

# ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU TẢI MÔI TRƯỜNG VÙNG BIỂN VEN BỜ TỈNH QUẢNG TRỊ

LÊ VĂN PHƯỚC<sup>1</sup>, BÙI THỊ HỒNG CẨM<sup>1</sup>, NGUYỄN THỊ CẨM TÚ<sup>1</sup>,  
NGÔ XUÂN HUY<sup>2</sup>, NGUYỄN PHÚ BẢO<sup>3\*</sup>

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

<sup>2</sup> Trường Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh

<sup>3</sup> Viện Nhiệt đới môi trường

## Tóm tắt:

Vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Trị đang tiếp nhận nước thải sinh hoạt, nước thải chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản trên địa bàn 4 huyện Vĩnh Linh, Gio Linh, Triệu Phong và Hải Lăng. Do vùng gần bờ có tỷ lệ trao đổi nước thấp (R: 58,89 %) và phải tiếp nhận tải lượng chất ô nhiễm khá cao, dẫn đến nồng độ một số thông số trong nước biển vượt quá giá trị giới hạn. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định giới hạn sức chịu tải môi trường đối với chất ô nhiễm trong vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị. Các phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu gồm: Khảo sát, đo đạc thực tế và kế thừa số liệu, mô hình mô phỏng và lan truyền chất ô nhiễm, tính toán sức chịu tải môi trường. Ở vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị, nồng độ một số thông số chất ô nhiễm thay đổi không đáng kể giữa các vị trí và tỷ lệ nước vào/ra khá thấp, khoảng 49,9% - 50,1%. Kết quả tính toán sức chịu tải đến năm 2030 cho thấy khả năng tiếp nhận nước thải đã quá tải đối với nhóm chất dinh dưỡng như ammonia (0,3 - 32,5 lần), phosphate (3,9 - 93,0 lần) và nitrite (lớn hơn vài trăm lần ở khu vực biển gần bờ huyện Hải Lăng). Trên cơ sở tính toán sức chịu tải môi trường vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị, một số giải pháp BVMT vùng biển gần bờ đã được đề xuất gồm: (i) Quản lý ô nhiễm; (ii) Phân phối lại lưu thông nước biển; (iii) Sự tham gia của cộng đồng.

Từ khóa: Chất lượng nước biển ven bờ, mô phỏng, khả năng chịu tải môi trường, tỉnh Quảng Trị.

Ngày nhận bài: 5/8/2024; Ngày sửa chữa: 15/9/2024; Ngày duyệt đăng: 15/10/2024.

## Assessment of the Environmental Carrying Capacity of the Coastal Area of Quảng Trị Province

### Abstract:

The coastal waters of Quang Tri province is receiving domestic wastewater, livestock wastewater and aquaculture water from sources in Vinh Linh, Gio Linh, Trieu Phong and Hai Lang districts. Because water exchange rate in the nearshore area has is low (R: 58.89 %) and has to receive a fairly high load of pollutants, leading to the concentration of some parameters in seawater exceeding the limit values of QCVN. This study was conducted to determine the environmental carrying capacity limit for pollutants in the coastal waters of Quang Tri province. The methods used in the study include: Survey, actual measurement and data inheritance, simulation model and pollutant spread, calculation of environmental carrying capacity. In the coastal waters of Quang Tri province, the variation of pollutants concentrations are not significantly between locations and the inlet/outlet water ratio is quite low, about 49.9% - 50.1%. The results of the calculation of the carrying capacity by 2030 show that the wastewater reception capacity is overloading for groups of nutrients such as ammonia (0.3 - 32.5 times), phosphate (3.9 - 93.0 times) and nitrite (several hundred times larger in the coastal waters of Hai Lang district). Based on the research results of environmenta carrying capacity in the coastal waters of Quang Tri province, Some solutions for environmental protection in near-shore areas are proposed such: (i) Pollution management; (ii) Redistribution of of sea water circulation; (iii) Engagement of community.

Keywords: Coastal water quality, simulation, environmental carrying capacity, Quang Tri province.

JEL Classifications: 044, Q53, Q56, R11.



## 1. MỞ ĐẦU

Vùng biển gần bờ và cửa sông là nơi tiếp nhận rất nhiều loại chất thải từ đất liền và bị “ô nhiễm”. Khái niệm về ô nhiễm biển được đưa ra bởi nhóm chuyên gia về khoa học ô nhiễm biển (GESAMP 1986): “Ô nhiễm bờ biển là việc đưa các chất hoặc bất kỳ dạng năng lượng nào vào môi trường ven biển, dẫn đến hoặc có khả năng dẫn đến những tác động bất lợi đến hệ sinh thái do những thay đổi về đặc tính vật lý, hóa học và/hoặc sinh học của nó”. Vấn đề ô nhiễm môi trường biển gần bờ gây sức ép lên chất lượng nước biển, làm giảm khả năng chịu tải của các vùng biển gần bờ và cửa sông. Sức chịu tải môi trường (Environmental Carrying Capacity - ECC) được định nghĩa là “một mức ngưỡng áp lực con người mà môi trường có thể cân bằng và chịu đựng mà không gây tác động không thể chấp nhận được” (Céline et al., 2008).

Có nhiều phương pháp luận được áp dụng để đánh giá sức chịu tải môi trường như: Tiếp cận phát triển bền vững (PTBV) (Madeira, et al., 2018); đánh giá toàn diện sức chịu tải tài nguyên môi trường (Zeng et al., 2023); đánh giá theo 3 trụ cột PTBV được áp dụng ở vùng ven biển Giang Tô, miền Đông Trung Quốc (Liu, et al., 2020); phương pháp TOPSIS hoặc hệ thống thông tin địa lý - GIS (Xu, et al., 2021)... và được sử dụng phổ thông nhất là phương pháp của nhóm chuyên gia về khoa học ô nhiễm biển (GESAMP 1986). Ở Việt Nam, hầu hết các nghiên cứu đánh giá về sức chịu tải vùng biển đều sử dụng phương pháp này (GESAMP 1986), điển hình như đánh giá sức tải môi trường ở vịnh Hạ Long - Bái Tử Long (Thanh và cs., 2012); nghiên cứu về sức chịu tải môi trường các thủy vực tiêu biểu ven bờ ở Việt Nam (Diệu và cs., 2016); nghiên cứu về đánh giá sức chịu tải môi trường vùng ven biển quy mô nhỏ cấp

địa phương ở vùng ven biển đảo Cát Bà, Hải Phòng (Trang và Hoa, 2009)...

Tỉnh Quảng Trị có vị trí thuận lợi để đẩy mạnh phát triển kinh tế biển, nhưng đồng thời cũng sẽ gây áp lực lớn đến TN&MT vùng ven biển, tạo sức ép đối với sức tải môi trường vùng biển gần bờ của địa phương. Sức chịu tải môi trường của vùng biển gần bờ là hữu hạn và đánh giá sức chịu tải là một phần của chiến lược quản lý môi trường vùng ven biển (UNEP 1995). Chính vì vậy, để kiểm soát ô nhiễm môi trường biển trên địa bàn tỉnh hiệu quả, việc đánh giá khả năng chịu tải môi trường phục vụ công tác quản lý TN&MT biển là quan trọng và cần thiết. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá sức chịu tải môi trường vật lý, nghĩa là xác định giới hạn chịu tải chất ô nhiễm trong vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị, không xét đến các nguyên nhân, cơ chế phát thải. Vùng biển gần bờ là khu vực có các hoạt động dân sinh và sản xuất mật độ cao, tiếp nhận nhiều nguồn thải từ trong đất liền thải vào nên có mức độ ô nhiễm cao hơn trong tổng thể vùng biển ven bờ. Ngoài ra, sự lưu thông nước, tỷ lệ trao đổi nước cũng thay đổi theo từng khu vực và chất lượng nước có tính liên vùng, chịu tác động qua lại bởi các yếu tố tự nhiên và nhân sinh. Do đó nhóm tác giả đã nghiên cứu về sự thay đổi nồng độ chất ô nhiễm, tỷ lệ trao đổi nước và sức chịu tải môi trường ở từng khu vực trong tổng thể vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị.

## 2. PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Phạm vi nghiên cứu

Vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị được phân chia thành 1.631 ô. Diện tích, độ sâu các ô bờ được sử dụng cho tính toán thể tích (V) vùng biển gần bờ. Số lượng các ô bờ được phân chia theo từng xã/thị trấn như được thể hiện trong Bảng 1.

**Bảng 1. Số lượng ô bờ được phân chia theo địa phương**

Huyện ven biển	Xã, thị trấn ven biển	Số ô bờ	Số thứ tự ô bờ
Huyện Vĩnh Linh	Xã Vĩnh Thái	291	1 - 291
	Xã Kim Thạch	217	292 - 508
	Thị trấn Cửa Tùng	141	509 - 649
Huyện Gio Linh	Xã Trung Giang	175	650 - 824
	Xã Gio Hải	128	825 - 952
	Thị trấn Cửa Việt	75	953 - 1.027
		5	1.028 - 1.032
Huyện Triệu Phong	Xã Triệu An	126	1.033 - 1.158
	Xã Triệu Vân	124	1.159 - 1.282
	Xã Triệu Lăng	101	1.283 - 1.383
Huyện Hải Lăng	Xã Hải An	128	1.384 - 1.511
	Xã Hải Khê	120	1.512 - 1.631
<b>Tổng</b>		<b>1.631</b>	

Nguồn: Phức, 2023

Phạm vi nghiên cứu là vùng nước biển gần bờ được xác định theo hướng dẫn của Bộ TN&MT (Bộ TN&MT, 2016) “Nằm trong phạm vi từ đường mực nước triều cao trung bình nhiều năm đến đường mép nước biển thấp nhất trung bình trong nhiều năm”, kéo dài 75 km, từ xã Vĩnh Thái (huyện Vĩnh Linh, phía Bắc) đến xã Hải Khê (huyện Hải Lăng, phía Nam), được thể hiện trong Hình 1.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để đánh giá khả năng chịu tải môi trường nước biển gần bờ tỉnh Quảng Trị, các phương pháp nghiên cứu đã được sử dụng gồm:

#### 2.2.1. Phương pháp khảo sát, đo đạc thực tế và kế thừa

##### a) Số liệu mực nước triều, dòng chảy:

Các yếu tố sóng, dòng chảy được đo bằng thiết bị AWAC AST; độ sâu được đo bằng thiết bị đo mực nước tự động. Máy được thiết lập với tần suất đo mực nước, đo sóng theo từng giờ và đo tự động, liên tục trong suốt khoảng thời gian đo đạc (Bảng 2 và Hình 2).



▲ Hình 1. Khu vực nghiên cứu

Nguồn: Phước, 2023

**Bảng 2. Vị trí các trạm đo sóng, dòng chảy và mực nước**

TT	Tên trạm	Hệ tọa độ WGS 1984		Ghi chú
		Lat (độ)	Long (độ)	
1	Trạm S1: Trạm đo sóng và dòng chảy	17° 1'32.13"N	107° 7'33.89"E	Khu vực Cửa Tùng
2	Trạm S2: Trạm đo sóng và dòng chảy	16°54'50.00"N	107°12'47.20"E	Khu vực Cửa Việt
3	Trạm Cửa Việt: Trạm đo mực nước	16°53'N	107°10'E	Trạm thủy văn
4	Trạm Cồn Cỏ: Trạm đo mực nước	17° 9'20.69"N	107°20'49.99"E	Trạm quốc gia
5	Trạm Hiền Lương: Trạm đo mực nước	17°00'N	107°05'E	Trạm thủy văn

Nguồn: Phước, 2023

*Thời gian khảo sát trạm S1:* Từ 11h00 ngày 20/6/2023 - 11h00 ngày 27/6/2023, thực hiện đo vận tốc dòng chảy và hướng dòng theo các tầng độ sâu. Tần suất đo đạc là 1 giờ/lần.

*Thời gian khảo sát trạm S2:* Từ 11h30 ngày 12/6/2023 - 12h30 ngày 19/6/2023, thực hiện đo vận tốc dòng chảy và hướng dòng theo các tầng độ sâu. Tần suất đo đạc là 1 giờ/lần.

*Các số liệu mực nước triều:* Dự báo bởi mô hình triều toàn cầu FES2014 do AVISO cung cấp, cũng được sử dụng để tạo biên mô hình, hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

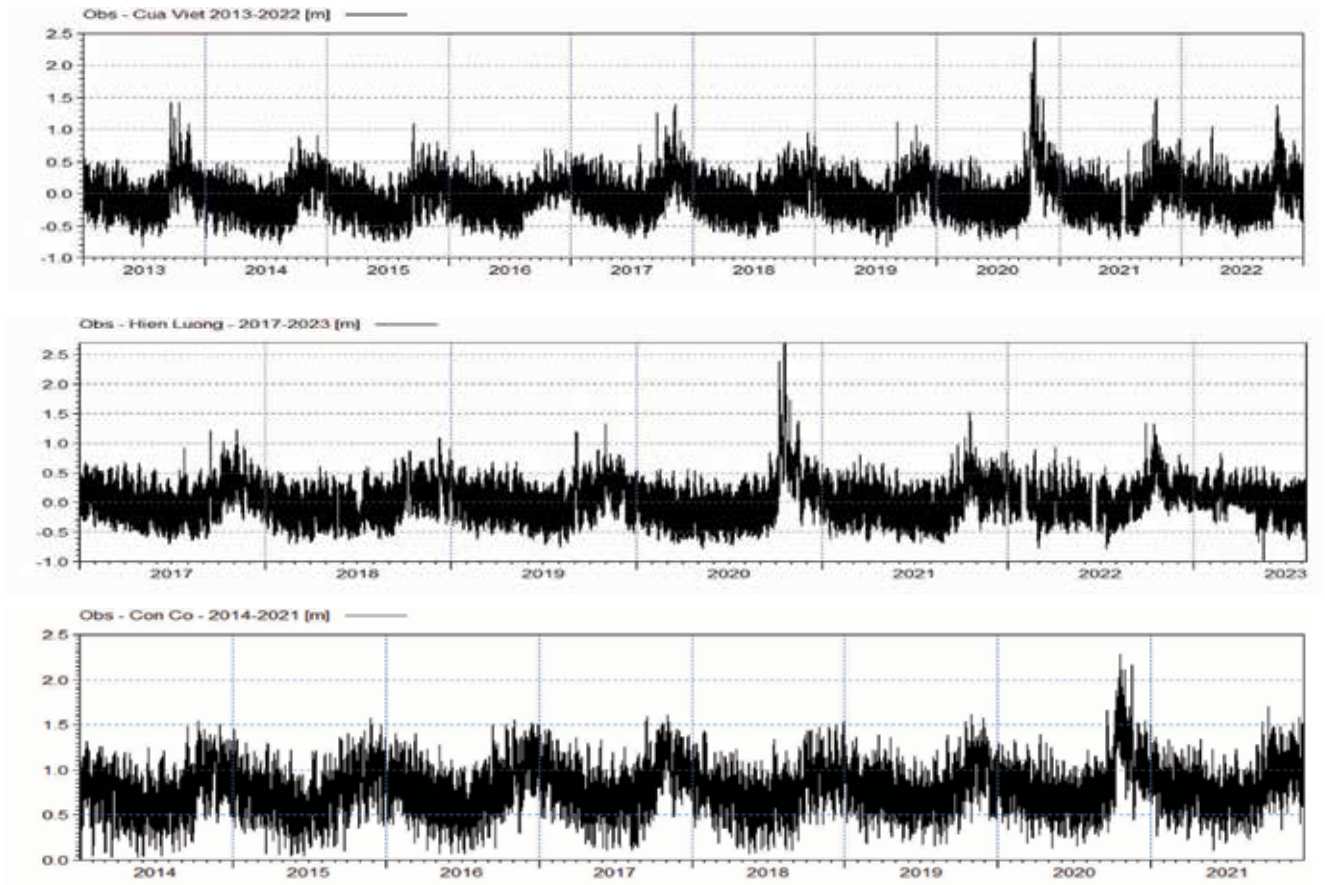
*b) Số liệu kế thừa:* Cơ sở dữ liệu về mực nước kế thừa từ kết quả quan trắc của các trạm thủy hải văn, được thu thập, bổ sung, cập nhật đến tháng 12/2021

(Cồn Cỏ); tháng 12/2022 (trạm Cửa Việt) và tháng 8/2023 (trạm Hiền Lương).

Chất lượng nước biển gần bờ như các thông số hóa lý, ô nhiễm hữu cơ, ô nhiễm dinh dưỡng... được trích dẫn từ kết quả quan trắc của Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị giai đoạn 2019 - 2023 (Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị, 2023).

#### 2.2.2. Phương pháp mô hình thủy động lực và lan truyền, biến đổi chất ô nhiễm

*a) Mô hình mô phỏng thủy động lực:* Mô hình MIKE21/3 Coupled FM với các module HD, SW được sử dụng để mô phỏng chế độ thủy động lực. Mô hình MIKE21/3 Coupled FM và mô hình MIKE 21 Ecolab được sử dụng cho nhóm mô hình chi tiết. Các dữ liệu được sử dụng cho mô hình mô phỏng bao gồm:



▲ Hình 2. Số liệu quan trắc mực nước tại các trạm quan trắc

Nguồn: Phước, 2023

**Số liệu về địa hình:** Sử dụng bản đồ địa hình đáy biển, tỷ lệ 1/50.000, 1/10.000 (2002 - 2007) ở vùng ven bờ tỉnh Quảng Trị, địa hình biển Đông từ SRTM15\_PLUS V1.0 của Viện Hải dương học Scripps thuộc Đại học California (Mỹ).

**Số liệu về mực nước và dòng chảy:** Đo trực tiếp tại các trạm thủy hải văn (Bảng 2) và kế thừa cơ sở dữ liệu của các trạm thủy hải văn Cửa Việt (đến tháng 12/2022); Hiền Lương (đến tháng 8/2023) và Cồn Cỏ (đến tháng 12/2021).

**Số liệu về sóng:** Thực hiện khảo sát, đo sóng tại khu vực biển Quảng Trị - Trạm S1, S2 năm 2023 (Bảng 2).

**Số liệu về gió và áp khí nền:** Kế thừa, trích dẫn từ kết quả mô hình khí hậu toàn cầu CFSR (Climate Forecast System Reanalysis) của Trung tâm dự báo môi trường thuộc Cơ quan quản lý đại dương và khí quyển Mỹ (NCEP/NOAA).

**Số liệu về bão, áp thấp nhiệt đới:** Được thu thập từ cơ quan khí tượng Nhật Bản (<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>).

**Nhóm mô hình 1:** Mô hình toàn biển Đông được sử dụng để mô phỏng quá trình thủy triều cũng như sóng và nước dâng do bão truyền từ ngoài khơi vào khu vực gần bờ.

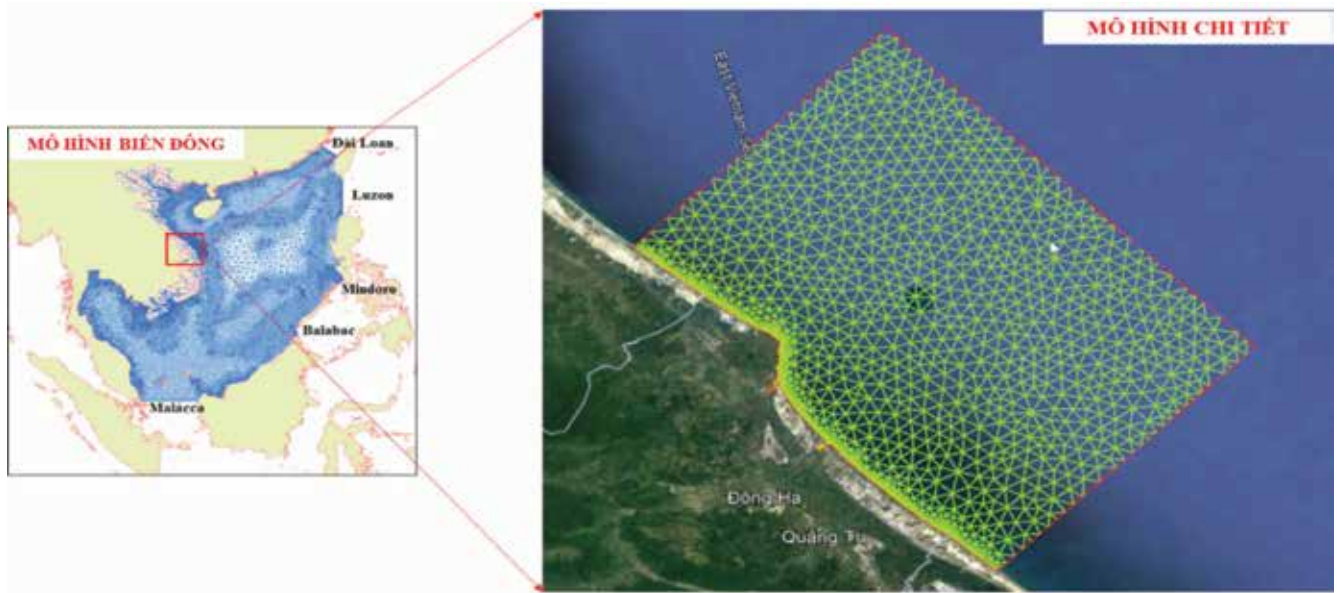
**Nhóm mô hình 2 (mô hình chi tiết - Hình 3):** Mô hình 2D được nghiên cứu về chế độ thủy động lực và quá trình lan truyền chất khu vực biển gần bờ tỉnh Quảng Trị.

**b) Mô hình mô phỏng lan truyền chất lượng nước:** Sử dụng phần mềm MIKE ECOLAB được phát triển bởi DHI (Đan Mạch), có thể tích hợp với modul thủy động lực MIKE 21 FM, MIKE SW.

**Số liệu nền về hiệu chỉnh mô hình:** Sử dụng kết quả quan trắc chất lượng nước biển ven bờ tỉnh Quảng Trị 5 năm liên tục (Sở TN&MT, 2023).

**Các thông số mô phỏng:** BOD<sub>5</sub>, COD, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, chất rắn lơ lửng (TSS) được lựa chọn để mô phỏng vì đây là những hợp chất có tính chất liên quan đến quá trình quang hợp, phân hủy, lắng đọng, khuếch tán và trao đổi nước. Thông số NO<sub>2</sub><sup>-</sup> được tính theo hệ số 0,076 đối với ammonia (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (Thanh và cs 2012).

**Kịch bản mô phỏng chất lượng nước biển gần bờ:** Dựa vào số liệu hiện trạng theo gió mùa, độ sâu đến năm 2030 và dựa vào kịch bản năm khí hậu đặc trưng (năm 2014 - 2015) của tỉnh Quảng Trị (Kịch bản: Gió mùa Đông Bắc). Chất lượng nước biển gần bờ tỉnh Quảng Trị được mô phỏng theo tình trạng hiện tại và đến năm 2030.



▲ Hình 3. Mô hình toàn biển Đông (trái) và mô phỏng mô hình 2D ven biển chi tiết khu vực biển tỉnh Quảng Trị (phải)  
 Nguồn: Phước, 2023

**Bảng 3. Sai số mô phỏng chất lượng nước biển gần bờ tỉnh Quảng Trị**

Thông số	DO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	TSS
Sai số mô phỏng - hiện trạng (%)	1,17	4,09	4,09	1,90	0,47
Sai số mô phỏng - năm 2030 (%)	1,14	8,93	8,93	4,23	0,48

Nguồn: Phước, 2023

2.2.3. Phương pháp tính toán tải lượng và sức tải môi trường

a) Tính tải lượng các chất ô nhiễm:

Tải lượng các chất ô nhiễm được tính theo công thức (1) (Economopoulos, 1993):

$$L = S \times N \quad (1)$$

Trong đó:

- L: Tải lượng chất ô nhiễm (kg/năm).
- S: Hệ số phát thải của nước thải sinh hoạt (Economopoulos, 1993); nuôi trồng thủy sản (Thanh và cs., 2012) và chăn nuôi (Polprasert, 2007) (kg/năm).

N: Số lượng các nguồn phát sinh nước thải từ sinh hoạt, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản (đơn vị/năm), được tham khảo từ Báo cáo phân vùng rủi ro ô nhiễm biển và hải đảo tỉnh Quảng Trị (Phước, 2023).

b) Tính sức tải môi trường:

Sức tải môi trường được tính theo công thức (2) (GESAMP, 1986):

$$EC = (C_{QCVN} - C_{năm2030}) * (1 + R) * V(2)$$

Trong đó:

- EC: Năng lực môi trường (tấn)
- C<sub>QCVN</sub>: Nồng độ giới hạn thông số chất lượng nước biển vùng ven bờ theo QCVN 10-MT:2015/BTNMT (g/m<sup>3</sup>).

- C<sub>năm2030</sub>: Nồng độ thông số chất lượng nước biển gần bờ (g/m<sup>3</sup>).

- R: Tỷ lệ trao đổi nước của vùng biển được nghiên cứu (%), được tính từ tỷ lệ nước vào (ra) so với thể tích toàn bộ vùng biển gần bờ.

- V: Thể tích nước trung bình của vùng biển được nghiên cứu (m<sup>3</sup>), được tính từ tổng thể tích của mỗi ô bờ theo công thức (3):

$$V = \sum_{i1=1}^{649} S_{i1} * H_1 + \sum_{i2=650}^{1027} S_{i2} * H_2 + \sum_{i3=1028}^{1378} S_{i3} * H_3 + \sum_{i4=1379}^{1631} S_{i4} * H_4 \quad (3)$$

Trong đó:

- S<sub>i1</sub>, S<sub>i2</sub>, S<sub>i3</sub>, S<sub>i4</sub>: Tổng diện tích ô bờ, tương ứng với từng ô lưới ở vùng biển gần bờ các huyện Vĩnh Linh, Gio Linh, Triệu Phong và Hải Lăng (Hình 1).
- H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>, H<sub>4</sub>: Độ sâu trung bình vùng biển gần bờ, tương ứng các huyện Vĩnh Linh, Gio Linh, Triệu Phong và Hải Lăng.



### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Mô phỏng chất lượng nước biển gần bờ tỉnh Quảng Trị

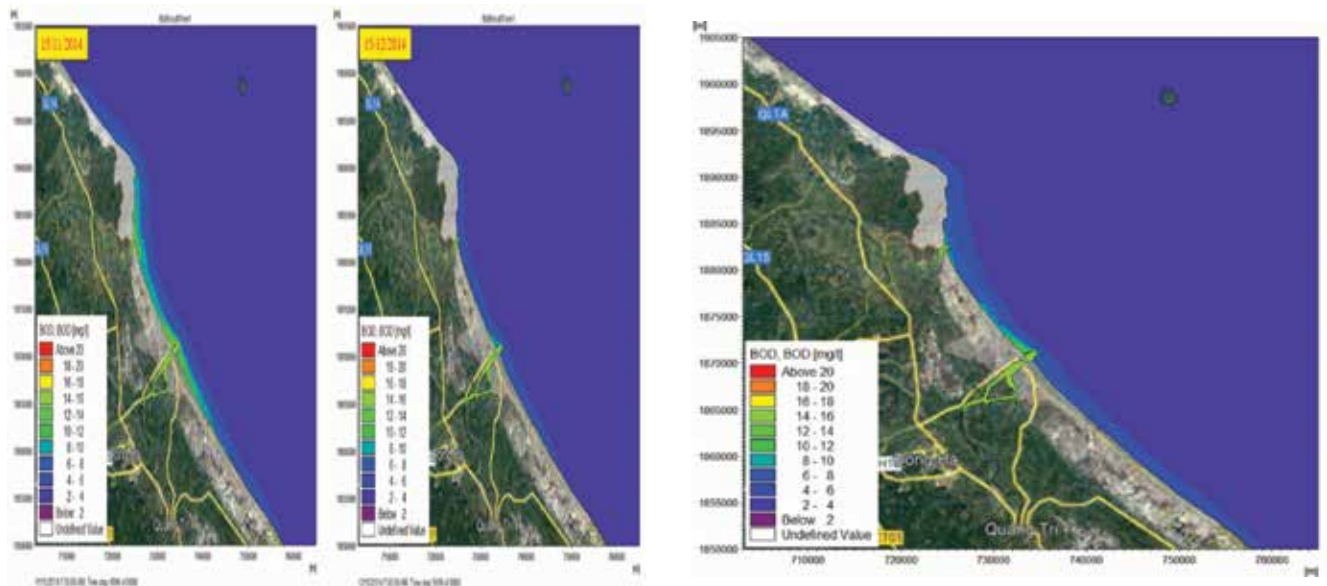
Kịch bản chất lượng nước theo hiện trạng được lấy mốc trong khoảng thời gian từ năm 2014 - 2015, là năm không có biến động đáng kể về yếu tố khí hậu của sóng biển đến vùng nghiên cứu, đặc biệt, thời gian này vùng nghiên cứu không chịu ảnh hưởng bất lợi nào bởi thời tiết cực đoan.

Chất lượng nước biển gần bờ tỉnh Quảng Trị được mô phỏng và cho thấy nồng độ các thông số trong nước biển thay đổi không đồng đều giữa các vị trí, điều này được lý giải do ảnh hưởng của dòng chảy ven bờ và tác động của sóng biển đến khu vực nghiên cứu. Kết quả tính toán mô phỏng chất lượng nước biển gần bờ tỉnh Quảng Trị được trình bày trong Bảng 4.

**Bảng 4. Kết quả mô phỏng chất lượng nước biển gần bờ tỉnh Quảng Trị**

	Thông số	BOD <sub>5</sub>	COD	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	TSS
<b>Mô phỏng theo hiện trạng</b>							
Địa phương	Vĩnh Linh	2,54	4,45	0,16	0,012	0,062	5,46
	Gio Linh	3,89	7,66	0,40	0,031	0,147	8,18
	Triệu Phong	2,98	8,28	0,26	0,020	0,100	7,01
	Hải Lăng	1,35	7,18	0,16	0,012	0,068	5,84
<b>Mô phỏng năm 2030</b>							
Địa phương	Vĩnh Linh	1,03	5,30	0,38	0,029	0,136	5,29
	Gio Linh	2,37	9,83	0,66	0,050	0,213	7,70
	Triệu Phong	2,60	7,46	0,44	0,034	0,205	8,03
	Hải Lăng	1,97	4,57	0,67	0,051	0,284	5,66

Nguồn: Phước, 2023



▲ Hình 4. Diễn hình mô phỏng nồng độ BOD<sub>5</sub> trong nước biển gần bờ tỉnh Quảng Trị theo hiện trạng (hình bên trái) và năm 2030 (hình bên phải)

Nguồn: Phước, 2023

Kịch bản theo hiện trạng: Nồng độ BOD<sub>5</sub> dao động từ 1,35 - 3,89 mg/L; COD dao động từ 4,85 - 8,28 mg/L, đều đạt QCVN 08-MT/BTNMT. Nồng độ

ammonia trong nước biển gần bờ nằm trong khoảng từ 0,16 mg/L (huyện Vĩnh Linh) - 0,40 mg/L (huyện Gio Linh), đều vượt quá giá trị giới hạn của QCVN

10-MT/BTNMT (quy định tối đa là 0,1 mg/L). Nồng độ các chất ô nhiễm khác trong nước biển gần bờ là thấp, như nitrite (0,012 - 0,031 mg/L); phosphate (0,062 - 0,147 mg/L); TSS (5,5 - 8,2 mg/L), đều đạt QCVN tương ứng. So với các giá trị giới hạn theo quy định của Việt Nam thì nước biển gần bờ tỉnh Quảng Trị được phân loại là bị ô nhiễm thấp. Kết quả mô phỏng cho thấy, mức độ ô nhiễm cao hơn ở khu vực 2 huyện Gio Linh, Triệu Phong, nguyên nhân có thể do nơi tiếp nhận nước từ trong đất liền đổ vào biển qua Cửa Tùng (huyện Gio Linh) và Cửa Việt (huyện Triệu Phong).

**Kịch bản năm 2030:** Năm 2030, ô nhiễm hữu cơ có xu hướng giảm, nồng độ BOD<sub>5</sub> giảm dần về phía Bắc của tỉnh Quảng Trị với mức giảm 10%, 40%, 50%, tương ứng với các huyện Triệu Phong, Gio Linh, Vĩnh Linh. Riêng huyện Hải Lăng, nồng độ BOD<sub>5</sub> tăng 50%. Xét trong tổng thể vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị, mức độ ô nhiễm cao nhất ở vùng biển gần bờ huyện Gio Linh; giảm dần về hướng Bắc và hướng Nam; mức độ ô nhiễm thấp nhất là ở khu vực huyện Hải Lăng (Bảng 4). So với kết quả mô phỏng hiện trạng, chỉ có mức độ ô nhiễm dinh dưỡng (ammonia, nitrite, phosphate) là tăng đáng kể, khoảng 1,6 - 6,6 lần (ammonia và nitrite); tăng khoảng 1,5 - 4,2 lần (phosphate). Các thông số khác biến động không đáng kể như nồng độ COD tăng ở huyện Vĩnh Linh nhưng có xu hướng giảm về phía Nam (giảm 50% ở huyện Hải Lăng). Ngược lại, nồng độ TSS có xu hướng tăng nhẹ về phía Nam và mức tăng cao nhất khoảng 10% tại khu vực biển gần bờ huyện Triệu Phong. Một số đặc điểm đáng chú ý về mức độ ô nhiễm vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị năm 2030 là:

i) Nồng độ BOD<sub>5</sub> trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc đạt giá trị lớn nhất trong năm, dao động khoảng 4 - 10 mg/L tại các vị trí (Hình 4, bên phải). Trong những tháng gió chuyển tiếp từ Đông Bắc sang Tây Nam và ngược lại, nồng độ BOD<sub>5</sub> tại các vị trí thay đổi khá ổn định, tăng dần vào mùa gió từ Tây Nam

sang Đông Bắc (tháng 9 - 10) và giảm dần vào mùa gió từ Đông Bắc sang Tây Nam (tháng 2 - 3).

ii) Nồng độ ammonia (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) có xu thế ít thay đổi trên toàn miền. Giá trị NH<sub>4</sub><sup>+</sup> lớn nhất xuất hiện vào tháng 11 - Thời kỳ gió mùa Đông Bắc (xấp xỉ 0,607 mg/L) tại cửa Việt và nhỏ nhất vào tháng 6,7 - Thời kỳ gió mùa Tây Nam (xấp xỉ 0,114 mg/L). Từ tháng 1 - 4 (thời kỳ chuyển tiếp gió mùa Đông Bắc sang Tây Nam) và tháng 9 - 10 (thời kỳ chuyển tiếp từ Tây Nam sang Đông Bắc), nồng độ ammonia tương đối ổn định (0,10 - 0,25 g/L).

iii) Nồng độ phosphate có xu hướng tăng dần về hướng Nam của vùng biển Quảng Trị và vượt giới hạn của QCVN 10-MT:2015/BTNMT ở khu vực biển gần bờ các huyện Gio Linh, Triệu Phong, Hải Lăng; nồng độ nitrite tăng cao ở 2 huyện Gio Linh, Hải Lăng.

### 3.2. Sức chịu tải môi trường vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị

#### 3.2.1. Tính toán tỷ lệ trao đổi nước và thể tích vùng biển gần bờ

Kết quả mô phỏng cho thấy, độ sâu của vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị có xu hướng giảm từ Bắc vào Nam, tương ứng độ sâu giảm từ 1,07 m (huyện Vĩnh Linh) xuống 0,78 m (huyện Hải Lăng). Hai yếu tố trực tiếp liên quan đến khả năng trao đổi nước là thể tích của vùng biển gần bờ (V) và lưu lượng nước vào - ra. Trong nghiên cứu này, thể tích V trong mô hình vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị được tính theo công thức (3) và lưu lượng nước qua chảy qua vùng nghiên cứu (biển gần bờ) được tính bởi sự chênh lệch giữa thủy triều cao (H<sub>max</sub>) với thủy triều thấp (H<sub>min</sub>).

Các kết quả tính toán (Bảng 5) cho thấy, tỷ lệ nước vào (hoặc ra) so với thể tích vùng biển gần bờ các huyện thuộc tỉnh Quảng Trị dao động trong khoảng từ 49,9 - 69,9%. Tại khu vực phía Nam (huyện Triệu Phong và Hải Lăng), tỷ lệ này cao hơn, khoảng 61,8 - 68,9%. Trong khi đó, tỷ lệ nước vào (ra) so với tỷ lệ trung bình của toàn vùng là khá thấp, với giá trị biến đổi từ 49,9% - 50,1%.

**Bảng 5. Lượng nước và tỷ lệ nước trao đổi tại vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị**

Khu vực	Diện tích (m <sup>2</sup> )	Thể tích (m <sup>3</sup> )	Lượng nước trao đổi (m <sup>3</sup> )		Tỷ lệ nước trao đổi (%)	
			Nước vào	Nước ra	Nước vào	Nước ra
Vĩnh Linh	2.109.961	2.264.713	1.134.502	1.130.211	50,09	49,91
Gio Linh	1.021.064	999.913	549.015	546.938	54,91	54,70
Triệu Phong	1.044.632	905.229	561.687	559.562	62,05	61,81
Hải Lăng	693.396	540.767	372.831	371.421	68,94	68,68

Nguồn: Phức, 2023



3.2.2. *Tải lượng ô nhiễm vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị*

Các chất gây ô nhiễm phát sinh từ những nguồn thải được đưa vào vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị phụ thuộc vào tỷ lệ rửa trôi của từng thông số ô nhiễm. Tải lượng các chất ô nhiễm được tính toán dựa vào hệ số (hoặc tỷ lệ rửa trôi) của từng thông số trong mỗi nguồn thải, vì vậy, tải lượng chất ô nhiễm

sẽ được giảm một tỷ lệ nhất định. Tỷ lệ này được tính toán bởi Tổ chức hợp tác quốc tế Nhật Bản (JICA) và công bố trong báo cáo về sức tải môi trường vùng ven biển (Thanh và cs., 2012) như hệ số rửa trôi của COD khoảng 0,5 - 0,7 (nước thải sinh hoạt) hoặc 0,2 - 0,5 (nước thải chăn nuôi); hệ số rửa trôi của ammonia khoảng 0,8 - 0,9 (nước thải sinh hoạt) hoặc khoảng 0,6 - 0,8 (nước thải chăn nuôi)...

**Bảng 6. Dự báo tải lượng chất ô nhiễm đưa vào vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị**

Thông số	Tải lượng chất ô nhiễm ở vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị (tấn/ngày)				
	Vĩnh Linh	Gio Linh	Triệu Phong	Hải Lăng	Tỉnh Quảng Trị
BOD <sub>5</sub>	0,180	0,132	0,138	0,086	0,536
COD	1,269	0,918	0,975	0,616	3,778
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,100	0,076	0,077	0,046	0,298
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,008	0,006	0,006	0,004	0,023
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,035	0,021	0,027	0,020	0,103
TSS	2,59	1,90	1,99	1,25	7,73

Nguồn: Phức, 2023

Như vậy, hàng ngày vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị phải tiếp nhận một lượng chất thải rất lớn: 3,778 tấn COD; 0,536 tấn BOD<sub>5</sub>; 0,298 tấn NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; 0,023 tấn PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>; 0,103 tấn PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>; 7,7 tấn TSS (Bảng 6). Nhìn chung, tải lượng các chất ô nhiễm đưa vào vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị có xu hướng giảm đáng kể về phía Nam và thấp nhất tại huyện Hải Lăng, với tải

lượng các chất ô nhiễm chỉ bằng khoảng 15,5 - 19,0% giá trị trung bình toàn tỉnh Quảng Trị.

3.2.3. *Tính toán sức chịu tải môi trường vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị*

Kết quả tính toán sức tải môi trường và khả năng đạt tải theo các thông số gây ô nhiễm của vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị được thể hiện trong Bảng 7.

**Bảng 7. Sức tải môi trường vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị năm 2030**

Huyện Vĩnh Linh						
	BOD <sub>5</sub>	COD	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	TSS
Nồng độ <sub>năm 2030</sub> (g/m <sup>3</sup> )	1,03	5,30	0,380	0,029	0,136	5,29
1 + R (%)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
V (triệu m <sup>3</sup> )	2,265	2,265	2,265	2,265	2,265	2,265
EC (tấn/ngày)	0,046	0,090	-0,003	0,000	0,001	0,416
Tải lượng (tấn/ngày)	0,180	1,269	0,100	0,008	0,035	2,591
Tỷ lệ đạt tải (%)	3,88	14,06	-38,20	38,71	59,29	6,23
Huyện Gio Linh						
Nồng độ <sub>năm 2030</sub> (g/m <sup>3</sup> )	2,37	9,83	0,660	0,049	0,213	7,7
1 + R (%)	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
V (triệu m <sup>3</sup> )	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
EC (tấn/ngày)	0,015	0,022	-0,002	0,000	0,000	0,179
Tải lượng (tấn/ngày)	0,132	0,918	0,076	0,006	0,021	1,895
Tỷ lệ đạt tải (%)	8,55	41,89	-31,80	1353,45	-389,29	10,56

Huyện Triệu Phong						
Nồng độ <sub>năm 2030</sub> (g/m <sup>3</sup> )	2,60	7,46	0,440	0,034	0,205	8,03
1 + R (%)	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
V (triệu m <sup>3</sup> )	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905
EC (tấn/ngày)	0,014	0,030	-0,001	0,000	0,000	0,169
Tải lượng (tấn/ngày)	0,138	0,975	0,077	0,006	0,027	1,993
Tỷ lệ đạt thải (%)	10,12	32,19	-56,28	90,89	-1328,58	11,82
Huyện Hải Lăng						
Nồng độ <sub>năm 2030</sub> (g/m <sup>3</sup> )	1,97	4,57	0,670	0,051	0,284	5,66
1 + R (%)	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69
V (triệu m <sup>3</sup> )	0,541	0,541	0,541	0,541	0,541	0,541
EC (tấn/ngày)	0,010	0,026	-0,001	0,000	0,000	0,111
Tải lượng (tấn/ngày)	0,086	0,616	0,046	0,004	0,020	1,246
Tỷ lệ đạt thải (%)	855,77	2361,68	-3246,24	-140627,17	-9304,58	1123,81

Nguồn: Phước, 2023

Kết quả tính toán đến năm 2030 cho thấy, mỗi ngày vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị phải tiếp nhận một tải lượng rất lớn chất ô nhiễm, tùy thuộc vào từng địa phương và điều kiện phát triển kinh tế - xã hội như: BOD<sub>5</sub> khoảng từ 0,086 tấn/ngày (Hải Lăng) đến 0,180 tấn/ngày (Vĩnh Linh); ammonia khoảng từ 0,046 tấn/ngày (Hải Lăng) đến 0,100 tấn/ngày (Vĩnh Linh); TSS khoảng từ 1,246 tấn/ngày (Hải Lăng) đến 2,591 tấn/ngày (Vĩnh Linh)...

Kết quả tính toán sức tải môi trường của vùng biển tỉnh gần bờ Quảng Trị đến năm 2030 cho thấy khả năng tiếp nhận nước thải đã quá tải đối với nhóm chất dinh dưỡng như với ammonia (0,3 - 32,5 lần), phosphate (3,9 - 93,0 lần) ở tất cả các khu vực biển gần bờ và nitrite (lớn hơn vài trăm lần) ở khu vực biển gần bờ huyện Hải Lăng. Điều này dẫn đến khả năng nồng độ các chỉ thị cho ô nhiễm dinh dưỡng sẽ vượt giá trị giới hạn của quy chuẩn môi trường nếu như không có giải pháp quản lý hiệu quả và khả thi.

*Khuyến nghị giải pháp tăng cường khả năng chịu tải môi trường vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị:* Trên cơ sở tính toán của sức chịu tải vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị, một số giải pháp BVMT vùng biển gần bờ được đề xuất như sau:

(i) Thực hiện nghiêm ngặt các giải pháp quản lý hành chính về giám sát nguồn thải đổ vào vùng biển gần bờ. Đi đôi với đó là xây dựng cơ sở dữ liệu về các nguồn nước thải đổ vào vùng biển gần bờ để đạt hiệu quả trong công tác kiểm soát nguồn thải. Các nguồn thải từ sinh hoạt, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản là phải được thu thập, thống kê, lưu trữ và quản

lý theo hệ thống nhằm phục vụ cho công tác quản lý và xử lý hiệu quả hơn.

(ii) Tăng cường sự lưu thông giữa các vùng nước và biển, nhằm tăng cường khả năng tự làm sạch của nước biển gần bờ như loại bỏ vật cản trở sự trao đổi nước (giảm lồng nuôi thủy sản, giảm mật độ tàu thuyền...). Thực hiện các giải pháp kỹ thuật như trồng đảo thực vật nổi, thực hiện bơm tuần hoàn nước theo dòng chảy nước gần bờ và xây dựng quy định cụ thể về mật độ hoạt động của tàu thuyền và lồng nuôi trồng thủy sản cho mỗi khu vực tương ứng.

(iii) Thúc đẩy sự tham gia của cộng đồng 4 huyện ven biển (Vĩnh Linh, Gio Linh, Triệu Phong, Hải Lăng) chấp hành đúng và tốt các quy định về bảo vệ tài nguyên, môi trường biển và hải đảo cũng như các quy định BVMT ở địa phương. Ngoài ra, có thể áp dụng các giải pháp không xuất phát từ nghiên cứu này như tuyên truyền, nâng cao nhận thức cộng đồng, sử dụng công nghệ sản xuất sạch hơn...

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả mô phỏng chất lượng nước vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Trị và đánh giá sức chịu tải môi trường cho thấy, nếu không thực hiện các biện pháp BVMT hiệu quả mà giữ hiện trạng phát triển như hiện nay, chất lượng nước ở vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị sẽ bị ô nhiễm nghiêm trọng vào năm 2030. Kết quả nghiên cứu cho thấy, do vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Trị có độ sâu thấp (0,78 - 1,07 m), tỷ lệ trao đổi nước nhỏ (R: 58,89 %), nên khả năng tự



làm sạch kém hiệu quả và sẽ bị ô nhiễm nếu tải lượng ô nhiễm đưa vào vùng biển gần bờ vượt sức chịu tải môi trường của vùng biển (kết quả tính toán Bảng 7).

Dựa vào kết quả nghiên cứu về sức chịu tải môi trường vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị, một số giải pháp đã được đề xuất để BVMT vùng biển gần bờ, gồm: (i) Thực hiện nghiêm ngặt các giải pháp quản lý hành chính về giám sát nguồn thải đổ vào vùng biển gần bờ. Đi đôi với đó là xây dựng cơ sở dữ liệu về các nguồn nước thải đổ vào vùng biển gần bờ để đạt hiệu quả trong công tác kiểm soát nguồn thải. (ii) Tăng cường sự lưu thông giữa các vùng nước và biển, nhằm tăng cường khả năng tự làm sạch của nước biển gần bờ như loại bỏ vật cản trở sự trao đổi nước (giảm lồng nuôi thủy sản, giảm mật độ tàu thuyền...). (iii) Thúc đẩy sự tham gia của cộng đồng 4 huyện ven biển (Vĩnh Linh, Gio Linh, Triệu Phong và Hải Lăng). Ngoài ra, có thể áp dụng các giải pháp không xuất phát từ nghiên cứu này như tuyên truyền, nâng cao nhận thức cộng đồng, sử dụng công nghệ sản xuất sạch hơn... Trong đó đặc biệt chú ý đến giải pháp quản lý ô nhiễm và sự tham gia của cộng đồng.

Mặc dù vậy, nghiên cứu cũng còn một số hạn chế nhất định là chưa tính toán được các sự đóng góp về chất ô nhiễm từ tự nhiên, sự giải hấp chất ô nhiễm từ trầm tích đến sự ô nhiễm vùng nước biển gần bờ và khả năng tự làm sạch của nước biển trong khu vực để từ đó có thể tính toán sức chịu tải môi trường vùng biển gần bờ tỉnh Quảng Trị được chi tiết và chính xác hơn. Do đó, các nghiên cứu kế tiếp nên có định hướng nghiên cứu sâu hơn về các yếu tố tự nhiên tác động đến sức chịu tải môi trường nếu có điều kiện về kinh phí và kỹ thuật tương xứng

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ TN&MT, 2016. Thông tư số 26/2016/TT-BNTMT về việc quy định chi tiết tiêu chí phân cấp vùng rủi ro ô nhiễm môi trường biển, hải đảo và hướng dẫn phân vùng rủi ro ô nhiễm môi trường biển, hải đảo. Hà Nội: Bộ TTN&MT.
2. Céline, Chadenas, Patrick Pottier, and Agnès Pouillaude, 2008. Assessing carrying capacities of coastal areas in France."Journal of Coastal Conservation 12 (1): 27 - 34.
3. Diệu, Lưu Văn, Cao Thị Thu Trang, Lê Xuân Sinh, Vũ Thị Lựu và Trần Đức Thạnh, 2016. Sức tải môi trường các thủy vực tiêu biểu ven bờ Việt Nam. Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
4. Economopoulos, Alexander P., 1993. Assessment of sources of air, water, and land pollution: A guide

to rapid source inventory techniques and their use in formulating environmental control strategies. Part 1: Rapid source inventory techniques in environmental pollution, Geneva: World Health Organization.

5. GESAMP, 1986. Environment capacity - an approach to marine pollution prevention. Rome: (IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution).

6. Liu, Rongjuan, Lijie Pu, Ming Zhu, Sihua Huang, and Yu Jiang, 2020. Coastal resource-environmental carrying capacity assessment: A comprehensive and trade-off analysis of the case study in Jiangsu coastal zone, eastern China. Ocean and Coastal Management 186: 1 - 11.

7. Madeira, Carolina, Vanessa Mendonça, Miguel C Leal, Augusto A V Flores, Henrique N Cabral, Mário S Diniz, and Catarina Vinagre, 2018. Environmental health assessment of warming coastal ecosystems in the tropics - application of integrative physiological indices. Science of The Total Environment 643: 28 - 39.

8. Phước, Lê Văn, 2023. Phân vùng rủi ro ô nhiễm môi trường biển và hải đảo tỉnh Quảng Trị. Đông Hà: Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị.

9. Polprasert, Chongrak, 2007. Organic Waste Recycling Technology and Management, Third Edition. Bangkok, Thailand: IWA Publishing.

10. Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị, 2023. Báo cáo kết quả quan trắc tài nguyên và môi trường tỉnh Quảng Trị 2019 - 2023. Đông Hà: Sở TN&MT tỉnh Quảng Trị.

11. Thanh, Trần Đức, Trần Văn Minh, Cao Thị Thu Trang, Võ Duy Vĩnh, and Trần Anh Tú, 2012. Sức tải môi trường vịnh Hạ Long - Bái Tử Long. Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

12. Trang, Cao Thị Thu, và Nguyễn Thị Phương Hoa, 2009. Đánh giá sức tải môi trường vùng nước ven đảo Cát Bà phục vụ cho PTBV. Hải Phòng: Viện TN&MT biển.

13. UNEP, 1995. Guidelines for Integrated Planning and Management of Coastal and Marine Areas. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme.

14. Xu, Xueyan, Zhonghao Zhang, Tao Long, Shimeng Sun, and Jun Gao, 2021. Mega-city region sustainability assessment and obstacles identification with GIS-entropy-TOPSIS model: A case in Yangtze River Delta urban agglomeration, China. Journal of Cleaner Production 294: 126147.

15. Zeng, Xiaowei, Xiaomei Yang, Shuai Zhong, Zhihua Wang, Yaxin Ding, Dan Meng, and Ku Gao, 2023. Comprehensive Evaluation of Resource and Environmental Carrying Capacity at a National Scale: A Case Study of Southeast Asia. Sustainability 15: 1 - 32.