

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU TẢI KHU VỰC KHU BẢO TỒN BIỂN HÒN CAU

Thái Vũ Bình^{1*}, Huỳnh Trung Tín², Lê Hữu Quang³,
Nguyễn Thị Mỹ Hạnh¹, Trần Minh Lộc¹, Lê Thanh Hải¹

¹Viện Môi trường và Tài Nguyên, Đại học Quốc gia TP.HCM

²Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP.HCM

³Trường Chính sách công và PTNT, Bộ Nông nghiệp và PTNT

*Email: thaivubinh@hcmier.edu.vn

Ngày nhận bài: 20/5/2023; Ngày chấp nhận đăng: 21/6/2023

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm mục tiêu đánh giá khả năng chịu tải nguồn nước khu vực Khu bảo tồn biển Hòn Cau (KBTB) và dự báo đến năm 2030 trong mối quan hệ với công suất hoạt động, hiệu quả xử lý nước thải của nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân trước khi thải ra môi trường và các hoạt động phát triển kinh tế xã hội như nuôi trồng thủy sản, chế biến thủy sản, chăn nuôi, du lịch, sinh hoạt từ khu dân cư,... Nhóm tác giả đã ứng dụng mô hình thủy động lực học (MIKE21/3 HD) để xác định trường dòng chảy và trường độ sâu cột nước; đồng thời kết hợp Module sinh thái (MIKE Ecolab) để tính toán chất lượng nước cho khu vực cửa sông ven biển dưới tác động của con người và môi trường. Khả năng chịu tải hiện tại của khu vực KBTB Hòn Cau đang báo động và được nhận diện đến năm 2030 sẽ giảm, theo kết quả mô phỏng lan truyền chất ô nhiễm dự báo nồng độ BOD tại khu vực vịnh vào mùa mưa dao động trong khoảng 2 - 135 mg/L và 2 - 150 mg/L vào mùa khô; nồng độ DO mùa mưa dưới mức 5,6 mg/L, mùa khô: 6,5 mg/L; nồng độ NH₄ mùa mưa là 12 mg/L, mùa khô: 15 mg/L, đặc biệt xung quanh khu vực Hòn Cau dao động 2 mùa khoảng 2 - 5 mg/L, vượt gấp 20 lần so với giới hạn cho phép đối với môi trường nước vùng nuôi trồng thủy sản, bảo vệ thủy sinh theo QCVN10-MT:2015/BTNMT; nồng độ NO₃⁻ dao động 2 - 3 mg/L vào 2 mùa; nồng độ PO₄ dao động 1,5 - 15 mg/L, tối đa 15 mg/L tại khu vực bãi biển Cà Ná, mùa khô ở mức 1,5 - 16,5 mg/L. Việc đánh giá khả năng chịu tải KBTB Hòn Cau sẽ góp phần bảo vệ môi trường và kiểm soát ô nhiễm nguồn thải, đảm bảo chất lượng nguồn nước cho mục tiêu phát triển kinh tế xã hội và bảo tồn khu vực KBTB Hòn Cau.

Từ khóa: Khả năng chịu tải, Khu bảo tồn biển Hòn Cau, Trung tâm Nhiệt điện Vĩnh Tân, Mô hình thủy động lực học, Mô đun sinh thái.

1. GIỚI THIỆU

Hòn Cau là hòn đảo nhỏ thuộc địa phận huyện Tuy Phong, tỉnh Bình Thuận trong khoảng tọa độ 108^o49'30'' đến 108^o50'20'' kinh độ Đông và 11^o13'15'' đến 11^o13'45'' vĩ độ Bắc, cách bờ 9 km, cách Tp. Phan Thiết khoảng 110 km về hướng Đông Bắc. Năm 2010, KBTB Hòn Cau được thành lập nhằm bảo tồn sự đa dạng sinh học, đặc biệt bảo tồn sự đa dạng quần thể rạn san hô và duy trì bãi đẻ cho rùa [1]. Tuy nhiên, thời gian qua sự phát triển kinh tế xã hội trên địa bàn đã tác động mạnh đến môi trường khu vực, tồn tại nhiều nguy cơ gây ô nhiễm môi trường và suy giảm đa dạng sinh học [2].

Vùng biển ven bờ Vĩnh Tân là nơi tiếp nhận trực tiếp nước thải sau xử lý của Trung tâm Nhiệt điện Vĩnh Tân, nên chất lượng nước thải sau xử lý sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến chất

lượng môi trường nước biển ven bờ xung quanh khu vực nhà máy; lưu lượng phát thải trung bình từ nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân 1, 2 là 341.280 m³/ngày, nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân 4 là 341.280 m³/ngày [3-5].

Theo kết quả điều tra, diện tích nuôi trồng thủy sản thâm canh và bán thâm canh năm 2021 đạt 371,5 ha [6], chủ yếu là nuôi tôm: 370,0 ha, cá: 1,5 ha với hình thức chính là nuôi nước mặn và chỉ có một ít diện tích nuôi nước lợ với hình thức nuôi trong các lồng, bãi rào, bè gỗ và đăng. Nuôi thủy sản lồng bè hiện có 47 bè nuôi, tăng thêm 22 bè so với cuối năm 2021 (trong đó, ở xã Vĩnh Tân 02 bè, Bình Thạnh 16 bè và Phan Rí Cửa 04 bè), sản xuất tôm giống được duy trì phát triển, hiện có 125 cơ sở/725 trại; năm 2021 sản lượng tôm giống đạt 25.820 triệu tôm giống. Những tác động của các cơ sở nuôi thủy sản đến nguồn lợi có thể tái sinh tại khu vực ven bờ ít hơn rất nhiều so với các cơ sở nuôi trồng thủy sản được đặt dưới nước trong vùng nước ven bờ như nuôi lồng, bãi rào, bè gỗ, cọc. Các hình thức nuôi dưới nước này có thể có các ảnh hưởng về mặt sinh thái trong khu vực.

Đồng thời, nước thải sinh hoạt đến nay chưa có số liệu thống kê tỷ lệ nước thải sinh hoạt đô thị từ loại IV trở lên được thu gom, xử lý đạt quy chuẩn kỹ thuật quốc gia [7]. Nước thải sinh hoạt đô thị phát sinh là 9.250 m³/ngày, khu dân cư nông thôn là 7.886 m³/ngày [8].

Ngoài ra, các hoạt động tham quan du lịch cũng gia tăng có khoảng 725.000 lượt khách du lịch tham quan, nghỉ dưỡng, trong đó có 540 lượt khách nước ngoài; hoạt động giao thông vận tải biển, đặc biệt khu vực có cảng biển quốc tế Vĩnh Tân với khối lượng hàng hóa vận chuyển là 8.472.000 tấn/năm; tại các bến cảng như Bến cá Liên Hương tải lượng thải 600kg/ngày, bến cá Hòa Thắng là 200 kg/ngày; nước thải hoạt động y tế như từ bệnh viện Tuy Phong là 100 m³/ngày đêm, các phòng khám đa khoa trung bình 1,0 m³/ngày đã ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng môi trường nước KBTB Hòn Cau.

Chính vì vậy, nghiên cứu này nhóm tác giả sẽ mô phỏng, dự báo chất lượng nước đến năm 2030 trong mối quan hệ với gia tăng dân số, phát triển kinh tế có xem xét yếu tố biến đổi khí hậu, nước biển dâng để đánh giá khả năng chịu tải của KBTB Hòn Cau (BOD, DO, PO₄³⁻, NO₃⁻, NH₄⁺) theo các kịch bản phát thải khác nhau, kỳ vọng đóng góp tích cực cho công tác quản lý nguồn nước vùng bờ nói chung và giá trị tài nguyên của KBTB Hòn Cau.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

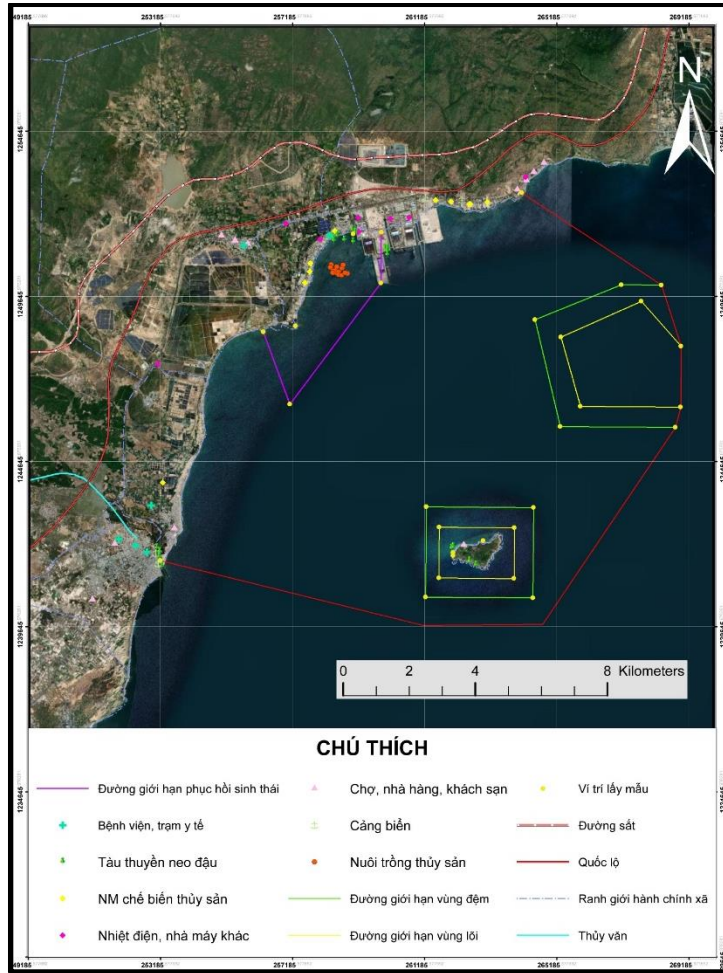
2.1. Đánh giá hiện trạng chất lượng môi trường

Để có cơ sở khoa học đánh giá chất lượng nước, nhóm tác giả đã tiến hành khảo sát lấy mẫu phân tích, quá trình lấy mẫu nước luôn tuân thủ nghiêm ngặt theo các quy định của hệ thống quản lý chất lượng theo TCVN ISO/IEC 17025:2005; VIMCERTS và áp dụng theo các phương pháp lấy mẫu hiện hành như TCVN 5992:1995 Chất lượng nước - Hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu; TCVN 5993:1995 Chất lượng nước - Hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu; TCVN 6663-14:2018 (ISO 5667-14:2014): Chất lượng nước - Lấy mẫu - Phần 9. Hướng dẫn lấy mẫu nước biển. Vị trí quan trắc chất lượng nước biển: Lấy mẫu phân tích chất lượng nước biển với 29 mẫu vào mùa khô là 2 đợt: Tháng 3/2022 và Tháng 5/2022; vào mùa mưa là 2 đợt: Tháng 7/2022 và Tháng 10/2022 được thể hiện như Hình 1.

Mẫu nước được thu bằng bình lấy mẫu chuyên dụng (Niskin) loại 5 lít. Mẫu sau khi thu được bảo quản trong các bình thu mẫu chuyên dùng trong điều kiện giữ lạnh bằng bình đá, che tối hoàn toàn và được vận chuyển về phòng thí nghiệm. Các chỉ số phân tích sinh hóa lý theo QCVN 10-MT:2015/BTNMT với chỉ tiêu vật lý: Nhiệt độ, pH (TCVN 6492:2011), TSS (TCVN 6625:2000), DO (TCVN 7325:2004); chỉ tiêu hóa học: COD, NH₄⁺ (TCVN 5988:1995), NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻ (TCVN 6494:1999), tổng dầu mỡ (TCVN 7875:2008), Cu (TCVN 6193:1996), Fe (TCVN 6177:1996), Zn (TCVN 6193:1996), Mn (TCVN 6002:1995), Pb (TCVN 6193:1996), As (TCVN

6626:2000), Hg (TCVN 7877:2008), Cd (TCVN 6197:2008); chỉ tiêu sinh học: BOD₅, Coliform (TCVN 6187-2:1996).

Xử lý mẫu được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Phân tích và Kỹ thuật công nghệ, Trung tâm Công nghệ Môi trường, Viện Môi trường và Tài nguyên - ĐHQG-HCM (Vimcerts 007).



Hình 1. Vị trí quan trắc chất lượng nước biển khu vực nghiên cứu

2.2. Xây dựng mô hình lan truyền vật chất ô nhiễm

2.2.1. Mô hình thủy lực

Tích phân các phương trình chuyển động và phương trình liên tục theo phương thẳng đứng trên khoảng độ sâu $h = \eta + d$ cho ta các mô hình nước nông 2 chiều dạng:

$$\frac{\delta h}{\delta t} + \frac{\delta u}{\delta x} + \frac{\delta h v}{\delta y} = h S \quad (1)$$

$$\frac{\delta h u}{\delta t} + \frac{\delta h u^2}{\delta x} + \frac{\delta h u v}{\delta y} = f v h - g h \frac{\delta \eta}{\delta x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\delta p_a}{\delta x} - \frac{g h^2}{2 \rho_0} \frac{\delta \rho}{\delta x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\delta s_{xx}}{\delta x} + \frac{\delta s_{xy}}{\delta y} \right) + \frac{\delta}{\delta x} (h T_{xx}) + \frac{\delta}{\delta y} (h T_{xy}) + h u_s S \quad (2)$$

$$\frac{\delta h v}{\delta t} + \frac{\delta h u v}{\delta x} + \frac{\delta h v^2}{\delta y} = f u h - g h \frac{\delta \eta}{\delta y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\delta p_a}{\delta y} - \frac{g h^2}{2 \rho_0} \frac{\delta \rho}{\delta y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\delta s_{yx}}{\delta x} + \frac{\delta s_{yy}}{\delta y} \right) + \frac{\delta}{\delta x} (h T_{xy}) + \frac{\delta}{\delta y} (h T_{yy}) + h v_s S \quad (3)$$

Trong đó:

- t là thời gian
- x, y là các thành phần trong hệ tọa độ Decartes
- η là độ dâng mặt nước so với mốc cao độ, còn gọi là mực nước
- d là độ sâu cột nước khi mực nước bằng zero
- $h = \eta + d$ là độ sâu cột nước tổng cộng
- u, v là các thành phần vận tốc lần lượt theo phương x, y
- $f = 2\Omega \sin\phi$ là tham số Coriolis (Ω là vận tốc góc, ϕ là vĩ độ địa lý)
- g là gia tốc trọng trường
- ρ là khối lượng riêng
- ν là hệ số nhớt rối theo phương thẳng đứng
- P_a là áp suất khí quyển
- ρ_0 là mực độ tham chiếu của nước
- S là độ lớn lưu lượng của các nguồn nước đổ vào VNC và (u_s, v_s) là vận tốc dòng nước chảy theo 2 hướng từ nguồn vào VNC
- T là nhiệt độ
- s là độ mặn trong đó (τ_{sx}, τ_{sy}) là các thành phần ứng suất ma sát gió lên mặt nước và ứng suất ma sát đáy theo phương x, y tương ứng
- \bar{u} và \bar{v} là các thành phần vận tốc trung bình theo độ sâu được định nghĩa bởi các quan hệ

$$\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz \quad \bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz \quad (4)$$

2.2.2. Mô hình sinh thái

Động lực học của bình lưu các biến trạng thái trong ECO Lab có thể được mô tả bằng các phương trình truyền tải của vật chất không bảo toàn, có dạng:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} = D_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + S_c + P_c \quad (5)$$

Trong đó: c : nồng độ của biến trạng thái ECO Lab; u, v : các thành phần vận tốc dòng chảy; D_x, D_y : các hệ số khuếch tán theo phương x và y ; S_c : nguồn sinh và nguồn mất; P_c : các quá trình trong ECO Lab. Phương trình truyền tải có thể được viết lại:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = AD_c + P_c \quad (6)$$

Trong đó, nhóm AD_c đại diện cho tốc độ thay đổi nồng độ gây ra bởi quá trình bình lưu và khuếch tán (bao gồm các nguồn sinh và mất).

Khi tính toán các biến nồng độ cho bước tiếp theo, một phương trình ECO Lab số được thay thế cho các phương trình truyền tải tích phân theo thời gian. Một phương pháp xấp xỉ khác được sử dụng trong ECO Lab là xem thành phần bình lưu - đối lưu AD_c không thay đổi trong một bước thời gian. Việc giải cả hai thành phần trong phương trình sai phân thường của ECO Lab là tổng hợp của tốc độ thay đổi gây ra do chính các quá trình nội tại và các quá trình bình lưu - khuếch tán.

$$c(t + \Delta t) = \int_t^{t+\Delta t} (P_c(t) + AD_c) + \partial t \quad (7)$$

Thành phần bình lưu - khuếch tán được xấp xỉ bằng công thức:

$$AD_c = \frac{c^* + (t + \Delta t) - c^n(t)}{\Delta t} \quad (8)$$

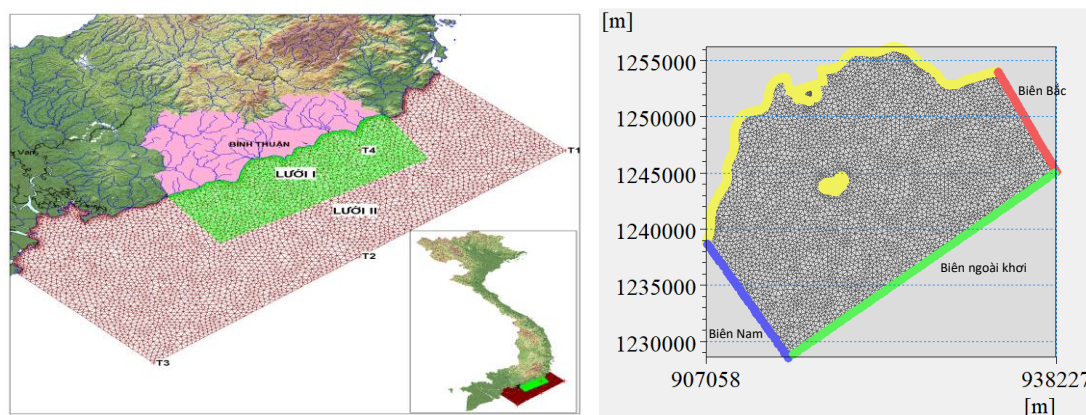
Trong đó, nồng độ tức thời c^* được cho bởi quá trình truyền tải biến trạng thái trong ECO Lab khi vật chất được bảo toàn trong suốt chu kỳ Δt sử dụng môđun AD.

Một lợi thế chính của phương pháp này là liên kết được phương pháp giải hiện và các vấn đề phi tuyến từ các nguồn ECO Lab phức tạp, vì vậy ECO Lab và thành phần bình lưu - khuấy tán có thể được giải một cách riêng lẻ.

Phương pháp giải số được sử dụng trong mô hình ECO Lab là phương pháp Euler, Runge Kutta 4, Runge Kutta 5 [10-12].

2.2.3. Xây dựng miền tính cho mô hình

Do đặc điểm điều kiện biên cho mô hình thủy động lực (mức nước và sóng), lưới tính cho mô hình được xây dựng bao gồm 02 mô hình chính, trong đó: (1) mô hình tổng quát (hình trái) kéo dài từ phía Nam tỉnh Khánh Hòa đến Trà Vinh, bao phủ toàn bộ khu vực vùng biển tỉnh Bình Thuận. Mục tiêu của mô hình tổng quát là thừa kế kết quả tính toán mô hình triều toàn cầu do DHI cung cấp, và mô hình triều Biển Đông đã được thực hiện và kiểm định [9]; (2) mô hình chi tiết được xây dựng cho vùng biển tỉnh Bình Thuận (lưới I) nhằm đảm bảo độ chi tiết của miền tính, trong đó, khoảng cách tính toán của mỗi đoạn trên đường bờ không quá 100 m.

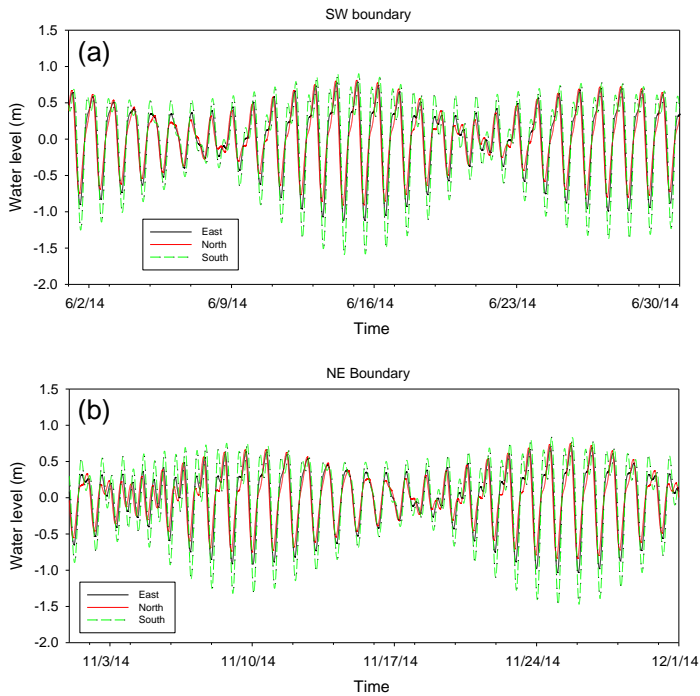


Hình 2. Miền tính và lưới tính phi cấu trúc

Điều kiện biên đầu vào của các thông số chất lượng nước tại vùng nghiên cứu được lấy mẫu phân tích trong 2 mùa và biểu hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Điều kiện biên đầu vào cho các thông số chất lượng nước

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị nền*	Biển Nam		Biển Bắc		Biển Đông	
				Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô
1	BOD	mg/L	6,5-8,5	7,4	1,2	7,7	1,7	7,5	1
2	DO	mg/L	>4	8,0	7,4	7,9	7,4	7,9	7
3	Amoni (NH ₄ ⁺)	mg/L	0,5	0,008	0,1	0,007	0,09	0,009	0,08
4	Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	0,079	0,07	0,013	0,07	0,01	0,1	0,07
5	Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0,3	0,03	0,09	0,007	0,013	0,007	0,01



Hình 3. Điều kiện biên cho mô hình (a) mực nước tại các biên mở vào mùa mưa; (b) mực nước tại các biên mở vào mùa khô.

2.2.4. Kiểm định mô hình

Kiểm định mô hình là quá trình vô cùng quan trọng cho việc mô phỏng quá trình thủy động lực, tuy nhiên, việc đo đạc, quan trắc hải văn tại khu vực có nhiều hạn chế và chưa đầy đủ. Sau khi tính toán, các điểm truy xuất sẽ được xuất ra tại một số vị trí và so sánh với các số liệu thực đo hiện có tại khu vực. Để thực hiện việc kiểm định cho mô hình thủy động lực, các tác giả đã kết hợp việc kiểm định giá trị mực nước và trường sóng phân bố tại khu vực. Kết quả kiểm định cho thấy, kết quả mô phỏng có xu hướng dao động tương đối đồng với dao động của quá trình thủy động lực học tại khu vực. Do đó, sau khi hiệu chỉnh, các thông số của mô hình hiện trạng được chốt và sử dụng cho mô hình dự báo.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc trưng chế độ thủy động lực học

Đối với đặc điểm sóng: Sóng ngoài khơi thềm lục địa biển Đông thường là sóng hỗn hợp lừng và sóng do gió. Độ cao và chu kỳ trung bình năm là 1,6 m và 5,5 giây tương ứng, độ cao và chu kỳ sóng cực đại là 10,5 m và 11,5 giây. Sóng lớn thường xuất hiện trong thời kỳ gió mùa Đông - Bắc và gió mùa Tây - Nam. Sóng với độ cao trên 4,0 m có xác suất cao nhất vào thời kỳ gió mùa Đông - Bắc, còn vào thời kỳ gió mùa Tây - Nam, sóng có độ cao ít khi vượt quá 3,0 m. Chu kỳ sóng nằm trong khoảng từ 5,0 - 12,0 giây. Độ cao sóng cực đại ở cấp tần suất 1% là 12,7 m trong thời kỳ gió mùa Đông - Bắc. Kết quả khảo sát cho thấy hai đợt khảo sát tháng 6 và tháng 11 năm: Độ cao sóng lớn nhất tại Phan Thiết đợt tháng 6 là 0,47 m, tại Phan Rí Cửa là 0,94 m. Đợt tháng 11 lớn nhất tại Phan Thiết là 1,45 m, tại Phan Rí là 1,23 m. Sóng trong thời gian quan trắc là sóng có cao độ lớn nhất $H_s = 1,45$ m sóng lớn (sóng cấp IV), có hướng từ Nam đến Tây Nam (S, SSW, SW).

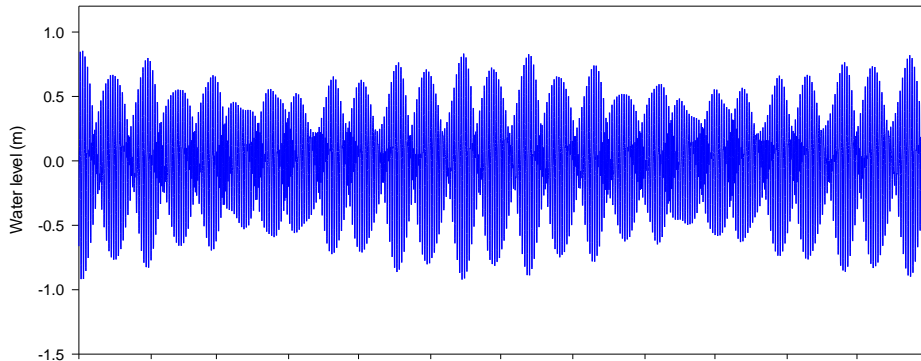
Đối với dòng chảy ven bờ: Kết quả khảo sát hải văn từ ngày 8/8/2018 đến 22/8/2018 tại ven biển Phan Thiết: dòng chảy ven bờ tại Phan Thiết dao động 0,02 - 0,89 m/s, hướng dòng chảy dao động 0 - 359,83 độ.

Bảng 2. Đặc trưng dòng chảy ven biển Phan Thiết

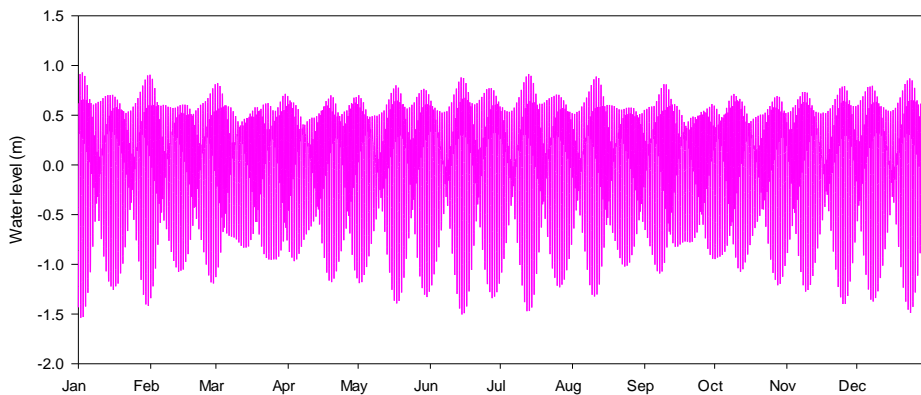
Giá trị	Tầng đáy		Tầng giữa		Tầng mặt	
	V (m/s)	Hướng (độ)	V (m/s)	Hướng (độ)	V (m/s)	Hướng (độ)
GTLN	0,6	359,39	0,67	356,36	0,89	359,83
GTNN	0,02	0	0	0	0,02	0
GTTB	0,21	124,94	0,22	84,36	0,28	61,17

Đối với chế độ thủy triều: Chiều dài bờ biển có chế độ Nhật triều không đều chiếm tỷ lệ lớn, bao gồm các huyện Tuy Phong, Bắc Bình, Tp. Phan Thiết và Hàm Thuận Nam. Độ lớn thủy triều vào những ngày nước cường từ 1,5 đến 2,0 m. Kết quả thực đo do Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam thực hiện tại hai khu vực Tp. Phan Thiết và thị trấn Phan Rí cửa cho thấy: Chế độ thủy triều là chế độ nhật triều, trong ngày một lần lên một lần xuống. Số ngày nhật triều từ 18 - 22 ngày trong tháng. Số ngày bán nhật triều không đều chiếm 6 - 8 ngày. Trong những ngày bán nhật triều không đều, biên độ triều giao động yếu [9].

(a) PhanRi



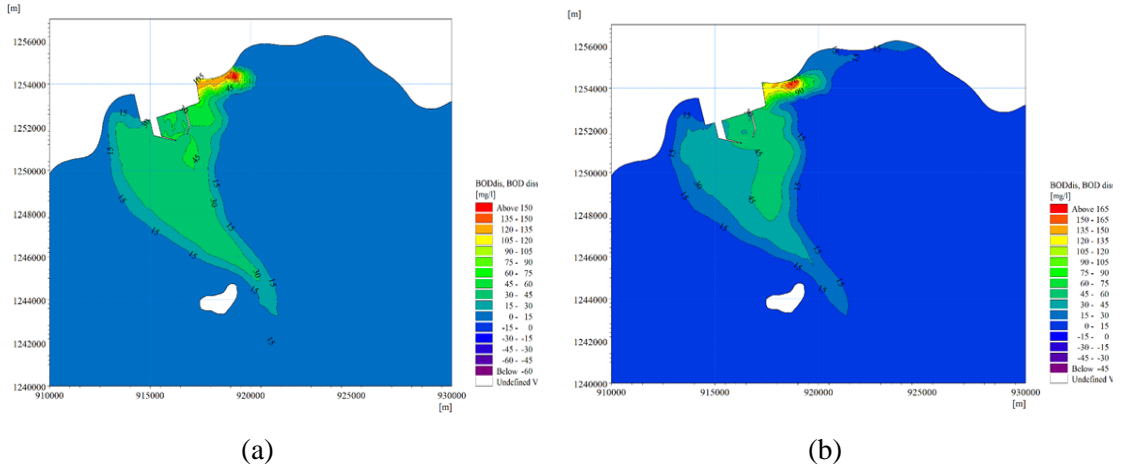
(b) LaGi



Hình 4. Đường mực nước thực đo tại khu vực Phan Rí (a) và LaGi (b).

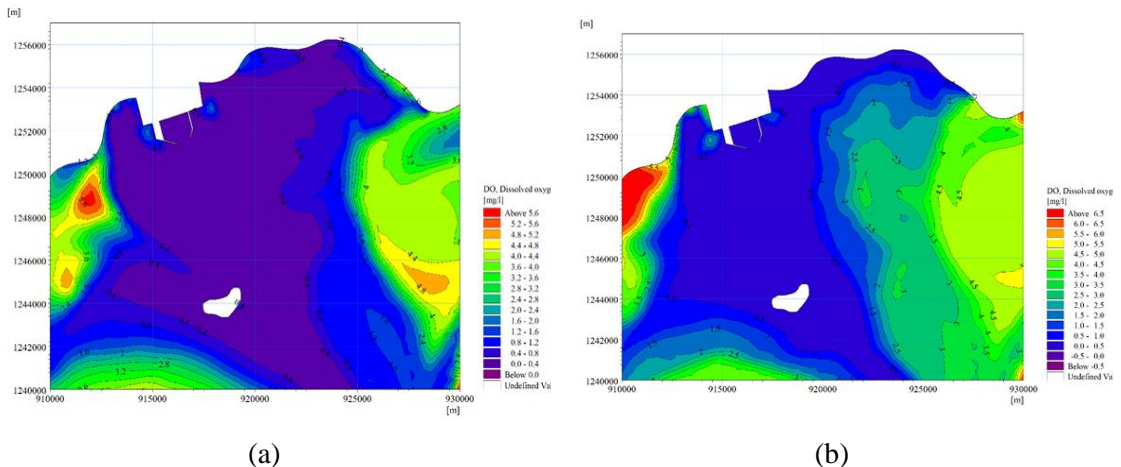
3.2. Tính toán khả năng lan truyền vật chất ô nhiễm

Với nhu cầu oxy sinh hóa (BOD): Hình 5 thể hiện kết quả mô phỏng lan truyền BOD sau 1 chu kỳ triều vào mùa mưa và mùa khô. Kết quả cho thấy, vào mùa mưa, nồng độ BOD dao động từ 15-105 mg/L. Khu vực bãi biển Cà Ná là khu vực có nồng độ cao nhất với giá trị 105 mg/L vào mùa mưa và 90 mg/L vào mùa khô.



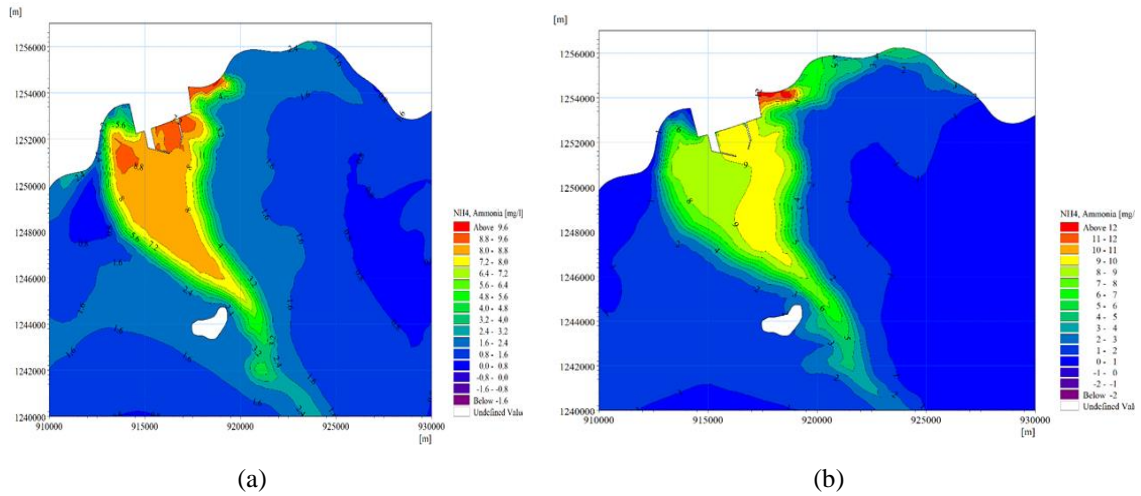
Hình 5. Kết quả mô phỏng lan truyền BOD vào mùa mưa (a) và mùa khô (b).

Với oxy hòa tan (DO): Vào mùa mưa, nồng độ DO dao động trong khoảng 2 - 4,6 mg/L. Các khu vực phía Bắc và phía Nam Hòn Cau có giá trị DO từ 4,6 - 5,6 mg/L, khu vực nhà máy điện và Hòn Cau giảm xuống thấp dưới 2 mg/L. Vào mùa khô, nồng độ DO dao động khoảng 2 - 5,6 mg/L vào mùa khô. Giá trị nồng độ DO tại các khu vực bãi biển Cà Ná, cảng nhiệt điện và bãi biển Tuy Phong (P1 - P4) đều có giá trị dưới 5 mg/L, giới hạn nồng độ DO cho phép đối với môi trường nước vùng nuôi trồng thủy sản, bảo vệ thủy sinh theo QCVN10-MT:2015/BTNMT.



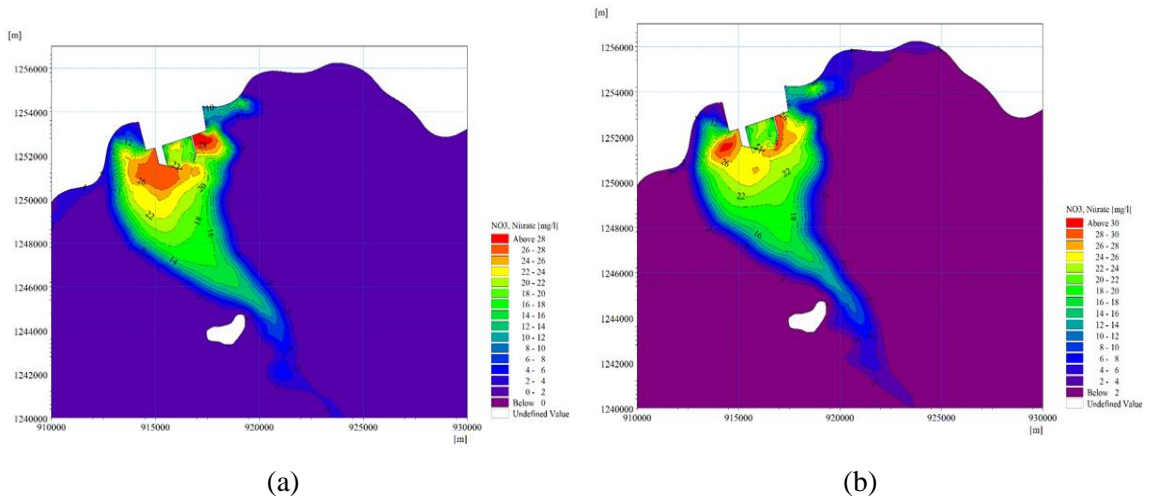
Hình 6. Biến đổi nồng độ Oxy hòa tan vào mùa mưa (a) và mùa khô (b).

Với nồng độ Amonia (NH_4^+): Kết quả mô phỏng trường phân bố nồng độ Amoni (NH_4^+ tính theo N) tại khu vực Vĩnh Tân dao động trong khoảng 1,6 - 8,8 mg/L, vượt giới hạn cho phép đối với môi trường nước vùng nuôi trồng thủy sản, bảo vệ thủy sinh theo QCVN10-MT:2015/BTNMT.

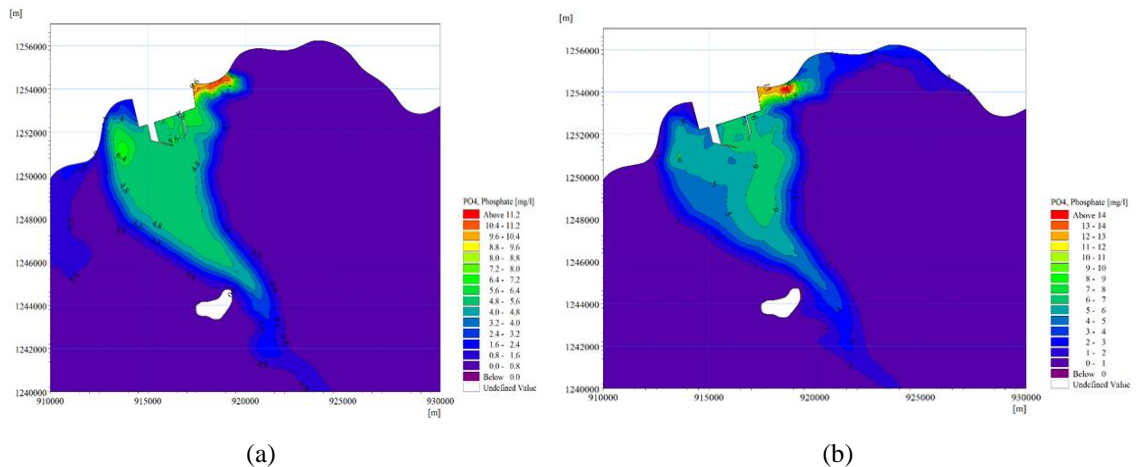


Hình 7. Biến đổi nồng độ NH_4^+ khu vực nghiên cứu vào mùa khô (a) và mùa mưa (b).

Với nồng độ Nitrate (NO_3^-): Kết quả mô phỏng phân bố nồng độ Nitrate (NO_3^- tính theo N) dao động trong khoảng 0,1 - 28 mg/L. Vào mùa khô, khả năng lan truyền cao hơn vào mùa mưa.



Hình 8. Biến đổi nồng độ Nitrat vào mùa mưa (a) và mùa khô (b).



Hình 9. Kết quả mô phỏng lan truyền nồng độ Phosphate vào mùa mưa (a) mùa khô (b).