuno, and Toshiaki Kozu. (2010), *Near-real time monitoring of coastal lagoon turbidity distribution using Modis data. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Volume XXXVIII, Part 8, Kyoto Japan, 1035-1037.*

18. Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng (2014), *Văn bản kỹ thuật đo lường Việt Nam - ĐLVN 275, Hà Nội.*

RESEARCH ON TURBIDITY DISTRIBUTION IN COASTAL AREAS OF THE SOUTHWEST VIETNAM SEA BY USING REMOTE SENSING DATA AND GIS

Tran Anh Tuan¹, Tran Thi Tam², Le Dinh Nam¹, Nguyen Thuy Linh¹
Do Ngoc Thuc¹, Pham Hong Cuong¹

¹ Institute of Marine Geology and Geophysics - VAST

² Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

Abstract: *Turbidity is an important parameter of the water environment in coastal areas and estuaries. The turbidity concentration is generally used for many important purposes, such as the evaluation of water quality and its impacts on marine ecosystems, forecast the erosion and accretion processes in the coastal areas, and estimation the discharges of suspended sediments and possibly pollutants into the sea. Traditional methods monitoring at settled stations may not be representative of the mean turbidity value of water layers or in a period of time, and it is also usually expensive and time consuming. Meanwhile, the method that using remotely sensed data for estimating turbidity is more efficient than traditional methods since it can be implemented on a large scale and used to assess the volatility trend of turbidity over time. The paper represents the research results on using MODIS 8-day composite from November 2016 to October 2017 to estimate water turbidity on the coastal area of the Southwest Vietnam sea in the northeast and southwest monsoon seasons (XI - IV and V - X each year, respectively). A semi-empirical formula proposed by Nechad, B. et al., in 2009 was applied as method to estimate the turbidity using reflectance values at 645nm (band 1) and 859nm (band 2) wavelengths of MODIS imagery, and empirical constants. Result accuracy is evaluated using the Coefficient of determination (R²) by the linear regression analysis between estimated values and referenced values in the day of image acquisition.*

Keywords: *Turbidity, Remote Sensing, GIS, Coastal area, Southwest Vietnam Sea.*