



PHÂN VÙNG VÀ ĐÁNH GIÁ RỦI RO MÔI TRƯỜNG VÙNG BIỂN TỈNH QUẢNG TRỊ

LÊ VĂN PHƯỚC¹, BẠCH VĂN LUẬN¹, NGUYỄN THỊ DUYÊN¹,
NGUYỄN THỊ CẨM TÚ¹, NGUYỄN PHÚ BẢO^{2*}

¹ Trung tâm Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên - Môi trường biển khu vực phía Nam

² Viện Nhiệt đới môi trường

Tóm tắt:

Vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Trị ít chịu ảnh hưởng bởi sự phát triển kinh tế - xã hội nhưng đã chịu ảnh hưởng bởi sự cố môi trường biển Formosa trong giai đoạn 2015 - 2019. Nghiên cứu này có mục tiêu đánh giá rủi ro và phân vùng rủi ro ô nhiễm môi trường biển tỉnh Quảng Trị. Để đánh giá rủi ro môi trường và phân vùng rủi ro môi trường ở vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Trị, phương pháp nghiên cứu định lượng và tiếp cận Thông tư số 26/2016/TT-BTNMT được áp dụng. Vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Trị được chia thành 1.631 ô bờ và 83 ô ven bờ để được xác định giá trị chỉ số phân cấp, phân loại và đánh giá rủi ro ô nhiễm môi trường biển. Kết quả cho thấy, nguy cơ rủi ro môi trường khu vực biển ven bờ tỉnh Quảng Trị thuộc mức độ trung bình thấp, 84% đối với vùng bờ và 99% đối với vùng ven bờ. Nghiên cứu là cơ sở thực tiễn giúp cơ quan quản lý địa phương thực hiện các biện pháp kiểm soát, giảm nhẹ và quản lý rủi ro môi trường cho vùng biển tỉnh Quảng Trị.

Từ khóa: Phân vùng rủi ro môi trường, đánh giá rủi ro môi trường, tỉnh Quảng Trị.

Ngày nhận bài: 16/5/2024; **Ngày sửa chữa:** 3/6/2024; **Ngày duyệt đăng:** 19/6/2024.

Risk zonation and assessment of environmental pollution in coastal of Quang Tri province

Abstract:

The Quang Tri province coastal that is less affected by socio-economic development but it was affected by oil spill environmental incidents and the Formosa in the period 2015 - 2019. For risk zonation and environmental risks assessment on Quang Tri province coastal, quantitative research method and approaches of Circular 26/2016/TT-BTNMT have been applied. Within the Quang Tri province coastal, 1,631 coastal cells and 83 coastal cells have been identified, classified and assessed for environmental risks by the study. The results show that the risk of environmental risks in the coastal of Quang Tri province is at a low average level, 84% for coastal areas and 99% for coastal areas. Besides, the number of locations with low levels of pollution or low environmental risk is significantly high compared to locations with high environmental risk.

Keywords: Environmental risk zonation, environmental risk assessment, Quang Tri province.

JEL Classifications: Q51, Q56, P48.

1. MỞ ĐẦU

Quảng Trị là tỉnh ven biển thuộc Bắc Trung bộ, bờ biển dài khoảng 75 km và vùng biển đặc quyền kinh tế rộng trên 8.400 km². Theo tổng hợp kết quả nghiên cứu (Phước, L. V., 2023) về đa dạng sinh học biển tại các hệ sinh thái rạn san hô và vùng ven đảo Cồn Cỏ của Viện Nghiên cứu hải sản trong các năm 2007, 2008, 2011, 2015, 2017, 2018 cho thấy, hệ sinh thái biển ở vùng biển Quảng Trị rất đa dạng và phong phú, ghi nhận 954 loài sinh vật biển bao gồm: 133 loài thực vật phù du; 97 loài động vật phù du; 137 loài san hô (144 loài san hô cứng, 23 loài san hô mềm); 182 loài cá rạn san hô; 302 loài động vật đáy (186 loài động vật thân mềm, 49 loài động vật da gai, 48 loài động vật chân khớp, 19 loài động vật giun đốt); 96 loài rong biển; 1 loài cỏ biển và 6 loài thực vật ngập mặn. Trong tổng số các loài sinh vật biển được xác định có 12

loài quý, hiếm có nguy cơ tuyệt chủng cần được ưu tiên bảo vệ, phục hồi và phát triển.

Các nguồn ô nhiễm môi trường biển ở vùng biển tỉnh Quảng Trị cũng tương tự như các nguồn ô nhiễm môi trường biển ở các vùng biển khác nhưng ở những mức độ khác nhau. Có ba dạng ô nhiễm môi trường biển, ven biển và vùng cửa sông được phân loại (Anderson, 2013) là (i) Ô nhiễm nitơ - photpho từ nông nghiệp, nước thải, nước thải đô thị và công nghiệp. Ô nhiễm này có trung bình khoảng 20% lượng phân đạm bị thất thoát từ sản xuất nông nghiệp thông qua dòng chảy bề mặt hoặc thấm vào nước ngầm và có tới 60% có thể bay hơi vào khí quyển, một phần trong số đó sẽ rơi xuống đại dương; (ii) Ô nhiễm hóa học. Loại ô nhiễm này chủ yếu từ các sự cố tràn dầu và thống kê cho thấy khối lượng vẫn chiếm hơn 10% lượng dầu đi vào đại dương (Anderson, 2013); (iii) Ô nhiễm rác thải nhựa.

Ô nhiễm biển có thể thay đổi trạng thái vật lý, hóa học, sinh học của biển và vùng biển ven bờ, gây ra mối đe dọa đối với động vật thủy sinh tự nhiên, hệ sinh thái biển cũng như các ngành công nghiệp hoạt động trên biển, ven biển, sinh kế phụ thuộc vào biển như khai thác thủy sản/nuôi trồng thủy sản và du lịch. Để đánh giá mức độ tác động của ô nhiễm môi trường biển và có những giải pháp giảm nhẹ tổn thương, phòng ngừa rủi ro thì việc đánh giá rủi ro và phân vùng rủi ro ô nhiễm môi trường biển tỉnh Quảng Trị theo hướng dẫn về phân vùng rủi ro môi trường biển (Bộ TN&MT, 2016), đánh giá và thông tin rủi ro môi trường biển (GESAMP, 2008) là quan trọng và cần thiết. Trong nghiên cứu này, phương pháp luận nghiên cứu định lượng (Rana et al., 2021) được sử dụng để thực hiện phân vùng và đánh giá rủi ro ô nhiễm môi trường biển tỉnh Quảng Trị. Các giá trị chỉ số rủi ro được tính toán và thể hiện trên bản đồ phân vùng rủi ro. Kết quả nghiên cứu này là cơ sở thực tiễn giúp các cơ quan quản lý địa phương thực hiện các biện pháp kiểm soát, giảm nhẹ và quản lý rủi ro môi trường cho vùng biển tỉnh Quảng Trị.

2. PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

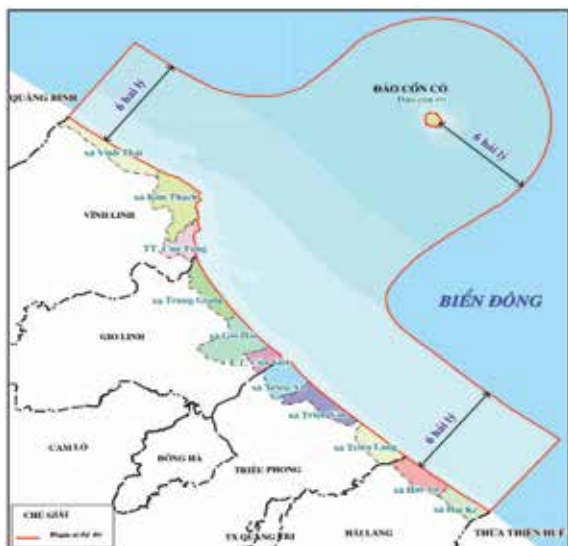
2.1. Phạm vi nghiên cứu

Để đánh giá và phân vùng rủi ro ô nhiễm môi trường biển tỉnh Quảng Trị, phạm vi nghiên cứu là vùng biển ven bờ được xác định bao gồm vùng biển ven bờ và vùng đất bờ ven biển được thể hiện trong Hình 1. Vùng biển ven bờ có diện tích 1.337,91 km² và ranh giới ngoài cách 6 hải lý (Quyết định số 853/QĐ-BTNMT) và vùng đất ven biển gồm 11 xã, phường, thị trấn thuộc 4 huyện ven biển và huyện đảo Cồn Cỏ, với diện tích tự nhiên là 142,94 km².

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp phân chia các ô để phân cấp vùng rủi ro ô nhiễm môi trường biển

Phần mềm Arcgis: Được sử dụng để tạo lưới ô cho vùng ô bờ và ô ven bờ. Các lưới ô có kích thước 40 x 60 và phù hợp với đặc điểm của khu vực nghiên cứu, quy định hướng dẫn (Bộ TN&MT, 2016).



▲ Hình 1. Phạm vi nghiên cứu

Phân chia ô bờ: Được thực hiện với tiêu chí: (i) Khoảng cách giữa đường mức nước triều cao và triều thấp không tương đồng giữa các khu vực, dao động từ 70 - 120 m, riêng các khu vực gần cửa sông như ở Cửa Tùng và Cửa Việt thì khoảng cách này khá rộng từ 150 - 200 m; (ii) Gộp các ô có diện tích rất nhỏ (dưới 0,001 km²) do địa hình khác nhau để đảm bảo việc tính toán phân cấp chỉ số rủi ro cho từng ô được chặt chẽ và tính đồng nhất về số lượng điểm mẫu của mỗi ô.

Kết quả tính được tổng số và diện tích ô bờ vùng biển tỉnh Quảng Trị là 1.631 ô, bao gồm 2 ô có diện tích ≤ 0,001 km², 11 ô có diện tích trong khoảng 0,001 - 0,0014 km², 342 ô có diện tích trong khoảng 0,0014 - 0,0024 km², 966 ô có diện tích trong khoảng 0,0024 - 0,0036 km² và 310 ô có diện tích trong khoảng 0,0036 - 0,0048 km².

Phân chia ô ven bờ: Được thực hiện với tiêu chí: (i) Chọn kích thước của các ô ven bờ là 4 x 5 km với tổng diện tích vùng ven bờ là 1.338 km²; (ii) Giữ nguyên phần biên trong của vùng ô ven bờ có diện tích nhỏ 1 - 14 km², được gọi là ô lỗ. Các ô ven bờ này bị biến động do sự biến động của phạm vi đường mức nước triều cao trung bình nhiều năm đến đường 6 hải lý.

Tổng số và diện tích ô ven bờ vùng biển tỉnh Quảng Trị được tính là 83 ô ven bờ. Trong đó, số ô ven bờ có diện tích khoảng 20 km² chiếm số lượng cao nhất là 66 ô, số ô có diện tích 19 km² là 7 ô và số ô ven bờ có diện tích ngẫu nhiên nằm trong khoảng 7 - 18 km có 8 ô với mỗi giá trị tăng thêm 1 km²/ô, ngoại trừ ô ven bờ có diện tích 15 km² là 2 ô.

2.2.2. Phương pháp tính toán, xác định giá trị chỉ số phân cấp và đánh giá rủi ro ô nhiễm môi trường biển

Tính toán thương số rủi ro RQ: Các thương số rủi ro và tổng thương số rủi ro môi trường biển được thể hiện trong các công thức 1 (Z.Vryzas et al., 2011) và công thức 2 tại Điều 11, Thông tư số 26/2016/TT-BTNMT (Bộ TN&MT, 2016) tương ứng.

$$RQ = \frac{PEC}{PNEC} \quad (1)$$

$$RQ = \frac{\sum_{j=1}^n W_j \left(\frac{PEC}{PNEC} \right)}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad (2)$$

Ghi chú:

RQ: Thương số rủi ro môi trường đối với thông số j.

PEC: Nồng độ chất gây ô nhiễm j trong môi trường vùng biển Quảng Trị được dự báo.

PNEC: Nồng độ giới hạn chất gây ô nhiễm j theo QCVN 10-MT:2015/BTNMT.

m: Tổng số thông số được xác định phân vùng và đánh giá rủi ro (12 thông số).

Wj: Trọng số đối với chất gây ô nhiễm j theo quy định tại Điều 11, Thông tư số 26/2016/TT-BTNMT (Bộ TN&MT, 2016) như BOD, COD, DO là 1,5; pH, amoni (N-NH₄⁺), (Phosphat (PO₄³⁻) là 1,7; arsen (As), sắt hòa tan (Fe), mangan (Mn) là 2,0; Florua (F-) là 1,0 và coliform là 1,3.



Đánh giá rủi ro môi trường biển: Tiêu chí chung để xếp hạng rủi ro (Hernando et al., 2006) đã được sử dụng trong nghiên cứu này: $RQ < 0,01$, không có khả năng gây rủi ro; $0,01 \leq RQ < 0,1$, rủi ro thấp; $0,1 \leq RQ < 1$, rủi ro trung bình; và $RQ \geq 1$, nguy cơ cao hoặc theo hướng dẫn (Bộ TN&MT, 2016), $RQ_{tb} > 1,5$ rủi ro ô nhiễm môi trường rất cao; $1,25 < RQ_{tb} \leq 1,5$ rủi ro ô nhiễm môi trường cao; $1 < RQ_{tb} \leq 1,25$ rủi ro ô nhiễm môi trường trung bình và $RQ_{tb} \leq 1$ rủi ro ô nhiễm môi trường thấp.

2.2.3. Phương pháp mô hình để dự báo nồng độ chất ô nhiễm trong môi trường biển

Để phục vụ cho phân vùng và đánh giá rủi ro môi trường biển tỉnh Quảng Trị, phương pháp mô hình đã được sử dụng để dự báo nồng độ chất ô nhiễm tại các ô bờ và ô ven bờ. Trong nghiên cứu này, bộ mô hình MIKE21/3 Coupled FM với các module HD, SW (sử dụng lưới phi cấu trúc linh động phù hợp với vùng nghiên cứu có biên phức tạp) được lựa chọn sử dụng.

2.2.4. Phương pháp hiệu chỉnh mô hình

Hiệu chỉnh mô hình được thực hiện bởi sự so sánh giữa số liệu thực đo và số liệu tính toán bởi mô hình tại các trạm thủy văn. Để đánh giá mức độ chính xác của mô hình, chỉ số Nash-Sutcliffe thường được sử dụng.

Bảng 1. Mức hiệu quả của mô hình theo Nash-Sutcliffe

Mức hiệu quả của mô hình	Nash-Sutcliffe (NSE)
Rất tốt	$0,75 \div 1,0$
Tốt	$0,65 \div 0,75$
Trung bình	$0,50 \div 0,65$
Kém	$\leq 0,50$

Hệ số Nash-Sutcliffe được tính:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (H'_0 - H'_m)^2}{\sum_{t=1}^T (H'_0 - \bar{H}_0)^2} \quad (3)$$

Trong đó:

- H'_0 : Số liệu thực đo.
- H'_m : Số liệu mô phỏng.
- NSE: Là sai số so sánh giữa tính toán và thực đo theo Nash-Sutcliffe.

Trong nghiên cứu này, quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình đạt được là có độ chính xác khá tốt, hệ số cân bằng Nash khá cao và đạt quy định cho việc xác định nồng độ các chất ô nhiễm tại từng ô bờ, ven bờ bằng mô hình mô phỏng.

Bảng 2. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô phỏng mực nước

Tên trạm	Hệ số Nash-Sutcliffe tính toán		R2
	NSE	Ghi chú	
Cửa Việt: 5/2018	0,675	Tốt	0,827
Cửa Việt: 6/2020	0,683	Tốt	0,831
Cồn Cỏ: 5/2018	0,601	Trung bình	0,776
Cồn Cỏ: 6/2020	0,591	Trung bình	0,876

Bảng 3. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô phỏng dòng chảy

Tên trạm	Hệ số Nash-Sutcliffe tính toán		R2
	NSE	Ghi chú	
Trạm S1: T6/2023	0,543	Trung bình	0,675
Trạm S2: T6/2023	0,557	Trung bình	0,712
Trạm S3: T5/2018	0,638	Trung bình	0,745
Trạm S3: T6/2020	0,686	Tốt	0,826
Trạm S3: T11/2020	0,606	Trung bình	0,740

Bảng 4. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô phỏng sóng

Tên trạm	Hệ số Nash-Sutcliffe tính toán		R2
	NSE	Ghi chú	
Trạm S1: T6/2023	0,678	Tốt	0,778
Trạm S2: T6/2023	0,629	Trung bình	0,748
Trạm S3: T6/2020	0,516	Trung bình	0,672

Hiệu chỉnh và kiểm định chất lượng nước: Hiệu chỉnh và kiểm định kết quả tính toán quá trình lan truyền chất ô nhiễm của mô hình trong môi trường biển được so sánh với các dữ liệu quan trắc môi trường vùng ven biển tỉnh Quảng Trị với các thông số TSS, NH_4^+ , Florua, PO_4 , Fe, As, Mn tại 11 vị trí khu vực cửa sông và ven bờ tỉnh Quảng Trị giai đoạn tháng 5/2018, tháng 6/2020 và tháng 11/2020 được tham khảo (Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị, 2020). Các vị trí lấy mẫu quan trắc vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Trị được thể hiện trong Hình 2. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình lan truyền chất cho thấy sự chênh lệch nhỏ về độ lớn các chỉ số chất lượng nước giữa đo đạc và mô phỏng. Qua đó khẳng định kết quả mô phỏng đảm bảo độ tin cậy, có thể sử dụng bộ thông số của mô hình phục vụ tính toán các kịch bản tiếp theo.

2.2.5. Phương pháp thiết lập mô hình

Mô hình biển Đông: Các biên chính của mô hình được sử dụng là eo biển Đài Loan, Luzon, Mindoro, Babalac và Malacca. Với module thủy động lực HD, các biên này là các biên mực nước với số liệu mực nước triều được xây dựng từ các hằng số điều hòa. Với module tính phổ sóng SW, các biên này được giả thiết là "lateral boundary" (biên bên). Do vùng nghiên cứu chính là vùng ven biển tỉnh Quảng Trị nên vùng từ Quảng Bình đến Đà Nẵng lưới tính được cập nhật thêm lưới mịn ven bờ.

Mô hình nghiên cứu chi tiết: Được thiết lập với độ phân giải lưới khu vực tính toán cục kỳ chi tiết, bước lưới khoảng 1m đến 5m, ngoài ra phạm vi mô phỏng cũng được thiết lập đủ rộng nhằm giảm thiểu các tác động tắt định của biên tới vùng nghiên cứu (Hình 3).



▲ Hình 2. Các vị trí lấy mẫu cho hiệu chỉnh mô hình



▲ Hình 3. Lưới tính và phạm vi tính toán của mô hình chi tiết

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả tính toán nồng độ các chất ô nhiễm trong nước biển bằng mô hình mô phỏng

Các thông số được sử dụng cho thực hiện nghiên cứu phân vùng và đánh giá rủi ro ô nhiễm môi trường biển tỉnh Quảng Trị gồm: Oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD_5), nhu cầu oxy hóa học (COD), pH, amoni (NH_4^+), photphat (PO_4^{3-}), chất rắn lơ lửng (TSS), Florua (F-), coliform, arsen (As), sắt hòa tan (Fe), mangan (Mn). Kết quả tóm tắt về nồng độ các chất ô nhiễm trong nước biển ở bờ được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5. Tóm tắt kết quả tính toán nồng độ các chất ô nhiễm dự báo (PEC) ở bờ (n = 1.631)

Thông số	Số liệu thống kê						
	Trung bình	Sai số	Trung vị	Độ lệch chuẩn	Min	Max	Mức độ tin cậy (95,0%)
DO (mg/L)	7,14	0,01	7,12	0,54	5,12	8,02	0,03
BOD_5 (mg/L)	1,48	0,05	1,08	2,00	0,50	13,76	0,10
COD (mg/L)	5,18	0,06	4,51	2,49	2,88	14,88	0,12
pH	7,95	0,00	7,98	0,09	7,41	8,00	0,00
NH_4^+ (mg/L)	0,24	0,00	0,20	0,17	0,05	0,89	0,01
PO_4^{3-} (mg/L)	0,09	0,00	0,08	0,06	0,02	0,31	0,00
TSS (mg/L)	6,48	0,07	5,88	3,00	5,00	24,92	0,15
Florua (mg/L)	1,09	0,00	1,06	0,10	1,00	1,50	0,00
Coliform (MPN/100mL)	159	10	30	397	0	2.716	19
As (mg/L)	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,05	0,00
Fe (mg/L)	0,68	0,01	0,63	0,20	0,50	1,50	0,01
Mn (mg/L)	0,17	0,00	0,15	0,08	0,10	0,50	0,00

Kết quả mô phỏng nồng độ các chất ô nhiễm trong nước biển gần bờ tỉnh Quảng Trị cho thấy:

Nồng độ oxy hòa tan trong nước biển vùng biển Quảng Trị là cao và tương đối ổn định theo thời gian, không gian, trung bình tháng xấp xỉ 5,1 - 8,0 mg/l trong 1 năm khí hậu điển hình, trung bình 7,14 mg/L. Nồng độ DO mùa mưa và mùa khô không có sự chênh lệch đáng kể, xu thế thời kỳ gió mùa Đông Bắc phân tán mạnh hơn. So với kết quả quan trắc nước biển ven bờ của tỉnh trong những năm gần đây, 5,6 - 6,2 mg/L (Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị, 2023), nồng độ oxy hòa tan được dự báo là cao hơn đáng kể.

Nồng độ BOD_5 trong nước biển vùng biển Quảng Trị là không ổn định theo thời gian và theo không gian (giá trị độ lệch chuẩn > giá trị trung bình), nồng độ BOD_5 có sự biến động lớn, khoảng 0,5 - 13,8 mg/L dù nồng độ BOD_5 trung bình là thấp, 1,5 mg/L. Nguyên nhân là do sự tác động mạnh của gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam. Trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam, nồng độ BOD_5 xu hướng tăng lên và thấp dần trong giai đoạn chuyển tiếp từ gió mùa Đông Bắc sang Tây Nam và ngược lại. Nồng độ BOD_5 đạt giá trị lớn nhất vào tháng 12 và thấp nhất vào tháng 1. Các vị trí từ Cửa Tùng đến Cửa Việt có nồng độ BOD_5 cao hơn mức trung bình và cao hơn các vị trí điểm còn lại dọc bờ biển tỉnh Quảng Trị.

Nồng độ COD trong nước có xu thế thay đổi theo chế độ gió mùa, có biên độ dao động nhỏ, chỉ xấp xỉ 2,5 - 4,0 mg/L. Trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc, nồng độ COD đạt giá trị lớn nhất trong năm (dao động từ 2,9 - 14,9 mg/L) tại các vị trí và trong thời kỳ gió mùa Tây Nam giá trị này nhỏ nhất trong năm (dao động từ 2,0 - 3,0 mg/L).

Giá trị pH trong vùng biển tỉnh Quảng Trị được dự báo là tương đối ổn định, nằm trong khoảng 7,4 - 8,0 và có biến động theo mùa nhưng không đáng kể. Kết quả dự báo này là thấp hơn so với kết quả quan trắc pH của chương trình quan trắc nước biển ven bờ tỉnh Quảng Trị (Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị, 2023), giá trị pH dao động trong khoảng 7,6 - 8,3 (chân triều) và 7,7 - 8,1 (đỉnh triều).

Nồng độ Amoni (NH_4^+) trong nước biển được dự báo cao khoảng 0,24 mg/L có xu thế ít thay đổi trên toàn miền. So với kết quả quan trắc nước biển ven bờ của tỉnh, khoảng từ không phát hiện đến 0,15 mg/L (chân triều) và trong khoảng từ không phát hiện đến 0,19 mg/L (đỉnh triều) (Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị, 2023) thì các giá trị dự báo là có sự chênh lệch đáng kể.

Nồng độ photphat (PO_4^{3-}) trong nước biển có xu thế biến thiên rõ rệt theo mùa và tương đối ổn định trên toàn miền với nồng độ PO_4^{3-} xấp xỉ 0,04 - 0,09 mg/L.

Tổng chất rắn lơ lửng trung bình ở khu vực nghiên cứu có giá trị dao động khoảng 5,0 - 24,9 mg/L, trung bình khoảng 6,5 mg/L, ít có sự thay đổi lớn giữa các vùng và các mùa trong điều kiện 1 năm khí hậu điển hình. Tại các vị trí vùng cửa sông (Cửa Tùng, Cửa Việt), chỉ số chất rắn lơ lửng có khuynh hướng phân tán mạnh hơn, nồng độ lớn nhất có thể dao động từ 20 - 30 mg/L hoặc lớn hơn. So với kết quả quan trắc nước biển hàng năm của tỉnh Quảng Trị, nồng độ TSS trung bình khoảng 5,2 - 47,9 mg/L (chân triều) và 4,4 - 46,0 mg/L (đỉnh triều) (Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị, 2023) thì nồng độ TSS theo dự báo là nhỏ hơn đáng kể. Điều này góp phần giảm chỉ số tổn thương rủi ro môi trường biển.

Nồng độ Florua trong nước biển tương đối ổn định, dao động từ 1,0 mg/L nhỏ nhất đến lớn nhất 1,5 mg/L, trung bình khoảng 1,1 mg/L.

Nồng độ Coliform trong nước biển khá ổn định, mức độ thay đổi có sự khác biệt ở vùng bờ và vùng nước trong sông. Nồng độ Coliform ở các vị trí ổn định hơn (dưới 100 MPN/100mL và thấp nhất vào các tháng mùa kiệt (gió mùa



Tây Nam, tháng 6, 7, 8) với giá trị xấp xỉ 0 (MPN/100ml). Nồng độ coliform dự báo cho vùng biển tỉnh Quảng Trị nằm trong khoảng 0 - 2.700 MPN/100mL, trung bình khoảng 160 MPN/100mL và giá trị này là rất thấp so với QCVN 10-MT:2015/BTNMT.

Nồng độ As trong nước biển có xu hướng biến đổi theo mùa và theo không gian. Giá trị đỉnh xuất hiện vào các tháng mùa lũ (tháng 11 và tháng 12), xấp xỉ 0,02 mg/L tại vùng bờ từ Cửa Tùng đến Cửa Việt, các khu vực khác dao động đỉnh trong khoảng 0,015 - 0,050 mg/L. Các tháng còn lại trong năm, nồng độ As tương đối ổn định, khoảng 0,01 - 0,015 mg/L và thấp nhất vào các tháng mùa kiệt (tháng 6, 7) với nồng độ nhỏ hơn 0,012 mg/L.

Nồng độ Fe trong nước biển có xu hướng biến đổi theo mùa và theo không gian. Nồng độ cao nhất xuất hiện vào các tháng mùa lũ (tháng 11 và tháng 12), xấp xỉ khoảng 0,80 mg/L tại vùng bờ từ Cửa Tùng đến Cửa Việt, các khu vực khác dao động trong khoảng 0,60 - 0,75 mg/L, trung bình 0,68 mg/L.

Nồng độ Mn trong nước biển là thấp, biến động không đáng kể theo mùa và theo không gian. Giá trị đỉnh xuất hiện vào các tháng mùa lũ (tháng 11 và tháng 12) với giá trị xấp xỉ 0,17 mg/L tại vùng bờ từ Cửa Tùng đến Cửa Việt, các khu vực khác dao động đỉnh trong khoảng 0,1 - 0,50 mg/L. Đa số nồng độ các kim loại được dự báo (As, Fe, Mn) có nồng độ thấp hơn giá trị giới hạn của QCVN 10-MT:2015/BTNMT tương ứng với từng thông số.

Nhìn chung, nồng độ các chất ô nhiễm trong nước biển ven bờ tỉnh Quảng Trị là khá ổn định ngoại trừ các chỉ thị cho ô nhiễm hữu cơ (BOD₅, COD) do ảnh hưởng bởi sự thay đổi hướng gió trong khu vực. Xét tổng thể, sự phân tích nồng độ các chất ô nhiễm là nhỏ, độ phân tán nồng độ các chất tương ứng theo ô bờ (n = 1.631) có độ lệch chuẩn tương đối RSD < 20%, giá trị này là được chấp nhận trong nghiên cứu môi trường.

3.2. Phân vùng và đánh giá rủi ro môi trường biển tỉnh Quảng Trị

3.2.1. Kết quả tính toán chỉ số rủi ro I₀ khu vực ô bờ

Trong nghiên cứu này, chỉ kịch bản gió mùa Đông Bắc là được xét và phân vùng rủi ro môi trường biển như được thể hiện trong Hình 4. Kết quả nghiên cứu được phân cấp và đánh giá rủi ro theo 3 mức là rủi ro ô nhiễm trung bình, cao và rất cao.

Khu vực có nguy cơ rủi ro môi trường rất cao (I₀ ≥ 3,5) chiếm 78/1.631 (tương ứng với 5%) số lượng ô bờ, phân bố chủ yếu ở các khu vực xã Trung Giang, thị trấn Cửa Việt (huyện Gio Linh), xã Triệu An (huyện Triệu Phong). Khu vực này có nguy cơ rủi ro ô nhiễm môi trường rất cao nên cần sớm có các giải pháp giảm thiểu rủi ro thích hợp cho những khu vực này. Mức độ rủi ro môi trường rất cao tại các khu vực này cao là do ảnh hưởng của sinh hoạt cộng đồng và phát triển kinh tế xã hội như tại 2 xã Gio Hải và Trung Giang có tỷ lệ dân số chiếm 61,59%, diện tích nuôi thủy sản (32,7 ha) chiếm 93,69% và số tàu thuyền chiếm 63,5%... toàn huyện Gio Linh (Phước, L. V., 2023).

Khu vực có nguy cơ rủi ro môi trường cao (2,5 ≤ I₀ < 3,5) chiếm 190/1.631 (tương ứng với 12%) số lượng các ô bờ tập trung chủ yếu ở xã Gio Hải và 1 phần xã Trung Giang, thị trấn Cửa Việt (huyện Gio Linh), 1 phần xã Triệu An (huyện Triệu Lăng).

Các khu vực còn lại đa số có nguy cơ rủi ro môi trường trung bình (1,5 ≤ I₀ < 2,5), chiếm 1.363/1.631 (tương ứng với 84%) số lượng ô bờ.

3.2.2. Kết quả tính toán chỉ số rủi ro I₀ khu vực ô ven bờ

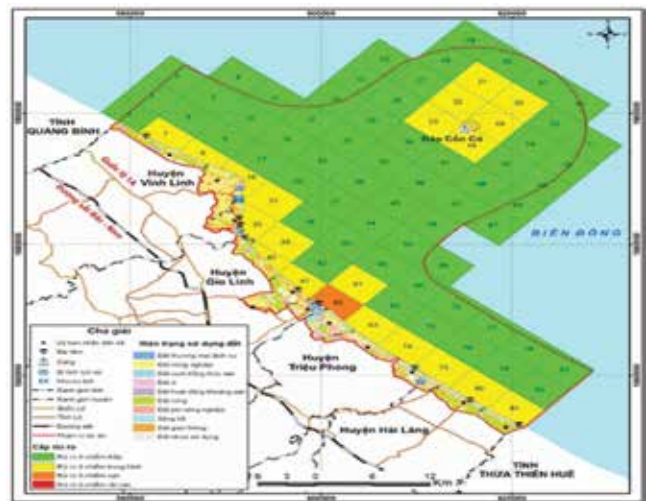
Kết quả phân cấp rủi ro môi trường ô ven bờ cho thấy mức độ rủi ro môi trường biển ở khu vực biển ven bờ tỉnh Quảng Trị thuộc loại trung bình - thấp, cụ thể:

Khu vực có nguy cơ rủi ro môi trường cao (2,5 ≤ I₀ < 3,5) chỉ tập trung tại ô 62 (cảng Cửa Việt), chiếm 1% số lượng ô ven bờ. Nguyên nhân gây nên nguy cơ rủi ro môi trường cao ở khu vực này là do tại cảng Cửa Việt tập trung các tàu, thuyền đánh cá và nhập hàng thủy sản, cung ứng hậu cần thủy sản... Các hoạt động này đã phát sinh nhiều chất thải và kiểm soát chưa được chặt chẽ trong xử lý và xả thải.

Khu vực có nguy cơ rủi ro môi trường trung bình (1,5 ≤ I₀ < 2,5) tập trung tại khu vực tiếp giáp ô bờ và tại khu vực xung quanh đảo Côn Cỏ nơi có khu bảo tồn biển cần được bảo vệ nghiêm ngặt, chiếm 25% số lượng ô ven bờ.

Các ô ven bờ còn lại có nguy cơ rủi ro môi trường thấp (I₀ ≤ 1,5), chiếm 74% số lượng ô ven bờ.

Xét trong tổng thể, nguy cơ rủi ro môi trường khu vực biển ven bờ tỉnh Quảng Trị thuộc mức độ trung bình thấp với tỷ lệ thuộc vùng bờ 84% và vùng ven bờ 99%. Điều này cho thấy, các yếu tố thiên nhiên và sinh hoạt của con người, các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội chưa có tác động rõ rệt đối với nguy cơ gây rủi ro môi trường biển ở vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Trị.



▲ Hình 4. Phân cấp vùng rủi ro ô nhiễm môi trường biển tỉnh Quảng Trị

Kết quả tóm tắt tính toán thương số rủi ro đối với vùng bờ và vùng ven bờ được thể hiện trong Bảng 6. Đối với vùng biển ven bờ, do diện tích các ô là khá lớn (7 - 20 km²/ô) nên các ô được chia nhỏ thành 4.281 điểm cho 83

ô ven bờ. Đối với các ô bờ, do diện tích các ô là nhỏ nên mỗi ô chỉ tính thương số rủi ro của 1 vị trí nên $RQ_j = RQ_{i_b}$.

Có thể nhận thấy mức độ ô nhiễm hoặc nguy cơ rủi ro ở vùng bờ là lớn hơn so với vùng ven bờ khi cả thương số rủi ro trung bình mỗi ô hoặc cả vùng bờ đều cao hơn vùng ven bờ. Nguyên nhân có thể dễ dàng nhận thấy, các hoạt động dân sinh, sản xuất, nuôi trồng thủy sản ở vùng bờ Quảng Trị.

Bảng 6. Tóm tắt kết quả tính toán thương số rủi ro RQ vùng biển tỉnh Quảng Trị

Số liệu thống kê	Thương số rủi ro ô bờ		Thương số rủi ro ô ven bờ
	(n = 1.631)		
(n = 4.281 điểm/83 ô)			
	$RQ = RQ_{i_b}$	RQ	RQ_{i_b}
Trung bình	0,867	0,585	0,590
Sai số	0,009	0,002	0,010
Trung vị	0,776	0,549	0,549
Độ lệch chuẩn	0,350	0,108	0,090
Giá trị nhỏ nhất	0,541	0,543	0,546
Giá trị lớn nhất	2,291	2,489	1,012
Mức độ tin cậy (95,0%)	0,017	0,003	0,020

Các số liệu thống kê (Bảng 6) cũng cho thấy giá trị trung vị có giá trị nhỏ hơn giá trị trung bình nên số vị trí có mức độ ô nhiễm thấp hoặc nguy cơ rủi ro thấp là cao hơn. So sánh với kết quả nghiên cứu về hiện trạng môi trường biển những năm gần đây ở khu vực lân cận khu vực miền Trung (Bộ TN&MT, 2021) cho thấy mức độ nguy cơ rủi ro môi trường biển ở vùng biển Quảng Trị là cao hơn rất đáng kể, cao hơn 6 - 8 lần so với vùng biển Đông Hới, Quảng Bình (RQ = 0,10 vào mùa mưa năm 2018) và vùng biển Thuận An, Huế (RQ = 0,12 vào mùa mưa năm 2018). Mức độ nguy cơ rủi ro môi trường biển tỉnh Quảng Trị chỉ tương đương vùng biển Sầm Sơn, Thanh Hóa (RQ = 0,43) và thấp hơn vùng biển Phan Thiết (RQ = 2,66).

Để giảm thiểu ô nhiễm, giảm nguy cơ rủi ro môi trường tại những khu vực có mức nguy cơ rủi ro ô nhiễm môi trường cao ở vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Trị, một số giải pháp quản lý tổng hợp các xung đột vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Trị được đề xuất:

- i) Xây dựng một bộ công cụ điều tiết nhằm thực hiện phát triển bền vững ở vùng biển Quảng Trị bao gồm các công cụ quản lý về chính sách, kỹ thuật, môi trường, kinh tế và xã hội.
- ii) Cần có một công cụ quản lý để đánh vào kinh tế đối với các chủ nguồn gây rủi ro ô nhiễm môi trường cao, trong đó các chi/lợi ích và chi phí tối thiểu được phân tích, tính toán chi tiết.
- iii) Để quản lý tổng hợp ô nhiễm vùng bờ hiệu quả và đạt được yêu cầu, sự thương lượng, tham vấn cộng đồng nhằm đảm bảo lợi ích chung giữa công tác quản lý và cộng đồng cần được thực hiện.
- iv) Nguyên nhân chính gây ra rủi ro ô nhiễm vùng ven biển nói chung và vùng ven biển tỉnh Quảng Trị nói riêng, nhất là ở những khu vực có nguy cơ rủi ro môi trường cao và rất cao là do chưa giải quyết được mâu thuẫn lợi ích giữa các bên liên quan, do đó cần giải quyết hoặc có giải pháp kỹ thuật phù hợp để giải quyết các nguyên nhân này.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Kết quả phân vùng và đánh giá rủi ro ô nhiễm môi trường ven biển tỉnh Quảng Trị đã được thực hiện theo hướng dẫn trong Thông tư số 26/2016/TT-BTNMT và tham khảo các nghiên cứu về đánh giá rủi ro môi trường cho thấy: Nguy cơ rủi ro môi trường ven biển tỉnh Quảng Trị thuộc mức độ trung bình thấp với tỷ lệ thuộc vùng bờ 84% và vùng ven bờ 99%; Vùng ven biển tỉnh Quảng Trị có ưu thế nghiêng về mức độ nguy cơ rủi ro trung bình thấp; Mức độ nguy cơ rủi ro môi trường ở vùng ven biển Quảng Trị cao hơn rất đáng kể so với vùng biển khu vực miền Trung.

Trong nghiên cứu này, kết quả nghiên cứu phân vùng và đánh giá rủi ro môi trường biển tỉnh Quảng Trị mới chỉ đánh giá dựa vào nồng độ giới hạn của một số thông số hóa lý trong nước biển ven bờ theo QCVN 10-MT:2015/BTNMT và các trọng số tương ứng được đề xuất tại Điều 11, Thông tư số 26/2016/TT-BTNMT. Do đó, cần có nghiên cứu sâu hơn về rủi ro môi trường biển với các đối tượng sinh thái nhạy cảm, các trọng số được tham vấn bởi các chuyên gia và nhà quản lý ở địa phương vì mỗi vùng biển là có tính nhạy cảm khác nhau. Bên cạnh đó, các vùng biển có tính liên vùng nên công tác phân vùng và đánh giá rủi ro môi trường biển cần được đánh giá trong một vùng biển có tính chất tương tự như vùng biển Bắc Trung bộ, vùng biển Nam Trung bộ, vùng biển Đông Nam bộ... Ngoài ra, cần đánh giá rủi ro ô nhiễm môi trường biển mở rộng với nhiều thành phần nguy hại khác như chất ô nhiễm bền hữu cơ khó phân hủy (POPs), chất ô nhiễm trong vi nhựa, trầm tích biển■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anderson, T. L. (2013). *One World, One Ocean, One Mission. Earth Common Journal*, 3(1), 1 - 2.
2. Bộ TN&MT. (2016). *Thông tư số 26/2016/TT-BTNMT quy định chi tiết tiêu chí phân cấp vùng rủi ro ô nhiễm môi trường biển và hải đảo và hướng dẫn phân vùng rủi ro ô nhiễm môi trường biển và hải đảo*.
3. Bộ TN&MT. (2021). *Báo cáo hiện trạng môi trường biển và hải đảo quốc gia giai đoạn 2016 - 2020*.
4. GESAMP. (2008). *Assessment and communication of environmental risks in coastal aquaculture*. Rome: UN, UNEP, FAO, UNESCO-IOC, WMO, UNIDO, IMO, IAEA.
5. Hernando, M. D., Mezcuca, M., Fernandez-Albá, A. R., & Barcelo', B. (2006). *Environmental risk assessment of pharmaceutical residues in wastewater effluents, surface waters and sediments. Talanta*, 69, 334 - 342.
6. Phước, L. V. (2023). *Phân vùng rủi ro ô nhiễm môi trường biển và hải đảo tỉnh Quảng Trị*.
7. Rana, J., Gutierrez, P. L., & Oldroyd, J. C. (2021). *Quantitative Methods. Global Encyclopedia of Public Administration, Public Policy, and Governance*, 1 - 6.
8. Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị. (2023). *Báo cáo kết quả quan trắc TN&MT tỉnh Quảng Trị giai đoạn 2019 - 2023*.
9. Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị. (2020). *Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Quảng Trị giai đoạn 2016 - 2020*.
10. Z. Vryzas, C. Alexoudis, G. Vassiliou, K. Galanis, & E. Papadopoulou-Mourkidou. (2011). *Determination and aquatic risk assessment of pesticide residues in riparian drainage canals in northeastern Greece. Ecotoxicology and environmental safety*, 74, 174 - 181.