

ĐÁNH GIÁ Ô NHIỄM VÀ SỨC TẢI MÔI TRƯỜNG KHU VỰC VÙNG NUÔI HẢI SẢN TỈNH KIÊN GIANG

Phan Mạnh Hùng, Phạm Văn Tùng, Lương Hữu Phú,
Hà Thị Xuyên, Nguyễn Thị Hàn Ni
Viện Kỹ thuật Biển

Tóm tắt: Tải lượng ô nhiễm vào khu vực vùng biển Kiên Giang được tính toán dựa trên số liệu hiện trạng cũng như quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của vùng đến năm 2030. Bằng phương pháp đánh giá tải lượng thải từ các hoạt động, kết quả tính toán cho thấy, năm 2020 vùng biển Kiên Giang đã tiếp nhận 86852,67 tấn COD; 16232,736 tấn BOD; 105,794 tấn NO₂-; 4311,699 tấn NH₄⁺ và khoảng 1729,128 tấn PO₄ từ các hoạt động dân cư, công nghiệp, nuôi trồng thủy sản, chăn nuôi, rửa trôi đất đổ vào. Đến năm 2030, lượng chất thải này sẽ tăng lên khoảng 1,1 - 1,2 lần, với các nguồn gây ô nhiễm chính là dân cư, chăn nuôi. Bên cạnh đó bản đồ rủi ro ô nhiễm vùng biển Kiên Giang đã được xây dựng trong nghiên cứu này. Ngoài ra, dựa vào kết quả tính toán sức tải môi trường, diện tích cũng như sản lượng nuôi ở các khu vực nuôi biển tiềm năng đã được đề xuất ở vùng biển Kiên Giang lần lượt là 23000 ha và 180000 tấn cho định hướng năm 2030, trong đó tập trung ở hai khu vực là đảo Phú Quốc và quần đảo Nam Du.

Từ khóa: Ô nhiễm, Sức tải môi trường, Nuôi biển, Kiên Giang.

Summary: Kien Giang is the only province in the Southern Vietnam where the government focuses on developing sustainable marine aquaculture. Pollution load into the sea area of Vietnam is calculated based on the region's socio-economic data at the present and 2030. By rapid assessment method of the waste load from activities development, the results show that, in 2020, the sea area of Kiengiang has received 86852.67 tons of COD; 16232,736 tons of BOD; 105,794 tons NO₂-; 4311,699 tons of NH₄⁺ and about 1729,128 tons of PO₄ from the residential, industrial, aquaculture, livestock, and soil leaching activities. By 2030, this amount of waste will increase to about 1.1 - 1.2 times, with the main sources of pollution being population and livestock. Besides, the pollution risk map of Kien Giang sea area has been developed in this study. In addition, based on the results of calculation of environmental capacity, the area and production of aquaculture in the potential mariculture areas proposed in Kien Giang sea waters are 23,000 ha and 180000 tons, respectively, for the year of 2030, especially two areas including Phu Quoc island and Nam Du archipelago.

Keywords: Pollution, Environmental capacity, Marine-culture farming, Kien Giang.

1. GIỚI THIỆU

Đối với các thủy vực nuôi hải sản nói chung và nuôi cá lồng bè, nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường chủ yếu do lượng vật chất hữu cơ, dinh dưỡng phát thải trong quá trình nuôi. Mặt khác, những thủy vực ven biển thường chịu tác động

trực tiếp và gián tiếp các nguồn gây ô nhiễm, như: giao thông hàng hải - cảng biển, khai thác hải sản, du lịch, đô thị và các nguồn từ lục địa. Khu vực nuôi cá lồng hiện nay tập trung ở những vùng biển như đảo Bà Lụa, đảo Hải Tặc, đảo Lại Sơn, quần đảo Nam Du, khu vực An

Ngày nhận bài: 21/2/2022
Ngày thông qua phản biện: 05/3/2022

Ngày duyệt đăng: 02/5/2022

Thới cũng đang chịu tác động từ các nguồn ô nhiễm trên. Tùy thuộc vào bản chất tự nhiên (các quá trình sinh địa hoá và thủy động lực) mà khả năng tự làm sạch và sức chịu tải môi trường chính là khả năng tiếp nhận và đồng hoá lượng vật chất ô nhiễm (ngày một gia tăng) của mỗi thủy vực đó. Sức chịu tải môi trường của thủy vực đối với hoạt động nuôi hải sản được đánh giá trên cơ sở triển khai nghiên cứu tổng hợp các quá trình thủy động lực và sinh - địa hoá; từ đó tính toán khả năng tiếp nhận và xử lý lượng vật chất hữu cơ dinh dưỡng do lồng bè phát thải vào thủy vực, đảm bảo các thông số môi trường không vượt quá giới hạn cho phép theo Tiêu chuẩn Bảo vệ môi trường.

Theo như đề án phát triển nuôi trồng thủy sản trên biển đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, Kiên Giang là một trong sáu tỉnh trọng điểm cả nước và là tỉnh duy nhất ở Nam Bộ được ưu tiên phát triển nghề nuôi cá biển. Hiện nay tổng số lồng bè nuôi biển của tỉnh lên đến gần 4000 lồng với sản lượng đạt trên 3500 tấn, đạt tốc độ tăng trưởng bình quân hơn 11%/năm. Sức ép về môi trường do các hoạt động của địa phương lên vùng biển Kiên Giang đang ngày càng gia tăng, đặc biệt là nguy cơ ô nhiễm môi trường nước và sự gia tăng lượng chất thải rắn. Chính vì vậy việc nghiên cứu đánh giá sức chịu tải môi trường của các thủy vực vùng biển Kiên Giang là rất quan trọng trong việc giúp các nhà quản lý của tỉnh Kiên Giang đề ra các giải pháp phát triển bền vững đảo Kiên Giang [5].

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Phương pháp nghiên cứu tính toán tải lượng ô nhiễm

Tài liệu phục vụ cho việc tính toán bao gồm các tài liệu, báo cáo về dân cư, hoạt động của các ngành công nghiệp, nuôi trồng thủy sản, chăn nuôi, sử dụng đất theo số liệu của Niên giám thống kê tỉnh Kiên Giang năm 2020 [1], quy hoạch phát triển của các ngành đến năm 2030 và các quyết định phê duyệt quy hoạch đã có của tỉnh. Tải lượng ô nhiễm được tính toán dựa

trên một số nguồn cơ bản bao gồm: nguồn sinh hoạt, nguồn công nghiệp, nguồn nuôi trồng thủy sản, nguồn chăn nuôi. Các thành phần lựa chọn để tính tải lượng ô nhiễm là BOD₅, COD, NO₂⁻, NH₄⁺ và PO₄.

a) Nguồn ô nhiễm do sinh hoạt

Tải lượng ô nhiễm sinh hoạt được tính toán dựa trên việc thống kê số lượng dân cư và khách du lịch trong khu vực và hệ số phát thải ô nhiễm tính theo đầu người.

Bảng 1: Đơn vị tải lượng thải

Các thông số	Tải lượng (kg/người/ năm)	Hiệu suất xử lý (%)
COD	20 - 55	30-60
BOD ₅	10 - 25	50-80
NO ₂ ⁻	0,04	20-50
NH ₄ ⁺	2,2	20-50
PO ₄ ³⁺	0,27 - 0,59	70-30

Nguồn: UNEP (1984), San Diego và cộng sự (2000) [11] [12]

$$Q_{sh} = P \times Q_i \times 10^{-3} \quad (1)$$

Q_{sh} : Tải lượng chất thải từ nguồn sinh hoạt trong năm (tấn/năm),

Q_i : Đơn vị tải lượng thải sinh hoạt của chất i (kg/người/năm),

P: Dân số trong khu vực.

b) Nguồn ô nhiễm do công nghiệp

Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ nguồn công nghiệp tại khu vực là nguồn phát sinh từ 5 khu công nghiệp ở Kiên Giang chủ yếu tại các huyện Châu Thành, An Biên, Hà Tiên, Kiên Lương và 4 khu công nghiệp ở Cà Mau nằm tại các huyện U Minh, Cái Nước, Phú Tân, Trần Văn Thời tiếp giáp liên quan đến vùng biển Tây Nam cũng như vịnh Kiên Giang. Nhìn chung hầu hết các khu công nghiệp này đã có trạm hệ thống xử lý nước thải, do đó tải lượng từ nguồn ô nhiễm này sẽ không lớn.

$$Q_{cn} = Q_{nt} \times C_i \times 10^{-6} \quad (2)$$

Q_{cn} : tải lượng chất thải từ công nghiệp (tấn/năm),

C_i : nồng độ của thông số i trong chất thải (mg/l).

Q_{nt} : lưu lượng nước thải của từng quý (m^3),

Bảng 2: Thành phần nước thải công nghiệp thực phẩm điển hình

Chất ô nhiễm	Hàm lượng các chất trong nước thải (mg/l)				Hiệu suất xử lý (%)
	Bia	Bột mì	Dầu ăn	Hải sản đông lạnh	
m^3 thải/tấn tổng sản phẩm	11	25	10,5	95	
COD	150	1500	1950	1950	80-85
BOD ₅	87	825	1355	1500	80-95
NO ₂ ⁻ *	0,435	0,425	0,2	0,9	8-15
NH ₄ ⁺ *	16,53	10,2	7,6	34,2	8-15
PO ₄ ³⁺ *	1,825	17,325	28,455	31,5	10-25

Nguồn: T.V. Nhân, 2002; San Diego và cộng sự, 2000 [8] [11]

c) Nguồn ô nhiễm do nuôi trồng thủy sản (NTTS)

Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ nguồn nuôi trồng thủy sản được tính toán dựa trên diện tích nuôi trồng thủy sản và hệ số phát sinh từng chất thải đối với mỗi hình thức nuôi thủy sản khác nhau.

$$Q_{ts} = Q_i \times SL \times t \times 10^{-3} \quad (3)$$

Q_{ts} : tải lượng chất thải từ thủy sản trong năm (tấn/năm),

Q_i : tải lượng đơn vị theo nguồn ô nhiễm (kg/tấn/năm),

SL: Tổng sản lượng thủy sản trong năm (tấn)

Nguồn ô nhiễm do chăn nuôi

Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ hoạt động chăn nuôi được tính toán dựa trên tổng đàn gia súc hàng năm và đơn vị tải lượng thải cho các loại gia súc, gia cầm.

Bảng 3: Hệ số phát thải từ thủy sản

Các chất ô nhiễm	Hệ số phát triển (kg/tấn/năm)	
	Nuôi thâm canh tôm sú	Nuôi cá lồng
COD	28,4	15,9
BOD ₅	8,1	4,5

Các chất ô nhiễm	Hệ số phát triển (kg/tấn/năm)	
	Nuôi thâm canh tôm sú	Nuôi cá lồng
NO ₂ ⁻	0,05	0,03
NH ₄ ⁺	1,25	0,7
PO ₄ ³⁺	2,12	1,17

Nguồn: San Diego và cộng sự, 2000 [11]

$$Q_{chn} = n \times Q_i \times 10^{-3} \quad (4)$$

Q_{chn} : Tải lượng thải của hoạt động chăn nuôi (tấn/năm), n : số lượng gia súc, gia cầm được nuôi (con), Q_i : Tải lượng thải đơn vị (kg/con/năm).

Bảng 4: Tải lượng thải đơn vị do chăn nuôi (kg/năm)

Thông số ô nhiễm	Gia cầm	Trâu, bò	Lợn
COD	2,73	233,6	73
BOD ₅	0,78	193,45	47,45
NO ₂ ⁻	0,005	1,0585	0,146
NH ₄ ⁺	0,12	25,404	3,504
PO ₄ ³⁺	0,047	8,176	4,11

Nguồn: T.V. Nhân, 2002; S. V. Smith and V. Nicolas, 2000 [8] [11]

d) Nguồn ô nhiễm do rửa trôi đất

Tải lượng ô nhiễm do rửa trôi đất được tính dựa trên số liệu về diện tích sử dụng đất cho các mục đích như lâm nghiệp, nông nghiệp, đất trống và đất của khu dân cư cùng với số ngày mưa trung bình năm tại khu vực, đơn vị tải lượng ô nhiễm do nước chảy tràn từ các hình thức sử dụng đất.

$$Q_{rt} = n \times A \times Q_i \times 10^{-3} \quad (5)$$

Q_{rt} : Tải lượng thải rửa trôi của từng mục đích sử dụng đất (tấn/năm)

n : số ngày mưa trong năm (ngày), A : diện tích sử dụng đất của từng mục đích (km^2), Q_i : Tải lượng thải đơn vị ($\text{kg}/\text{km}^2/\text{ngày mưa}$).

Bảng 5: Tải lượng ô nhiễm phát sinh do rửa trôi đất

Thông số ô nhiễm	Đất nông nghiệp	Đất lâm nghiệp	Đất chuyên dùng	Đất ở
COD	28	20	26	42
BOD ₅	18	14	16	38
NO ₂ ⁻	-	-	-	-
NH ₄ ⁺	-	-	-	-
PO ₄ ³⁺	-	-	-	-

Nguồn: JICA, 1999 [9]

e) Ước tính tổng tải lượng ô nhiễm

Ước tính tổng tải lượng ô nhiễm đổ vào vùng biển Kiên Giang theo công thức sau:

$$\sum Q_{ij} = \sum Q_{ij} \text{ phát sinh} \times R_{ij} \times (1 - H_{ij}) \quad (\text{tấn/năm})$$

Trong đó:

$\sum Q_{ij}$ - Tổng tải lượng của chất i vào vịnh từ các nguồn j

$\sum Q_{ij} \text{ phát sinh}$ - Tổng tải lượng ô nhiễm i phát sinh từ các nguồn j

R_{ij} - Hệ số tải lượng các nhóm nguồn thải đổ vào vùng biển tương ứng với i và j

H_{ij} - Hiệu suất xử lý tương ứng với i và j

Bảng 6: Hệ số tải lượng các chất ô nhiễm

từ các nhóm nguồn thải ven bờ đổ vào vùng biển

Các chất ô nhiễm	Hệ số tải lượng ô nhiễm đổ vào vùng biển		
	Sinh hoạt	Công nghiệp	Chăn nuôi
COD	0,5 – 0,7	0,7 – 0,9	0,2 – 0,5
BOD ₅	0,1 – 0,2	0,5 – 0,7	0,1 – 0,2
NO ₂ ⁻	0,8 – 0,9	0,8 – 0,9	0,6 – 0,8
NH ₄ ⁺	0,8 – 0,9	0,8 – 0,9	0,6 – 0,8
PO ₄ ³⁺	0,9 - 1	0,9 - 1	0,8 – 0,9

Nguồn: JICA, 1999 [9]

2.2. Phương pháp mô hình toán

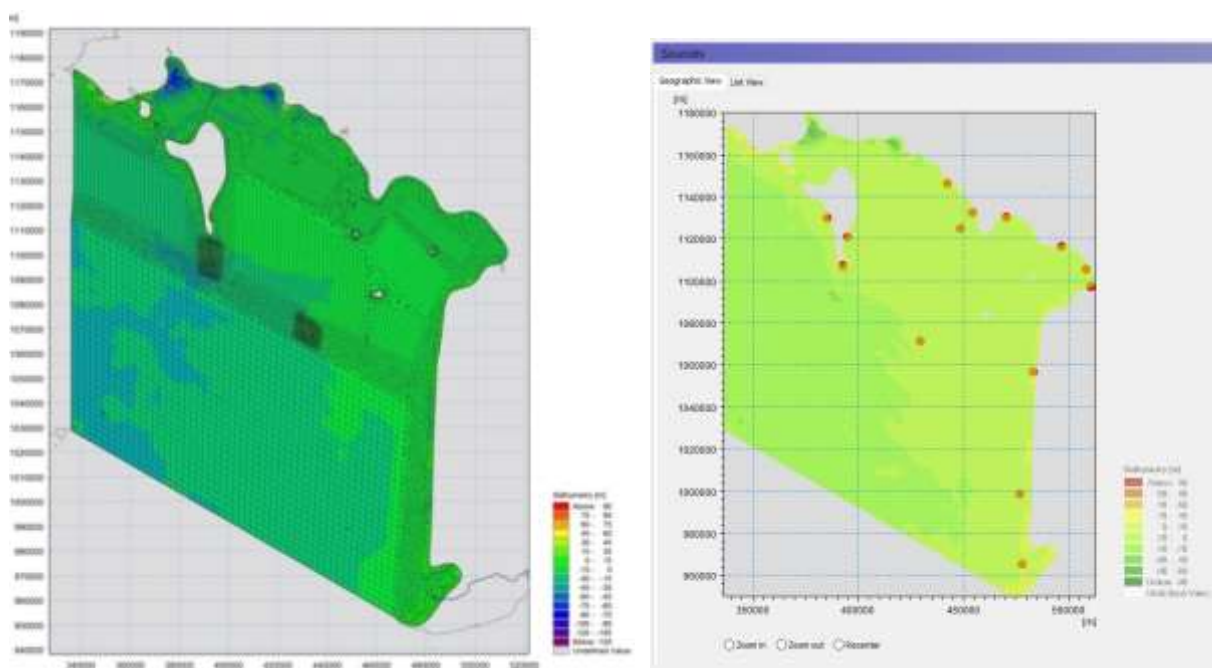
Động lực hải văn có vai trò rất quan trọng trong việc vận chuyển, phát tán, hòa tan các chất gây ô nhiễm. Nó cũng là cơ sở để tính toán, đánh giá phân bố và biến động theo không gian và thời gian của các nhóm chất gây ô nhiễm. Trong nghiên cứu này, mô hình thủy động lực và chất lượng nước sẽ được sử dụng để mô phỏng các quá trình thủy động lực, lan truyền, khuếch tán và biến đổi của các quá trình hữu cơ (BOD₅, COD), các nhóm dinh dưỡng hòa tan (NH₄, NO₂, PO₄) trong khu vực. Việc tính toán, mô phỏng nhóm chất hữu cơ, dinh dưỡng được thực hiện thông qua hệ thống mô hình MIKE21 FM thủy động lực HD và chất lượng nước Ecolab [10].

Biên mô hình tính toán cho vùng nghiên cứu có phạm vi từ khu vực Kam Pong Sao (Campuchia) đến đảo Thổ Chu rồi qua mũi Cà Mau với độ rộng 200 km và chiều dài 300 km. Lưới tính được xây dựng chi tiết dần khi vào khu vực vùng biển tỉnh Kiên Giang, đặc biệt là khu vực có tiềm năng nuôi biển. Thành phần lưới gồm 9375 nút và 12465 phần tử tính toán [4].

Dữ liệu địa hình sử dụng để xây dựng lưới tính cho mô hình được thu thập từ một số nguồn sau: (i) Đề án quy hoạch nuôi biển tỉnh Kiên Giang, (ii) Số liệu địa hình vùng Biển tỉnh Kiên Giang và tỉnh Cà Mau từ Bộ TN&MT; (iii) Vùng

ngoài khơi dữ liệu DEM từ GEBCO. Số liệu thủy triều được sử dụng là kết quả tính toán từ mô hình thủy triều toàn cầu của Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) phát triển, có độ phân giải là $0,125^\circ \times 0,125^\circ$. Số liệu trường gió sử dụng

trong nghiên cứu này được trích 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).



Hình 1: Lưới tính toán cho vùng nghiên cứu

Hiệu chỉnh và kiểm chứng độ tin cậy của mô hình

Bảng 7: Giá trị tính toán và thực đo các chỉ tiêu nồng độ ô nhiễm khu vực Hòn Thơm

Hàm lượng	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	PO ₄ (mg/l)
Tính toán	2,72	6,34	0,152	0,124	0,035
Thực đo	2,6	6	0,14	0,01	0,03

Kết quả so sánh về thủy triều và các đặc trưng dòng chảy năm 2020 và 2021 cho thấy tính phù hợp của mô hình thể hiện qua biên độ giá trị, thời điểm triều và đỉnh sóng giữa tính toán và thực đo là tương đồng. Cụ thể chỉ số NSE lần lượt cho mực nước, dòng chảy là 0,91, 0,81. Ngoài ra, kết quả tính toán hàm lượng một số chất dinh dưỡng, hữu cơ trong khu vực nghiên cứu cũng cho thấy sự phù hợp. Tóm lại, kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho thấy mô hình phản ánh phù hợp chế độ thủy động lực và

chất lượng nước vùng nghiên cứu. Mô hình đủ điều kiện mô phỏng các trường hợp tính trong nghiên cứu.

2.3. Phương pháp đánh giá sức tải môi trường

Trên cơ sở dữ liệu thể tích, tỷ lệ trao đổi nước thủy vực, kết hợp dữ liệu về hàm lượng các chất ô nhiễm có mặt trong thủy vực, tiêu chuẩn chất lượng nước ... sức tải môi trường tiềm năng và thực tế của khu vực nghiên cứu được tính toán, đánh giá.

Sức tải tiềm năng:

$$EC_{TN} = C_{TC} \times V_{sys}(1+R) \quad (10)$$

Sức tải hiện tại:

$$EC_{HT} = C_{HT} \times V_{sys}(1+R) \quad (11)$$

Sức tải môi trường còn được sử dụng:

$$EC_{HD} = 0,70 \times EC_{TN} - EC_{HT} \quad (12)$$

Với: EC_{HT} , C_{HT} : lần lượt là sức tải và hàm lượng trung bình của chất ô nhiễm có mặt hiện trạng trong thủy vực nghiên cứu.

EC_{TN} , C_{TC} : lần lượt là sức tải tiềm năng và hàm lượng giới hạn của chất ô nhiễm trong quy chuẩn cho phép [2] [3];

V_{sys} : Thể tích thủy vực nuôi (m^3); R : Tỷ lệ trao đổi nước (%)

0,70: hệ số sử dụng an toàn khuyến cáo trong quy hoạch sử dụng sức tải môi trường.

Khả năng trao đổi nước là một trong những đặc điểm thủy động lực quan trọng ảnh hưởng lớn đến các quá trình biến đổi chất gây ô nhiễm trong thủy vực cũng như khả năng tiếp nhận chất ô nhiễm. Những yếu tố này rất khó xác định hay đánh giá từ số liệu khảo sát vì thể tích,

diện tích mặt cắt không chế khu vực trao đổi nước và vận tốc dòng chảy luôn biến động theo thời gian qua dao động triều và dòng hải lưu. Tuy nhiên khi ứng dụng mô hình toán thì vấn đề này lại được giải quyết một cách khá dễ dàng. Việc tính toán khả năng trao đổi nước được thực hiện qua phương pháp nồng độ thành phần thể tích bằng công cụ mô hình toán (Tăng Đức Thắng, 2002) [6].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả tính toán ô nhiễm trong vùng vịnh Kiên Giang

a) Tổng tải lượng ô nhiễm

Nguồn ô nhiễm sinh hoạt:

Dựa trên số liệu thống kê năm 2020 thì dân số toàn tỉnh Kiên Giang và một số huyện ven biển Tây Nam của Cà Mau có khoảng 2.248.000 người. Bên cạnh đó số lượt khách du lịch của khu vực vào khoảng hơn 6.000.000 lượt khách. Hiện nay tốc độ tăng dân số của khu vực vào khoảng 3‰, tốc độ tăng khách du lịch 7-8%/năm. Do đó lượng thải ô nhiễm sinh hoạt từ dân cư và khách du lịch được tính toán như trong bảng.

Bảng 8: Tải lượng ô nhiễm phát sinh nguồn sinh hoạt

Năm	COD	BOD ₅	NO ₂	NH ₄	PO ₄
2020 (tấn/năm)	71438,7	35719,35	71,4387	3929,129	714,387
2030 (tấn/năm)	73581,86	36790,93	73,58186	4047,002	735,8186

Đối với nguồn nước thải sinh hoạt, tải lượng ô nhiễm của thông số COD có giá trị lớn nhất, trong khi đó tải lượng ô nhiễm của thông số NO₂ từ nguồn này khá thấp. Kết quả này hoàn toàn hợp lý bởi giá trị COD và BOD trong nước thải sinh hoạt khá cao (tải lượng thải đơn vị lớn).

Nguồn ô nhiễm nông nghiệp:

Là khu vực có ngành nông nghiệp phát triển mạnh đặc biệt về nuôi trồng thủy sản với trên 400.000 tấn, bên cạnh đó có thêm lượng thải từ chăn nuôi với hơn 200.000 gia súc, 4.500.000 gia cầm trong năm 2020. Lượng thải ô nhiễm từ thủy sản và chăn nuôi được tính toán như trong bảng.

Bảng 9: Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ nguồn nông nghiệp

Năm	COD	BOD ₅	NO ₂	NH ₄	PO ₄
2020 (tấn/năm)	33541,351	17166,47	74,972	1800,687	1402,848
2030 (tấn/năm)	43603,757	22316,41	97,463	2340,893	1823,703

Đối với nguồn NTTS, giá trị tải lượng của BOD₅ và COD lớn hơn rất nhiều lần so với các thông số khác, nguyên nhân là bởi hàm lượng COD và BOD₅ phát sinh trong quá trình NTTS rất cao. Tương tự như NTTS, nguồn phát sinh ô nhiễm từ chăn nuôi có giá trị tải lượng đơn vị của COD lớn nhất trong các thông số tính toán. Vì thế, COD đóng góp tải lượng ô nhiễm lớn nhất, kế tiếp là BOD₅, NH₄, PO₄, NO₂.

Nguồn ô nhiễm công nghiệp:

Trong khu vực có khoảng 9 khu công nghiệp và các khu công nghiệp này đều có hệ thống thu gom xử lý nước thải với các thông số quan trắc đều ở mức cho phép của QCVN40:2011-BTNMT. Dựa báo mức tăng trưởng công nghiệp của khu vực trung bình Do đó, tải lượng ô nhiễm từ nguồn công nghiệp hiện tại và dự báo khá thấp.

Bảng 10: Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ nguồn công nghiệp

Năm	COD	BOD ₅	NO ₂	NH ₄	PO ₄
2020 (tấn/năm)	161,778	857,603	0,653	24,828	18,008
2030 (tấn/năm)	307,379	1629,445	1,241	47,173	34,216

Nguồn ô nhiễm do rửa trôi đất

Theo số liệu thông kê, diện tích các loại đất nông nghiệp, đất rừng, đất trống và đất dân cư tại khu vực nghiên cứu lần lượt là

4562,43 km²; 716,91 km²; 331,47 km² và 142,68 km². Đến năm 2030, diện tích đất nông nghiệp tại khu vực là 4507,06 km², đất lâm nghiệp là 722,79 km², đất trống là 303,62 km² và đất dân cư là 210,02 km².

Bảng 11: Tải lượng ô nhiễm phát sinh nguồn rửa trôi đất

Năm	COD	BOD ₅	NO ₂	NH ₄	PO ₄
2020 (tấn/năm)	3463,891	2610,115	0	0	0
2030 (tấn/năm)	3359,974	2531,811	0	0	0

Quá trình rửa trôi đất tăng mạnh vào những ngày có mưa, lượng lớn vật chất bị rửa trôi theo nước mưa chảy tràn bề mặt đất. Trong tương lai, diện tích đất trống, đất nông nghiệp, đất trồng cây lâu năm sẽ được khai thác, sử dụng sang thành đất dân dụng bởi đô thị hóa nên lượng thải rửa trôi đất sẽ có xu hướng giảm thiểu. Hiện nay quá trình rửa trôi đất mới được nghiên cứu, tính toán

trên hai thông số COD và BOD₅ với tải lượng dao động từ 2500-3500 tấn/năm.

Tổng tải lượng ô nhiễm trong khu vực đổ vào vùng biển Kiên Giang

Như vậy trong khu vực nghiên cứu, sinh hoạt là nguồn phát sinh ô nhiễm chính, còn các nguồn nông nghiệp, rửa trôi đất phát sinh ô nhiễm ít hơn và nguồn phát sinh ô nhiễm từ công nghiệp là ít nhất.

Bảng 12: Tổng Tải lượng ô nhiễm phát sinh đổ vào vùng biển Kiên Giang

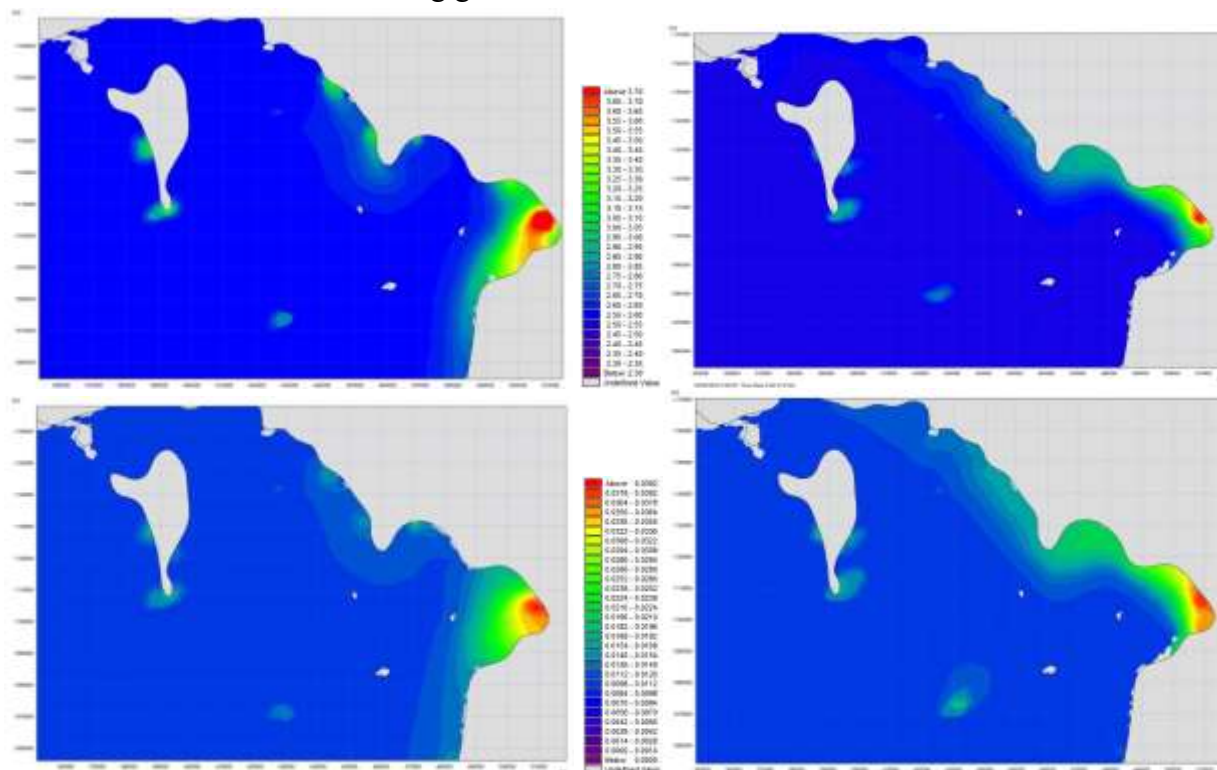
Năm	COD	BOD ₅	NO ₂	NH ₄	PO ₄
2020 (tấn/năm)	86852,67	16232,736	105,794	4311,699	1729,128
2030 (tấn/năm)	96534,32	18009,712	123,530	4805,327	2087,731

b) Kết quả chất lượng nước và phân bố rủi ro ô nhiễm

Kết quả tính toán động lực hải văn cho thấy ở khu vực nghiên cứu vùng biển Kiên Giang, sóng nhật triều K1 đóng vai trò chính và dao động triều trung bình khoảng 1m-1,2m [4].

Các kết quả mô phỏng phân bố và biến động hàm lượng các chất gây ô nhiễm ở khu vực nghiên cứu đã cung cấp bức tranh về sự ảnh hưởng của các chất này (BOD₅, COD, NH₄, NO₂, PO₄) đến môi trường nước, cũng như biến động hàm lượng của chúng từ vị trí các điểm xả thải đến các khu vực khác nhau trong phạm vi nghiên cứu. Ở khu vực vùng biển Kiên Giang, các kết quả của mô hình cho thấy hàm lượng các chất ô nhiễm đều có xu hướng giảm dần từ

các khu vực ven bờ ra phía ngoài biển và biến động của vùng ô nhiễm cũng thay đổi theo mùa. Điều này cũng có nghĩa là ở khu vực gần bờ sức chịu tải hữu hiệu còn lại là nhỏ, khả năng tiếp nhận thêm chất ô nhiễm hạn chế nhưng ở khu vực phía ngoài sức chịu tải môi trường còn lại là lớn, khả năng tiếp nhận thêm chất ô nhiễm còn khá nhiều. Nhìn chung bởi sự ảnh hưởng các dòng vật chất từ lục địa đưa ra mà khu vực vịnh Rạch Giá cũng như vùng ven biển cửa sông Cái Lớn-Cái Bé có nồng độ các chất ô nhiễm khá cao so với các khu vực khác, với các giá trị hữu cơ COD, BOD₅ lần lượt dao động từ 5,5-8 mg/l, 2,4-3,2mg/l. Trong khi đó các giá trị dinh dưỡng hòa tan NO₂, NH₄, PO₄ lần lượt dao động 0,01-0.04 mg/l; 0,14-0,22 mg/l; 0,03-0,082 mg/l.



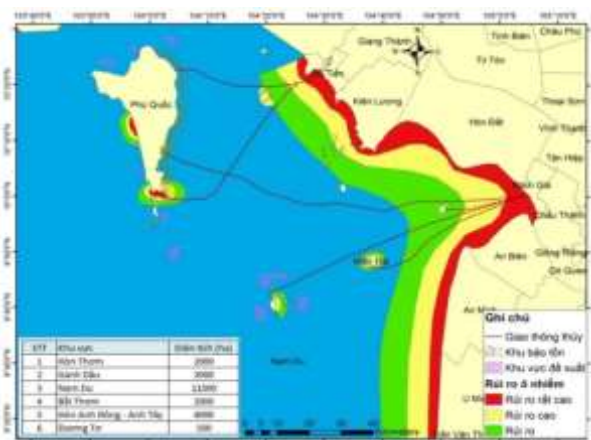
Hình 2: Phân bố hàm lượng các chỉ tiêu BOD₅, COD, NO₂, NH₄⁺, PO₄ (thứ tự từ hàng trên xuống dưới) trong điều kiện gió mùa Đông Bắc (trái) và gió mùa Tây Nam (phải)

Nhìn chung hàm lượng các chất ô nhiễm phân bố khá cao ở vịnh Rạch Giá, đặc biệt ở

khu vực Tp.Rạch Giá, Rạch Sỏi và nồng độ các chỉ tiêu giảm dần về hai phía Hòn Đất và An Biên. Các chất ô nhiễm có xu hướng lan truyền về phía nam trong thời kì gió mùa Đông Bắc, trong khi đó các chất ô nhiễm lan truyền về hướng Hà Tiên và Cam Pu Chia vào gió mùa Tây Nam. Qua sự phân bố hàm lượng nồng độ các chất trong một năm có thể thấy rằng nồng độ các chất biến đổi theo không gian và thời gian bên cạnh phụ thuộc sự tác động của dao động triều, hiện tượng gió mùa mà còn bởi sự ảnh hưởng dòng hải lưu tại vùng biển Kiên Giang. Ngoài ra, tại khu vực các đảo trên vùng biển Kiên Giang, những khu vực có nồng độ chất ô nhiễm khá cao so với xung quanh bao gồm Dương Đông, An Thới, Nam Du bởi chịu sự ảnh hưởng do dòng vật chất chủ yếu là sinh hoạt từ trong bờ ra. Dựa vào dải nồng độ của các chỉ tiêu ô nhiễm, nghiên cứu này đã thiết lập được bản đồ phân bố rủi ro ô nhiễm cho vùng biển Kiên Giang như hình 3.

3.2. Kết quả tính toán sức tải môi trường

Dựa trên đề án phát triển nuôi biển theo hướng bền vững trên địa bàn tỉnh Kiên Giang đến năm 2030, kết quả phân bố rủi ro ô nhiễm vùng biển Kiên Giang cũng như kết quả tính toán động lực hải văn vùng biển Kiên Giang, các khu vực nuôi cũng như diện tích, sản lượng được đề xuất như bảng 13.



Hình 3: Bản đồ phân bố rủi ro ô nhiễm và bố trí các khu vực nuôi tiềm năng ở vùng biển Kiên Giang

Kết quả tính toán sức tải môi trường cho thấy hiện tại, tổng diện tích dự kiến nuôi đến năm 2030 vào khoảng 23000 ha với 180000 tấn cá biển thì các vùng biển ở khu vực nuôi đảm bảo sức tải môi trường của khu vực từ việc nuôi cá biển. Qua tính toán có thể thấy khu vực Hòn Anh Đông- Anh Tây khả năng về sức tải môi trường là tốt nhất và tiếp đến là khu vực quần đảo Nam Du. Trong khi đó sức tải môi trường của khu vực Hòn Thom và Dương Tơ là thấp hơn so với các khu vực nuôi tiềm năng còn lại. Điều này được lý giải khả năng sức tải môi trường phụ thuộc vào sự trao đổi nước thủy vực cũng như thể tích thủy vực của khu vực nuôi. Tuy nhiên khu vực có sức tải môi trường tốt chưa hẳn là nơi có thể nuôi cá biển tốt nhất vì những nơi đó thường có dòng chảy tương đối lớn và điều này ảnh hưởng đến một phần quá trình sinh trưởng của cá.

Bảng 13: Lượng thải và sức tải môi trường của các vùng nuôi tiềm năng

Khu vực	Khối lượng	COD (tấn/năm)	BOD (tấn/năm)	NO2 (tấn/năm)	NH4 (tấn/năm)	PO4 (tấn/năm)
Vùng 1	Sức tải	6898,500	1379,700	172,463	482,895	758,835
	Lượng thải	238,5	67,5	0,45	10,5	17550
Vùng 2	Sức tải	18855,900	5028,240	94,280	817,089	829,660
	Lượng thải	397,5	112,5	0,75	17,5	29,25
Vùng 3	Sức tải	34377,525	9167,340	57,296	1375,101	1546,989
	Lượng thải	1431	405	2,7	63	105,3
Vùng 4	Sức tải	14454,000	3854,400	72,270	674,520	645,612
	Lượng thải	238,5	67,5	0,45	10,5	17,55
Vùng 5	Sức tải	44315,964	14995,806	581,927	4140,633	2864,870

Khu vực	Khối lượng	COD (tấn/năm)	BOD (tấn/năm)	NO ₂ (tấn/năm)	NH ₄ (tấn/năm)	PO ₄ (tấn/năm)
	Lượng thải	508,8	144	0,96	22,4	37,44
Vùng 6	Sức tải	6602,850	1760,760	57,225	220,095	283,923
	Lượng thải	47,7	13,5	0,09	2,1	3,51

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã tính toán được tải lượng ô nhiễm từ lục địa đổ vào vùng biển cũng như sức tải môi trường ở các khu vực nuôi biển tiềm năng của vùng biển Kiên Giang.

Qua tính toán thấy rằng hiện nay tải lượng thải từ nguồn sinh hoạt là lớn nhất so với các nguồn thải khác đổ vào vùng biển Kiên Giang. Mặt khác, lan truyền chất ô nhiễm ở vùng biển Kiên Giang chịu sự chi phối bởi dao động triều, chế độ gió mùa và hiện tượng dòng hải lưu ở khu vực này. Từ đó bản đồ phân bố rủi ro ô nhiễm

cho việc nuôi biển ở vùng biển Kiên Giang đã được xây dựng trong nghiên cứu này.

Một số khu vực nuôi tiềm năng, đặc biệt ở hai khu vực quanh đảo Phú Quốc và quần đảo Nam Du với sản lượng nuôi cho định hướng năm 2030 đã được đề xuất. Các khu vực nuôi này đã thỏa mãn được điều kiện động lực hải văn, sức tải môi trường của các khu vực nuôi cũng như đảm bảo cơ sở hạ tầng, hậu cần cho việc nuôi biển ở những vùng này. Đây là cơ sở để tỉnh Kiên Giang có thể triển khai phát triển việc nuôi biển được bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Niên Giám thống kê tỉnh Kiên Giang
- [2] QCVN 08-mt:2015/btnmt quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt
- [3] QCVN 10-mt:2015/btnmt quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển
- [4] Phan Mạnh Hùng và cộng sự. Động lực hải văn vùng nuôi trồng hải sản tỉnh Kiên Giang. Tạp chí KHCN Thủy lợi, 2021.
- [5] Phan Mạnh Hùng và cộng sự, 2021. Kết quả nghiên cứu từ đề tài *Giải pháp khoa học, công nghệ và mô hình nuôi trồng thủy hải sản bền vững vùng biển tỉnh Kiên Giang*. Chương trình Khoa học công nghệ phục vụ xây dựng nông thôn mới, giai đoạn 2016-2020. Viện Kỹ thuật Biển.
- [6] Tăng Đức Thắng (2002), Nghiên cứu bài toán hệ thống có nhiều nguồn nước tác động. Ví dụ ứng dụng cho ĐBSCL và Đông Nam Bộ. Luận văn Tiến sỹ Kỹ thuật.
- [7] Trần Đức Thanh, Trần Văn Minh, Cao Thị Thu Trang, Vũ Duy Vĩnh, Trần Anh Tú, Sức tải môi trường Vịnh Hạ Long- Bái Tử Long, NXB. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 2012.
- [8] Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga, 2002. Công nghệ xử lý nước thải. NXB Khoa học và Công nghệ. Hà Nội.
- [9] Japan International Cooperation Agency (JICA), The study on Environment management for Ha Long Bay, Final report, Volume I, II, III, IV, Reserved at Institute of Environment and Resouce, 1999.
- [10] MIKE21/3 FM (2016). DHI –Water & Environment.
- [11] San Diego-McGlone, M, L, S, V, Smith and V, Nicolas, Stoichiometric interpretations of C:N:P ratios in organic waste materials, Marine Pollution Bulletin, Vol40 (2000) 325.
- [12] United Nations Environment Programme (UNEP), Pollutants from land-based resources in the Mediterranean, UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 32, 1984.