

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TRẠNG THÁI DINH DƯỠNG TRONG NƯỚC VỊNH CỬA LỤC, TỈNH QUẢNG NINH

Nguyễn Thị Thế Nguyễn¹

Tóm tắt: *Vịnh Cửa Lục là một vùng sinh thái đa dạng về cảnh quan và sinh thái. Khu vực quanh vùng vịnh được tỉnh Quảng Ninh định hướng phát triển thành khu đô thị cao cấp, du lịch và trung tâm dịch vụ công cộng cấp tỉnh. Do vậy, nguy cơ ô nhiễm môi trường, đặc biệt là phú dưỡng nước vịnh Cửa Lục ngày càng hiện hữu. Trong nghiên cứu này, mô hình chỉ số ASSETS và TRIX đã được áp dụng để xác định trạng thái dinh dưỡng và các quá trình tự nhiên, nhân tạo liên quan đến hiện tượng phú dưỡng của vịnh Cửa Lục. Theo kết quả nghiên cứu, tải lượng dinh dưỡng trong nước vịnh đang ở mức cao và đã có biểu hiện phú dưỡng nước vịnh, mặc dù các thông số DO, NH₄⁺-N và PO₄³⁻-P nằm trong giới hạn cho phép QCVN 08-MT:2015/BTNMT. Do vậy, cần có những biện pháp quản lý, kiểm soát điều kiện dinh dưỡng của vịnh trước các sức ép về phát triển kinh tế xã hội, đặc biệt tại khu vực ven bờ CENCO 5 và Việt Hưng. Nghiên cứu cũng đưa ra một số khuyến nghị về việc áp dụng mô hình chỉ số ASSETS và TRIX khi đánh giá điều kiện dinh dưỡng tại các thủy vực ven biển.*

Từ khóa: Vịnh Cửa Lục, phú dưỡng, ASSETS, TRIX.

1. TỔNG QUAN

Trong vài thập kỷ qua, hiện tượng phú dưỡng của các hệ sinh thái biển ven bờ đã trở thành một vấn đề toàn cầu. Nhiều nhà khoa học cho rằng, việc gia tăng hàm lượng chất dinh dưỡng trong nước biển là mối đe dọa lớn nhất đối với tính toàn vẹn của các hệ thống ven biển (Devlin et al., 2011). Vấn đề này sẽ trở nên nghiêm trọng hơn khi các lưu vực sông và vùng ven biển ngày càng gia tăng đô thị hóa và công nghiệp hóa. Phú dưỡng có thể làm giảm lượng oxy hòa tan trong nước, từ đó dẫn đến hiện tượng cá, động vật có vỏ và sinh vật đáy chết hàng loạt, mất đi các môi trường sống của các hệ sinh thái biển, suy giảm đa dạng sinh học và giá trị giải trí và từ đó giảm giá trị khác của khu vực ven biển (Ferreira et al., 2011). Nhiều nước đã ban hành những quy định để quản lý các nguồn thải các chất dinh dưỡng và các cơ quan chịu trách nhiệm để gây ra hiện tượng phú dưỡng biển gần bờ. Khi nghiên cứu về phú dưỡng, tỷ lệ nitơ (N) và photpho (P) trong nước

thường được sử dụng để xác định xem N hoặc P là chất dinh dưỡng có khả năng bị hạn chế trong một thủy vực và tại một thời điểm cụ thể. Trong các nghiên cứu về nước ngọt, tỉ lệ N:P thường được tính toán trên cơ sở tổng N và tổng P, trong khi ở các hệ thống biển, tỷ lệ này thường được tính toán dựa trên các dạng vô cơ hòa tan của N và P (Ferreira et al., 2011).

Để đưa ra các cơ sở khoa học cho việc quản lý giảm thiểu phú dưỡng tại cửa sông, vũng, vịnh biển, nhiều nghiên cứu trên thế giới đã được thực hiện với nhiều phương pháp đánh giá trạng thái dinh dưỡng khác nhau. Duygu và các cộng sự (2020) đã phân tích tổng quan về một số phương pháp đánh giá phú dưỡng cho vùng cửa sông, ven biển, ví dụ như chỉ số TRIX (Trophic Index - do Vollenweider xây dựng cho Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế (OECD) để đánh giá và kiểm soát ô nhiễm ở biển Địa Trung Hải); mô hình chỉ số ASSETS (Assessment of Estuarine Trophic Status - được phát triển bởi một nhóm chuyên gia của Cơ quan Quản trị Khí quyển và Đại dương

¹ Khoa Hóa và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi

Quốc gia Mỹ (NOAA) và được sử dụng để xếp hạng trạng thái phú dưỡng của các cửa sông và khu vực ven biển của Mỹ); chỉ số TWQI (Transitional Water Quality Index – do Giordani và các cộng sự phát triển cho Quỹ Vệ sinh quốc gia Mỹ); chỉ số EPA (Environmental Protection Agency của Cục Bảo vệ Môi trường Mỹ),... Hầu hết các phương pháp đánh giá phú dưỡng đều tích hợp các chỉ số hóa lý và sinh học, từ đó cung cấp thông tin ở mức độ tin cậy nhất định và làm cơ sở cho các quyết định quản lý. Một số phương pháp (TRIX, EPA) sử dụng các thông số chất lượng nước như Chl-a, oxy hòa tan và chất dinh dưỡng, trong khi một số phương pháp khác (ví dụ mô hình chỉ số ASSETS) lại kết hợp thêm các chỉ số khác như sự xuất hiện của tảo gây hại, sự phong phú của vi tảo và sự thay đổi trong phân bố thảm thực vật dưới nước. Nghiên cứu của Borja và các cộng sự (2012) đã đi đến kết luận rằng hầu hết các phương pháp đánh giá phú dưỡng cho vùng cửa sông, ven biển đều lấy phản ứng sinh học đầu tiên của phú dưỡng là tăng khả năng sản xuất của thủy vực, thể hiện ở việc tăng chất diệp lục chlorophyll-a (Chl-a) và/hoặc sự phong phú của vi tảo. Đây là những tác động trực tiếp hay là dấu hiệu cơ bản cho biết giai đoạn đầu tiên của phú dưỡng. Tác động gián tiếp có thể diễn ra với các dấu hiệu thứ cấp khác như hàm lượng oxy hòa tan (DO) thấp, mất thực vật thủy sinh và sự nở hoa của tảo độc hại. Mô hình ASSETS là phương pháp đánh giá, phân loại trạng thái dinh dưỡng của thủy vực có xem xét đến khả năng trao đổi chất, pha loãng của thủy vực, tải lượng dinh dưỡng đưa vào thủy vực và các biện pháp quản lý, giảm thiểu nguồn thải. Ferreira (2011) và Devlin (2011) cho rằng phương pháp ASSETS khá toàn diện và có thể ứng dụng để đánh giá trạng thái dinh dưỡng của một loạt các loại hệ thống ven biển khác nhau. Phương pháp này cũng đã được áp dụng để xác định trạng thái dinh dưỡng cho 141 hệ thống cửa sông, đầm phá, vũng, vịnh trong nghiên cứu của Bricker et al. (2007), cho bốn đầm phá ven biển và một cửa sông phía đông Brazil (Luiz et al., 2013), cho vịnh

Beibu và vịnh Daya của Trung Quốc bởi (Lai et al., 2014; Wu et al., 2016), cho vịnh California (Ruiz-Ruiz et al. 2016).

Trong nghiên cứu này, mô hình chỉ số ASSETS và TRIX được áp dụng để đánh giá hiện trạng phú dưỡng của vịnh Cửa Lục, từ đó đưa ra những khuyến nghị cho công tác quản lý, kiểm soát điều kiện dinh dưỡng của vịnh trước các sức ép phát triển kinh tế xã hội quanh bờ vịnh. Nghiên cứu cũng đưa ra khuyến nghị về việc áp dụng ASSETS và TRIX cho những mục đích quản lý khác nhau. Mô hình chỉ số ASSETS và chỉ số TRIX được lựa chọn trong nghiên cứu này là do 2 phương pháp này đánh giá toàn diện hơn các phương pháp khác, sử dụng cả các thông số nguyên nhân gây phú dưỡng (thông số nitơ và photpho) và biểu hiện của phú dưỡng (DO và Chl-a).

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Vịnh Cửa Lục là một vịnh biển thuộc thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh. Sông Man, sông Trới và sông Diễn Vọng là 3 con sông chính chảy vào vịnh Cửa Lục, song lưu lượng nước Sông Man và sông Trới khá nhỏ, mùa khô gần như cạn kiệt. Các điều kiện tự nhiên khác của Vịnh Cửa Lục được trình bày trong Bảng 2. Trước đây, hệ sinh thái quanh vịnh Cửa Lục chủ yếu là bãi triều và rừng ngập mặn, song diện tích đã bị thu hẹp trong những năm qua. Diện tích mặt nước vịnh Cửa Lục năm 1965 khoảng 65,42 km², năm 2004 còn khoảng 47,20 km² và đến nay chỉ còn khoảng gần 20 km² và có độ sâu từ 7 - 17 m (Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2021). Vịnh Cửa Lục đang chịu tác động từ các nguồn thải công nghiệp (Khu công nghiệp Cái Lân, Việt Hưng), giao thông thủy (cảng Cái Lân, cảng B12), nuôi trồng thủy sản (tại cửa sông Man, sông Trới), đô thị (Khu đô thị CENCO 5) và nguồn thải từ lục địa (chủ yếu từ sông Diễn Vọng). Theo Quyết định của Thủ tướng Chính phủ năm 2021 phê duyệt Nhiệm vụ Quy hoạch chung thành phố Hạ

Long đến năm 2040, khu vực Bắc vịnh Cửa Lục được định hướng phát triển thành khu đô thị cao cấp, dịch vụ (trung tâm dịch vụ thương mại và công nghệ cao), du lịch (trung tâm văn hóa, nghỉ dưỡng, vui chơi giải trí) và dự trữ phát triển trung tâm dịch vụ công cộng cấp tỉnh, cấp thành phố. Do vậy, nguy cơ ô nhiễm môi trường, đặc biệt là phú dưỡng nước vịnh Cửa Lục ngày càng hiện hữu.



Hình 1. Hình ảnh vịnh Cửa Lục và các trạm quan trắc chất lượng nước của Sở Tài nguyên và môi trường (TN&MT) tỉnh Quảng Ninh

2.2. Các phương pháp nghiên cứu

Bảng 1. Các mức phân loại chỉ số áp lực, trạng thái và phản ứng trong mô hình ASSETS

Điểm số	5	4	3	2	1
Áp lực	Thấp	Trung bình thấp	Trung bình	Trung bình cao	Cao
Hiện trạng	Thấp	Trung bình thấp	Trung bình	Trung bình cao	Cao
Phản ứng	Thay đổi nhiều	Thay đổi ít	Không thay đổi	Kém hơn	Rất kém

Nguồn: Bricker và cộng sự (2007)

Chỉ số tổng hợp là sự kết hợp của ba chỉ số thành phần và cho biết trạng thái dinh dưỡng của thủy vực theo sự phân loại như sau: Rất tốt (không phú dưỡng), tốt, trung bình, kém hoặc xấu (bị phú dưỡng rất nặng).

* Phương pháp khảo sát thực địa và phỏng vấn

Phương pháp này được áp dụng để thu thập số liệu liên quan đến sự xuất hiện của tảo và sự biến mất của các loài thực vật thủy sinh tại vịnh Cửa Lục để có thêm số liệu đánh giá theo mô hình ASSETS. Thời gian tiến hành điều tra, phỏng vấn

* Phương pháp đánh giá trạng thái dinh dưỡng theo chỉ số TRIX

$$TRIX = [\log(\text{Chl-a} \times \text{D\%O} \times \text{IN} \times \text{IP}) + 1,5] / 1,2$$

Trong đó: Chl-a, IN, IP lần lượt là nồng độ của chlorophyll-a, nitơ vô cơ, photpho vô cơ trong thủy vực, đơn vị $\mu\text{g/L}$. D%O là độ lệch giữa giá trị DO thực đo và DO bão hòa tại nhiệt độ và độ mặn ở thời điểm đo. Mức độ phân loại trạng thái dinh dưỡng theo TRIX như sau: nghèo dinh dưỡng (Ultra oligotrophic, $TRIX = 2 - 4$), trung dưỡng (Oligotrophic, $4 < TRIX < 5$), phú dưỡng (Eutrophic, $TRIX = 5 - 6$) hoặc phú dưỡng rất nặng (Mesotrophic, $TRIX > 6$) (Devlin et al., 2011).

* Phương pháp đánh giá trạng thái dinh dưỡng theo mô hình chỉ số ASSETS

Phương pháp mô hình chỉ số ASSETS được trình bày trong bài báo của Bricker cùng cộng sự (2007). Trạng thái dinh dưỡng của một thủy vực ven biển được đánh giá tổng hợp qua 3 chỉ số: Chỉ số áp lực (Các yếu tố ảnh hưởng), chỉ số hiện trạng (Điều kiện dinh dưỡng) và chỉ số phản ứng (triển vọng tương lai). Các chỉ số này được chia thành 5 mức và được cho điểm như trong bảng 1.

là tháng 3, 5, 8, 11 năm 2022, trùng với thời gian quan trắc và phân tích chất lượng nước biển của Sở Tài nguyên và Môi trường (TN&MT). Nhóm người được phỏng vấn gồm 20 người, trong đó có 02 cán bộ của Chi cục bảo vệ môi trường, 02 cán bộ của Trung tâm quan trắc và phân tích môi trường tỉnh Quảng Ninh và 16 người dân địa phương sống quanh vịnh Cửa Lục.

2.3. Các số liệu phục vụ nghiên cứu

Tổng hợp các số liệu và thông tin đầu vào cho nghiên cứu được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Số liệu đầu vào cho nghiên cứu

Thông số	Giá trị	Nguồn số liệu
Diện tích vùng nước cửa sông (<0,5 psu) (km ²)	2,8	Xác định trên Google Earth
Diện tích vùng nước chuyển tiếp (0,5-25 psu) (km ²)	4,4	Xác định trên Google Earth
Diện tích vùng nước mặn (>25 psu) (km ²)	19,0	Xác định trên Google Earth
Lưu lượng trung bình của sông mùa khô - mùa mưa (m ³ /s)	2,5 - 500	Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2021
Độ sâu trung bình của thủy vực (m)	10,5	Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2021
Thể tích của thủy vực (m ³)	2.000.000	Tính toán từ diện tích và độ sâu trung bình của thủy vực
Độ lớn triều trung bình (m)	3,5	Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2021
Số con triều trong một ngày	1	Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2021
Vận tốc triều trung bình tại eo Cửa Lục (m ² /s)	0,3	Công ty TNHH cảng container quốc tế Cái Lân (2011)
Diện tích mặt cắt tại eo Cửa Lục (m)	4,2	Công ty TNHH cảng container quốc tế Cái Lân (2011)
Thời gian triều lên (s)	43.200	Công ty TNHH cảng container quốc tế Cái Lân (2011)
Lãng trụ triều trung bình (m ³)	54,4	Tính toán từ vận tốc dòng triều, diện tích mặt cắt tại eo Cửa Lục và thời gian triều lên
Tỉ lệ trao đổi nước của thủy vực dưới tác động của dòng triều	0,1 – 0,2	Tính toán từ lưu lượng sông và lãng trụ triều
Hàm lượng nitơ đưa vào thủy vực từ biển (mg/L)	0,01	Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2022
Hàm lượng nitơ đưa vào thủy vực từ sông (mg/L)	0,2	Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2022
Tải lượng nitơ đưa vào thủy vực không theo dòng chảy sông (kg/s)	4,63	Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2022
Hàm lượng Chl-a tại tần suất tích lũy 90% (mg/L)	4,5	Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2022
Hàm lượng DO tại tần suất tích lũy 10% (mg/L)	5,8	Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2022
Nồng độ của các thông số ô nhiễm khác	Xem trong phần 3.1	Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2022 (04 đợt quan trắc vào 04 quý)
Xuất hiện các đại tảo (macroalgae)	Đã từng xảy ra, không có chu kỳ nhất định	Kết quả điều tra của tác giả
Mất thực vật thủy sinh, sự xuất hiện của tảo độc và thực vật có hại	Đã từng xảy ra, theo mùa, không có chu kỳ nhất định	Kết quả điều tra của tác giả

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả đánh giá hiện trạng dinh dưỡng theo chỉ số TRIX

Bảng 3 trình bày một số giá trị chất lượng nước và kết quả đánh giá hiện trạng dinh dưỡng theo chỉ số TRIX cho vịnh Cửa Lục năm 2022. Nhìn chung giá trị của các thông số DO, IN ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) và IP ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) đều nằm trong giới hạn cho phép của nước biển ven bờ trong Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển QCVN 08-MT:2015/BTNMT. Trong Quy chuẩn này không có giá trị giới hạn cho thông số Chl-a, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ và $\text{NO}_2^-\text{-N}$. Giá trị quan trắc và độ lệch chuẩn của các

thông số DO, Chl-a, IN, IP cho thấy không có sự khác nhau nhiều giữa mùa khô và mùa mưa. Điều này được lý giải là do khu vực nghiên cứu là một vịnh biển có diện tích lớn (gần 20 km^2), trong khi dòng chảy sông khá nhỏ (với lưu lượng trung bình năm là 2,5 - 500 m^3/s) (Sở TN&MT tỉnh Quảng Ninh, 2021) nên thể tích khối nước trong vịnh không thay đổi nhiều theo mùa. Mặt khác, nguồn thải tác động đến chất lượng nước khu vực này chủ yếu là từ sinh hoạt, công nghiệp nên tải lượng thải cũng không thay đổi đáng kể theo mùa, từ đó dẫn đến việc chất lượng nước không có nhiều sự biến thiên trong năm.

Bảng 3. Kết quả đánh giá hiện trạng dinh dưỡng theo chỉ số TRIX cho vịnh Cửa Lục năm 2022

Vị trí		DO thực đo	Nhiệt độ	Độ muối	DO bão hòa	Độ lệch DO	IN	IP	Chl-a	TRIX	Mức độ dinh dưỡng
		mg/L	$^{\circ}\text{C}$	ppt	mg/L	%	mg/L	mg/L	ug/L		
NB1	Cầu Bãi Cháy	6,48	22,00	29,80	7,33	11,60	0,08	0,010	2,50	4,91	Trung dưỡng
NB2	Cảng B12	6,18	22,30	29,30	7,30	15,34	0,06	0,010	3,50	5,01	Phú dưỡng
NB3	Cảng Cái Lân	6,14	22,60	29,30	7,20	14,72	0,05	0,015	3,70	5,09	Phú dưỡng
NB4	Khu Hòn Gạc	6,05	22,80	29,10	7,07	14,43	0,04	0,015	8,20	5,29	Phú dưỡng
NB5	Ven bờ CENCO 5	6,00	23,20	28,70	7,15	16,08	0,29	0,020	9,00	6,19	Siêu phú dưỡng
NB6	Ven bờ Việt Hưng	5,96	23,00	27,40	7,31	18,47	0,27	0,018	5,50	5,99	Phú dưỡng
NB7	Cầu Đá Trắng	5,89	27,90	25,80	6,79	13,25	0,06	0,017	3,30	5,12	Phú dưỡng
NB8	Cầu Bang	5,93	26,70	26,20	6,91	14,18	0,05	0,020	4,20	5,24	Phú dưỡng
NB9	Giữa vịnh	6,60	22,80	29,30	7,05	6,38	0,05	0,015	3,20	4,74	Trung dưỡng
Trung bình khu vực		6,14	23,70	28,32	7,12	13,83	0,11	0,02	4,79	5,29	Phú dưỡng
Độ lệch chuẩn		0,19	2,21	1,53	0,20	2,02	0,10	0,00	2,40	0,47	
QCVN08-MT:2015/BTNMT (các nơi khác)		-	-	-	-	-	0,5 (NH_4^+)	0,5	-		

Ghi chú: DO, Chl-a, IN, IP lần lượt là oxy hòa tan, chlorophyl-a, nitơ vô cơ, photpho vô cơ

Về mức độ dinh dưỡng của vịnh, nhìn chung, vịnh Cửa Lục bị phú dưỡng với giá trị TRIX trung bình là 5,29 (độ lệch chuẩn 0,47). Như vậy, mặc dù các giá trị DO, IN ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) và IP ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) đều nằm trong giới hạn cho phép QCVN 08-MT:2015/BTNMT nhưng chất lượng nước vịnh vẫn bị phú dưỡng khi đánh giá theo chỉ số TRIX. Mức độ phú dưỡng tăng cao tại các khu vực ven bờ (đặc biệt tại các khu vực như ven bờ CENCO 5 (điểm NB5) hay Việt Hưng (điểm NB6)) và giảm dần về vùng giữa vịnh (điểm NB9). Tại khu vực ven bờ CENCO 5, trước đây là rừng ngập mặn ven biển, sau đó chuyển đổi thành khu dân cư ven biển. Hiện tại, khu vực này đang chịu áp lực lớn từ nước thải sinh hoạt và bị phú dưỡng nặng

(TRIX = 6,19). Mức độ phú dưỡng nước vịnh cũng giảm đi tại cầu Bãi Cháy (điểm NB1) do đây là vùng cửa vịnh nên khả năng lưu thông nước với khu vực bên ngoài lớn.

3.2. Kết quả đánh giá hiện trạng dinh dưỡng theo mô hình chỉ số ASSETS

Chỉ số áp lực (Các yếu tố ảnh hưởng): Căn cứ vào diện tích, chiều sâu, độ lớn triều, số con triều, hàm lượng nitơ đưa vào vịnh từ biển và từ sông (xem bảng 2), mô hình ASSETS đánh giá vùng vịnh Cửa Lục có khả năng pha loãng và trao đổi chất với bên ngoài ở mức trung bình và tải lượng dinh dưỡng hiện tại đang ở mức cao, dẫn đến chỉ số áp lực đến trạng thái dinh dưỡng khu vực nghiên cứu ở cao (bảng 4).

Bảng 4. Tổng hợp kết quả đánh giá, phân loại các thông số và chỉ số liên quan đến trạng thái dinh dưỡng vịnh Cửa Lục năm 2022

Chỉ số cơ bản/tổng hợp	Chỉ số thành phần	Thông số	Phân loại thông số	Phân loại chỉ số thành phần	Phân loại chỉ số cơ bản
Áp lực	Tính nhạy cảm	Khả năng pha loãng và trao đổi chất	Trung bình	Cao	Cao
	Tải lượng dinh dưỡng hiện tại		Cao		
Hiện trạng	Tác động trực tiếp	Chl-a Vi tảo	Thấp Trung bình	Trung bình	Trung bình
	Tác động gián tiếp	DO	Thấp		
		Tảo độc và thực vật có hại Thực vật thủy sinh	Trung bình Trung bình		
Phản ứng	Tải lượng dinh dưỡng trong tương lai		Thay đổi ít	Thay đổi ít	Thay đổi ít
Chỉ số dinh dưỡng ASSETS					Trung bình

Chỉ số hiện trạng (Điều kiện dinh dưỡng): Theo kết quả quan trắc của Sở TN TN&MT Quảng Ninh (2022), giá trị Chl-a và DO tại vịnh Cửa Lục được đánh giá ở mức thấp. Kết quả bốn lần thực địa và phỏng vấn của tác giả năm 2022 cho thấy tảo độc và các thực vật có hại (thủy triều đỏ) đã từng xảy ra và không có chu kỳ nhất định. Hiện tượng thực vật thủy sinh trong vịnh bị chết

nhưng không xảy ra thường xuyên. Kết hợp kết quả phân loại các chỉ số tác động trực tiếp (mức trung bình) và gián tiếp (mức trung bình), ASSET phân loại chỉ số hiện trạng dinh dưỡng của vịnh Cửa Lục ở mức trung bình.

Chỉ số phản ứng (Triển vọng tương lai): Hiện tại các hoạt động sử dụng đất quanh vịnh Cửa Lục đã ổn định, không có nhiều thay đổi. Tỉnh Quảng

Ninh cũng đang có nhiều nỗ lực trong việc quản lý, giám sát chặt chẽ các nguồn thải đổ vào vịnh Cửa Lục. Trong tương lai, khu vực Bắc vịnh Cửa Lục được định hướng phát triển thành khu đô thị cao cấp, dịch vụ, du lịch và dự trữ phát triển trung tâm dịch vụ công cộng cấp tỉnh, cấp thành phố. Do vậy, nguy cơ ô nhiễm môi trường, đặc biệt là phú dưỡng nước vịnh Cửa Lục ngày càng hiện hữu. Từ các phân tích trên, áp lực về tải lượng chất dinh dưỡng tại vịnh Cửa Lục trong tương lai giả định rằng không thay đổi nhiều so với hiện tại.

Kết hợp ba chỉ số áp lực (mức cao), hiện trạng (mức trung bình) và phản ứng (mức ít thay đổi) ta có trạng thái dinh dưỡng vùng Cửa Lục ở mức trung bình (bảng 4).

3.3. So sánh kết quả đánh giá trạng thái dinh dưỡng theo TRIX và ASSETS

Kết quả đánh giá theo chỉ số TRIX cho thấy vịnh Cửa Lục bị phú dưỡng, trong khi đó mô hình chỉ số ASSETS cho kết quả trạng thái dinh dưỡng vịnh Cửa Lục ở mức trung bình. Việc sai khác trên là do hai phương pháp có cách tiếp cận khác nhau và sử dụng thông số đánh giá khác nhau. Chỉ số TRIX đánh giá trạng thái dinh dưỡng của một thủy vực dựa trên nguyên nhân gây ra phú dưỡng (thông qua thông số IN và IP) và biểu hiện của phú dưỡng (thông qua thông số Chl-a và DO). Việc đánh giá trạng hiện trạng dinh dưỡng của thủy vực bằng TRIX khá đơn giản, chỉ cần số liệu quan trắc của chất lượng nước và áp dụng cho từng điểm quan trắc cụ thể.

Với mô hình chỉ số ASSETS, ngoài 3 thông số Chl-a, IN và DO giống như chỉ số TRIX, còn đánh giá thêm các yếu tố sau: 1) Khả năng pha loãng và trao đổi của cả thủy vực; 2) Tải lượng dinh dưỡng nitơ hiện tại và tương lai; 3) Sự xuất hiện của vi tảo, tảo độc và sự thay đổi thực vật thủy sinh. Các thông số trên được xem xét ở nhiều khía cạnh như nồng độ, không gian và tần suất xuất hiện. Như vậy, mô hình chỉ số ASSET đánh giá toàn diện khu vực nghiên cứu, từ đặc điểm tự nhiên của khu vực, hiện trạng dinh dưỡng và các yếu tố tương lai có ảnh hưởng đến khu vực nghiên cứu. Tuy nhiên,

mô hình ASSETS chỉ xem xét dinh dưỡng nitơ (không có photpho). Việc áp dụng mô hình ASSETS cần có nhiều số liệu hơn TRIX.

Với trường hợp của vịnh Cửa Lục, mặc dù kết quả đánh giá trạng thái dinh dưỡng theo chỉ số TRIX và ASSETS cho kết quả khác nhau nhưng vẫn có một xu hướng chung là hàm lượng chất dinh dưỡng đang ở mức cao (thể hiện ở kết quả đánh giá theo TRIX là bị phú dưỡng và chỉ số tải lượng dinh dưỡng theo ASSETS ở mức cao). Kết quả 04 đợt thực địa và phỏng vấn năm 2022 cũng cho thấy đã có biểu hiện phú dưỡng nước vịnh thể hiện ở việc xuất hiện của vi tảo, tảo độc và hiện tượng thực vật thủy sinh trong vịnh bị chết. Như vậy, cần những biện pháp quản lý, kiểm soát điều kiện dinh dưỡng của vịnh trước khi quá muộn, mặc dù các thông số DO, IN ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) và IP ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) trong 04 đợt quan trắc của năm 2022 đều nằm trong giới hạn cho phép QCVN 08-MT:2015/BTNMT.

Với những phân tích ở trên, tác giả đề xuất áp dụng đồng thời cả hai phương pháp TRIX và ASSETS khi đánh giá trạng thái dinh dưỡng của vịnh biển. Kết quả đánh giá theo ASSETS là cơ sở khoa học để xây dựng các giải pháp quản lý, giảm thiểu phú dưỡng một cách toàn diện, tổng thể cho cả khu vực trên cơ sở xem xét nhiều khía cạnh khác nhau. Kết quả đánh giá theo TRIX cho biết khu vực cụ thể có nguy cơ phú dưỡng để từ đó đưa ra biện pháp ưu tiên cho khu vực đó. Việc đánh giá theo ASSETS cần nhiều số liệu (xem các dữ liệu đầu vào cho ASSET tại bảng 2) nên trong trường hợp dữ liệu và thời gian không cho phép thì chỉ số TRIX được ưu tiên áp dụng.

3.4. Đề xuất giải pháp cải thiện trạng thái dinh dưỡng trong nước vịnh Cửa Lục

Kết quả đánh giá của ASSETS tại bảng 4 cho thấy, để có thể cải thiện được trạng thái dinh dưỡng vùng Cửa Lục thì cần giảm giá trị của chỉ số áp lực (hiện đang ASSETS đánh giá ở mức cao). Việc tăng cường khả năng trao đổi nước để giảm thiểu mức độ phú dưỡng đã được đề xuất với vùng lõi vịnh Xuân Đài thông qua một số biện pháp như quản lý nghiêm ngặt hoạt động nuôi tôm

hùm trên vịnh, quy hoạch lại vị trí các lồng bè nuôi để không làm cản trở dòng chảy trong vịnh ra ngoài biển và dòng triều từ biển vào vịnh, từng bước giảm số lồng bè nuôi và chuyển đổi sinh kế cho ngư dân (Nguyễn, 2019). Tuy nhiên, với vịnh Cửa Lục, việc tăng cường khả năng pha loãng và trao đổi chất là không khả thi vì ven bờ vịnh Cửa Lục là các khu đô thị, khu công nghiệp và cảng biển đã được xây dựng và hoạt động ổn định.

Do vậy, để có thể cải thiện được trạng thái dinh dưỡng vùng Cửa Lục thì chỉ có thể bằng cách giảm tải lượng dinh dưỡng hiện tại và tương lai (chỉ số tải lượng dinh dưỡng hiện tại được ASSETS đánh giá ở mức cao). Các giải pháp quản lý tổng thể được đề xuất như sau: 1) Rà soát toàn bộ hệ thống xử lý nước thải của các dự án xung quanh, từ các khu dân cư đang xả thải ra vịnh Cửa Lục để có biện pháp khắc phục; 2) Tăng cường tái sinh rừng ngập mặn ven bờ vịnh để tăng cường khả năng làm sạch của rừng ngập mặn với các dòng thải từ đất liền; 3) Không đề xuất cấp mới, gia hạn những dự án có công nghệ lạc hậu, gây ô nhiễm môi trường tại các khu công nghiệp quanh bờ vịnh; 4) Tăng cường kiểm tra, thanh tra các nhà máy, tổ chức, cá nhân trong việc tuân thủ pháp luật bảo vệ môi trường.

Căn cứ vào kết quả đánh giá bằng chỉ số TRIX,

các khu vực cần quan tâm giảm thiểu tải lượng dinh dưỡng là khu vực ven bờ CENCO 5 và Việt Hưng. Đối với khu vực ven bờ CENCO 5, cần tập trung giải pháp thu gom, xử lý nước thải sinh hoạt, không xả thải trực tiếp nước thải sinh hoạt ra biển. Tại ven bờ Việt Hưng, cần thực hiện thu gom và xử lý nước thải công nghiệp và sinh hoạt, đặc biệt cần nâng cao hiệu quả hoạt động của trạm xử lý nước thải khu công nghiệp Việt Hưng.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã áp dụng chỉ số TRIX và ASSETS để đánh giá trạng thái dinh dưỡng vịnh cửa Lục. Kết quả đánh giá theo TRIX cho thấy vịnh Cửa Lục bị phú dưỡng, trong khi đó mô hình chỉ số ASSETS cho kết quả trạng thái dinh dưỡng vịnh Cửa Lục ở mức trung bình. Mặc có sự sai khác trong kết quả đánh giá bằng hai phương pháp khác nhau song đều có xu hướng chung là hàm lượng chất dinh dưỡng trong nước vịnh Cửa Lục đang ở mức đáng quan tâm, đã có một số biểu hiện ban đầu của phú dưỡng và cần có các biện pháp tổng thể cũng như biện pháp riêng cho khu vực ven bờ CENCO 5 và Việt Hưng. Nghiên cứu cũng đề xuất áp dụng mô hình chỉ số ASSETS để đánh giá và đưa ra giải pháp chung cho toàn khu vực nghiên cứu và áp dụng chỉ TRIX khi muốn đưa ra giải pháp cho từng khu vực cụ thể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Công ty trách nhiệm hữu hạn cảng container quốc tế Cái Lân (2011), *Báo cáo đánh giá tác động môi trường cảng container quốc tế Cái Lân*, Quảng Ninh.
- Nguyễn Thị Thế Nguyễn, “Nghiên cứu đánh giá trạng thái dinh dưỡng vùng lõi vịnh Xuân Đài, Phú Yên bằng mô hình chỉ số ASSETS”, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật thủy lợi và Môi trường – Số 65 (6/2019), 82-90.
- Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Ninh (2022), *Báo cáo kết quả quan trắc môi trường tỉnh Quảng Ninh năm 2022*, Quảng Ninh.
- Devlin M., Bricker S., Painting S. (2011). “Comparison of five methods for assessing impacts of nutrient enrichment using estuarine case studies”. *Biogeochemistry*, 106: 177-205. 10.1007/s10533-011-9588-9.
- Borja, A., Basset, A., Bricker, S., Dauvin, J.-C., Elliott, M., Harrison, T., Marques, J.C., Weisberg, S., West, R., (2012). *Classifying ecological quality and integrity of estuaries*. In: Wolanski, E., McLusky, D. (Eds.), *Chapter 1.9 within the ‘Treatise on Estuarine and Coastal Science’*. Elsevier.

- Bricker, S., Longstaff, B., Dennison, W., Jones, A., Boicourt, K., Wicks, C., Woerner, J. (2007). *Effects of Nutrient Enrichment in the Nation's Estuaries: A Decade of Change, National Estuarine Eutrophication Assessment Update*. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 26. National Centers for Coastal Ocean Science, Silver Spring, MD. 322 pp
- Duygu Ülker, İrşad Bayırhan, Selmin Burak (2020), "Assessment and Comparison of Commonly Used Eutrophication Indexes", *Turkish Journal Of Water Science & Management*, 4(1), 4-30. DOI:10.31807/tjwsm.583530
- Ferreira G. J., Andersen H. J, Borja A. and others. (2011). "Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 93: 117-131.
- Lai, J., Jiang, F., Ke, K., Xu, M., Lei, F., & Chen, B. (2014). "Nutrients distribution and trophic status assessment in the northern Beibu Gulf, China". *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 32(5): 1128-1144. <https://doi.org/10.1007/s00343-014-3199-y>
- Luiz C.C.J., & Knoppers B.A., Mizerkowski B.D. and others (2013). "Assessment of the trophic status of four coastal lagoons and one estuarine delta, eastern Brazil".
- Ruiz-Ruiz, T. M., Arreola-Lizárraga, J. A., Morquecho, L., Mendoza-Salgado, R. A., Martínez-López, A., Méndez-Rodríguez, L. C., & Enríquez-Flores, J. (2016). "Assessment of eutrophication in a subtropical lagoon in the Gulf of California". *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 19(4): 382–392. <https://doi.org/10.1080/14634988.2016.1242950>

Abstract:

**RESEARCH ON ASSESSMENT OF TROPIC STATUS
IN CUA LUC BAY, QUANG NINH PROVINCE**

Cua Luc Bay is a diverse ecological area in terms of landscape and ecology. The area around the bay is oriented by Quang Ninh Provincial People's Committee to become a high-class urban area, tourism and a provincial public service center. Therefore, the risk of environmental pollution, especially the water eutrophication in Cua Luc Bay, is increasingly present. In this study, the ASSETS and TRIX index models were applied to determine the trophic status, and natural and artificial processes related to the eutrophication of Cua Luc Bay. According to the research results, the nutrient load into the bay water is at a high level and there is evidence of eutrophication in the bay water, although the parameters DO, NH_4^+ -N and PO_4^{3-} -P are within the allowable limits of the QCVN 08 -MT:2015/BTNMT. Therefore, it is necessary to have measures to manage and control the nutrient conditions of the bay in the face of pressures from socio-economic development, especially in the coastal areas of CENCO 5 and Viet Hung. The study also makes some recommendations on the application of ASSETS and TRIX indices in assessing trophic conditions of coastal water bodies.

Keywords: Cửa Lục Bay, trophic status, ASSETS, TRIX.

Ngày nhận bài: 04/5/2023

Ngày chấp nhận đăng: 03/6/2023