

## CẬP NHẬT BỘ DỮ LIỆU HẢI DƯƠNG CHO KHU VỰC BIỂN ĐÔNG

**Trần Văn Chung\*, Ngô Mạnh Tiến, Nguyễn Hữu Huân**

*Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

*\*Email: [tvanchung@gmail.com](mailto:tvanchung@gmail.com)*

*Ngày nhận bài: 07/10/2024; Ngày nhận đăng: 04/02/2025*

### Tóm tắt

Bộ dữ liệu *World Ocean Atlas 2023 (WOA23)* được phát hành tháng 2/2024, kế thừa và cập nhật các phiên bản trước. Trên cơ sở bộ dữ liệu này, các phân tích khách quan rất hữu ích cho dự báo hải dương học, nghiên cứu khí hậu, địa vật lý và hoạt động môi trường. Các dữ liệu này có thể được sử dụng làm điều kiện ban đầu, điều kiện biên cho các mô hình số mô phỏng các quá trình thủy động lực – sinh thái trong biển (*ERSEM, ECOSMO, ECOHAM, NORWECOM, GHER, ELISE, COHERENS, ...*). Ngoài ra, nó cũng kiểm chứng các phép đo vệ tinh như quan sát độ cao của mặt nước biển, tính toán dòng dinh dưỡng bởi vận chuyển Ekman và lập kế hoạch cho các chuyến thám hiểm hải dương học cùng những hoạt động khác. Các dữ liệu này rất quan trọng để hiểu được tình trạng và trạng thái của các đại dương toàn cầu nói chung trong bối cảnh khí hậu thay đổi và nghiên cứu cho khu vực Biển Đông nói riêng.

**Từ khóa:** Bộ dữ liệu *World Ocean Atlas 2023*, chất dinh dưỡng, ô-xy hòa tan, độ mặn, nhiệt độ, biển Đông.

### Updated oceanographic database of the Bien Dong Sea

**Tran Van Chung, Ngo Manh Tien, Nguyen Huu Huan**

*Institute of Oceanography – Vietnam Academy of Science and Technology*

*Received: October 7, 2024; Accepted: February 4, 2025*

### Abstract

*In February 2024, the World Ocean Atlas 2023 (WOA23) dataset was made available, expanding upon and modernizing earlier iterations. For the purposes of oceanic forecasting, climate research, geophysics, and environmental activities, this dataset offers insightful objective evaluations. It can be used as initial and boundary conditions for important numerical models (*ERSEM, ECOSMO, ECOHAM, NORWECOM, GHER, ELISE, COHERENS, etc.*) that simulate hydrodynamic and ecological processes in the ocean; Furthermore, it also calculates nutrient fluxes through Ekman transport, validates satellite measurements (such as sea surface elevation observations), and helps plan oceanographic expeditions. Understanding the conditions of the world's seas in the face of climate change and conducting study on the waters of the “Bien Dong” in particular much depends on these facts.*

**Keywords:** *The World Ocean Atlas 2023, nutrients, dissolved Oxygen, salinity, temperature, Bien Dong Sea.*

## 1. Mở đầu

Bộ dữ liệu WOA23 được phát hành tháng 2/2024, kế thừa và cập nhật các phiên bản phát hành trước. Đây là bộ dữ liệu khá tốt cho xây dựng cơ sở nền trong nghiên cứu các mô hình sinh thái – động lực trong vùng Biển Đông. Như đã biết ý tưởng tính toán và lập bản đồ trạng thái đại dương toàn cầu trung bình nhiều năm bằng cách sử dụng tất cả các quan sát lịch sử hải dương sẵn có lần đầu được thực hiện bởi Sydney Levitus. Các quan sát hải dương được ghi lại ở các đại dương và biển trên thế giới đã có hơn 300 năm lịch sử, tuy nhiên các bản đồ đặc tính nước biển toàn cầu chi tiết đầu tiên đã được biên soạn và xuất bản trong Bản đồ khí hậu của Đại dương Thế giới vào năm 1982 (Levitus, 1982). Ấn bản đầu tiên của Atlas này, được biết đến dưới tên World Ocean Atlas (WOA) trong tất cả các ấn bản tiếp theo, bao gồm nhiệt độ (T), độ mặn (S), oxy và chất dinh dưỡng được nội suy vào lưới địa lý một độ ( $1^\circ$ ) thông thường ở 33 độ sâu tiêu chuẩn từ bề mặt đến 5500 mét. Giá trị trung bình hàng tháng, theo mùa và hàng năm của các thông số đó trong vài thập kỷ được gọi là “khí hậu đại dương” và được sử dụng làm mô tả về trạng thái khí hậu (tức là tính trung bình trong nhiều thập kỷ) của đại dương trong nhiều ứng dụng sau đó (Mishonov và cs., 2024). Bộ Atlas đại dương thế giới đến nay đã được khoảng 8 lần cập nhật, với các phiên bản đầu tiên vào năm 1994 (dựa trên Bản đồ khí hậu của đại dương trước đó, 1982 và tiếp tục được cập nhật với các phiên bản tiếp theo 1998, 2001, 2005, 2009, 2013, 2018 và mới nhất là 2023. Bộ dữ liệu WOA23 (Reagan và cs., 2024a) được phát hành tháng 2/2024, cập nhật các phiên bản trước của WOA bao gồm khoảng ~3,1 triệu dữ liệu hải dương học mới được thêm vào Cơ sở dữ liệu Đại dương Thế giới (WOD) kể từ bản phát hành trước (WOD18 & WOA18 cập nhật 7/2019). Ứng dụng WOA23 DATA chứa dữ liệu thống kê và phân tích khách quan ở 102 độ sâu tiêu chuẩn của Đại dương Thế giới. Dữ liệu nhiệt độ và độ mặn có sẵn trên các lưới kinh - vĩ độ theo một độ ( $1^\circ$ ) và một phần tư độ ( $0,25^\circ$ ) và được tạo cho các khoảng thời gian sau: 1955-1964, 1965-1974, 1975-1984, 1985-1994, 1995-2004, 2005-2014, 2015-2022 và ba giai đoạn “khí hậu bình thường” kéo dài 30 năm: 1971-2000, 1981-2010 và 1991-2020. Dữ liệu về các chất dinh dưỡng vô cơ (phốt phát, silicat và nitrat) có sẵn ở độ phân giải một độ ( $1^\circ$ ) trong khoảng thời gian 1965-2022. Dữ liệu về oxy, mức sử dụng oxy biểu kiến và phần trăm bão hòa oxy có sẵn ở độ phân giải một độ ( $1^\circ$ ) trong khoảng thời gian 1965-2022 và 1971-2000. Ngoài ra, dữ liệu thống kê năm độ ( $5^\circ$ ) toàn dữ liệu được cung cấp cho từng biển. Các tập bản đồ dinh dưỡng bao gồm Nitrat, Phốt phát và Silicat (Garcia và cs., 2024a) và hiện có sẵn trong khoảng thời gian từ 1965-2022 và chứa dữ liệu bổ sung mà không có trong WOA18 (những đặc điểm khí hậu đó có sẵn trên lưới kinh - vĩ một độ). Sau cùng, việc đưa vào các trường độ lệch chuẩn được phân tích khách quan về nhiệt độ (Locarnini và cs., 2024), độ mặn (Reagan và cs., 2024b) và oxy hòa tan (DO) (Garcia và cs., 2024b) cùng với sai số chuẩn của các trường phân tích cho tất cả các biển và thông số đều là những bổ sung mới cho WOA23. Các thay đổi chính giữa WOA23 so với WOA18 cụ thể như sau:

Bổ sung 1,8 triệu hồ sơ dữ liệu hải dương vào phân tích.

Công bố ba giai đoạn khí hậu bình thường (climate normal) về nhiệt độ và độ mặn (1971–2000, 1981–2010 và 1991-2020).

Việc bổ sung các phép đo cảm biến oxy hòa tan từ CTD và hồ sơ Argo vào các phân tích oxy.

Công bố mới giai đoạn khí hậu bình thường cho oxy hòa tan 1971–2000.

Chỉ có dữ liệu về thành phần oxy, photphat, nitrat và silicat vào hoặc sau năm 1965 mới được sử dụng trong tính toán khí hậu.

Các trường độ lệch chuẩn được phân tích khách quan đã được tính toán cho các điều kiện khí hậu nhiệt độ, độ mặn và oxy.

Sai số chuẩn của các trường phân tích, thước đo độ không đảm bảo của ánh xạ, được cung cấp cho tất cả các biến.

Đồ họa giao diện web cho WOA23 đã được cải thiện.

Giao diện web WOA của NCEI cho phép người dùng xem nhiều trường có sẵn trong trình xem hình, đồng thời tìm kiếm và tải xuống các bộ dữ liệu tùy chỉnh liên quan đến nhu cầu cụ thể. Các định dạng dữ liệu cho WOA23: netCDF, tương thích ArcGIS (shapefile), ascii và csv.

## 2. Các trường dữ liệu hải dương có trong woa23

Khoảng thời gian đề cập đến các năm được biểu thị trong các trường thống kê và trung bình khí hậu. Giai đoạn thời gian đề cập đến sự phân chia của một năm dương lịch. Các giai đoạn thời gian là hàng năm, theo mùa (bởi giai đoạn thời gian ba tháng; Mùa đông = Tháng một, Tháng hai và Tháng ba; Mùa xuân, Mùa hè và Mùa thu là các giai đoạn ba tháng tiếp theo) và hàng tháng. Khoảng thời gian chủ yếu là khoảng thời gian thập kỷ (10 năm), nhưng cũng bao gồm “all”, biểu thị tất cả dữ liệu được sử dụng không chú ý đến năm và “decav”, mức trung bình của tất cả các khoảng thời gian có sẵn (năm đặc trưng). Một phân tích khách quan trong một giai đoạn thời gian cụ thể được coi là đại diện cho giai đoạn thời gian đó trong khoảng thời gian nhất định. Bảng 1 liệt kê tất cả các khoảng thời gian là một phần của WOA23.

**Bảng 1.** Khoảng thời gian xem xét trong *World Ocean Atlas 2023*

Khoảng thời gian	Viết tắt	Chú thích
1955 – 1964	5564	Thập kỷ đầu tiên có đủ dữ liệu cho các trường trung bình khí hậu
1965 – 1974	6574	
1975 – 1984	7584	
1985 – 1994	8594	
1995 – 2004	95A4	
2005 – 2014	A5B4	Phủ toàn cầu phao Argo từ 2005
2015 – 2022	B5C2	“Thập kỷ” 8 năm
1971 – 2000	decav71A0	Khí hậu bình thường trong 30 năm 1971-2000
1981 – 2010	decav81B0	Khí hậu bình thường trong 30 năm 1981-2010
1991 – 2020	decav91C0	Khí hậu bình thường trong 30 năm 1991-2020

1955-2022	decav	Trung bình của bảy thập kỷ có nghĩa là từ năm 1955 đến năm 2022.
Tất cả các năm có sẵn	all	Trung bình của tất cả dữ liệu có sẵn. Đề cập đến khoảng thời gian 1965-2022 đối với oxy hòa tan (và các trường liên quan) và chất dinh dưỡng.

- **Objectively analyzed climatologies** (Khí hậu được phân tích một cách khách quan) là các trường trung bình thu được cho một giá trị hải dương ở mức độ sâu tiêu chuẩn cho Đại dương Thế giới.

- **Statistical mean** (Giá trị trung bình thống kê) là trung bình của tất cả các giá trị dữ liệu được nội suy độ sâu vượt qua các kiểm tra kiểm soát chất lượng ở mỗi mức độ sâu tiêu chuẩn cho mỗi giá trị trong mỗi ô vuông một phần tư độ, một độ hoặc năm độ chứa ít nhất một phép đo cho giá trị hải dương nhất định.

- **Number of observations** (Số lượng quan sát) của từng giá trị trong mỗi góc vuông một phần tư độ, một độ hoặc năm độ của Đại dương Thế giới ở mỗi độ sâu tiêu chuẩn vượt qua các cuộc kiểm tra kiểm soát chất lượng.

- **Standard deviation** (Độ lệch chuẩn) về giá trị trung bình thống kê của mỗi biến trong mỗi ô vuông một phần tư độ, một độ hoặc năm độ ở mỗi mức độ sâu tiêu chuẩn vượt qua các kiểm tra kiểm soát chất lượng.

- **Standard error of the mean** (Sai số chuẩn của giá trị trung bình) của mỗi biến trong mỗi ô vuông một phần tư độ, một độ hoặc năm độ ở mỗi mức độ sâu tiêu chuẩn vượt qua các bước kiểm tra kiểm soát chất lượng.

- **Seasonal or monthly climatology minus the annual climatology** (Khí hậu theo mùa hoặc hàng tháng trừ đi khí hậu hàng năm) ở mỗi phần tư độ hoặc một độ vuông ở mỗi độ sâu tiêu chuẩn.

- **Statistical mean minus the climatological mean** (Giá trị trung bình thống kê trừ đi giá trị trung bình khí hậu) ở mỗi phần tư độ hoặc một độ vuông ở mỗi độ sâu tiêu chuẩn. Giá trị này được sử dụng làm ước tính sai số nội suy và làm tròn.

- **Number of one-degree squares within the smallest radius of influence** (Số ô vuông một độ trong bán kính ảnh hưởng nhỏ nhất) xung quanh mỗi ô vuông một phần tư độ hoặc một độ chứa giá trị trung bình thống kê.

- **Objectively analyzed standard deviation** (Độ lệch chuẩn được phân tích khách quan) là các trường kết quả từ việc phân tích khách quan độ lệch chuẩn về các trường trung bình thống kê. Chỉ các hộp lưới chứa 6 quan sát trở lên mới được sử dụng trong phân tích khách quan. (Mới cho WOA23).

- **Standard error of analysis** (Sai số chuẩn của phân tích) là một ước tính về độ không đảm bảo trong phân tích khách quan. Được tính toán bằng cách tính toán sai số chuẩn của sự khác biệt giữa trường trung bình được phân tích khách quan và trường trung bình thống kê trong bán kính ảnh hưởng thứ 2 (669km cho một độ, 267km cho một phần tư độ). Mô tả đầy đủ về trường này và tính toán của nó có thể được tìm thấy trong phần bổ sung của Levitus và cs. (2012) (Mới cho WOA23).

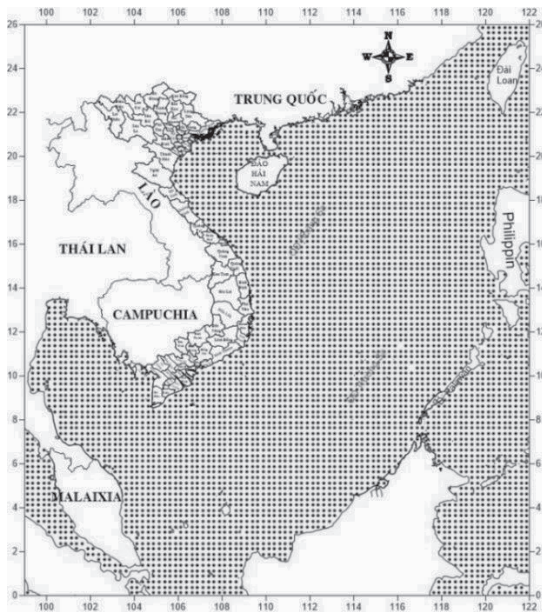
### Đối tượng nghiên cứu và giải pháp thực hiện

Các trường thống kê được tính toán cho sáu biến số hải dương học: nhiệt độ, độ mặn, oxy hòa tan, nitrat, photphat và silicat. Do sự bất thường trong dữ liệu trong phân bố không gian và thời gian ở các độ sâu khác nhau đối với các biển khác nhau, không phải tất cả các biển đều được phân tích ở mọi độ sâu cho tất cả các giai đoạn trung bình (hàng năm, từng mùa và tháng).

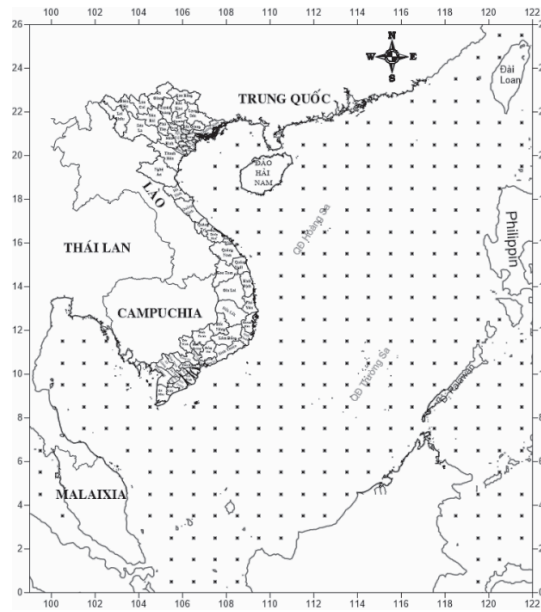
Các giá trị này sẽ được trích lọc trong vùng nghiên cứu Biển Đông, nhằm cập nhật các quan điểm và tiếp cận mới phục vụ cho mô phỏng các quá trình thủy động lực và lan truyền vật chất, với phạm vi dữ liệu được trích xuất mở rộng bao trùm với kinh độ ( $99^{\circ}\text{E}$ – $130^{\circ}\text{E}$ ); vĩ độ ( $0^{\circ}\text{N}$  –  $30^{\circ}\text{N}$ ) được lưu trữ trong bộ dữ liệu nghiên cứu các vấn đề hải dương trên Biển Đông (Trần Văn Chung và Ngô Mạnh Tiến, 2020). Cơ sở dữ liệu có thể thu thập được như sau: Nhiệt độ (Hình 3) và độ mặn (Hình 4) tốt nhất ở lưới tính  $0,25^{\circ}$  ( $8855$  điểm dữ liệu) (Hình 1) và Oxygen (Hình 5) (độ phân giải tốt nhất  $1^{\circ}$ ) ( $487$  điểm lưới) với phân tầng lớp độ sâu tới  $1500\text{m}$  (mức 57) (Bảng 2). Chất dinh dưỡng (Photphat (Hình 6), Silicat (Hình 7), Nitrat (Hình 8)) (tại tầng mặt  $487$  điểm lưới) với phân tầng độ sâu tới  $500\text{ m}$  (mức 37) (Hình 2). Đây là cơ sở dữ liệu khá quan trọng, cung cấp cho cài đặt các điều kiện ban đầu, điều kiện biên cho các mô hình số mô phỏng các quá trình thủy động lực – sinh thái trong biển, điển hình là mô hình ECOSMO, FEM cho ứng dụng trong vùng biển ven bờ (Trần Văn Chung và Bùi Hồng Long, 2014).

**Bảng 2.** Độ sâu liên kết với từng mức tiêu chuẩn.

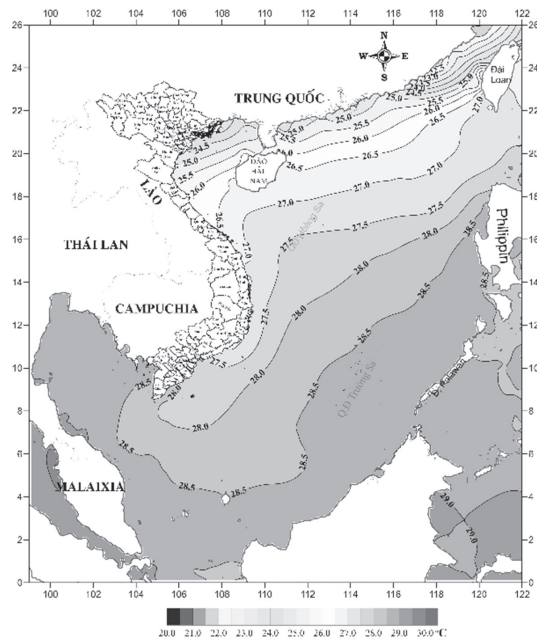
Độ sâu (m)	Mức	Độ sâu (m)	Mức	Độ sâu (m)	Mức	Độ sâu (m)	Mức
0	1	70	15	300	29	800	43
5	2	75	16	325	30	850	44
10	3	80	17	350	31	900	45
15	4	85	18	375	32	950	46
20	5	90	19	400	33	1000	47
25	6	95	20	425	34	1050	48
30	7	100	21	450	35	1100	49
35	8	125	22	475	36	1150	50
40	9	150	23	500	37	1200	51
45	10	175	24	550	38	1250	52
50	11	200	25	600	39	1300	53
55	12	225	26	650	40	1350	54
60	13	250	27	700	41	1400	55
65	14	275	28	750	42	1450	56
						1500	57



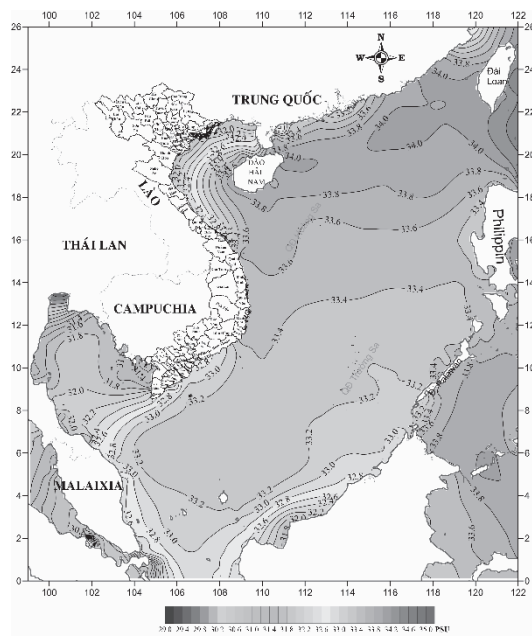
Hình 1. Phân bố T-S tại tầng mặt được trích xuất từ WOA 23.



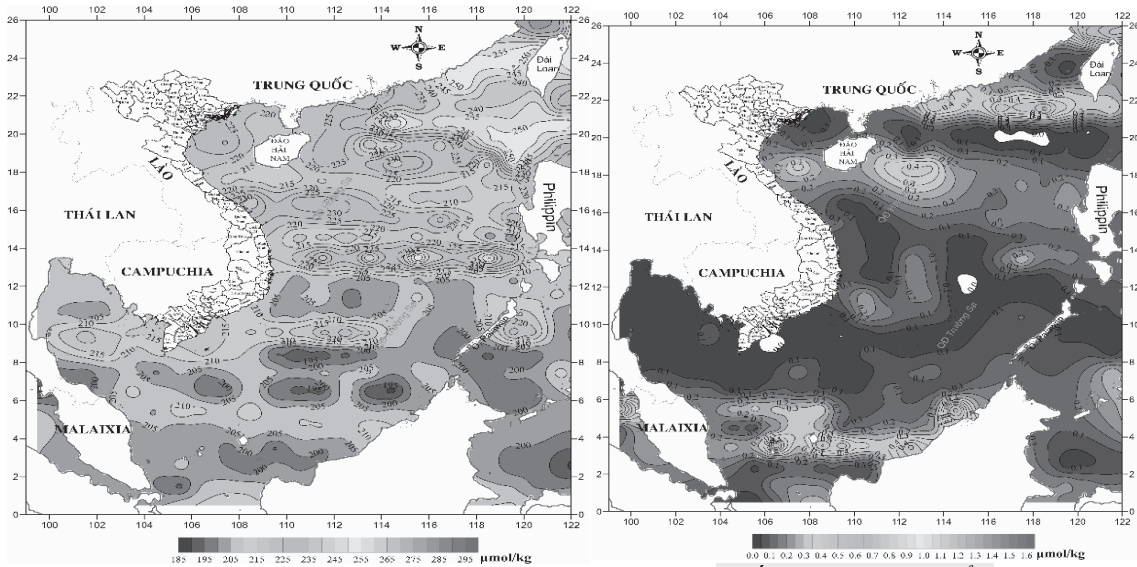
Hình 2. Phân bố chất dinh dưỡng (Phốt pho, Silicat, Nitrat) và DO tại tầng mặt.



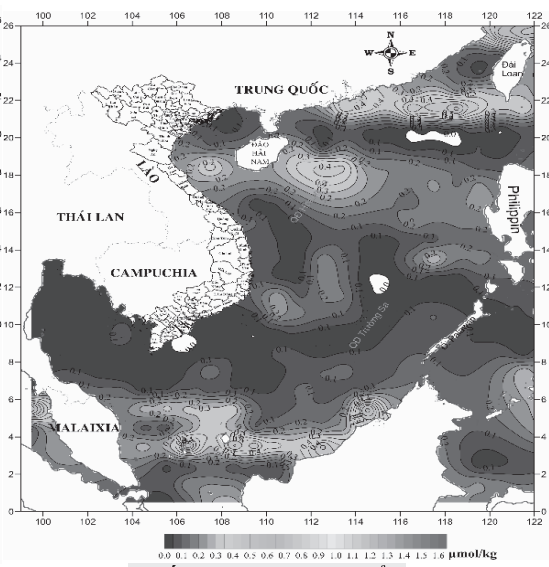
Hình 3. Nhiệt độ nước biển trung bình năm qua nhiều thập kỷ tại tầng mặt (WOA 23, lưới 0,25 độ)



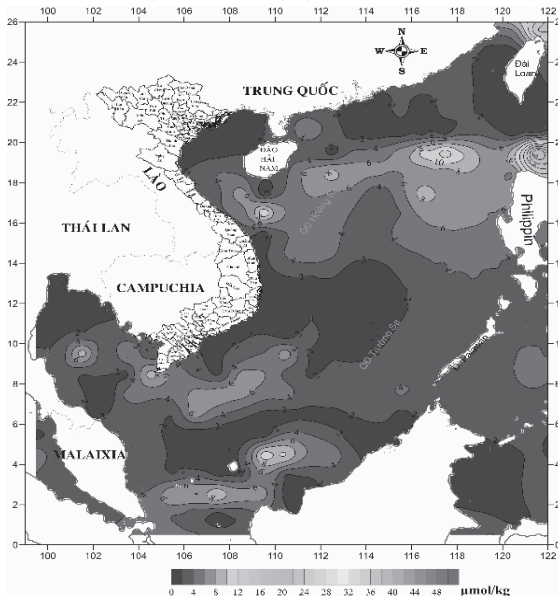
Hình 4. Độ mặn nước biển trung bình năm qua nhiều thập kỷ tại tầng mặt (WOA 23, lưới 0,25 độ)



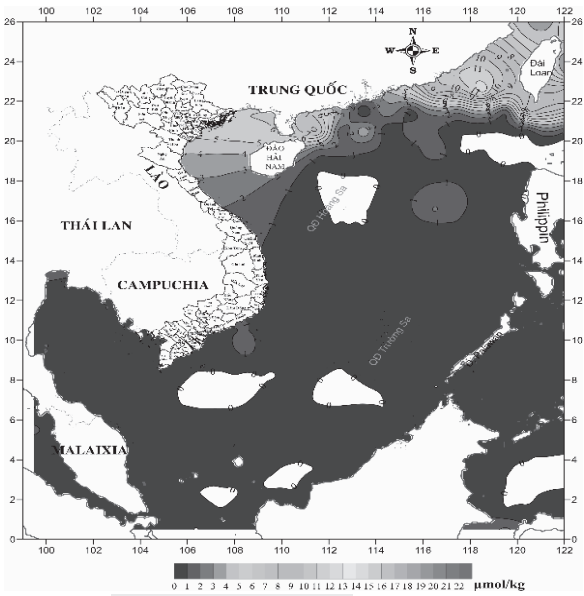
**Hình 5.** Oxy hòa tan trên mặt biển trung bình nhiều năm (1965-2022) (WOA 23, lưới 1 độ).



**Hình 6.** Phốt pho trên mặt biển trung bình nhiều năm (1965-2022) (WOA 23, lưới 1 độ).



**Hình 7.** Silicate trên mặt biển trung bình nhiều năm (1965-2022) (WOA 23, lưới 1 độ).



**Hình 8.** Nitrat trên mặt biển trung bình nhiều năm (1965-2022) (WOA 23, lưới 1 độ).

### 3. Kết luận

- Bộ dữ liệu WOA23 cung cấp các thông tin mới về bộ dữ liệu và bức tranh nhiệt độ, độ mặn, oxy, phốt pho, silicat và nitrat được phân tích khách quan, được kiểm soát chất lượng dựa trên dữ liệu hồ sơ từ Cơ sở dữ liệu Đại dương Thế giới (WOD). Các đường mức chuẩn cơ sở cũng được thiết lập có thể giúp các nhà nghiên cứu xác định liệu các quan sát hiện tại có nằm trong mức chuẩn thông kê hay không trong bối cảnh nền tảng khí hậu 30 năm gần đây nhất. Đây là nguồn dữ liệu cơ sở quan trọng cho nghiên cứu các vấn đề biến đổi thời tiết, thay đổi nền khí hậu hải dương trong vùng biển Đông.

- Oxy hòa tan và chất dinh dưỡng được cập nhật giúp xác định sức khỏe của hệ sinh thái biển. Các mô hình nhiệt độ và độ mặn xác định các dòng hải lưu giúp cân bằng sự biến

đổi khí hậu và phân phối lại một lượng nhiệt khổng lồ. Những thay đổi ngắn hạn và dài hạn của các giá trị này có thể tác động, chẳng hạn như đường đi và sức mạnh của bão, nghề cá và sự di cư của cá cũng như các kiểu thời tiết quy mô lớn. Quan sát tại chỗ và thu thập dữ liệu cho phép các nhà nghiên cứu tiếp cận thông tin hữu ích về sự biến đổi khí hậu hiện tại cũng như các kịch bản khí hậu trong tương lai. NCEI sẽ tiếp tục lưu trữ và quản lý những dữ liệu có giá trị này trong WOA □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Garcia, H.E., C. Bouchard, S.L. Cross, C.R. Paver, Z. Wang, J.R. Reagan, T.P. Boyer, R.A. Locarnini, A.V. Mishonov, O. Baranova, D. Seidov, and D. Dukhovskoy (2024a). *World Ocean Atlas 2023, Volume 4: Dissolved Inorganic Nutrients (Phốt pho, nitrate, silicate)*. A. Mishonov, Tech. Ed., NOAA Atlas NESDIS 92, 34pp, <https://doi.org/10.25923/39qw-7j08>
- Garcia, H.E., Z. Wang, C. Bouchard, S.L. Cross, C.R. Paver, J.R. Reagan, T.P. Boyer, R.A. Locarnini, A.V. Mishonov, O. Baranova, D. Seidov, and D. Dukhovskoy (2024b). *World Ocean Atlas 2023, Volume 3: Dissolved Oxygen, Apparent Oxygen Utilization, and Oxygen Saturation*. A. Mishonov, Tech. Ed., NOAA Atlas NESDIS 91, 34pp, <https://doi.org/10.25923/rb67-ns53>
- Levitus, S. (1982). Climatological Atlas of the World Ocean. NOAA/ERL GFDL Professional Paper 13, Princeton, N.J. p. 173 pp.
- Levitus, S., J. I. Antonov, T. P. Boyer, O. K. Baranova, H. E. Garcia, R. A. Locarnini, A. V. Mishonov, J. R. Reagan, D. Seidov, E. S. Yarosh, M. M. Zweng, 2012. World ocean heat content and thermosteric sea level change (0–2000 m), 1955–2010, *Geophys. Res. Lett.*, **39**, L10603, doi:10.1029/2012GL051106.
- Locarnini, R.A., A.V. Mishonov, O.K. Baranova, J.R. Reagan, T.P. Boyer, D. Seidov, Z. Wang, H.E. Garcia, C. Bouchard, S.L. Cross, C.R. Paver, and D. Dukhovskoy (2024). *World Ocean Atlas 2023, Volume 1: Temperature*. A. Mishonov Tech. Ed., NOAA Atlas NESDIS 89, 52 pp, <https://doi.org/10.25923/54bh-1613>
- Mishonov, A. V., Seidov, D., Baranova, O. K., Bouchard, C., Boyer, T. P., Cross, S. L., Larsen, K., Nyadjro, E. S., Parsons, A. R., Weathers, K. (2024). *High-Resolution Regional Ocean Climatologies with the Northwest Atlantic as an Example: A Review*. J Mari Scie Res Ocean, 7(1), 01-32.
- Reagan, J.R., D. Seidov, Z. Wang, D. Dukhovskoy, T.P. Boyer, R.A. Locarnini, O.K. Baranova, A.V. Mishonov, H.E. Garcia, C. Bouchard, S.L. Cross, and C.R. Paver. (2024b). *World Ocean Atlas 2023, Volume 2: Salinity*. A. Mishonov, Tech. Ed., NOAA Atlas NESDIS 90, 51pp. <https://doi.org/10.25923/70qt-9574>
- Reagan, J.R., H.E. Garcia, T.P. Boyer, O.K. Baranova, C. Bouchard, S.L. Cross, D. Dukhovskoy, A. Grodsky, R.A. Locarnini, A.V. Mishonov, C.R. Paver, D. Seidov, and Z. Wang (2024a). *World Ocean Atlas 2023: Product Documentation*. A. Mishonov, Technical Editor.
- Trần Văn Chung, Bùi Hồng Long (2014). Đặc trưng thủy động lực vực nước Bình Cang – Nha Trang qua mô hình FEM và ECOSMO. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, ISSN 1859-3097, 14(4), pp. 320 - 331.
- Trần Văn Chung, Ngô Mạnh Tiến (2020). Tiếp cận nguồn dữ liệu hải dương học miễn phí khu vực biển Đông. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ Đại học Duy Tân*, ISSN 1859-4905, 04(41), pp. 37-45.