

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG CÁC YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG VÙNG BIỂN VEN BỜ TỈNH GIA LAI PHỤC VỤ CÔNG TÁC DỰ BÁO NGƯ TRƯỜNG

NGUYỄN NGỌC TUẤN^{1*}, NGUYỄN HOÀNG MINH¹, BÙI THANH HÙNG¹, NGUYỄN VĂN HƯỚNG¹, TỬ HOÀNG NHÂN¹, ĐÀM TUẤN ANH¹

¹Viện nghiên cứu Hải sản

Tóm tắt

Vùng biển Gia Lai nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa và các quá trình hải dương học phức tạp của Biển Đông, tạo nên những điều kiện tự nhiên đặc thù, ảnh hưởng sâu sắc đến môi trường sinh thái biển, năng suất sinh học, cũng như sự phân bố, di cư và biến động của nguồn lợi thủy sản. Kết quả nghiên cứu một số yếu tố môi trường trong năm 2023 - 2024 cũng thấy rõ sự phân hóa và thay đổi của chúng giữa hai mùa gió. Trong mùa gió Đông Bắc, nhiệt độ nước biển thấp và dao động với biên độ hẹp (trung bình trong khoảng 23,8 - 27,1°C), độ muối dao động trong khoảng 29,6 - 34,1‰ và có xu hướng tăng dần theo độ sâu; hàm lượng chlorophyll-a dao động trong khoảng 0,4 - 1,3µg/l; độ đục trung bình dao động 0,6 - 1,0FTU với giá trị lớn nhất đạt tới 3,2FTU tại tầng 50m. Trong khi mùa gió Tây Nam nhiệt độ nước biển ở khu vực này cao hơn nhưng mức độ biến đổi giữa các lớp nước theo độ sâu lại rất rõ nét, trung bình tầng mặt là 27,4°C trong khi ở tầng 50m là 22,7°C, độ muối dao động trong biên độ hẹp dao động trong khoảng 33,4 - 34,5‰, chlorophyll-a trung bình toàn bộ cột nước dao động trong 0,3 - 0,7µg/l, cực đại là 2,9µg/l. Độ đục trung bình giảm còn 0,4 - 1,1FTU và giá trị lớn nhất chỉ 6,9FTU.

Từ khóa: Môi trường biển, vùng biển ven bờ Gia Lai, hệ thống gió mùa, hải dương học.

Ngày nhận bài: 3/11/2025; **Ngày sửa chữa:** 17/11/2025; **Ngày duyệt đăng:** 21/11/2025.

Assessment of the state of environmental factors in the coastal zone of Gia Lai province for fishing ground forecasting

Abstract

Gia Lai sea area is located in the tropical monsoon climate zone and the complex oceanographic processes of the East Sea, creating unique natural conditions, deeply affecting the marine ecological environment, biological productivity, as well as the distribution, migration and fluctuations of aquatic resources. The results of research on some environmental factors in 2023 - 2024 also clearly show their differentiation and changes between the two wind seasons. During the northeast monsoon season, seawater temperature is low and fluctuates within a narrow amplitude (average between 23,8 - 27,1°C), salinity fluctuates between 29,6 - 34,1‰ and tends to increase gradually with depth; chlorophyll-a content fluctuates between 0,4 - 1,3µg/l; The average turbidity fluctuates from 0,6 - 1,0FTU with the maximum value reaching 3.2FTU at the 50m layer. While the southwest monsoon season has a higher seawater temperature in this area, the variation between water layers according to depth is very clear, the average surface temperature is 27,4°C while at the 50m layer it is 22,7°C, the salinity fluctuates within a narrow range of 33,4 - 34,5‰, the average chlorophyll-a in the entire water column fluctuates from 0,3 - 0,7µg/l, the maximum is 2,9µg/l. The average turbidity decreases to 0,4 - 1,1FTU and the maximum value is only 6,9FTU.

Keywords: Marine environment; Gia Lai coastal area; Monsoon system, Oceanography.

JEL Classifications: Q51, Q53, Q55.

1. MỞ ĐẦU

Vùng biển ven bờ Việt Nam nói chung và khu vực ven bờ Nam Trung bộ nói riêng đóng vai trò đặc biệt quan trọng đối với phát triển kinh tế - xã hội, trong đó khai thác thủy sản là ngành kinh tế mũi nhọn, phụ thuộc trực tiếp vào đặc điểm hải dương học và biến động ngư trường theo mùa. Các yếu tố môi trường như nhiệt độ, độ muối, động lực biển, hàm lượng

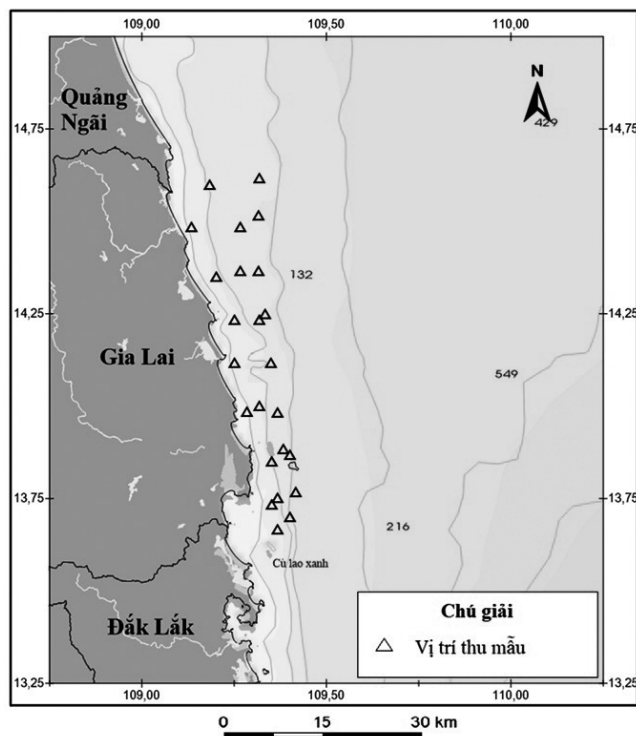
chlorophyll-a hay độ đục nước biển là những biến số chỉ phối mạnh mẽ năng suất sinh học và sự phân bố không gian - thời gian của nguồn lợi thủy sản (Longhurst, A., 2007; Mann, K. H., 2006). Do đó, việc đánh giá hiện trạng môi trường, hải dương học vùng biển ven bờ và phân tích quy luật biến thiên theo mùa là nền tảng quan trọng cho công tác dự báo ngư trường, đặc biệt ở các tỉnh chưa có nhiều nghiên cứu chuyên sâu như Gia



Lai. Trên thế giới, nhiều công trình đã làm rõ vai trò của các quá trình hải dương học trong việc điều khiển năng suất sinh học biển. Các nghiên cứu của Pitcher et al (1998) và Bakun (2010) cho thấy hiện tượng nước trôi, gió mùa và các cấu trúc động lực như xoáy biển có tác động trực tiếp đến sự gia tăng chất dinh dưỡng, từ đó thúc đẩy sản xuất sơ cấp và tạo điều kiện hình thành các ngư trường năng suất cao. Nghiên cứu của Tang et al (2015) tại Biển Đông khẳng định, gió mùa châu Á đóng vai trò chủ đạo trong điều khiển phân tầng nhiệt - muối và phân bố vật chất lơ lửng trong cột nước. Bên cạnh đó, công nghệ viễn thám và mô hình hóa số trị được nhiều tác giả sử dụng để mô phỏng các trường vật lý - sinh học và hỗ trợ dự báo hệ sinh thái biển (Lee, Z. et al., 2010; Behrenfeld, M. J. et al., 2018). Các nghiên cứu quốc tế này là cơ sở quan trọng cho việc ứng dụng tiếp cận tích hợp trong đánh giá hệ thống hải dương học vùng biển ven bờ Việt Nam.

Trong nước, nghiên cứu về hải dương học dọc dải ven biển Trung bộ đã được quan tâm từ sớm, tập trung vào động lực gió mùa, chế độ nước trôi và phân bố năng suất sinh học. Nguyễn Tác An (1989) đã xác định hàm lượng chlorophyll-a trung bình vùng nước ven bờ Việt Nam dao động quanh $0,6 \pm 0,3 \mu\text{g/l}$, phản ánh điều kiện sinh thái thuận lợi cho sản xuất sơ cấp. Các nghiên cứu tiếp theo của Viện Hải dương học (2005-2020) khẳng định tính phân hóa mạnh theo mùa của trường nhiệt - muối, đặc biệt dưới tác động của hệ thống gió mùa Đông Bắc và Tây Nam. Những kết quả này cho thấy, khu vực miền Trung chịu ảnh hưởng của nước trôi mùa hè, góp phần gia tăng chất dinh dưỡng và làm xuất hiện các ngư trường quan trọng dọc dải ven bờ Gia Lai - Khánh Hòa (Đình Văn Ưu và nnk, 2012; Trần Văn Chung, 2018). Tuy nhiên, các nghiên cứu chi tiết về cấu trúc hải dương học ở vùng biển ven bờ Gia Lai còn rất hạn chế, dù khu vực này có đặc điểm địa hình - động lực riêng biệt và đang phát triển hoạt động khai thác thủy sản gần bờ.

Gia Lai là tỉnh có đường bờ biển ngắn, nhưng mang đặc điểm động lực phức tạp do chịu ảnh hưởng đồng thời của dòng ven bờ Nam Trung bộ, sự giao thoa dòng chảy từ Quy Nhơn - Quảng Ngãi và tương tác với hệ thống gió mùa. Vì vậy, nghiên cứu môi trường, hải dương học tại khu vực này không chỉ có giá trị khoa học mà còn mang ý nghĩa thực tiễn, giúp xây dựng cơ sở dữ liệu môi trường phục vụ quản lý khai thác thủy sản bền vững. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và biến động bất thường của các yếu tố hải dương học, việc nắm bắt được hiện trạng chất lượng môi trường biển và quy luật dao động theo mùa là thiết yếu để nâng cao hiệu quả dự báo ngư trường (Lê Đức Tổ và nnk, 2020). Mặc dù một số nghiên cứu trước đây đã đánh giá hiện



Hình 1. Sơ đồ mạng lưới trạm khảo sát khu vực nghiên cứu

trạng môi trường biển miền Trung, nhưng các dữ liệu chi tiết theo tầng sâu, theo mùa và theo mặt cắt không gian cho riêng vùng biển ven bờ Gia Lai vẫn còn thiếu. Bên cạnh đó, khu vực này chưa từng được nghiên cứu chuyên sâu theo cách tiếp cận tích hợp, bao gồm đo đạc trực tiếp bằng thiết bị hiện trường (CTD, ADCP), phân tích thống kê - không gian và xây dựng bản đồ nội suy hải dương học phục vụ dự báo ngư trường. Đây là khoảng trống quan trọng cần được bổ sung trong bối cảnh yêu cầu quản lý nghề cá ngày càng dựa vào dữ liệu khoa học và công nghệ hiện đại theo tinh thần Luật Thủy sản 2017.

Xuất phát từ thực tiễn đó, nghiên cứu này đánh giá hiện trạng môi trường, hải dương học vùng biển ven bờ Gia Lai phục vụ công tác dự báo ngư trường với mục tiêu: (i) xác định đặc điểm phân bố theo không gian - thời gian của các yếu tố hải dương học chủ đạo (nhiệt độ, độ muối, chlorophyll-a, độ đục); (ii) làm rõ sự khác biệt động lực giữa hai mùa gió Đông Bắc và Tây Nam; (iii) cung cấp dữ liệu nền phục vụ mô hình hóa và dự báo ngư trường cho khu vực. Kết quả nghiên cứu không chỉ đóng góp vào hiểu biết khoa học về môi trường biển Gia Lai mà còn hỗ trợ cơ quan quản lý trong quy hoạch khai thác hợp lý, bảo vệ nguồn lợi thủy sản và phát triển kinh tế biển bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phạm vi, đối tượng nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu: Vùng biển ven bờ tỉnh Gia Lai với mạng lưới trạm khảo sát thu số liệu như Hình 1.

Đối tượng nghiên cứu là một số yếu tố môi trường: Nhiệt độ nước biển, độ muối nước biển, hàm lượng chlorophyll-a và độ đục nước biển. Thời gian khảo sát vào tháng 12/2023, tháng 6/2024 đại diện cho hai mùa gió Đông Bắc và mùa gió Tây Nam.

Phương pháp thu số liệu: Thông số nhiệt độ, độ muối nước biển, hàm lượng chlorophyll-a, độ đục được đo từ tầng mặt đến tầng sát đáy bằng thiết bị CTD (Conductivity Temperature Depth) mã hiệu ASTD 151 do hãng Alec của Nhật Bản sản xuất.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp phân tích, xử lý số liệu

Sau khi thu thập toàn bộ dữ liệu được xử lý theo quy trình gồm ba giai đoạn chính: tiền xử lý - chuẩn hóa - phân tích thống kê và không gian.

Tiền xử lý dữ liệu: Dữ liệu thô được trích xuất từ bộ nhớ trong của thiết bị thông qua phần mềm chuyên dụng, sau đó tiến hành: Hiệu chỉnh sai số hệ thống, độ trễ tín hiệu, lọc nhiễu (nếu có). Kiểm tra dữ liệu về tính liên tục, độ ổn định và giá trị ngoại lệ. Các giá trị bất thường vượt quá ngưỡng ± 3 độ lệch chuẩn so với trung bình ($\pm 3\sigma$) được gán cờ và xem xét loại bỏ (Mao, Y. et al., 2024; Zhao, Y. et al., 2013; Blázquez-García, A. et al., 2021).

Chuẩn hóa dữ liệu: Tính toán các thông số dẫn xuất, đồng bộ dữ liệu bảo đảm tính đồng nhất giữa các trạm đo. Định dạng không gian - thời gian, gán thông tin tọa độ GPS, thời gian UTC và điều kiện thu mẫu để phục vụ cho các phân tích so sánh theo thời gian (mùa gió) và không gian (vĩ tuyến/kinh tuyến).

Phân tích thống kê: Tính trung bình, độ lệch chuẩn, miền dao động và phân bố giá trị theo tầng sâu cho từng yếu tố: nhiệt độ, độ muối, độ đục, chlorophyll-a (Plackett, R. L., 1958; Sharma, R. et al., 2017; Wan, X. et al., 2014; Schillaci, M. A., 2022).

- Trung bình số học

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n x_t \quad (1)$$

- Độ lệch chuẩn

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2} \quad (2)$$

Trong đó x_t là giá trị tại 1 điểm, n là độ dài chuỗi số liệu, \bar{x} là giá trị trung bình chuỗi số liệu.

2.2.2. Phương pháp bản đồ và GIS

Các số liệu thống kê trung bình được tiến hành xây dựng biến trình theo không gian và thời gian, kết quả được trình bày dưới dạng biểu đồ, đồ thị, bản đồ cho việc phân tích đánh giá kết quả. Để đảm bảo tính thống nhất của các bản đồ thể hiện khách quan, chính xác của các ranh giới, địa danh, đường đẳng trị, thang màu,... cần phải kết hợp với các công cụ, phần mềm của hệ thống tin địa lý (GIS). Sử dụng phương pháp nội suy có trọng số (Kriging) để xây dựng bản đồ phân bố, những điểm gần điểm gốc sẽ bị ảnh hưởng nhiều hơn những điểm ở xa. Kriging sử dụng một trọng số, phân công ảnh hưởng nhiều hơn đến các điểm dữ liệu gần nhất trong nội suy các giá trị cho các địa điểm không rõ (Manualsdir, 2009).

$$Y(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i y(x_i) \quad (3)$$

Trong đó: $y(x_i)$ là giá trị đã biết; λ_i là trọng số được gán cho mỗi điểm được xác định bằng giải hệ phương trình Kriging; x_0 là vị trí dự đoán; n là số số liệu.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Nhiệt độ nước biển

Sự biến động của các yếu tố hải dương học nói chung và nhiệt độ nước biển nói riêng tại vùng biển ven bờ Gia Lai thay đổi rõ rệt theo hai mùa gió. Trong mùa gió Đông Bắc, nhiệt độ trung bình toàn cột nước đạt 26,5°C, với giá trị nhỏ nhất 23,8°C và lớn nhất 27,1°C, đồng thời độ lệch chuẩn chỉ 0,6°C. Theo độ sâu, nhiệt độ giữa các tầng 2m, 20m và 50m không khác biệt nhiều (dao động từ 26,4 - 26,8°C). Trong mùa gió Tây Nam, nhiệt độ nước biển ghi nhận sự phân hoá lớn hơn giữa tầng mặt và tầng sâu. Nhiệt độ trung bình toàn cột nước giảm xuống 23,6°C, tuy nhiên biên độ dao động lớn hơn rõ rệt, từ 17,8°C đến 29,7°C và độ lệch chuẩn tăng lên 2,5°C. Tầng mặt (2m) ghi nhận nhiệt độ trung bình 27,4°C; cao hơn rõ rệt so với tầng 20m (25,0°C) và đặc biệt thấp tại tầng 50m (22,7°C) (Bảng 1). Kết quả nghiên cứu cho thấy, mùa gió Tây Nam với tính chất nóng ẩm đã làm nhiệt độ nước biển bề mặt ở khu vực nghiên cứu tăng lên và cao hơn mùa gió đông bắc nhưng tại độ sâu 20m và 50m thì ngược lại. Điều này phản ánh mức độ ảnh hưởng của vùng nước trời Nam Trung bộ rất rõ nét, dưới tác động của gió mùa Tây Nam song song với đường bờ làm xáo trộn nước theo phương thẳng đứng, từ lớp nước sâu có nhiệt độ thấp được đưa lên tầng mặt và làm giảm nhiệt độ ở khu vực nghiên cứu (Võ Văn Lành và nnk, 1992) (Bảng 1).

Phân bố không gian nhiệt độ nước biển tại vùng biển ven bờ Gia Lai cũng thấy sự khác biệt rõ rệt theo mùa và theo độ sâu. Trong mùa gió Đông Bắc, trường nhiệt tại các tầng 2m, 20m và 50m thể hiện tính đồng nhất cao với nền nhiệt dao động hẹp, chủ yếu trong khoảng 26 - 27°C. Các bản đồ cho thấy lớp nước ấm phân bố khá đều từ bờ ra khơi, biên độ biến thiên nhỏ và đường đẳng nhiệt thưa, minh chứng cho quá trình xáo trộn thẳng đứng mạnh do gió mùa Đông Bắc và sự suy giảm phân tầng nhiệt trong mùa đông (Hình 2). Trong mùa gió Tây Nam, trường nhiệt xuất hiện sự phân hoá mạnh theo không gian và theo độ

Bảng 1. Thống kê giá trị nhiệt độ nước biển (°C) vùng biển ven bờ Gia Lai

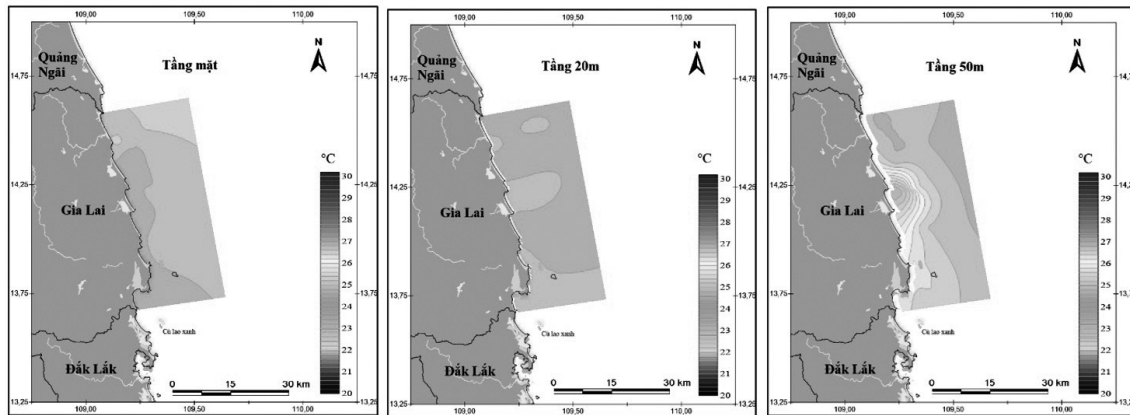
Đợt thu mẫu	Tầng nước (m)	Nhiệt độ nước biển (°C)				Số mẫu
		Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất	Độ lệch chuẩn	
Mùa gió Đông Bắc (12/2023)	2	26,5	26,8	27,1	0,1	24
	20	26,6	26,8	26,9	0,1	24
	50	24,7	26,4	26,9	0,5	17
	70	23,8	25,4	26,3	1,0	8
Mùa gió Tây Nam (6/2024)	2	25,9	27,4	29,7	1,0	24
	20	23,8	25,0	27,4	0,8	24
	50	21,1	22,7	24,3	0,7	18
	70	19,9	20,9	21,7	0,5	12

sâu. Bản đồ tầng mặt thể hiện vùng nước ấm (>28°C) xuất hiện rộng khắp khu vực gần bờ, với xu thế nhiệt độ tăng dần từ ngoài khơi vào bờ. Ở tầng 20m, nhiệt độ giảm đáng kể, thể hiện sự hình thành lớp đệm trung gian có ảnh hưởng của phân tầng nhiệt. Đáng chú ý, tại tầng 50m xuất hiện các vùng nước lạnh cục bộ ($\approx 22-24^\circ\text{C}$), phân bố không đồng đều và có dạng các “đốm lạnh”, cho thấy tác động của quá trình trộn cục bộ, dòng chảy ngoài khơi hoặc hoạt động nước trời yếu do gió mùa Tây Nam (Hình 3).

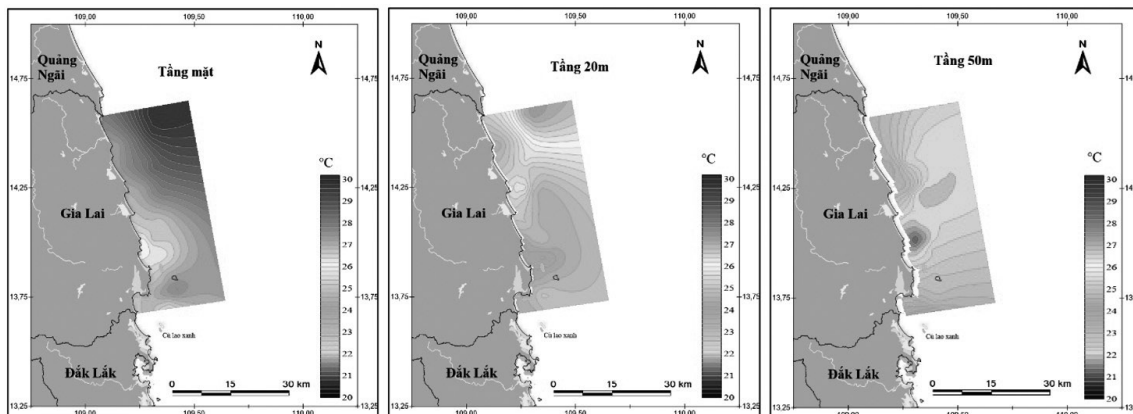
3.2. Độ muối nước biển

Kết quả nghiên cứu độ muối ở vùng biển nghiên cứu cũng thấy rõ sự phân hoá theo phương ngang và chiều thẳng đứng cũng khác biệt giữa hai mùa

gió. Mùa gió Đông Bắc, độ muối trung bình toàn cột nước đạt 32,6‰ với giá trị nhỏ nhất 29,6‰ và lớn nhất 34,1‰ cùng độ lệch chuẩn thấp (1,0‰). Phân bố theo chiều sâu cho thấy độ muối tăng dần từ tầng mặt (30,9‰) xuống tầng 20m (32,9‰) và đạt giá trị cao nhất tại tầng 50m (33,7‰). Trong mùa gió Tây Nam, độ muối có xu hướng tăng nhẹ với độ muối trung bình toàn cột nước đạt 33,9‰, cao hơn so với mùa gió Đông Bắc. Biên độ dao động (33,4 - 34,5‰) hẹp hơn và độ lệch chuẩn chỉ 0,1‰, cho thấy tính ổn định cao và sự đồng nhất mạnh hơn của trường muối trong mùa gió Tây Nam. Độ muối tại các tầng 2m, 20m và 50m dao động trong khoảng 33,5 - 34,0‰, gần như không có sự phân tầng rõ rệt điều này có thể lý giải bởi khu vực nghiên cứu trong mùa gió tây nam chịu



Hình 2. Phân bố nhiệt độ nước biển (°C) vùng biển ven bờ Gia Lai vào mùa gió Đông Bắc (12/2023)



Hình 3. Phân bố nhiệt độ nước biển (°C) vùng biển ven bờ Gia Lai vào mùa gió tây nam (6/2024)

Bảng 2. Thống kê giá trị độ muối nước biển (‰) vùng biển ven bờ Gia Lai

Đợt thu mẫu	Tầng nước (m)	Độ muối nước biển (‰)				Số mẫu
		Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất	Độ lệch chuẩn	
Mùa gió Đông Bắc (12/2023)	2	30,2	30,9	32,0	0,6	24
	20	31,2	32,9	33,6	0,7	24
	50	33,4	33,7	33,9	0,1	17
	Cả cột nước	29,6	32,6	34,1	1,0	1463
Mùa gió Tây Nam (6/2024)	2	33,4	33,5	33,6	0,1	24
	20	33,6	33,8	34,0	0,1	24
	50	33,7	34,0	34,2	0,1	18
	Cả cột nước	33,4	33,9	34,5	0,1	1680

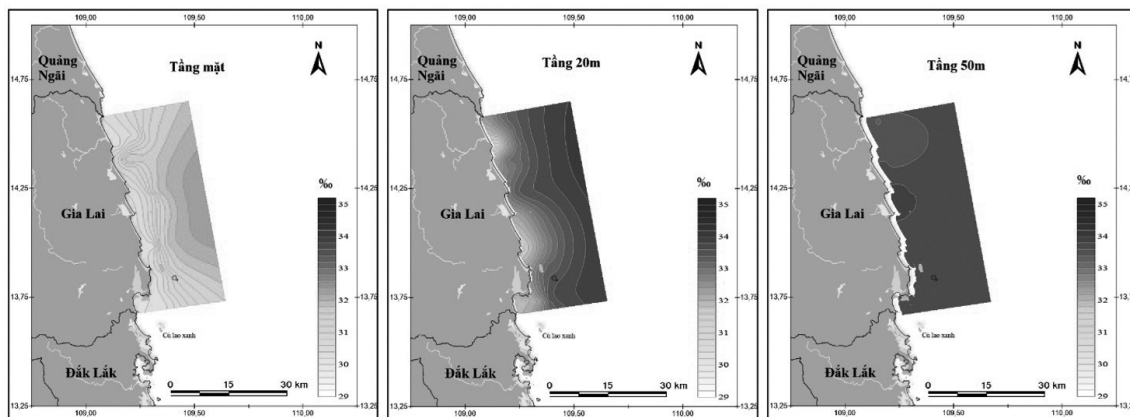
ảnh hưởng của khu vực nước trời Nam Trung bộ, làm xáo trộn nước từ tầng sâu đưa lên dẫn đến độ muối trong các lớp nước mặt cao và ổn định hơn (Bảng 2).

Phân bố độ muối theo phương ngang, trong mùa gió Đông Bắc, trường độ muối tầng mặt xuất hiện dải giá trị thấp ven bờ, giảm xuống 30-31‰, đây là thời kì mùa mưa của khu vực nghiên cứu, các khu vực ven bờ chịu sự tác động của nước nhạt từ lục địa ra. Tại tầng 20m, độ muối ít chịu tác động của khối nước ngọt từ bờ ra, chúng dao động trong khoảng 33-34‰. Ở

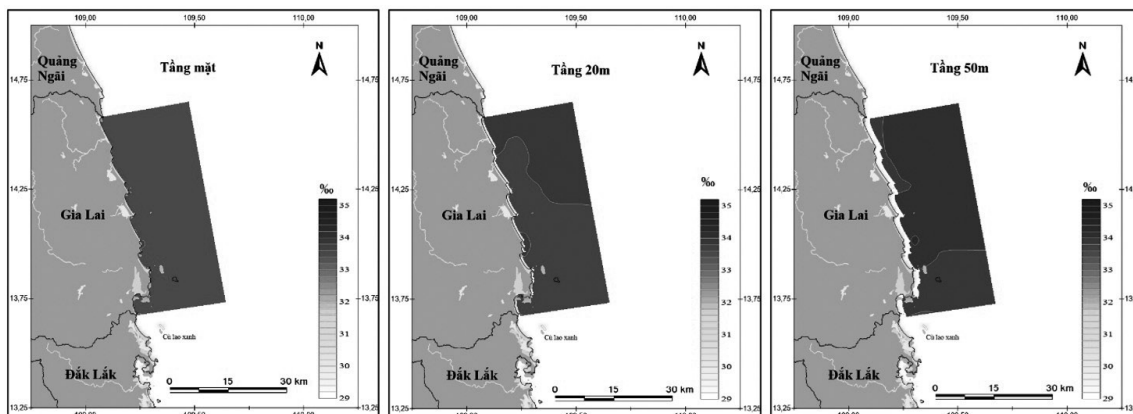
tầng 50m, độ muối tương đối cao và đồng nhất hơn, dao động quanh 34‰ (Hình 4). Trong mùa gió Tây Nam, trường độ muối duy trì giá trị cao và tương đối đồng nhất ngay từ tầng mặt (khoảng 32-34‰). Tại các tầng sâu hơn (20m và 50m), độ muối tăng nhẹ và phân bố đồng đều (Hình 5).

3.3. Hàm lượng Chlorophyll-a

Theo Krirk (1994) thì hàm lượng chlorophyll-a trung bình trong đại dương là 0,2µg/l, còn với nhận định Nguyễn Tác An (1989), vùng biển ven bờ có hàm lượng chlorophyll-a trung bình là 0,6 ± 0,3µg/l là vực nước có điều kiện sinh thái thích hợp cho quá trình sản xuất sơ cấp. Kết quả thống kê hàm lượng chlorophyll-a cũng thấy sự biến thiên rõ rệt theo mùa gió và theo chiều sâu cột nước. Trong mùa gió Đông Bắc, giá trị trung bình của chlorophyll-a dao động từ 0,4 - 0,7µg/l với hàm lượng cao nhất đạt 1,3µg/l tại tầng mặt. Độ lệch chuẩn thấp (0,1 - 0,2µg/l) cho thấy phân



Hình 4. Phân bố độ muối (‰) vùng biển ven bờ Gia Lai vào mùa gió Đông Bắc (12/2023)



Hình 5. Phân bố độ muối (‰) vùng biển ven bờ Gia Lai vào mùa gió Tây Nam (6/2024)

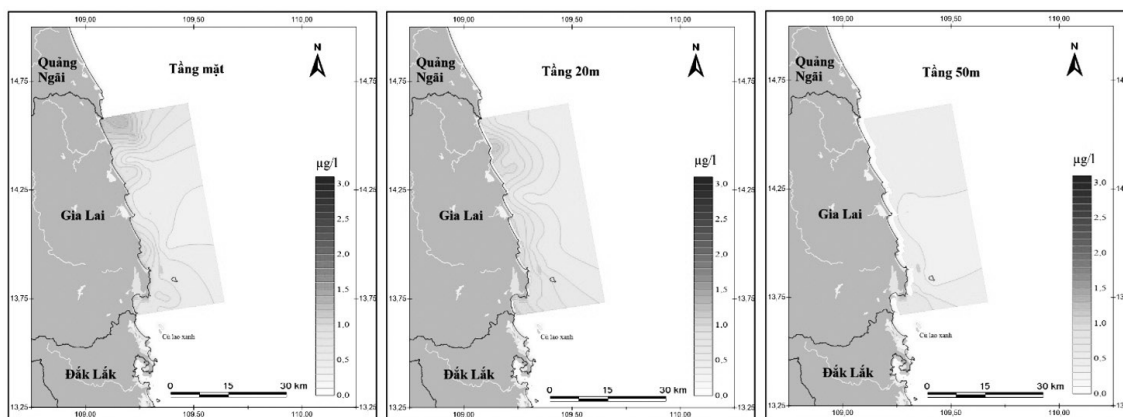
Bảng 3. Thống kê giá trị hàm lượng Chlorophyll-a ($\mu\text{g/l}$) vùng biển ven bờ Gia Lai

Đợt thu mẫu	Tầng nước (m)	Hàm lượng Chlorophyll-a ($\mu\text{g/l}$)				Số mẫu
		Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất	Độ lệch chuẩn	
Mùa gió Đông Bắc (12/2023)	2	0,4	0,7	1,3	0,2	24
	20	0,4	0,7	1,2	0,2	24
	50	0,3	0,4	0,7	0,1	17
	Cả cột nước	0,3	0,6	1,3	0,2	1463
Mùa gió Tây Nam (6/2024)	2	0,2	0,3	0,4	0,1	24
	20	0,2	0,7	1,6	0,4	24
	50	0,4	0,7	1,5	0,3	18
	Cả cột nước	0,1	0,6	2,9	0,4	1680

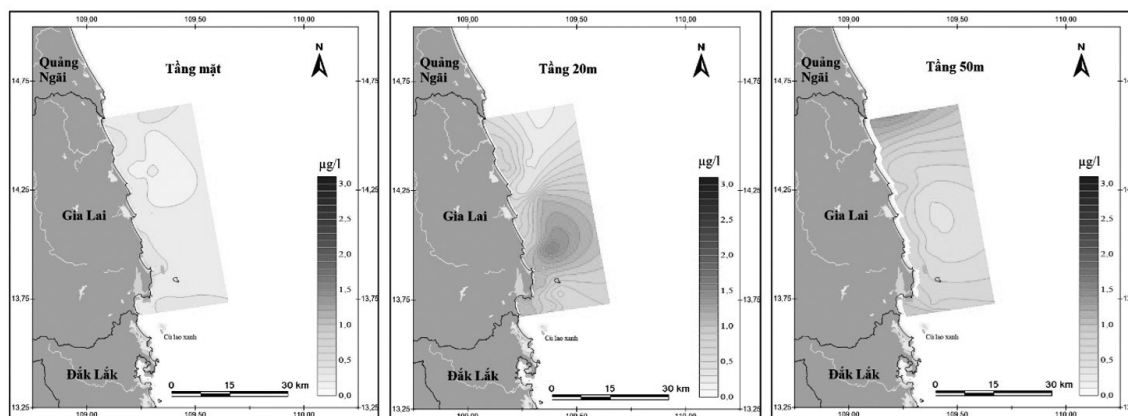
bổ tương đối đồng đều và ít biến động cục bộ trong toàn khu vực khảo sát. Ở tầng sâu 50m, giá trị chlorophyll-a giảm còn khoảng $0,4\mu\text{g/l}$, phù hợp với kỳ vọng về cường độ chiếu sáng suy giảm và giới hạn quang hợp ở các tầng sâu hơn. Trong mùa gió Tây Nam, hàm lượng chlorophyll-a thể hiện mức biến thiên mạnh hơn, cả về giá trị trung bình ($0,3 - 0,7\mu\text{g/l}$) lẫn giá trị cực đại, với mức lớn nhất đạt tới $2,9\mu\text{g/l}$ khi xét toàn bộ cột nước. Đặc biệt, sự gia tăng chlorophyll-a tại tầng 50m (trung bình $0,7\mu\text{g/l}$) so với mùa gió đông

bắc cho thấy khả năng tồn tại lớp cực đại chlorophyll-a nông, chịu ảnh hưởng của phân tầng nhiệt - muối mùa gió Tây Nam và sự vận chuyển dinh dưỡng từ vùng nước sâu kết quả này cũng tương tự với kết quả công bố của Nguyễn Tác An (1989) (Bảng 3).

Phân bố không gian trong mùa gió Đông Bắc, chlorophyll-a nhìn chung thấp và phân bố tương đối đồng nhất theo phương ngang, chỉ xuất hiện các dải giá trị cao cục bộ ở tầng mặt và tầng 20m (Hình 6). Mùa gió Tây Nam chlorophyll-a tăng mạnh đặc biệt tại khu vực gần bờ ở độ sâu 20m và 50m, hình thành tâm nồng độ cao điển hình của hiện tượng tầng cường trộn và xáo trộn lớp bề mặt do gió mạnh hướng từ biển vào bờ. Xu thế lan truyền hàm lượng chlorophyll-a theo hướng Đông Nam cho thấy, ảnh hưởng của dòng chảy ven bờ ở mùa gió Tây



Hình 6. Phân bố hàm lượng chlorophyll-a ($\mu\text{g/l}$) vùng biển ven bờ Gia Lai vào mùa gió Đông Bắc (12/2023)



Hình 7. Phân bố hàm lượng chlorophyll-a ($\mu\text{g/l}$) vùng biển ven bờ Gia Lai vào mùa gió Tây Nam (6/2024)

Bảng 4. Thống kê độ đục nước biển (FTU) vùng biển ven bờ Gia Lai

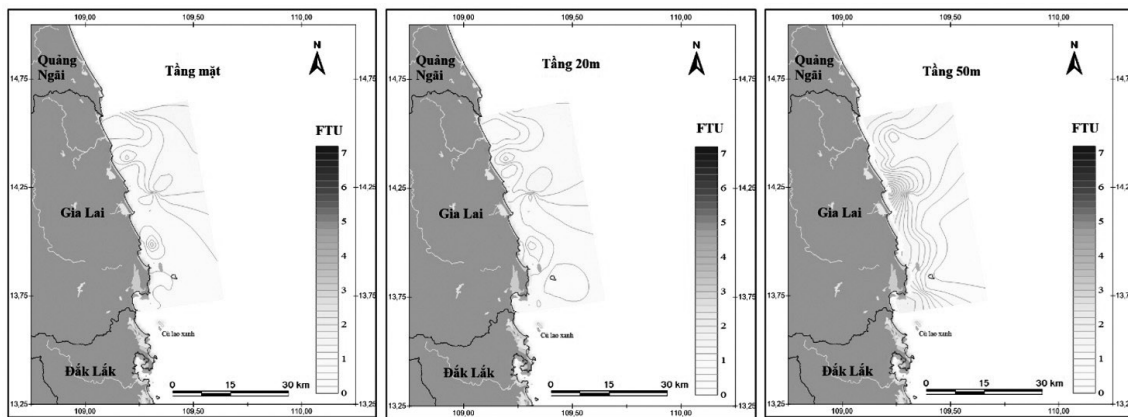
Đợt thu mẫu	Tầng nước (m)	Độ muối nước biển (%)				Số mẫu
		Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất	Độ lệch chuẩn	
Mùa gió Đông Bắc (12/2023)	2	0,3	0,6	1,7	0,4	24
	20	0,3	0,7	1,7	0,4	24
	50	0,3	1,0	3,2	0,7	17
	Cả cột nước	0,3	0,9	14,2	0,8	1463
Mùa gió Tây Nam (6/2024)	2	0,1	0,4	1,1	0,3	24
	20	0,2	0,6	1,3	0,3	24
	50	0,3	1,1	6,6	1,4	18
	Cả cột nước	0,1	0,9	6,9	0,8	1680

Nam, có khả năng vận chuyển vật chất hữu cơ và dinh dưỡng từ ven bờ ra vùng khơi. Sự đối lập giữa hai mùa gió khẳng định vai trò chi phối của chế độ gió mùa lên động lực nước trời, cung cấp dinh dưỡng và điều khiển năng suất sinh học, từ đó ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng hình thành và dịch chuyển ngư trường vùng biển ven bờ tỉnh Gia Lai (Hình 7).

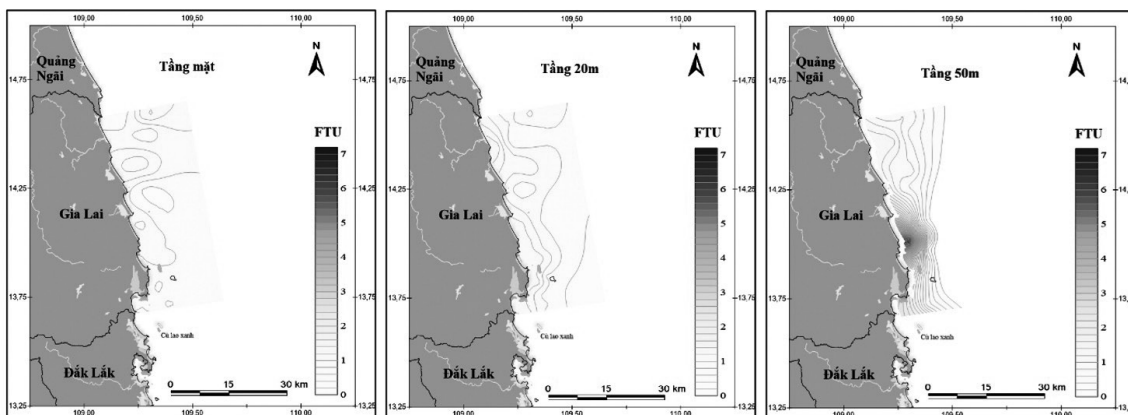
3.4. Độ đục nước biển

Trong mùa gió Đông Bắc, độ đục nước biển trung bình dao động từ 0,6 - 1,0FTU với giá trị lớn nhất đạt tới 3,2FTU tại tầng 50m. Ngược

lại, trong mùa gió Tây Nam, độ đục trung bình giảm còn 0,4 - 1,1FTU và giá trị lớn nhất chỉ 6,9FTU khi xét toàn cột nước, phản ánh trạng thái biển êm hơn và ảnh hưởng của khối nước trong hơn từ ngoài khơi tràn vào vùng biển ven bờ dưới tác động gió mùa Tây Nam. Đáng chú ý, độ đục tầng mặt ở mùa gió Tây Nam giảm xuống chỉ 0,1FTU - thấp hơn đáng kể so với mùa gió Đông Bắc - cho thấy, cột nước được chiếu sáng mạnh hơn, độ ổn định phân tầng cao và khả năng phát triển sinh khối thực vật nổi thuận lợi hơn. Độ lệch chuẩn tương đối nhỏ (0,3 - 0,8FTU) ở cả hai mùa gợi ý môi trường nước tương đối đồng nhất theo không gian, không xuất hiện các nhiễu động cục bộ mạnh. Tổng thể, sự tương phản mùa vụ của độ đục nước biển phản ánh cấu trúc động lực - trầm tích đặc trưng vùng biển ven bờ tỉnh Gia Lai, là cơ sở quan trọng để liên kết với biến động



Hình 8. Phân bố độ đục nước biển (FTU) vùng biển ven bờ Gia Lai vào mùa gió Đông Bắc (12/2023)



Hình 9. Phân bố độ đục nước biển (FTU) vùng biển ven bờ Gia Lai vào mùa gió Tây Nam (6/2024)



năng suất sinh học và phục vụ mô hình hóa dự báo ngư trường (Bảng 4).

Theo không gian và theo tầng sâu, trong mùa gió Đông Bắc độ đục nước biển tại tầng mặt và tầng 20m duy trì ở mức thấp và phân bố khá đồng nhất ($\approx 0,6-0,7$ FTU). Tuy nhiên, tại tầng 50m xuất hiện dải giá trị độ đục cao hơn sát đường bờ (Hình 8). Ngược lại, trong mùa gió Tây Nam, cấu trúc phân bố độ đục có sự thay đổi đáng kể: tầng mặt và tầng 20m vẫn duy trì giá trị thấp và ổn định, song tại tầng 50m xuất hiện vùng có độ đục tăng cao cục bộ ngay gần bờ, phản ánh tác động của dòng chảy ven bờ theo hướng Bắc - Nam, có khả năng vận chuyển trầm tích từ cửa sông hoặc khu vực ven bờ ra ngoài khơi (Hình 9).

4. KẾT LUẬN

Môi trường vùng biển ven bờ tỉnh Gia Lai chịu sự chi phối mạnh của chế độ gió mùa, thể hiện qua sự phân hoá rõ rệt về nhiệt độ, độ muối, hàm lượng chlorophyll-a và độ đục theo cả không gian và thời gian. Trong mùa gió đông bắc, cột nước có xu thế đồng nhất, trường nhiệt và muối ổn định, hàm lượng dinh dưỡng và hàm lượng chlorophyll-a cao ở tầng mặt. Mùa gió Tây Nam đặc trưng bởi phân tầng nhiệt rõ rệt, độ muối đồng nhất hơn do ảnh hưởng của khối nước ngoài khơi - hoạt động của vùng nước trôi Nam Trung bộ, hàm lượng chlorophyll-a biến động mạnh theo chiều sâu và hình thành các vùng có nồng độ cao gần bờ do tác động của dòng chảy ven bờ và vận chuyển dinh dưỡng từ tầng sâu lên tầng mặt. Độ đục cũng phân hóa theo mùa, với giá trị cao hơn ở tầng đáy vào mùa gió đông bắc và thấp hơn vào mùa gió Tây Nam.

Lời cảm ơn: Kết quả nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài KC09.04/21-30 “Nghiên cứu hoàn thiện và triển khai ứng dụng hiệu quả mô hình dự báo cá nổi nhỏ ở biển Việt Nam” và dự án “Điều tra ngư trường” ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Longhurst, A (2007). *Ecological Geography of the Sea* (2nd ed.). Academic Press.
2. Mann, K. H. and Lazier, J. R. N (2006). *Dynamics of Marine Ecosystems: Biological-Physical Interactions in the Oceans* (3rd ed.). Blackwell Publishing.
3. Pitcher, G. C., Boyd, A. J., Horstman, D. A. and Mitchell-Innes, B. A (1998). *Subsurface dinoflagellate populations, frontal blooms and the formation of red tide in the southern Benguela upwelling system. Marine Ecology Progress Series*, 172, pp.253-264.
4. Bakun, A (2010). *Global marine ecosystem shifts: Forcing, mechanisms and impacts. Science*, 328(5985), pp.1506-1507.
5. Tang, D., Kawamura, H. and Doan-Nhu, H (2015). *Influence of monsoons on oceanographic conditions and marine productivity in the South China Sea. Journal of Marine Systems*, 144, pp.1-12.

6. Lee, Z., Du, K., Arnone, R. and Kowalczyk, P (2010). *A model for the diffuse attenuation coefficient of downwelling irradiance. Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115(C8).
7. Behrenfeld, M. J. and Boss, E (2018). *Student's tutorial on bloom hypotheses in the context of phytoplankton annual cycles. Global Change Biology*, 24(1), pp.55-77.
8. Nguyễn Tác An (1989). *Các đặc trưng sinh thái vùng biển ven bờ Việt Nam. Viện Hải dương học.*
9. Viện Hải dương học (2020). *Báo cáo điều tra tổng hợp môi trường - tài nguyên vùng biển miền Trung (2005 - 2020).*
10. Đinh Văn Ưu, Trần Văn Chung và cộng sự (2012). *Nghiên cứu động lực học vùng biển Nam Trung Bộ, Viện Hải dương học.*
11. Trần Văn Chung (2018). *Đặc trưng nước trôi và năng suất sinh học dải ven biển miền Trung Việt Nam. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển.*
12. Lê Đức Tố và cộng sự (2020). *Biến động môi trường biển ven bờ Việt Nam dưới tác động khí hậu và hoạt động nhân sinh. Hội nghị khoa học Hải dương học Việt Nam.*
13. Mao, Y., Li, J., Qi, Z., Yuan, J., Xu, X., Jin, X. and Du, X. (2024). *Research on Outlier Detection Methods for Dam Monitoring Data Based on Post-Data Classification. Buildings*, 14(9), 2758. <https://doi.org/10.3390/buildings14092758>
14. Zhao, Y., Lehman, B., Ball, R., Mosesian, J. and de Palma, J. F. (2013, March). *Outlier detection rules for fault detection in solar photovoltaic arrays. In 2013 twenty-eighth annual IEEE applied power electronics conference and exposition (APEC)*, pp.2913-2920.
15. Blázquez-García, A., Conde, A., Mori, U. and Lozano, J. A. (2021). *A review on outlier/anomaly detection in time series data. ACM computing surveys (CSUR)*, 54(3), pp.1-33.
16. Plackett, R. L. (1958). *Studies in the history of probability and statistics: VII. The principle of the arithmetic mean. Biometrika*, 45(1/2), pp.130-135. <https://doi.org/10.1093/biomet/45.1-2.130>
17. Sharma, R., Sharma, A., Saini, R., & Kapoor, G. (2017). *Means, moments and Newton's inequalities. arXiv. https://arxiv.org/abs/1702.04665*
18. Wan, X. et al. (2014). *Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. PMC. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4383202/*
19. Schillaci, M. A. (2022). *Estimating the population variance, standard deviation or coefficient of variation: tables and probabilistic methods. Statistica Neerlandica. https://doi.org/10.1016/j.stannea.2022.04.003*
20. <http://www.manualsdir.com/models/pitney-bowes/mapinfo-vertical-mapper.html>
21. Võ Văn Lành, Phạm Văn Huấn, Hà Xuân Hùng (1992). *Cấu trúc và biến trình nhiệt độ ở các tầng nước trôi mạnh trong vùng biển đông nam Việt Nam. Tuyển tập nghiên cứu biển IV, tr. 30-43.*