

Xây dựng phương pháp WQI để đánh giá chất lượng nước biển ven bờ khu vực Hòn Cau Bình Thuận

Lê Thanh Hải¹, Đào Phú Quốc^{1,*}, Lê Thị Trang¹, Trần Phương Anh¹, Thái Vũ Bình¹, Nguyễn Thị Mỹ Hạnh¹, Bành Danh Liêm², Trương Ngọc Giao²



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, phương pháp chỉ số chất lượng nước (WQI) với 9 thông số cơ bản gồm phần trăm Oxy bão hòa (%DO_{sat}), amoni (NH₄⁺), phosphat (PO₄³⁻), nitrat (N-NO₃⁻), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), Sắt (Fe), tổng coliform, tổng dầu mỡ được áp dụng nhằm đánh giá chất lượng môi trường nước tại khu vực Hòn Cau, tỉnh Bình Thuận. Sử dụng phân tích tương quan đa biến để kiểm tra độ tin cậy của phương pháp WQI, đồng thời tiến hành so sánh với kết quả giám sát phiêu sinh động thực vật và kết quả đánh giá chất lượng nước theo Quy chuẩn quốc gia về chất lượng nước biển (QCVN 10-MT:2015/BTNMT). Kết quả khảo sát tại 29 điểm thu mẫu trên tổng diện tích hơn 12.500 ha cho thấy chất lượng môi trường tại khu vực Bảo tồn biển Hòn Cau hầu hết đáp ứng QCVN 10-MT:2015/BTNMT. Các điểm ven bờ có khuynh hướng ô nhiễm cao hơn khu vực xa bờ, nhiệt độ nước biển gần nhà máy nhiệt điện có giá trị nhiệt trung bình cao hơn các khu vực còn lại. Nhìn chung, vùng lõi và vùng đệm của khu bảo tồn có chất lượng môi trường tốt hơn. Tuy nhiên, tại các vùng nước ven bờ chất lượng nước bị suy giảm, kèm với đó là tình trạng khai thác quá mức đang tạo ra sức ép tiêu cực lên đời sống thủy sinh tại đây. Kết quả phân tích thống kê đa biến cho thấy phương pháp WQI phù hợp để đánh giá tổng quan cơ bản về chất lượng môi trường nước biển phục vụ công tác quản lý và giám sát chất lượng nước cho khu vực này.

Từ khoá: Môi trường nước, chỉ số WQI, phiêu sinh động thực vật, Hòn Cau, nguồn lợi thủy sản

¹Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG Quốc Gia Tp.HCM.

²Ban quản lý Khu Bảo Tồn Biển Hòn Cau tỉnh Bình Thuận.

Liên hệ

Đào Phú Quốc, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG Quốc Gia Tp.HCM.

Email: quocmina@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 01-12-2022
- Ngày chấp nhận: 16-02-2023
- Ngày đăng: 31-5-2023

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjsee.v5iS3.719>



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



GIỚI THIỆU

Hòn Cau là hòn đảo nhỏ thuộc địa phận huyện Tuy Phong, tỉnh Bình Thuận trong khoảng tọa độ 108°49'30" đến 108°50'20" kinh độ Đông và 11°13'15" đến 11°13'45" vĩ độ Bắc, cách bờ 9 km, cách Phan Thiết khoảng 110 km về hướng Đông Bắc. Năm 2010, Khu bảo tồn biển Hòn Cau được thành lập nhằm bảo vệ môi trường, 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 rùa¹. Tuy nhiên, các hoạt động từ nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân, cảng Vĩnh Tân, hoạt động tàu thuyền đánh bắt thủy sản đã và đang tác động mạnh đến môi trường khu vực, tồn tại nhiều nguy cơ gây ô nhiễm môi trường và suy giảm nguồn lợi thủy sản²⁻⁵. Do đó, cần thiết đánh giá hiện trạng chất lượng nước Khu bảo tồn biển Hòn Cau, làm cơ sở để xuất giải pháp phát triển bền vững cũng như bảo tồn đa dạng sinh học cho khu vực Hòn Cau.

Đánh giá chất lượng nước biển hiện nay tại Việt Nam áp dụng theo Quy chuẩn quốc gia về chất lượng nước biển (QCVN 10-MT:2015/BTNMT), bao gồm 25 thông số để đánh giá chất lượng nước biển ven bờ, 16 thông số cho nước biển gần bờ và 11 thông số cho

nước biển xa bờ⁶. Với phương pháp đánh giá thông thường, phân tích chất lượng nước sau đó so sánh với các định mức theo QCVN 10-MT:2015/BTNMT, cách đánh giá này thể hiện được vùng nước có đạt quy chuẩn hay không, nhưng chưa đưa ra được cái nhìn tổng quan về hiện trạng và xu hướng chất lượng nước của khu vực⁷⁻⁹. Do đó khi các nhà quản lý, hoạch định chính sách và cộng đồng muốn có cái nhìn tổng quan về chất lượng nước của một khu vực lại gặp khó khăn vì không phải chuyên gia am hiểu sâu trong lĩnh vực môi trường¹⁰⁻¹². Hơn nữa, để so sánh với quy chuẩn, rất nhiều chỉ tiêu cần phải giám sát hiện trường và phân tích tại phòng thí nghiệm, điều này làm gia tăng chi phí giám sát môi trường, nhất là tăng gánh nặng kinh phí cho các nhiệm vụ quan trắc thường xuyên. Do đó, việc xác định chất lượng nước bằng chỉ số chất lượng (WQI) được thực hiện dễ dàng và nhanh hơn nhiều so với việc tính toán từng tham số riêng lẻ sau đó so sánh với các giá trị tham chiếu¹³⁻¹⁶. Thực tế, phương pháp WQI đã được áp dụng để đánh giá tình trạng chất lượng nước tổng thể của lưu vực nước mặt và nước ngầm trên toàn cầu kể từ những năm 1960¹⁷, tuy nhiên vẫn chưa có nhiều nghiên cứu ứng dụng WQI cho nước biển. Tùy thuộc vào vị trí

Trích dẫn bài báo này: Hải L T, Quốc D P, Trang L T, Anh T P, Bình T V, Hạnh N T M, Liêm B D, Giao T N. **Xây dựng phương pháp WQI để đánh giá chất lượng nước biển ven bờ khu vực Hòn Cau Bình Thuận.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(S3):115-129.

địa lý, điều kiện tự nhiên, hiện trạng chất lượng môi trường, quy định quản lý mà mỗi quốc gia có cách tiếp cận và xây dựng mô hình WQI khác nhau, tuy nhiên việc tính toán chỉ số WQI thường gồm bốn bước cơ bản: (1) lựa chọn bộ các thông số chỉ thị chất lượng nước cần quan tâm, (2) thiết lập trọng số của mỗi chỉ số dựa trên mức độ ảnh hưởng của chúng đến chất lượng nước, (3) tính toán chỉ số phụ nhằm so sánh thông số trong một thang đo chung, (4) xây dựng và tính toán WQI tổng hợp. Phương pháp tính WQI cần phải thỏa mãn một số tiêu chí sau: (1) Tính toán dễ dàng; (2) Mô tả được mức độ quan trọng của các thông số tính toán; (3) Tránh được tính che khuất và tính mơ hồ; (4) Nhạy cảm với sự thay đổi giá trị chất lượng nước¹⁸.

Trên thế giới, WQI tuy chưa được ứng dụng nhiều cho nước biển, nhưng cũng đã có các nghiên cứu xây dựng phương pháp tính toán. Năm 2004, Carruthers và Wazniak tính WQI cho vịnh Maryland - Mỹ bằng cách cho điểm 0 cho thông số không đạt tiêu chuẩn và 1 cho thông số đạt tiêu chuẩn, sau đó lấy trung bình cộng các điểm số. Năm 2012, Sangeeta và cộng sự đã dựa trên phương pháp phân tích theo nhóm và phân tích khác biệt để đề xuất công thức WQI cho vịnh Bengan - Ấn Độ⁸. Cục Bảo vệ Môi trường Mỹ cũng đã dùng bộ chỉ số tổng hợp đánh giá tình trạng nước biển, bao gồm chỉ số chất lượng nước, chỉ số chất lượng trầm tích, chỉ số điều kiện sinh thái, chỉ số đa dạng sinh vật đáy, chỉ số tích tụ chất ô nhiễm trong cá. Trong đó, năm 2012 chỉ số WQI nước biển của Mỹ được xác định dựa vào số lượng thông số chất lượng nước ở mức trung bình và xấu¹⁹. Năm 2013, Darko tính WQI theo dạng Solway để đánh giá chất lượng nước cho vùng ven biển Ghana²⁰. Theo Báo cáo Chất lượng Môi trường Malaysia năm 2016²¹, để phản ánh chất lượng nước biển phải dựa trên Bộ chỉ số chất lượng nước biển (MWQI) bao gồm 7 thông số chính là Oxy hòa tan (DO), Nitrate (NO₃), Phosphate (PO₄), Ammonia tự do (NH₃), faecal coliform, dầu mỡ (oil và Grease), và Tổng chất rắn lơ lửng (TSS). Năm 2020, Ma và cộng sự²² đã xây dựng công thức tính toán WQI dựa trên bộ thông số gồm 10 chỉ tiêu để đánh giá chất lượng nước vùng nuôi trồng thủy sản ven biển Đại Liên, Trung Quốc.

Tại Việt Nam, một số nghiên cứu đã xây dựng công thức tính toán WQI để đánh giá chất lượng nước đầm phá ven biển và vùng biển ven bờ: Năm 2011, Phạm Ngọc Hồ²³ đã thiết lập công thức tính WQI sử dụng phương pháp chỉ số chất lượng nước tổng cộng có trọng số và quy chuẩn về 1 thông số (TWQI), và áp dụng để đánh giá chất lượng nước tại các cửa lạch ven biển tỉnh Thanh Hóa. Năm 2013, Nguyễn và cộng sự²⁴ tính chỉ số WQI dựa trên 9 thông số bao gồm

tổng chất rắn lơ lửng (TSS), dầu mỡ (oil and grease), nhu cầu oxy hóa hóa học (COD), tổng nitrogen hoặc ammonia (TN hoặc NH₄⁺), tổng phosphorus hoặc phosphate (TP hoặc PO₄³⁻), chlorophyll-a (Chl-a), tổng coliforms (T. Coli) hoặc fecal coliforms (F. Coli), phần trăm oxygen bão hòa (%DO_{sat}) và tổng carbon hữu cơ (TOC) để đánh giá chất lượng nước biển vịnh Hạ Long. Tác giả Tâm (2016)¹⁰ đã áp dụng phương pháp tính WQI, bao gồm 8 thông số oxy hòa tan (DO), mật độ coliform (Fecal Coliform), pH, nhu cầu oxy sinh hóa (BOD₅), tổng phosphor (TP), nitrate, độ đục và tổng chất rắn lơ lửng (TSS) để đánh giá chất lượng môi trường tại các trạm quan trắc môi trường biển phía Nam Việt Nam trong 5 năm (2011-2015). Năm 2016, Nguyễn Thị Thế Nguyên²⁵ cũng đã nghiên cứu và đề xuất hiệu chỉnh lại công thức tính WQI dạng tích có trọng số của Quỹ Vệ sinh Môi trường Mỹ để có thể áp dụng đánh giá sơ bộ hiện trạng chất lượng nước biển trong trường hợp thiếu số liệu tính toán. Năm 2020, Trương Văn Đoàn và cộng sự²⁶ đánh giá chất lượng nước đầm Phá Tam Giang - Cầu Hai bằng bộ chỉ số WQI gồm 10 yếu tố nhiệt độ, pH, DO, độ mặn, độ kiềm, P-PO₄, N-NO₃, BOD₅, NH₃ và tổng Coliform. Năm 2020, Lê Văn Nam và cộng sự⁷ bước đầu áp dụng chỉ số chất lượng nước WQI để đánh giá chất lượng nước biển vịnh Bắc Bộ gồm DO, NO₃⁻, NH₄⁺, TSS, Cu, Pb, Zn, Cd, As, Hg. Năm 2021, Lê Văn Nam và cộng sự²⁷ cũng đã áp dụng WQI để phân vùng chất lượng môi trường nước vùng biển ven bờ Hải Phòng với 10 thông số được sử dụng để tính toán: Oxy hòa tan (DO), nitrat (NO₃⁻), amoni (NH₄⁺), phosphat (PO₄³⁻), COD, TSS, tổng coliform, chlorophyll-a, tổng dầu mỡ khoáng, sắt (Fe).

Quá trình đánh giá theo WQI có thể mất nhiều thời gian bởi sự lựa chọn các thông số khác nhau để tính toán phụ thuộc vào mục đích sử dụng nguồn nước và mục tiêu của WQI²⁸, tuy nhiên kết quả sau khi thực hiện tính toán theo WQI sẽ cho ra giá trị thể hiện đơn giản nhằm phản ánh tốt nhất hiện trạng ô nhiễm môi trường biển và thuận lợi cho ra quyết định của nhà quản lý trong công tác đánh giá, phân vùng và quản lý chất lượng nước. Nhìn chung cho đến nay vẫn chưa có một công thức tính WQI thống nhất, cũng như chưa có quy định chính thức được ban hành nhằm áp dụng WQI rộng rãi cho các vùng biển khác nhau. Các nghiên cứu trước đây đều xây dựng phương pháp tính WQI áp dụng cho từng khu vực cụ thể phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên và tính chất đặc trưng của từng vùng biển. Đồng thời cũng chưa có một nghiên cứu nào được tiến hành nhằm đánh giá và hệ thống một cách tổng quan về chất lượng nước ven biển khu vực Bình Thuận, nơi có nền kinh tế biển phát triển mạnh, đặc biệt Khu bảo tồn biển Hòn Cau, là

một trong những khu vực có hệ sinh thái đa dạng bậc nhất Việt Nam. Bên cạnh đó, nghiên cứu này cũng áp dụng thống kê đa biến để kiểm tra độ tương quan của các thông số môi trường cơ bản cùng với chỉ số WQI nhằm đánh giá độ tin cậy của phương pháp WQI khi áp dụng đánh giá chất lượng nước khu Bảo tồn biển Hòn Cau.

ĐỊA ĐIỂM VÀ PHƯƠNG PHÁP

Vị trí thu mẫu

Khu vực khảo sát được chọn gồm 29 vị trí thu mẫu khác nhau xung quanh khu vực Bảo Tồn biển Hòn Cau, Bình Thuận. Địa điểm thu mẫu và kí hiệu mẫu được trình bày ở Hình 1 và Bảng 1. Đối với chỉ tiêu phiêu sinh động, thực vật, tại mỗi vị trí thu 1 mẫu định lượng. Thời gian lấy mẫu là vào tháng 03/2022 (mùa khô) và 07/2022 (mùa mưa) để đánh giá chất lượng nước hai mùa.

Phương pháp thu mẫu hiện trường và phân tích

Phiêu sinh động thực vật

Thu mẫu dựa trên hướng dẫn SMEWW 10200B:2017²⁹. Mẫu định tính được thu bằng cách kéo lưới phiêu sinh ở phần nước bề mặt (đường kính miệng lưới thu 0,4m, mắt lưới 25 μ m), sau đó chuyển mẫu (khoảng 100mL ở ống đáy) vào hũ nhựa 150ml và bảo quản bằng dung dịch formalin 4%. Mẫu định lượng được thu bằng cách lọc 100L nước biển qua lưới phiêu sinh, sau đó chuyển mẫu (khoảng 100mL ở ống đáy) vào hũ nhựa 150ml và bảo quản bằng dung dịch formalin 4%.

Việc định danh phiêu sinh động, thực vật được dựa trên cơ sở hình thái học (morphology) với sự trợ giúp của các tài liệu phân loại của các tác giả trong và ngoài nước. Mẫu định lượng động, thực vật phiêu sinh được phân tích theo phương pháp buồng đếm Sedgewick Rafter (SMEWW 10200:2017)²⁹.

Thu mẫu nước và phân tích

Thu mẫu, xử lý và bảo quản mẫu tại hiện trường

Mẫu nước biển được thu bằng bình lấy mẫu chuyên dụng (Niskin) loại 5 lít theo Thông tư số 10/2021/TT-BTNMT - Quy định kỹ thuật quan trắc môi trường và quản lý thông tin, dữ liệu quan trắc chất lượng môi trường³⁰ và Thông tư số 34/2010/TT-BTNMT - quy định về kỹ thuật điều tra, khảo sát hải văn, hóa học và môi trường ven bờ, hải đảo³¹. Chai chứa mẫu được tráng qua bằng mẫu trước khi sử dụng. Sau khi đổ đầy mẫu vào chai đựng, vặn chặt nắp và bảo quản lạnh trong thùng đá, sau đó chuyển về phòng thí nghiệm để tiến hành phân tích. Thông số nhiệt độ, độ mặn, pH: được đo bằng máy đo STD-SD204W (Na Uy).

Phương pháp phân tích mẫu tại phòng thí nghiệm

Mẫu nước biển sau khi mang về phòng thí nghiệm được tiến hành phân tích theo các phương pháp sau: DO: TCVN 7325:2004; BOD₅: SMEWW 5210B:2017; COD: TCVN 6491-1999; TSS: SMEWW 2540.D:2017; Amoni (N-NH₄⁺): SMEWW 4500-NH₃ B&F:2017; Photphat (P-PO₄³⁻): SMEWW 4500-P.D:2017; Nitrat (N-NO₃⁻): SMEWW 4500-NO₃-E:2017; Nitrit (N-NO₂⁻): SMEWW 4500-NO₂-B:2017; Sắt (Fe): SMEWW 3500-Fe.B:2017; Tổng dầu mỡ: SMEWW 5520B:2017; Coliform: SMEWW 9221B:2017.

Phương pháp tính chỉ số chất lượng nước (WQI)

Lựa chọn thông số tính WQI

Có nhiều thông số để đánh giá chất lượng nước biển, sự lựa chọn các thông số khác nhau để tính WQI phụ thuộc vào mục đích sử dụng nguồn nước và mục tiêu của WQI²⁸. Các thông số sử dụng để tính WQI cho khu vực Bảo Tồn biển Hòn Cau được lựa chọn dựa trên cơ sở: Tham khảo hướng dẫn của Tổng cục Môi trường số 1460/QĐ-TCMT³², Quỹ Vệ sinh Quốc gia Mỹ (NSF)³³ và nghiên cứu phân vùng chất lượng nước vùng biển ven bờ của tác giả Lê Văn Nam²⁷; Sàng lọc số liệu khảo sát chất lượng nước biển hiện có của đề tài nghiên cứu, các yếu tố kim loại nặng trên vùng biển có hàm lượng đều thấp hơn quy chuẩn và khu vực không có nguồn thải nên không đưa vào tính WQI. Bên cạnh đó, các thông số thường được áp dụng như chlorophyll-a, TOC cũng được loại bỏ do phương pháp thu mẫu, bảo quản và đo phức tạp, chi phí cao. Vì vậy, 9 thông số được sử dụng để tính WQI bao gồm: Phần trăm Oxy bão hòa (%DO_{sat}), amoni (NH₄⁺), photphat (PO₄³⁻), nitrat (N-NO₃⁻), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), Sắt (Fe), tổng coliform, tổng dầu mỡ.

Tính toán chỉ số cuối cùng (tính các giá trị WQI theo công thức toán học xác định)

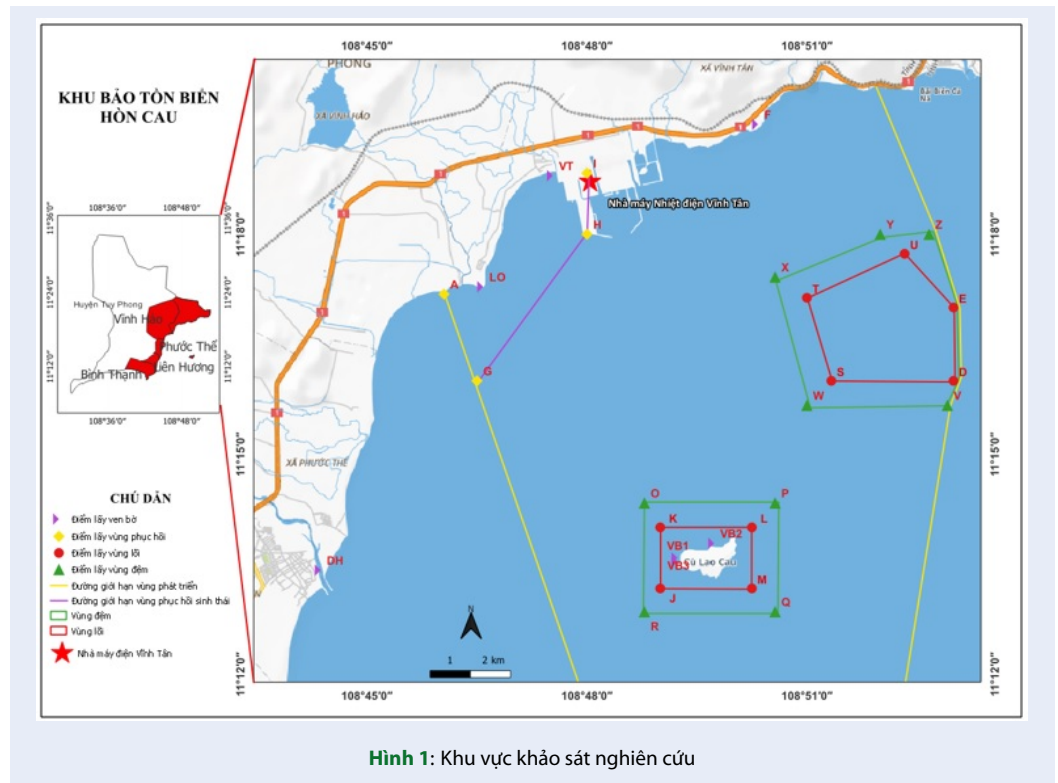
Nghiên cứu áp dụng công thức tính WQI (tích có trọng số) của Quỹ Vệ sinh Quốc gia Mỹ (NSF) được hiệu chỉnh lại theo nghiên cứu của Nguyễn Thị Thế Nguyễn¹⁸ và áp dụng trọng số các thông số theo Lê Văn Nam²⁷:

$$WQI = \left(\frac{q_{DO} * 0,10 + q_{COD} * 0,12}{0,22} \right)^{0,22} * \left(\frac{q_{NH_4^+} * 0,11 + q_{PO_4^{3-}} * 0,11 + q_{NO_3^-} * 0,11}{0,33} \right)^{0,33} * q_{Dau}^{0,09} * q_{TSS}^{0,09} * q_{Fe}^{0,08} * q_{coliform}^{0,08} (1/0,88)$$

Trong đó: q_{DO} - Chỉ số phụ của thông số %DO_{sat}, q_{COD} - Chỉ số phụ của thông số COD, q_{Dau} - Chỉ số

Bảng 1: Bảng vị trí và kí hiệu các điểm thu mẫu trong chương trình quan trắc

STT	PHÂN VÙNG	KÍ HIỆU MẪU	VỊ TRÍ	STT	PHÂN VÙNG	KÍ HIỆU MẪU	VỊ TRÍ
1	Lõi	K	11°14'00"N - 108° 49'00"E	16	Đệm	X	11°17'25"N - 108°50'34"E
2		L	11°14'00"N - 108°50'15"E	17		Y	11°18'00"N - 108°52'00"E
3		T	11°17'08"N - 108°51'00"E	18		Z	11°18'00"N - 108°52'40"E
4		J	11°13'10"N - 108°49'00"E	19	Phục hồi	A	11°17'11"N - 108°46'03"E
5		D	11°16'00"N - 108°53'00"E	20		G	11°16'00"N - 108°46'30"E
6		M	11°13'10"N - 108°50'15"E	21		H	11°18'00"N - 108°48'00"E
7		S	11°16'00"N - 108°51'20"E	22		I	11°18'50"N - 108°48'00"E
8		E	11°17'00"N - 108°53'00"E	23	Ven bờ	VB3	11°13'32"N - 108°49'14"E
9		U	11°17'44"N - 108°52'20"E	24		VB2	11°13'47"N - 108°49'44"E
10	Đệm	W	11°15'40"N - 108°51'00"E	25		VB1	11°13'35"N - 108°49'14"E
11		O	11°14'20"N - 108°48'47"E	26		F	11°19'30"N - 108°50'20"E
12		P	11°14'20"N - 108°50'34"E	27		VT	11°18'48"N - 108°47'32"E
13		V	11°15'40"N - 108° 52'55"E	28		LO	11°17'17"N - 108°46'35"E
14		R	11°12'51"N - 108°48'47"E	29		DH	11°13'25"N - 108°44'22"E
15		Q	11°12'51"N - 108°50'34"E				



Hình 1: Khu vực khảo sát nghiên cứu

phụ của thông số tổng dầu mỡ, q_{TSS} - Chỉ số phụ của thông số TSS, $q_{PO4^{3-}}$ - Chỉ số phụ của thông số $PO4^{3-}$, q_{NH4^+} - Chỉ số phụ của thông số $NH4^+$, $q_{coliform}$ - Chỉ số phụ của thông số Coliform, q_{Fe} - Chỉ số phụ của thông số Fe, q_{NO3^-} - Chỉ số phụ của thông số $NO3^-$.

Đánh giá và phân loại chất lượng nước theo WQI

Đánh giá chất lượng nước theo QCVN 10-MT:2015/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển) – Vùng nuôi trồng thủy sản, bảo tồn thủy sinh. Phân loại chất lượng nước theo thang phân cấp chất lượng nước biển (5 cấp) được trình bày trong Bảng 2.

Phương pháp xử lý số liệu và sử dụng thống kê đa biến

Xử lý số liệu, tính toán các chỉ số liên quan đến thành phần loài, cấu trúc quần xã, mật độ, loài ưu thế, loài đặc trưng và các chỉ số sinh học được tính toán, áp dụng cho việc đánh giá đặc điểm môi trường nước khu vực khảo sát. Sử dụng phần mềm Primer v6 để tính toán các chỉ số sinh học: Chỉ số đa dạng – Shannon - Wiener (1949)³⁴ (H').

Sử dụng phần mềm Microsoft Excel xử lý dữ liệu phân tích mẫu nước thô, sử dụng phần mềm XLSTAT để thống kê đa biến (PCA) đánh giá kết quả nghiên cứu.

Các biến số đầu vào của thống kê đa biến bao gồm các chỉ tiêu sử dụng trong đánh giá WQI như Phần trăm Oxy bão hòa (%DOsat), amoni ($NH4^+$), phosphat ($PO4^{3-}$), nitrat ($N-NO3^-$), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), Sắt (Fe), tổng coliform, tổng dầu mỡ và kết hợp thêm chỉ số nhiệt độ, BOD₅, nitrit và các chỉ số mật độ tế bào, tổng loài phiêu sinh động, thực vật.

KẾT QUẢ

Chất lượng nước vùng biển ven bờ Khu bảo tồn biển Hòn Cau

Môi trường nước khu vực biển Hòn Cau có ít biến động chất lượng theo thời gian và theo không gian. Tại các điểm khảo sát nhiệt độ dao động từ 26,5 °C đến 30,5 °C, giá trị pH dao động từ 7,6 đến 8,5, giá trị DO dao động từ 6,9 đến 7,8 đều thỏa mãn tiêu chuẩn QCVN10-MT: 2015/BTNMT. Giá trị COD trong nước biển khu vực bảo tồn biển Hòn Cau cả hai mùa đều nằm trong khoảng từ 9 mg/l đến 19 mg/l. Hàm lượng nitrat trong nước biển ghi nhận được khá thấp, cao nhất ghi nhận được nồng độ 0,03 mg/l, đa số các điểm khảo sát có nồng độ nitrat $\leq 0,013$ mg/l. Hàm lượng amoni trong 2 đợt khảo sát ghi nhận được dao động trong khoảng <0,02 mg/l đến 0,12 mg/l, cao nhất ghi nhận được tại điểm DH (Cửa sông Đại Hòa)

Bảng 2: Bảng phân loại chất lượng nước

TT	WQI	Chất lượng nước
1	99 - 100	Rất tốt
2	75 - 98	Tốt
3	50 - 74	Trung bình
4	25 - 49	Xấu
5	1 - 24	Rất xấu

vào mùa khô, và đây là điểm duy nhất vượt giới hạn theo QCVN10-MT: 2015/BTNMT.

Hàm lượng phosphat ghi nhận trong cả hai mùa đều đạt $\leq 0,01$ mg/l đến 0,15 mg/l, hàm lượng dầu mỡ cũng ghi nhận đạt $\leq 0,3$ mg/l, hai thông số này cũng đều thỏa mãn tiêu chuẩn QCVN10-MT: 2015/BTNMT.

Chỉ số coliform trong nước biển khu vực Hòn Cau vào mùa khô nằm trong khoảng từ <2 MPN/100 ml đến 93 MPN/100 ml, cao nhất ghi nhận vào mùa mưa tại điểm VT. Chỉ số coliform có xu hướng tăng vào mùa mưa tại các điểm A, G, H, I, F, VT, LO, DH trong khi 21 điểm còn lại chỉ số coliform đều <2 MPN/100 ml trong cả hai đợt khảo sát. Chỉ số coliform trong vùng biển Hòn Cau đạt tiêu chuẩn QCVN10-MT: 2015/BTNMT.

Cả 2 thông số TSS và Sắt cũng đều thỏa mãn quy chuẩn QCVN10-MT: 2015/BTNMT, trên thực tế ghi nhận tại 29 điểm khảo sát trong cả hai mùa là khá thấp. Hàm lượng Fe trong nước biển ghi nhận được tại 29 điểm khảo sát trong 2 mùa đều $\leq 0,08$ mg/l, hàm lượng TSS dao động từ <5 mg/l đến 16 mg/l trong 2 đợt lấy mẫu.

Kết quả tính toán WQI cho 29 điểm khảo sát thuộc vùng biển Hòn Cau được thể hiện trong Hình 2. Giá trị WQI cho thấy, chất lượng nước toàn vùng biển ven bờ khu bảo tồn biển Hòn Cau không có sự biến động lớn, hầu hết các điểm khảo sát đều có chất lượng nước tốt (điểm WQI từ 78 đến 85), ngoại trừ điểm DH chất lượng nước chỉ đạt mức trung bình, chỉ số WQI đạt 74,9 vào mùa khô và 74 vào mùa mưa. Giữa hai mùa khảo sát không có sự khác biệt rõ rệt, nhìn chung xu hướng tại các điểm khảo sát vào mùa mưa chất lượng nước sẽ tương đương hoặc cao hơn so với mùa khô nhưng sự chênh lệch không đáng kể. Sự chênh lệch chỉ số WQI giữa 2 đợt lấy mẫu nhiều nhất ghi nhận được tại điểm VB1, VB2 và VB3. Theo biểu đồ chỉ số WQI trong Hình 2, cũng cho thấy đa phần vùng lõi và vùng đệm (K- R) của khu bảo tồn được bố trí ven đảo có độ sâu thấp, dòng chảy yếu, nên chỉ số WQI cao hơn vùng phục hồi và phát triển (A- I). Các điểm khảo sát VB1-VB3 và F- DH là khu vực ven bờ, cửa sông dễ

chịu tác động từ dòng chảy của sông và các hoạt động sinh hoạt của người dân, di chuyển của tàu thuyền nên chất lượng nước sẽ kém hơn vùng quy hoạch bảo tồn.

Kết quả giám sát phiêu sinh động, thực vật. Cấu trúc thành phần loài phiêu sinh thực vật

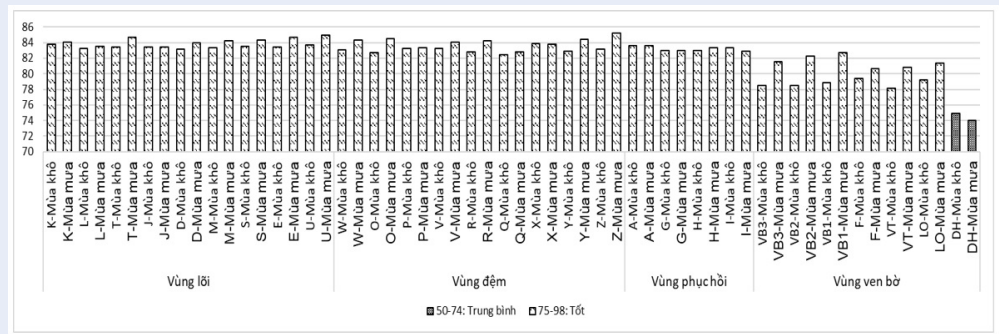
Qua 2 đợt khảo sát năm 2022 tại khu vực bảo tồn biển Hòn Cau, kết quả phân tích ghi nhận được 136 loài thuộc 4 ngành phiêu sinh thực vật (Bảng 3). Số lượng loài thực vật phiêu sinh ghi nhận vào mùa khô và mùa mưa lần lượt là 99 – 109 loài.

Trong đó ngành tảo silic Bacillariophyta chiếm số lượng loài cao nhất, với 89 loài chiếm 65 %, tiếp đến là ngành tảo Giáp với 36 loài chiếm 27 %, ngành vi khuẩn lam ghi nhận được 8 loài chiếm 6 %, thấp nhất là lớp tảo mắt Euglenophyceae chỉ ghi nhận được 3 loài chiếm 2 % tổng số (Bảng 3) và chỉ ghi nhận được trong đợt khảo sát tháng 03/2022 (đợt 1 – mùa khô).

Hình 3 cho thấy số lượng loài thực vật phiêu sinh ghi nhận tại mỗi điểm khảo sát hiện diện ở mức trung bình so với điều kiện tự nhiên, thấp nhất tại điểm D trong mùa khô ghi nhận được 10 loài, và cao nhất ghi nhận tại điểm LO trong mùa mưa với 48 loài. Nhìn chung tại các điểm thu mẫu số lượng loài ghi nhận được nhiều hơn trong mùa mưa.

Mật độ thực vật phiêu sinh tại các điểm khảo sát ở mức thấp đến trung bình. Số lượng thực vật phiêu sinh khu vực khảo sát có giá trị từ 21 cá thể/l đến 15.342 cá thể/l, thấp nhất ghi nhận được vào mùa khô tại điểm W và cao nhất ghi nhận được tại I vào mùa mưa (Hình 3). Nhìn chung trong 2 đợt khảo sát ngành tảo Silic phát triển mạnh với các loài ưu thế: *Nitzschia longissima*, *Nitzschia lorenziana*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiothrix frauenfeldii*.

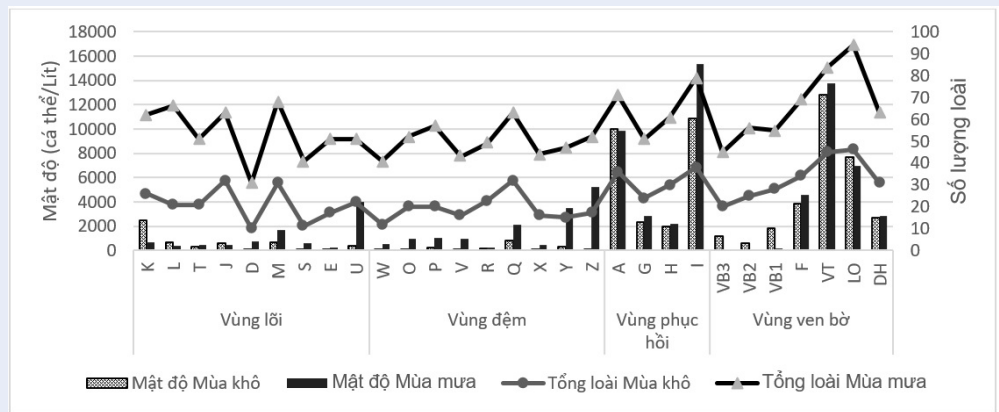
Qua hai đợt khảo sát cho thấy mật độ ghi nhận giữa hai mùa có sự chênh lệch rõ rệt, đa số các điểm có mật độ thực vật phiêu sinh vào mùa mưa cao hơn so với mùa khô, ngoại trừ các điểm K, L, VB1, VB2, VB3 mật độ ghi nhận vào mùa khô cao hơn. Mật độ ghi nhận giữa các điểm cũng có sự chênh lệch rõ, trong đó các điểm A, I, VT và LO có mật độ cao hơn hẳn so với các điểm khảo sát còn lại.



Hình 2: Chỉ số chất lượng nước (WQI) theo 2 mùa khảo sát tại Hòn Cau

Bảng 3: Thành phần loài thực vật phù sinh ở khu vực khảo sát năm 2022

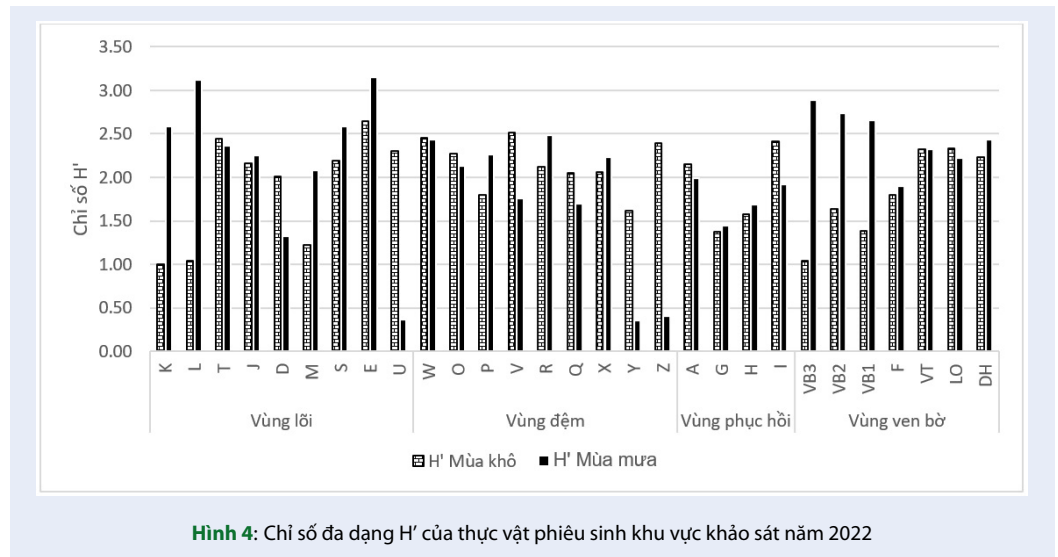
STT	Ngành	Số loài		Tổng số loài
		Mùa khô	Mùa mưa	
1	Cyanophyta (vi khuẩn lam)	7	4	8
2	Bacillariophyta (tảo Silic)	70	77	89
3	Euglenophycota (tảo Mắt)	3	0	3
4	Dinophyta (tảo Giáp)	19	28	36
Tổng cộng		99	109	136



Hình 3: Biến động số lượng loài và mật độ phù sinh thực vật tại các điểm khảo sát

Giá trị chỉ số đa dạng H' của thực vật phù sinh ở 29 điểm thu mẫu trong năm 2022 biến thiên từ 0,36 – 3,15 (Hình 4). Đạt giá trị cao nhất tại điểm E vào mùa mưa và thấp nhất tại vị trí U và Y vào mùa mưa. Chỉ số đa dạng H' tại hầu hết các điểm khảo sát thể hiện đặc điểm môi trường nước tại các vị trí khảo sát giàu dinh dưỡng hữu cơ từ mức nhẹ đến nặng. Nhìn chung, tại hầu hết các điểm khảo sát chất lượng môi trường nước vào mùa mưa tốt hơn mùa khô, ngoại trừ một vài điểm như O, Q, V, D, U, Y, Z, A, I, LO chất lượng môi trường

nước lại bị giảm đi trong mùa mưa khi chỉ số H' thấp hơn. Đặc biệt điểm U, Y, Z chỉ số H' giảm mạnh trong mùa mưa (từ mức ô nhiễm nhẹ trong mùa khô đến mức ô nhiễm nặng trong mùa mưa). Sự khác biệt này do nhiều yếu tố tạo nên, trong đó yếu tố dòng chảy, sự xáo trộn do nước từ các sông suối chảy ra vịnh, lưu lượng nước theo mùa và ô nhiễm hữu cơ cục bộ đóng vai trò chính. Điểm E cho thấy chất lượng nước tốt nhất trong khu vực khảo sát khi $H' > 3$ cho thấy tính đa dạng cao của quần xã thực vật và môi trường nước



Hình 4: Chỉ số đa dạng H' của thực vật phù sinh khu vực khảo sát năm 2022

tương đối sạch.

Các loài ghi nhận được chủ yếu là các loài đặc trưng cho vùng nước lợ mặn ven biển, một số loài tảo có khả năng gây độc cũng được ghi nhận trong khu vực khảo sát. Dựa trên cơ sở phân tích thực vật phù sinh, môi trường nước tại các điểm khảo sát ít bị ô nhiễm hữu cơ, cấu trúc quần xã phù sinh thực vật tại các điểm khảo sát tương đối bền vững và ổn định theo mùa. Ngoại trừ các điểm U, Y, Z là có chất lượng nước giảm mạnh trong mùa mưa, khu hệ thực vật phù sinh tại các điểm này có sự thay đổi theo mùa, điều này chứng tỏ nước biển trong khu vực chịu tác động ít nhiều từ các dòng chảy sông suối đổ vào.

Cấu trúc thành phần loài phù sinh động vật

Kết quả phân tích mẫu phù sinh động vật tại 29 điểm khảo sát trong 02 đợt thu mẫu năm 2022, đã ghi nhận được tổng số 62 loài phù sinh động vật thuộc 08 nhóm/ngành: Ciliophora, Cnidaria, Rotifera, Arthropoda, Chaetognatha, Chordata, Annelida và một số dạng ấu trùng (Larva). Trong đó, đợt quan trắc mùa khô ghi nhận được 48 loài và đợt mùa mưa là 45 loài (Bảng 4).

Bảng 4 cho thấy đa dạng nhất về thành phần loài ghi nhận được trong đợt khảo sát là ngành Arthropoda, với 24 loài, chiếm tỷ lệ 39 %, tiếp đến là nhóm Ciliophora có 18 loài, chiếm 29 %, các nhóm còn lại có số loài dao động từ 1 – 7 loài/ngành, chiếm từ 2 % – 11 %.

Nhóm Ciliophora có 18 loài, trong mùa mưa ghi nhận được 17 loài, mùa khô 6 loài (Trùng lông bơi - thuộc Động vật nguyên sinh, Protozoa). Ngược lại, Arthropoda mùa khô có 23 loài, mùa mưa 15 loài. Ngoài ra,

trong mùa khô còn có sự xuất hiện của loài *Sagitta enflata* (ngành Chaetognatha) và 2 loài trong chi *Lensia* (ngành Cnidaria). Thành phần loài phân bố đặc trưng phần lớn là những loài có nguồn gốc nước biển thích ứng muối rộng, phân bố nhiều ở các vùng nước biển ven bờ điển hình là các loài trong chi *Corycaeus*, *Acartia*, *Calocalanus*,... ngoài ra có lẫn vài loài có nguồn gốc nước lợ mặn cửa sông, ven biển như *Tintinnopsis*, *Paracalanus*, *Acrocalanus*, *Oithona*, *Sagitta*, *Lensia*,... Bên cạnh đó sự xuất hiện các loài thuộc chi *Tintinnopsis*, *Oithona* và *Paracalanus* cho thấy dấu hiệu ô nhiễm tại thủy vực đang khảo sát.

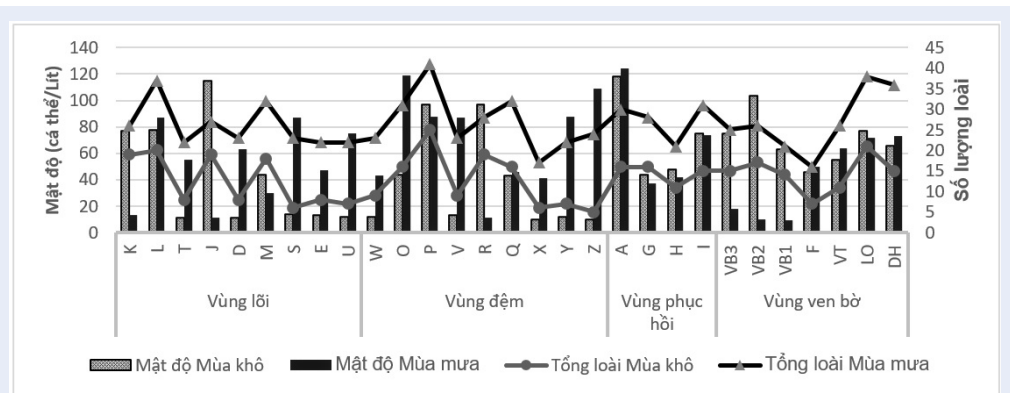
Số lượng loài ghi nhận được tại các điểm khảo sát trong năm 2022 dao động từ 5 – 25 loài/điểm (mùa khô) và 7 – 21 loài/điểm (mùa mưa). Trong mùa khô, điểm ghi nhận được số loài cao nhất là P và thấp nhất tại Z. Trong mùa mưa, điểm DH có số lượng loài cao nhất và điểm K, VB1 ghi nhận được số lượng loài thấp nhất. Nhìn chung, tại đa số các điểm số lượng loài ghi nhận trong mùa khô và mùa mưa có sự khác biệt (Hình 5).

Mật độ cá thể phù sinh động vật tại 29 điểm khảo sát trong năm 2022 ghi nhận được ở mức trung bình, dao động từ 9 – 124 cá thể/l. Trong đó, mật độ cá thể đạt cao nhất tại điểm A và thấp nhất tại điểm VB1 vào mùa mưa (Hình 5). So sánh 2 đợt khảo sát mùa khô và mùa mưa trong năm 2022 cho thấy, tại 19/29 điểm khảo sát trong mùa mưa có sự gia tăng về mật độ cá thể phù sinh động vật, 10 điểm còn mật độ cá thể có xu hướng giảm, đặc biệt các điểm lại (K, J, R, VB1, VB2, VB3) mật độ giảm mạnh trong mùa mưa (Hình 5).

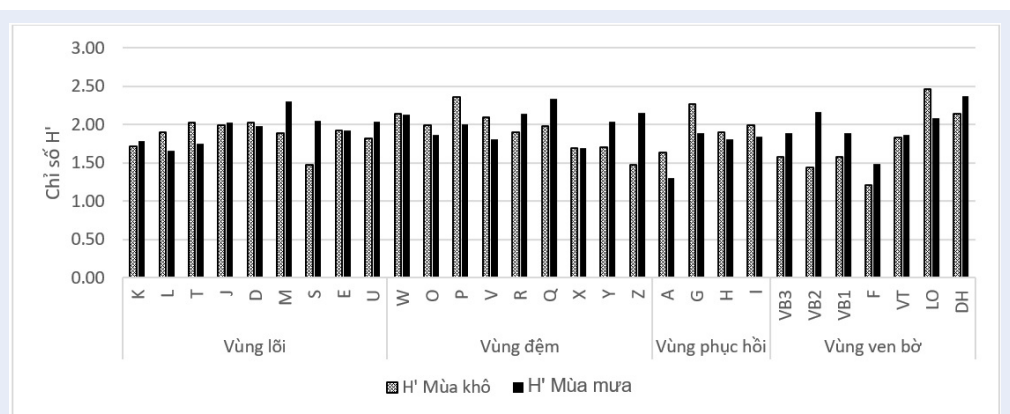
Chỉ số Shannon và Wiener (H') đạt được tại các điểm khảo sát dao động từ 1,21 – 2,46, đạt cao nhất tại điểm

Bảng 4: Cấu trúc các nhóm/ngành phiêu sinh động vật qua 2 mùa khảo sát năm 2022

Stt	Ngành	Số loài		Tổng số loài
		Mùa khô	Mùa mưa	
1	Ciliophora	6	17	18
2	Cnidaria	2	0	2
3	Rotifera	3	2	4
4	Arthropoda	23	15	24
5	Chaetognatha	1	0	1
6	Chordata	4	4	4
7	Annelida	2	2	2
8	Larva	7	5	7
Tổng		48	45	62



Hình 5: Biến động số lượng loài và mật độ phiêu sinh động vật qua 2 mùa khảo sát năm 2022



Hình 6: Chỉ số đa dạng H' phiêu sinh động vật qua 2 mùa khảo sát năm 2022

LO (mùa khô) và thấp nhất tại điểm F (mùa khô), các điểm còn lại dao động từ 1,30 – 2,37 (Hình 6). Thông qua chỉ số đa dạng H' cho thấy, chất lượng môi trường nước tại hầu hết các điểm khảo sát có mức độ ô nhiễm dao động từ ô nhiễm vừa đến ô nhiễm nhẹ. So sánh 02 đợt quan trắc mùa khô và mùa mưa cho thấy, trong mùa mưa chỉ số H' có xu hướng tăng lên ở đa số các điểm khảo sát, ở một vài điểm có chỉ số H' giảm nhẹ. Nhìn chung, vào mùa mưa, chất lượng nước có sự thay đổi tốt hơn nhưng cũng không khác biệt nhiều. Không có nhiều khác biệt về chỉ số H' giữa vùng lõi, vùng đệm với vùng phục hồi và phát triển.

Kết quả thống kê đa biến

Phân tích tương quan đa biến về các chỉ số cơ bản lý hóa môi trường với mật độ phiêu sinh động thực vật cho thấy có sự tương quan nhẹ giữa chỉ số dinh dưỡng trong nước và mật độ cá thể. Ngoài ra, kết quả cũng cho thấy các mẫu ven bờ có khuynh hướng có chỉ số COD và BOD₅ cũng như nitrat, nitrit, phosphat cao, đặc biệt nhiệt độ vùng gần bờ có nhiệt độ cao hơn khu vực xung quanh. Các mẫu xa bờ có pH cao hơn gần bờ và DO cũng cao hơn ven bờ, chỉ số WQI tương quan thuận với DO, pH và tương quan nghịch mạnh với các chỉ số amoni, COD, nitrat, nitrit và tương quan nghịch nhẹ với tổng dầu và coliform (Hình 7 và Hình 8). WQI cũng thể hiện tương quan thuận với các điểm vùng lõi khu bảo tồn và các điểm xa bờ. Chỉ số tổng loài thực vật, động vật, tổng dầu, tổng coliform xếp gần nhau trên mặt phẳng chứng tỏ ô nhiễm tại các vùng neo đậu tàu thuyền cao hơn các khu vực xung quanh và việc neo đậu tàu thuyền gần cửa sông nên đây cũng là vùng có chỉ số đa dạng loài cao (Hình 7 và Hình 8).

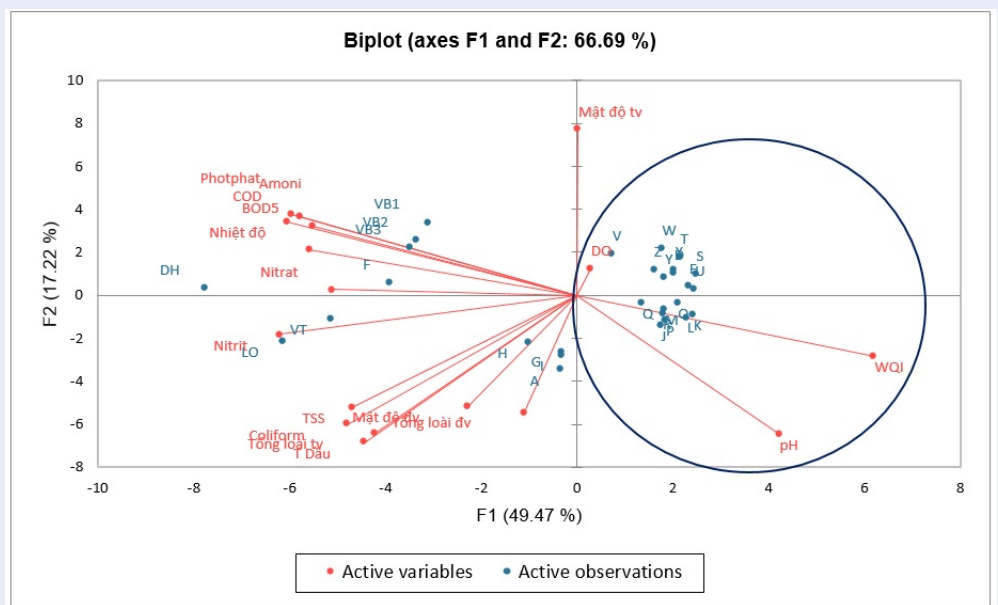
Hình 7 cho thấy trong mùa khô chỉ số WQI tương quan thuận mạnh với pH và tương quan nghịch mạnh với chỉ số COD, BOD₅ và nhiệt độ. Sự phân bố trên đồ thị cho thấy mùa khô chỉ số WQI có xu hướng ở gần các điểm vùng lõi và gần với đảo Hòn Cau. Sự phân bố của WQI ở khoảng giữa pH và DO trên mặt phẳng đồ thị và các điểm mẫu phản ánh được độ tin cậy của phương pháp WQI sử dụng cho mùa nắng.

Hình 8 cho thấy chỉ số WQI và DO tương quan thuận rất mạnh vào mùa mưa, chỉ số DO cao có khuynh hướng là các điểm xa bờ thuộc vùng lõi khu bảo tồn. Ở mùa mưa chỉ số WQI tương quan nghịch mạnh với nhiệt độ, COD, BOD₅, Nitrat, Nitrit. Kết quả này cho thấy phương pháp WQI cũng có độ tin cậy khi sử dụng trong mùa mưa. Ngoài ra, Hình 7 và Hình 8 cho thấy mật độ cá thể tương quan thuận mạnh với chỉ số DO vào mùa nắng, kết quả này chứng tỏ quá trình quang hợp của phiêu sinh thực vật có đóng góp

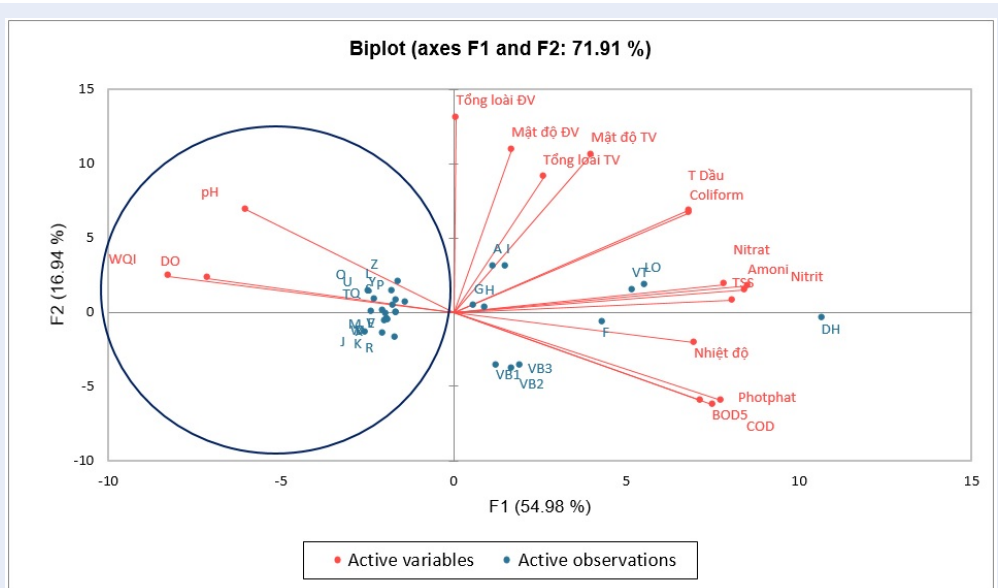
đáng kể làm chỉ số DO tăng. Mùa mưa chỉ số DO có khuynh hướng cao hơn ở các điểm giám sát xa bờ, kết quả này cho thấy các lưu vực sông suối có đóng góp chất thải đáng kể vào mùa mưa cho vùng biển này. Các điểm gần nhà máy Vĩnh Tân có nhiệt độ nước biển trung bình cao hơn, chứng tỏ nước làm mát có ảnh hưởng nhẹ đến nhiệt độ trung bình khu vực biển ven bờ. Mật độ tế bào phiêu sinh thực vật ở vùng biển gần cửa sông cao hơn các khu vực khác.

THẢO LUẬN

Với các phương pháp tính WQI, khi chọn được các thông số tính toán WQI và xác định trọng số cho từng thông số, nếu ghi nhận thiếu số liệu thì sẽ không cho kết quả phân loại chất lượng nước đúng với thực tế do không có phần đóng góp q_i của thông số bị thiếu, tổng trọng số của các thông số tính lúc này nhỏ hơn 1. Do đó, nghiên cứu này đã chọn phương pháp tính toán WQI dạng tích có trọng số và nhân thêm hệ số mũ tương ứng với nghịch đảo của tổng trọng số các thông số có mặt khi tính toán sẽ cho kết quả tối ưu khi đánh giá mức độ ô nhiễm của môi trường nước so với các phương pháp tính toán khác hiện nay được sử dụng trên thế giới và tại Việt Nam, vì phương pháp này có tính mơ hồ và tính che khuất nhỏ, độ nhạy lớn, dễ dàng trong tính toán, đặc biệt có thể dùng trong trường hợp thiếu số liệu tính toán²⁵. Dựa vào kết quả khảo sát sơ bộ và tính chất đặc thù của thủy vực (các yếu tố kim loại nặng nguy hại trên vùng biển có hàm lượng đều thấp hơn quy chuẩn, thủy vực không chịu tác động của nguồn ô nhiễm đặc thù nào), thông số chlorophyll-a không được ghi nhận trong đợt khảo sát do phương pháp thu mẫu, bảo quản và đo phức tạp, chi phí cao, nên nghiên cứu sử dụng 9 thông số để tính WQI với các trọng số như sau: %DO_{sat} (0,10), NH₄⁺ (0,11), PO₄³⁻ (0,11), N-NO₃⁻ (0,11), COD (0,12), TSS (0,09), Fe (0,08), tổng coliform (0,09), tổng dầu mỡ (0,09)²⁷. Mỗi thông số sẽ có ảnh hưởng nhất định đến môi trường nước, theo đánh giá của ANZECC, 2000³⁵ Dầu mỡ và TSS là tác nhân có thể gây độc trực tiếp đến hệ sinh thái biển; COD, NH₄⁺, PO₄³⁻ tuy không gây độc nhưng gây ảnh hưởng trực tiếp đến hệ sinh thái biển; Tổng Coliforms gây độc trực tiếp đến con người; DO ảnh hưởng đến quá trình hô hấp của sinh vật biển. Do đó, để tính WQI nghiên cứu chia các thông số thành 6 nhóm gây suy giảm chất lượng nước bao gồm (1) chỉ thị tình trạng DO và nhu cầu oxygen như COD; (2) chỉ thị hiện tượng phú dưỡng như NH₄⁺, NO₃⁻, PO₄³⁻ (3) chỉ thị tình trạng các chất rắn như TSS; (4) chỉ thị ô nhiễm hữu cơ như tổng dầu mỡ; (5) nhu cầu vi lượng như Fe; (6) liên quan đến các yếu tố sức khỏe như tổng Coliform. Kết quả tính toán WQI của nghiên cứu cho thấy có sự tương đồng



Hình 7: Tương quan của các thông số quan sát so sánh với WQI và vị trí giám sát vào mùa khô



Hình 8: Tương quan của các thông số quan sát với WQI và vị trí giám sát vào mùa mưa.

về số điểm trung bình và giá trị chất lượng nước của tỉnh Bình Thuận đã được đánh giá trong nghiên cứu trước đó của Nguyễn Thị Thế Nguyễn¹⁸ khi tính chỉ số WQI cho cả vùng biển Việt Nam. Đồng thời chỉ số WQI cũng cho kết quả phù hợp với đánh giá chất lượng theo QCVN10-MT: 2015/BTNMT, hầu hết các điểm khảo sát ghi nhận chất lượng nước đều ở mức tốt theo WQI và các thông số đều đạt chuẩn khi tham chiếu theo QCVN10-MT: 2015/BTNMT, riêng điểm DH ghi nhận kết quả chất lượng nước trung bình với hàm lượng amoni vượt ngưỡng so với QCVN10-MT: 2015/BTNMT.

Mặt khác, chỉ số chất lượng nước WQI tại khu vực có tương quan thuận rất mạnh với chỉ số pH và DO và tương quan nghịch mạnh với nhiệt độ. Vì vậy, có thể áp dụng biện pháp đo nhanh 3 thông số này để đánh giá nhanh chất lượng nước tại khu vực Hòn Cau trong tương lai. Để giảm thiểu sai số của phương pháp nhất là các điểm gần bờ khu vực cửa sông, cần lấy mẫu ở thời điểm trước 8h sáng, vì lấy mẫu trễ khi trời nắng giúp tạo quang hợp làm tăng DO trong nước, mặt khác ánh sáng mặt trời sẽ làm tăng nhiệt trong nước tại khu vực, gây nhiễu thông tin quan trắc. Vì vậy, để đánh giá nhanh chất lượng của nước của khu vực này nên quan trắc trước 8h sáng trong ngày.

Ngoài ra, kết quả nghiên cứu còn cho thấy các khu vực gần nhà máy có nhiệt độ cao và mật độ tế bào phiêu sinh động thực vật thấp hơn các khu vực khác, điều này đã được các nghiên cứu khác xác nhận tình trạng tương tự ở các khu vực quanh nhà máy nhiệt điện ven biển. Nhiệt độ nước cao hơn, giảm hàm lượng oxy hòa tan và ảnh hưởng tiêu cực đối với đời sống thủy sinh³⁶⁻³⁹. Nghiên cứu bởi Briand cho thấy nước làm mát nhà máy nhiệt điện đã làm giảm số lượng và sinh khối phiêu sinh thực vật, bên cạnh đó cũng làm giảm chỉ số đa dạng H⁴⁰. Nguyên nhân gây suy giảm số lượng và thành phần phiêu sinh động, thực vật là do dòng nước thải của nhà máy điện đủ cao để giết nhiều ấu trùng và động vật bị cuốn theo^{41,42}. Nhiệt độ dòng chảy cao hơn cũng làm giảm khả năng hòa tan oxy trong khi tăng tốc độ hô hấp, cả hai điều này đều làm giảm sự sẵn có của oxy hòa tan. Oxy trong môi trường nước giảm có thể hạn chế sự phân bố của cá và động vật không xương sống, giảm tốc độ tăng trưởng và thay đổi chu trình dinh dưỡng và carbon⁴³. Nhiệt độ tăng cao cũng có thể gây căng thẳng cho sinh vật, tăng độc tính của hóa chất và ức chế các quá trình sinh học. Heugen và cộng sự năm 2001⁴⁴, đã thống kê 151 nghiên cứu về chất độc cho thấy nhiệt độ cao thường làm tăng tính dễ bị tổn thương của sinh vật thủy sinh đối với các hóa chất như amoniac, kim loại nặng và thuốc trừ sâu. Hester và Doyle⁴⁵ thống kê 48 nghiên cứu và đã kết luận rằng trung bình, sự thay

đổi nhiệt độ (ΔT) 7°C làm giảm các quá trình tăng trưởng, phát triển và sinh sản của các sinh vật dưới nước xuống 50%, với giảm 10% khi thay đổi nhiệt độ chỉ 1°C. Như vậy, có thể thấy rằng sự suy giảm mật độ tế bào phiêu sinh cũng gián tiếp làm giảm nguồn thức ăn cho các loài phiêu sinh động vật và sự suy giảm nguồn thức ăn sơ cấp cũng ảnh hưởng đến đời sống các loài cá tôm và nhuyễn thể tại khu vực.

Bên cạnh dấu hiệu ô nhiễm nhiệt tại khu vực khảo sát, kết quả điều tra về sự suy giảm nguồn lợi thủy sản trong nghiên cứu còn cho thấy có sự suy giảm ở mức 30-50% sản lượng trong vòng 10 năm gần đây, nguyên nhân có thể đến từ việc khai thác quá mức của ngư dân và ảnh hưởng bởi ô nhiễm nhiệt. Như vậy, đời sống thủy sinh tại khu vực này đang chịu một sức ép rất lớn từ ô nhiễm nhiệt và sự khai thác của ngư dân. Kết quả này tương tự với nghiên cứu mới nhất của Mai Xuân Đạt tại Khu bảo tồn biển Hòn Cau khi nhận thấy sự suy giảm đáng kể mật độ cá rạn san hô ở vùng ven bờ (khu vực xã Vĩnh Hảo đến Vĩnh Tân), đặc biệt các nhóm cá kích thước lớn và có đời sống gắn chặt với rạn san hô (điển hình như cá mú, cá hồng, cá kềm, cá bướm) lại có mật độ rất thấp hoặc có chiều hướng suy giảm theo thời gian³. Điều đó phản ánh nguồn lợi cá đã và đang bị khai thác cạn kiệt và quá mức đi kèm với tình trạng chất lượng rạn không còn tốt như trước đây.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả đánh giá chất lượng nước dựa trên chỉ số WQI tương đồng với kết quả khi so sánh với quy chuẩn chất lượng theo QCVN10-MT: 2015/BTNMT, môi trường nước tại khu vực Hòn Cau có chất lượng nước đạt yêu cầu về chất lượng nước biển. Kết hợp với đánh giá phiêu sinh động, thực vật cho thấy chất lượng nước tại hầu hết các điểm khảo sát thuộc khu vực bảo tồn nằm trong mức quy định thuộc QCVN10-MT: 2015/BTNMT về bảo vệ đời sống thủy sinh.

Phân tích tương quan đa biến cũng cho thấy chỉ số WQI có độ tin cậy rất cao khi phản ánh chất lượng môi trường nước, đặc biệt trong mùa nắng. Như vậy, phương pháp đánh giá chất lượng nước dựa trên chỉ số WQI với bộ 9 thông số cơ bản gồm phần trăm Oxy bão hòa (%DOsat), amoni (NH₄⁺), phosphat (PO₄³⁻), nitrat (N-NO₃⁻), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), Sắt (Fe), tổng coliform, tổng dầu mỡ là có thể áp dụng cho Khu bảo tồn biển Hòn Cau nhằm đưa ra cái nhìn tổng quan và nhanh chóng về chất lượng môi trường nước biển cho các nhà quản lý. Cần tiến hành nghiên cứu và tối ưu hơn phương pháp tính WQI để có thể áp dụng rộng rãi hơn cho vùng biển tỉnh Bình Thuận và cho cả vùng biển Việt Nam.

Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng cho thấy các vấn đề khác như dấu hiệu ô nhiễm nhiệt hay sự khai thác quá mức nguồn lợi thủy sản đã, đang và sẽ làm suy giảm đời sống thủy sinh vật tại đây. Do vậy, kiến nghị các đơn vị quản lý bảo vệ nên tăng cường giám sát chất lượng môi trường và đời sống thủy sinh để hạn chế suy giảm sản lượng thủy sản tại khu vực.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi đề tài “Nghiên cứu đánh giá sức tài môi trường và đề xuất giải pháp quản lý, bảo vệ môi trường Khu Vực Khu Bảo Tồn Biển Hòn Cau” mã số ĐT-01-01-2020.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả cam đoan rằng không có xung đột lợi ích trong công bố bài báo “Xây dựng phương pháp WQI để đánh giá chất lượng nước biển ven bờ Khu vực Hòn Cau Bình Thuận”.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Đóng góp của các tác giả lần lượt như sau: Tác giả Lê Thanh Hải là người xây dựng quy trình nghiên cứu đề tài, xây dựng khung bài báo, nhận xét đánh giá; Đào Phú Quốc: khảo sát hiện trường, thu thập dữ liệu, xử lý số liệu thống kê, nhận xét đánh giá - thảo luận; Lê Thị Trang, Trần Phương Anh: khảo sát hiện trường, thu mẫu phân loại phiêu sinh động thực vật, xử lý số liệu, đánh giá WQI; Thái Vũ Bình: khảo sát hiện trường, tổng hợp tổng quan, nhận xét chung; Nguyễn Thị Mỹ Hạnh: khảo sát, đo đạc chỉ tiêu hiện trường; Bành Danh Liêm, Trương Ngọc Giao: khảo sát, phỏng vấn, thu thập dữ liệu sơ cấp, thứ cấp, xử lý số liệu, nhận xét đánh giá hiện trạng khai thác nguồn lợi thủy sản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ủy Ban Nhân Dân tỉnh Bình Thuận. Quyết định số 2606/QĐ-UBND Về việc thành lập Khu bảo tồn biển Hòn Cau. 2010;.
2. Nguyễn Văn Long, Võ Sĩ Tuấn, Hoàng Xuân Bến, Phan Kim Hoàng, Hứa Thái Tuyến. Hiện trạng đa dạng sinh học vùng biển xung quanh Hòn Cau, tỉnh Bình Thuận. Viện Hải Dương Học; 2009 p. 72 trang;.
3. Mai XD, Nguyễn VL, Phan TKH, Hoàng XB. Hiện trạng và biến động quần xã cá rạn san hô ở khu bảo tồn biển Hòn Cau, tỉnh Bình Thuận [Status and temporal changes in reef fish communities in Hon Cau marine protected area, Binh Thuan province] [Internet]. 2021 [cited 2022 Dec 26]; Available from: <http://113.160.249.209:8080/xmlui/handle/123456789/20604>.
4. Phan Thị Kim Hồng. Báo cáo tổng hợp đề án “rà soát điều chỉnh phân khu chức năng và ranh giới Khu Bảo Tồn Biển Hòn Cau, Tỉnh Bình Thuận. Viện Hải Dương Học - Viện Hàn Lâm Khoa Học Công Nghệ Việt Nam; 2021;.
5. Công ty Cổ phần Tư vấn xây dựng Điện 2. Báo cáo nhiệm vụ đánh giá môi trường tổng hợp TTĐL Vĩnh Tân đến môi trường tự nhiên và xã hội. 2019;.
6. Bộ tài nguyên và môi trường. QCVN 10-MT-2015-BTNMT - Quy Chuẩn Kỹ Thuật Quốc Gia Về Chất Lượng Nước Dưới Biển. Bộ tài nguyên và môi trường; 2015;.

7. Nam LV, Thanh TD, Thao NV, Nhon DH, Sinh LX, Trang CTT, et al. The first step of application of water quality index (WQI) to assessment of sea water quality in the Gulf of Tonkin in 2018. Vietnam Journal of Marine Science and Technology. 2020;20(4B):171-81; Available from: <https://doi.org/10.15625/1859-3097/15831>.
8. Pati S, Dash MK, Mukherjee CK. Development of Water Quality Index for assessment of quality of water in the coastal water of Bay of Bengal at Visakhapatnam zone, India. The Macrotheme Review. 2012;6(2):61-9;.
9. Mladenović-Ranisavljević II, Žerajić SA. Comparison of different models of water quality index in the assessment of surface water quality. Int J Environ Sci Technol. 2018 Mar;15(3):665-74; Available from: <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1426-8>.
10. Tam PH. Áp dụng chỉ số chất lượng nước để đánh giá chất lượng môi trường tại các trạm quan trắc môi trường biển phía Nam Việt Nam trong 5 năm gần đây (2011-2015). VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences [Internet]. 2016 Dec 15 [cited 2022 Dec 1];32(4); Available from: <https://js.vnu.edu.vn/EES/article/view/4062>.
11. Shiahn-Wern Shyue, Chon-Lin Lee, Hsi-Chieh Chen. An approach to a coastal water quality index for Taiwan. In: OCEANS 96 MTS/IEEE Conference Proceedings The Coastal Ocean - Prospects for the 21st Century [Internet]. Fort Lauderdale, FL, USA: IEEE; 1996 [cited 2022 Dec 26]. p. 904-7; Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/568350/>.
12. Tyagi S, Sharma B, Singh P, Dobhal R. Water quality assessment in terms of water quality index. American Journal of water resources. 2013;1(3):34-8; Available from: <https://doi.org/10.12691/ajwr-1-3-3>.
13. Boyacioglu H. Development of a water quality index based on a European classification scheme. Water SA [Internet]. 2007 [cited 2022 Dec 26];33(1); Available from: <https://doi.org/10.4314/wsa.v33i1.47882>.
14. Boyacioglu H. Utilization of the water quality index method as a classification tool. Environ Monit Assess. 2010 Aug;167(1-4):115-24; PMID: 19543993. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10661-009-1035-1>.
15. Sánchez E, Colmenarejo MF, Vicente J, Rubio A, García MG, Travieso L, et al. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Ecological Indicators. 2007 Apr 1;7(2):315-28; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.02.005>.
16. Williams M, Longstaff B, Buchanan C, Llansó R, Dennison W. Development and evaluation of a spatially-explicit index of Chesapeake Bay health. Mar Pollut Bull. 2009;59(1-3):14-25; PMID: 19117579. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.11.018>.
17. Horton RK. An index number system for rating water quality. J Water Pollut Control Fed. 1965;37(3):300-6;.
18. Nguyen N, Sevando M. Assessing Coastal Water Quality through an Overall Index. Pol J Environ Stud. 2019 Mar 1;28(4):2321-30; Available from: <https://doi.org/10.15244/pjoes/90836>.
19. Waters O, Southeastern OC, Hawaii AOC, Rico OCP, Poor G, Poor GF, et al. National Coastal Condition Report IV. Environmental Protection Agency: Washington, DC, USA. 2012;.
20. Darko HF, Ansa-Asare O, Paintsil A. A number description of Ghanaian Water Quality-A case study of the Southwestern and coastal rivers systems of Ghana. Journal of Environmental Protection. 2013;4(11):1318; Available from: <https://doi.org/10.4236/jep.2013.4.11153>.
21. Department of Environment M (DOE). Malaysia Environmental Quality Report 2016. Putrajaya, Malaysia; 2017 p. 1-135;.
22. Ma Z, Li H, Ye Z, Wen J, Hu Y, Liu Y. Application of modified water quality index (WQI) in the assessment of coastal water quality in main aquaculture areas of Dalian, China. Marine Pollution Bulletin. 2020;157:111285; PMID: 32469747. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111285>.

23. Phạm Ngọc Hồ. Phương pháp đánh giá tổng hợp chất lượng nước có trọng số và quy chuẩn về một thông số. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN*. 2011;Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 27(Số 55 (2011)):112-9.
24. Nguyễn NTT, Loan ĐK, Hối NC. Development of Water Quality Index for Coastal Zone and Application in the Hạ Long Bay. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences* [Internet]. 2013 Dec 15 [cited 2022 Dec 1];29(4);Available from: <https://js.vnu.edu.vn/EES/article/view/1119>.
25. Nguyễn Thị Thế Nguyễn. Nghiên cứu lựa chọn phương pháp tổng hợp chỉ số phụ khi tính toán chỉ số chất lượng nước biển. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*. 2016;54:42-9.
26. Đăn TV, Lịch NQ. PHÂN VÙNG CHẤT LƯỢNG NƯỚC CHO NUÔI TÔM Ở ĐÁM PHÁ TAM GIANG - CẦU HAI, TỈNH THỪA THIÊN HUẾ VỚI SỰ HỖ TRỢ CỦA GIS. *Hue University Journal of Science: Agriculture and Rural Development*. 2020 Apr 27;129(3B):69-80;Available from: <https://doi.org/10.26459/hueuni-jard.v129i3B.5670>.
27. Nam L, Kim C, Le S, Nguyen Thu H. The first step of water quality zoning in Hai Phong coastal area by water quality index (Bước đầu phân vùng chất lượng nước vùng biển ven bờ Hải Phòng bằng WQI). *Tạp chí Môi trường (Tổng cục Môi trường)*. 2021;tháng 3 năm 2021(Chuyên đề 1):60-6.
28. Trần Thị Yên, Nguyễn Thị Thanh Thủy. Sử dụng WQI hiệu chỉnh để đánh giá chất lượng nước biển ven bờ tại biển Cửa Phú, Đồng Hới, Quảng Bình. In: *Kỷ yếu Hội nghị Khoa học Địa lý toàn Quốc lần thứ XI năm 2019*. Nhà xuất bản Thanh Niên; 2019.
29. 10200 plankton. In: *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater* [Internet]. American Public Health Association; 2017 [cited 2022 Dec 27]. (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater); Available from: <https://www.standardmethods.org/doi/abs/10.2105/SMWW.2882.207>.
30. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Quy định kỹ thuật quan trắc môi trường và quản lý thông tin, dữ liệu quan trắc chất lượng môi trường ký ngày 30/06/2021. *Bộ tài nguyên và môi trường*; 2021.
31. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Thông tư 34/2010/TT-BTNMT Quy định kỹ thuật điều tra, khảo sát hải văn, hóa học... - Cơ sở dữ liệu quốc gia về VBQPPL - Bộ Tài nguyên và Môi trường [Internet]. [cited 2022 Nov 17]; Available from: <https://vbpl.vn/botainguyen/Pages/vbpq-van-ban-goc.aspx?ItemID=26038>.
32. Tổng cục Môi trường. QUYẾT ĐỊNH Về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng nước Việt Nam (VN_WQI), Hà Nội. *Tổng cục Môi trường - Bộ Tài nguyên và Môi trường*; 2019.
33. Ott WR. *Water Quality Indices: A Survey of Indices Used in the United States*. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Office of Monitoring and Technical Support; 1978. 146 p.
34. Shanon CE, Weaver W. *The mathematical theory of communication*, Urban Ill. Univ. Illinois Press; 1949. 1-117 p.
35. Anzecc A. *Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality*. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra. 2000;1:1-314.
36. Chen MT, Huang CC, Pflaumann U, Waelbroeck C, Kucera M. Estimating glacial western Pacific sea-surface temperature: methodological overview and data compilation of surface sediment planktic foraminifer faunas. *Quaternary Science Reviews*. 2005 Apr 1;24(7):1049-62; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2004.07.013>.
37. Fossati M, Santoro P, Urrestarazu S, Piedra-Cueva I. Numerical Study of the Effect of a Power Plant Cooling Water Discharge in the Montevideo Bay. *Journal of Applied Mathematics*. 2011;2011:1-23; Available from: <https://doi.org/10.1155/2011/970467>.
38. Madden N, Lewis A, Davis M. Thermal effluent from the power sector: an analysis of once-through cooling system impacts on surface water temperature. *Environ Res Lett*. 2013 Sep 1;8(3):035006; Available from: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/035006>.
39. Manjunatha BR, Krishna KM, Raju YN. Relationship Among Sea Surface Temperature, ENSO and Indian Ocean Dipole in the Indian Ocean: A Clue to Recognizing Convective Systems. *The Open Oceanography Journal* [Internet]. 2015 Jan 30 [cited 2022 Nov 17];8(1); Available from: <https://doi.org/10.2174/1874252101408010020>.
40. Briand FJP. Effects of power-plant cooling systems on marine phytoplankton. *Marine Biology*. 1975;33(2):135-46; Available from: <https://doi.org/10.1007/BF00390718>.
41. Beitinger TL, Bennett WA, McCauley RW. Temperature Tolerances of North American Freshwater Fishes Exposed to Dynamic Changes in Temperature. *Environmental Biology of Fishes*. 2000 Jul;58(3):237-75; Available from: <https://doi.org/10.1023/A:1007676325825>.
42. Kelso JRM, Millburn GS. Entrainment and Impingement of Fish by Power Plants in the Great Lakes which use the Once-Through Cooling Process. *Journal of Great Lakes Research*. 1979 Jan;5(2):182-94; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0380-1330\(79\)72145-9](https://doi.org/10.1016/S0380-1330(79)72145-9).
43. Langford TEL. Ecological effects of thermal discharges. 1990 Jan 1 [cited 2022 Nov 17]; Available from: <https://www.osti.gov/biblio/6239003>.
44. Heugens EHW, Hendriks AJ, Dekker T, Straalen NM van, Admiraal W. A Review of the Effects of Multiple Stressors on Aquatic Organisms and Analysis of Uncertainty Factors for Use in Risk Assessment. *Critical Reviews in Toxicology*. 2001 Jan;31(3):247-84; PMID: 11405441. Available from: <https://doi.org/10.1080/20014091111695>.
45. Hester ET, Doyle MW. Human Impacts to River Temperature and Their Effects on Biological Processes: A Quantitative Synthesis 1: Human Impacts to River Temperature and Their Effects on Biological Processes: A Quantitative Synthesis. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*. 2011 Jun;47(3):571-87; Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2011.00525.x>.

Application of water quality index (WQI) in the assessment of coastal water quality in Hon Cau area, Binh Thuan province

Le Thanh Hai¹, Dao Phu Quoc^{1,*}, Thai Vu Binh¹, Le Thi Trang¹, Tran Phuong Anh¹, Nguyen Thi My Hanh¹, Banh Danh Liem², Truong Ngoc Giao²



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

In this study, the WQI water quality index method with 9 basic parameters, including percentage of oxygen saturation (%DO_{sat}), ammonium (NH₄⁺), phosphate (PO₄³⁻), nitrate (N-NO₃⁻) Chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS), iron (Fe), total coliform, total oil and greases were applied to assess the water quality in Hon Cau area. Using multivariate correlation analysis to check the reliability of the WQI method, and at the same time comparing it with the plankton monitoring results and the water-quality assessment results according to QCVN 10-MT:2015 / BTNMT. Surveys at 29 sampling points on a total area of more than 12,500 hectares show that the environmental quality in Hon Cau Marine Protected Area mostly meets QCVN standards for sea water. The coastal waters tend to be more polluted than the offshore areas. The sea water temperature near the thermal power plants has a higher average thermal value than the offshore areas. In general, the core zone and buffer zone of the reserve have good environmental quality. However, in coastal waters, the deterioration of water quality, coupled with overexploitation, is creating negative pressure on aquatic life here. After analyzing the multivariate statistics, the WQI method showed basically suitable to give an overview of the sea water quality for management and monitoring in the area.

Key words: Marine water quality, phytoplankton, zooplankton, Hon Cau, aquatic resources

¹Institute For Environment AndResources, VNU-HCM, Vietnam.

²Management Board of Hon Cau Marine Protected Area.

Correspondence

Dao Phu Quoc, Institute For Environment AndResources, VNU-HCM, Vietnam.

Email: quocmina@gmail.com

History

- Received: 01-12-2022
- Accepted: 16-02-2023
- Published: 31-5-2023

DOI : <https://doi.org/10.32508/stdjsee.v5iS3.719>



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Hai L T, Quoc D P, Binh T V, Trang L T, Anh T P, Hanh N T M, Liem B D, Giao T N. **Application of water quality index (WQI) in the assessment of coastal water quality in Hon Cau area, Binh Thuan province.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 2023, 5(S3):115-129.