

ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG DINH DƯỠNG VÙNG HẠ LƯU SÔNG TRÀ KHÚC TỈNH QUẢNG NGÃI NĂM 2024 THÔNG QUA CHỈ SỐ TRIX

Nguyễn Thị Nhi Phương

Trường Đại học Phạm Văn Đồng

Email: ntnphuong@pdu.edu.vn

(Ngày nhận bài: 7/2/2025, ngày nhận bài chỉnh sửa: 26/2/2025, ngày duyệt đăng: 22/5/2025)

TÓM TẮT

Sông Trà Khúc là một trong bốn con sông lớn của tỉnh Quảng Ngãi, nó cung cấp nguồn nước mặt quan trọng trong các lĩnh vực: sinh hoạt, các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội của thành phố Quảng Ngãi. Kết quả phân tích các thông số chất lượng nước tại các điểm được khảo sát ở vùng hạ lưu sông Trà Khúc cho thấy, phần lớn chất lượng nước ở đây đảm bảo yêu cầu mức A của QCVN 08:2023/BTNMT, trừ vị trí lấy mẫu TK4, TK5 các thông số DO, BOD₅, COD và TN chỉ đạt mức B hoặc mức C. Tuy nhiên, theo chỉ số TRIX, chất lượng nước mặt toàn vùng khảo sát đã bị phú dưỡng với chỉ số TRIX từ 5,77 – 6,70; yếu tố giới hạn sự phú dưỡng vùng hạ lưu sông chủ yếu là phosphorus (P), chiếm 60%.

Từ khóa: Phú dưỡng, Sông Trà Khúc, TRIX

1. Giới thiệu

Sông Trà Khúc bắt nguồn từ núi Đắc Tơ Rôn huyện Ba Tơ, sông có bốn nhánh chính là Sông Rhe, Sà Lò, Sông Rinh, Sông Tang chảy qua các huyện: Sơn Tây, Ba Tơ, Sơn Hà, Sơn Tịnh, Tư Nghĩa và thành phố Quảng Ngãi và đổ ra biển qua Cửa Đại (cửa sông Trà Khúc). Sông Trà Khúc là một trong những nguồn nước mặt quan trọng của tỉnh Quảng Ngãi, cung cấp nước cho sinh hoạt, các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội và nhiều hoạt động khác ở hai bên bờ sông. Vùng hạ lưu sông Trà Khúc chảy qua cụm công nghiệp làng nghề Quảng Phú, tỉnh Ấn Tây; khu dân cư thành phố Quảng Ngãi và các xã thuộc huyện Sơn Tịnh. Cùng với tốc độ phát triển kinh tế - xã hội, công nghiệp, nông nghiệp, dịch vụ, đô thị và dân số ngày càng gia tăng nên các áp lực đến môi trường, đặc biệt là môi trường nước ngày càng lớn, gây lo lắng về các tác động bất lợi đến chất lượng nước. Trong thời gian qua, theo chương trình Quan trắc môi trường, chất

lượng nước sông Trà Khúc đã được quan trắc tần suất 3 lần/năm, tuy nhiên việc đánh giá chất lượng nước chỉ được thực hiện qua so sánh từng thông số riêng biệt như: pH, DO, NO₃⁻-N, BOD₅, COD... với các giá trị được quy định trong Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia (QCVN) hiện hành [1], không nêu ra được yếu tố ô nhiễm đáng lo ngại, hay báo động nguồn thải các chất ô nhiễm vào dòng sông, để từ đó khuyến cáo, định hướng giảm thiểu tác động đến vùng nước sông nên gây khó khăn cho các nhà hoạch định chính sách, cũng như tuyên truyền đến cộng đồng dân cư. Xuất phát từ thực trạng trên, việc phân tích và đánh giá chất lượng nước, đánh giá tình trạng dinh dưỡng vùng hạ lưu sông Trà Khúc, tỉnh Quảng Ngãi là rất cần thiết.

Các thông số chất lượng nước rất đa dạng nên khó có thể đánh giá tình trạng dinh dưỡng dựa vào từng thông số riêng lẻ dựa trên các yếu tố chất lượng nước sinh học và hóa học, các nhà khoa học Vollenweider, R.A., et al. [2] đã định

hướng sử dụng chỉ số TRIX để đánh giá mức độ dinh dưỡng của vùng khảo sát, bởi công thức chỉ số TRIX là sự kết hợp tuyến tính logarit của bốn thông số bao gồm: Chl-a (thông số đại diện cho sinh khối thực vật phù du tự dưỡng); DIN, TP (tổng chất dinh dưỡng hay còn gọi là chỉ thị dinh dưỡng hay chỉ số dinh dưỡng) và tỉ lệ phần trăm tuyệt đối độ lệch so với độ bão hòa oxygen, aD% (có thể được coi là chỉ báo về cường độ sản xuất oxygen của vùng nước khảo sát, bao gồm cả hai giai đoạn quang hợp tích cực và giai đoạn hô hấp chủ đạo). Chỉ số TRIX cung cấp cho người dùng các công cụ đơn giản mang lại cái nhìn tổng hợp về việc làm giàu chất dinh dưỡng và các hoạt động của nó. Nói cách khác, có thể xác định yếu tố nguồn dinh dưỡng của vùng với các loài chỉ thị thực vật phù du và tảo hoặc mối tương quan giữa tảo và nồng độ oxygen, nó chỉ ra một cách tin cậy về tình trạng dinh dưỡng của lưu vực, là một chỉ số tổng hợp phản ánh được tình trạng dinh dưỡng trong nguồn nước. Vì vậy, chỉ số TRIX đơn giản, dễ hiểu và dễ dàng cập nhật từ đó giúp nhà quản lí môi trường quản lí dễ dàng hơn.

2. Tổng quan nghiên cứu

Trên thế giới, Maurizio Pettine, et al. [3] sử dụng chỉ số TRIX để đánh giá tình trạng dinh dưỡng của một số vùng ven biển của nước Ý. Tại Việt Nam, nhóm tác giả Hồ Xuân Anh Vũ, Nguyễn Hải Phong [4] đã sử dụng chỉ số TRIX để phân tích và đánh giá tình trạng phú dưỡng nước sông An Cựu chảy qua thành phố Huế; nhóm nghiên cứu Ngô Thị Thanh Hoa, Nguyễn Văn Hợp [5] đã áp dụng chỉ số TRIX để đánh giá tình trạng dinh dưỡng vùng cửa sông Vực Hồng, tỉnh Quảng Ngãi.

Trong bài báo này, tác giả sử dụng chỉ số TRIX để đánh giá trạng thái dinh dưỡng vùng hạ lưu sông Trà Khúc, khu vực chịu nhiều tác động bởi các nguồn thải: Nước thải công nghiệp từ khu công nghiệp Quảng Phú, các phụ phẩm từ canh tác nông nghiệp, nước thải sinh hoạt và dịch vụ dọc hai bên bờ sông.

3. Địa điểm và phương pháp nghiên cứu

3.1. Lấy mẫu và bảo quản mẫu

- Vị trí lấy mẫu: 5 vị trí thu mẫu đã được chọn: cầu Cổ Lũy; đập Dâng; bến Tam Thương; cầu Thạch Bích; cầu Trường Xuân được ký hiệu lần lượt từ TK1 đến TK5 (bảng 1).

Bảng 1: Vị trí lấy mẫu vùng hạ lưu sông Trà Khúc

STT	Ký hiệu mẫu	Vĩ tuyến Bắc	Kinh tuyến Đông	Hoạt động ven bờ
1	TK1	15 ⁰ 14'654"	108 ⁰ 88'539"	Chăn nuôi gia cầm, nuôi trồng thủy sản, kinh doanh dịch vụ nhà hàng, khu dân cư.
2	TK2	15 ⁰ 13.9'193"	108 ⁰ 84'297"	Canh tác nông nghiệp, khu dân cư.
3	TK3	15 ⁰ 13.3'891"	108 ⁰ 80'532"	Kinh doanh dịch vụ ăn uống, khu dân cư.
4	TK4	15 ⁰ 13.5'217"	108 ⁰ 77'246"	Kinh doanh dịch vụ ăn uống nhà hàng, khu dân cư.
5	TK5	15 ⁰ 13.2'400"	108 ⁰ 78'846"	Khu dân cư. Bờ nam: khu công nghiệp Quảng Phú; Bờ bắc: cụm công nghiệp làng nghề Tịnh Ấn Tây.

- Quy cách lấy mẫu và bảo quản mẫu nước mặt tuân thủ các quy định trong TCVN 6663 - 6: 2018: chất lượng nước - lấy mẫu - hướng dẫn lấy mẫu sông và suối [6]. Tại mỗi vị trí (theo mặt cắt ngang sông), tiến hành lấy mẫu ở 03 điểm (1 điểm ở giữa dòng và 2 điểm cách bờ 1/4 bề rộng sông), rồi tổ hợp lại với tỉ lệ 1:1:1 thành 01 mẫu; độ sâu lấy mẫu tại mỗi điểm là 50 cm. Các mẫu được bảo

quản lạnh (trong thùng đá) và đem về phòng thí nghiệm để phân tích.

- Đặc điểm thời tiết lấy mẫu: hầu hết là ngày nắng vừa và to, chỉ 2 đợt cuối của tháng 9 và 10 là trời mưa.

- Tần suất lấy mẫu: lấy mẫu 3 đợt vào mùa khô (15/03/2024; 12/04/2024; 15/05/2024) và 3 đợt vào mùa mưa (18/08/2024; 10/09/2024; 15/10/2024).



Hình 1: Các vị trí lấy mẫu ở vùng hạ lưu sông Trà Khúc

3.2. Phương pháp phân tích các thông số chất lượng nước

Các phương pháp đo tại hiện trường và phân tích các thông số chất lượng nước tại phòng thí nghiệm là các phương pháp tiêu chuẩn của Việt Nam và quốc tế (SMEWW – Các phương pháp chuẩn

phân tích nước và nước thải, APHA, USA) [1], [7]. Trong đó, các thông số: Nhiệt độ, pH, Oxygen hòa tan (DO) và độ muối (SAL) được đo tại hiện trường; điểm đo trùng với điểm lấy mẫu. Các thông số còn lại được phân tích trong phòng thí nghiệm.

Bảng 2: Các phương pháp đo và phân tích các thông số chất lượng nước

TT	Tên thông số	Tên/số hiệu phương pháp sử dụng	Giới hạn phát hiện
1.	Nhiệt độ	SMEWW 2550B:2023	4 ÷ 50°C
2.	pH	TCVN 6492:2011	2 ÷ 12
3.	Độ muối	SMEWW 2520B:2023	0 ÷ 42 ‰
4.	Oxygen hòa tan (DO)	TCVN 7325:2016	0 ÷ 16 mg/L
5.	Nhu cầu oxygen sinh hóa (BOD ₅)	TCVN 6001-2:2008	1,0 mg/L
		TCVN 6001-1:2021	1,3 mg/L

TT	Tên thông số	Tên/số hiệu phương pháp sử dụng	Giới hạn phát hiện
6.	Nhu cầu oxygen hóa học (COD)	SMEWW 5220B:2023	2,0 mg/L
7.	Nitrite (NO ₂ ⁻ tính theo N)	SMEWW 4500-NO ₂ ⁻ .B:2023	0,003 mg/L
8.	Nitrate (NO ₃ ⁻ tính theo N)	TCVN 6180:1996	0,04 mg/L
		SMEWW 4500-NO ₃ ⁻ .E:2023	0,04 mg/L
9.	Amoni (NH ₄ ⁺ tính theo N)	TCVN 6179-1:1996	0,03 mg/L
10.	Phosphate (PO ₄ ³⁻ tính theo P)	SMEWW 4500-P.E:2023	0,02 mg/L
11.	Tổng Nitrogen	SMEWW 4500-NO ₃ ⁻ .E:2023	0,14 mg/L
		SMEWW 4500-N.C:2023 +	
12.	Tổng Phosphorus	SMEWW 4500-P.B&E:2023	0,02 mg/L
13.	Chlorophyll-a	SMEWW-10200 I :2017	5 µg/L

3.3. Phương pháp đánh giá chất lượng nước và tình trạng dinh dưỡng

- Đánh giá chất lượng nước qua từng thông số riêng biệt bằng cách so sánh với quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất

lượng nước mặt QCVN 08:2023/BTNMT [1].

- Áp dụng chỉ dẫn của WHO (2002) [8] để xác định yếu tố giới hạn sự phú dưỡng bảng 3.

Bảng 3: Yếu tố giới hạn sự phú dưỡng theo tỉ lệ TN/TP (WHO, 2002) [8]

Nguồn nước	Yếu tố giới hạn		
	Nitrogen (N)	Nitrogen và phosphorus (N – P)	Phosphorus (P)
Nước ngọt	≤ 4,5	4,5 - 6	≥ 6
Nước cửa sông, nước biển ven bờ	≤ 5	5 - 10	≥ 10

- Đánh giá tình trạng dinh dưỡng vùng hạ lưu sông dựa vào chỉ số dinh dưỡng Wollenweider (TRIX) [2]. Tính TRIX theo công thức (1).

$$TRIX = \frac{\log(Chla \times aD\% \times DIN \times TP) + 1,5}{1,2} \quad (1)$$

Trong đó: Chla: nồng độ chlorophyll-a (µg/L); aD%: trị tuyệt đối độ lệch giữa nồng độ oxygen hòa tan và

nồng độ oxygen bão hòa ở nhiệt độ xác định; TP: nồng độ tổng phosphorus (µg/L); DIN: Nồng độ tổng nitrogen vô cơ hòa tan (µg/L).

Dựa vào chỉ số TRIX của Wollenweider, R.A., et al [2], tình trạng dinh dưỡng của nước được chia thành các mức: TRIX < 2: nước rất nghèo dinh dưỡng; 2 – 4: nước nghèo dinh dưỡng; 4 – 5: nước có mức độ dinh dưỡng trung

bình; 5 – 6: nước có mức độ dinh dưỡng trung bình - quá dinh dưỡng; 6 – 8: nước quá dinh dưỡng hay có nghĩa nước bị ô nhiễm.

3.4. Phương pháp xử lý số liệu

Áp dụng phần mềm Excel với công cụ Data Analysis để xử lý, kiểm tra các số liệu thực nghiệm và đánh giá tương quan.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Chất lượng nước vùng hạ lưu sông Trà Khúc

Kết quả đo/phân tích các thông số chất lượng nước vùng hạ lưu sông Trà Khúc được nêu ở bảng 4 được đánh giá qua so sánh với QCVN 08:2023/BTNMT.

Bảng 4: Kết quả phân tích các thông số chất lượng nước vùng hạ lưu sông Trà Khúc^(*)

Thông số	Đơn vị	Mùa	Kết quả tại các vị trí lấy mẫu										QCVN 08:2023/BTNMT			
			TK1		TK2		TK3		TK4		TK5		A	B	C	D
			TB ± S (n=3)	CV (%)	TB ± S (n=3)	CV (%)	TB ± S (n=3)	CV (%)	TB ± S (n=3)	CV (%)	TB ± S (n=3)	CV (%)				
Nhiệt độ	°C	Khô	27 ± 0,3	1,1	27 ± 0,2	0,7	26 ± 0,5	1,9	27,3 ± 0,3	1,1	26 ± 0,3	1,2				
		Mưa	26,3 ± 0,5	1,9	26,7 ± 0,3	1,1	26,7 ± 0,4	1,5	26,7 ± 0,2	0,7	27 ± 0,3	1,1				
pH		Khô	7,3 ± 0,1	1,4	7,5 ± 0,2	2,6	7,6 ± 0,2	2,6	7,1 ± 0,1	1,4	7,4 ± 0,1	1,4	6,5 – 8,5	6 – 8,5	6 – 8,5	< 6 hoặc > 8,5
		Mưa	7,2 ± 0,1	1,4	7,6 ± 0,1	1,3	7,2 ± 0,2	2,7	7,2 ± 0,2	2,7	7,2 ± 0,2	2,7				
SAL	‰	Khô	1 ± 0,01	1	0		0		0		0		-	-	-	-
		Mưa	1 ± 0,01	1	0		0		0		0					
DO	mg/L	Khô	5,9 ± 0,05	0,8	5,6 ± 0,04	0,7	5,2 ± 0,04	0,8	4,6 ± 0,03	0,7	5,7 ± 0,04	0,7	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
		Mưa	5,7 ± 0,05	0,9	5,5 ± 0,03	0,5	5,2 ± 0,03	0,6	4,5 ± 0,02	0,4	5,4 ± 0,02	0,4				
BOD ₅	mg/L	Khô	2 ± 0,05	2,5	2 ± 0,04	2,0	2 ± 0,03	1,5	3 ± 0,03	1,0	3 ± 0,02	0,6	≤ 4	≤ 6	≤ 10	> 10
		Mưa	3 ± 0,04	1,3	3 ± 0,03	1,0	4 ± 0,03	0,8	6 ± 0,02	0,3	7 ± 0,02	0,3				
COD	mg/L	Khô	6 ± 0,2	3,3	6 ± 0,3	5,0	5 ± 0,2	4,0	8 ± 0,2	2,5	9 ± 0,2	2,2	≤ 10	≤ 15	≤ 20	> 20
		Mưa	7 ± 0,3	4,3	7 ± 0,2	2,9	8 ± 0,2	2,5	11 ± 0,3	2,7	13 ± 0,2	1,5				
N-NO ₂ ⁻	mg/L	Khô	< 0,003 ± 0,001	33,3	0,004 ± 0,001	25,0	0,004 ± 0,001	25,0	0,008 ± 0,002	25,0	0,01 ± 0,002	20,0	-	-	-	-
		Mưa	0,005 ± 0,001	20,0	0,006 ± 0,001	16,6	0,007 ± 0,002	28,6	0,009 ± 0,002	22,2	0,012 ± 0,002	16,6				
N-NO ₃ ⁻	mg/L	Khô	0,32 ± 0,03	9,4	0,36 ± 0,03	8,3	0,38 ± 0,03	7,9	0,5 ± 0,04	8,0	0,57 ± 0,04	7,0	-	-	-	-
		Mưa	0,12 ± 0,04	33,3	0,13 ± 0,03	23,1	0,14 ± 0,04	28,6	0,61 ± 0,03	4,9	0,70 ± 0,03	4,3				

Thông số	Đơn vị	Mùa	Kết quả tại các vị trí lấy mẫu										QCVN 08:2023/BTNMT			
			TK1		TK2		TK3		TK4		TK5		A	B	C	D
			TB ± S (n=3)	CV (%)	TB ± S (n=3)	CV (%)	TB ± S (n=3)	CV (%)	TB ± S (n=3)	CV (%)	TB ± S (n=3)	CV (%)				
N-NH ₄ ⁺	mg/L	Khô	0,05 ± 0,001	2,0	0,06 ± 0,003	5,0	0,06 ± 0,001	1,6	0,15 ± 0,004	2,6	0,2 ± 0,003	1,5	-	-	-	-
		Mưa	0,09 ± 0,003	3,3	0,09 ± 0,004	4,4	0,10 ± 0,005	5,0	0,17 ± 0,004	2,4	0,22 ± 0,005	2,3				
TN	mg/L	Khô	0,43 ± 0,005	1,2	0,45 ± 0,005	1,1	0,49 ± 0,006	1,2	0,83 ± 0,004	0,5	0,90 ± 0,005	0,5				
		Mưa	0,24 ± 0,008	3,3	0,26 ± 0,007	2,7	0,27 ± 0,007	2,6	0,89 ± 0,006	0,7	0,96 ± 0,008	0,8	≤ 0,6	≤ 1,5	≤ 2,0	> 2,0
P-PO ₄ ³⁻	mg/L	Khô	0,03 ± 0,002	6,6	0,03 ± 0,002	6,6	0,04 ± 0,003	7,5	0,06 ± 0,003	5,0	0,07 ± 0,003	4,3	-	-	-	-
		Mưa	0,05 ± 0,002	4,0	0,04 ± 0,002	5,0	0,07 ± 0,003	4,3	0,08 ± 0,003	3,8	0,10 ± 0,003	3,0				
TP	mg/L	Khô	0,03 ± 0,002	6,6	0,03 ± 0,002	6,6	0,04 ± 0,002	5,0	0,07 ± 0,002	2,9	0,09 ± 0,001	1,1	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,5	> 0,5
		Mưa	0,07 ± 0,002	2,9	0,06 ± 0,002	3,3	0,08 ± 0,001	1,3	0,10 ± 0,002	2,0	0,12 ± 0,002	1,6				
Chl-a	µg/L	Khô	6,71 ± 0,05	1,9	6,34 ± 0,07	2,7	6,78 ± 0,06	2,3	7,54 ± 0,06	2,4	7,28 ± 0,05	2,0	-	-	-	-
		Mưa	6,35 ± 0,08	3,0	6,11 ± 0,05	1,9	6,92 ± 0,04	1,5	7,73 ± 0,05	1,9	7,53 ± 0,06	2,4				

(*) Giá trị ghi sau dấu (<) là LOD của phương pháp phân tích; S là độ lệch chuẩn của các kết quả phân tích (n = 3); TB là trung bình số học của các kết quả phân tích của 3 đợt lấy mẫu/mùa.; CV là hệ số biến thiên

- QCVN 08:2023/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt: Các mức chất lượng nước ứng với:

Mức A: Chất lượng nước tốt. Nước có thể được sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt, bơi lội, vui chơi dưới nước sau khi áp dụng các biện pháp xử lý phù hợp.

Mức B: Chất lượng nước trung bình. Nước có thể sử dụng cho mục đích sản xuất công nghiệp, nông nghiệp sau khi áp dụng các biện pháp xử lý phù hợp.

Mức C: Chất lượng nước xấu. Nước không gây mùi khó chịu, có thể được sử dụng cho các mục đích sản xuất công nghiệp sau khi áp dụng các biện pháp xử lý phù hợp.

Mức D: Nước có chất lượng rất xấu, có thể gây ảnh hưởng lớn tới cá và các sinh vật sống trong môi trường nước do nồng độ oxy hòa tan thấp, nồng độ chất ô nhiễm cao. Nước có thể được sử dụng cho các mục đích giao thông thủy và các mục đích khác với yêu cầu nước chất lượng thấp.

- Dấu (-) là không quy định.

Các kết quả ở bảng 4 là giá trị trung bình của 3 đợt lấy mẫu của mỗi mùa tại mỗi vị trí lấy mẫu, với giá trị độ lệch

chuẩn và hệ số biến thiên của các kết quả phân tích nằm trong khoảng cho phép. Kết quả cho thấy:

i) So với QCVN08:2023/BTNMT [1], đa số các thông số chất lượng nước ở vùng hạ lưu sông Trà Khúc đều thỏa mãn yêu cầu mức A, trừ thông số DO, BOD₅, COD, TN.

- Nồng độ oxygen hòa tan trong nước (DO) ở hầu hết các điểm khảo sát (cả hai mùa) chỉ đạt mức B (≥ 5 mg/L), mẫu TK4 (cầu Thạch Bích) chỉ đạt mức C (≥ 4 mg/L).

- Nồng độ BOD₅ trong mùa mưa ở mẫu TK4 chỉ đạt mức B (≤ 6 mg/L), TK5 chỉ đạt mức C (≤ 10 mg/L).

- Tương tự với nồng độ BOD₅, nồng độ COD ở vị trí TK4 và TK5 (vào mùa mưa) chỉ đạt mức B, không thỏa mãn yêu cầu mức A hay chất lượng nước chỉ đạt mức trung bình, không đảm bảo để sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt và bảo tồn hệ sinh thái động thực vật thủy sinh.

- Nồng độ tổng nitrogen (TN) ở mẫu TK4 và TK5 cả hai mùa chỉ đạt mức B.

ii) Những lo ngại về sự ô nhiễm vùng hạ lưu sông Trà Khúc bao gồm: Mức ô nhiễm các chất hữu cơ khá cao (thể hiện qua BOD₅ và COD) và các chất dinh dưỡng cũng khá cao (thể hiện qua N-NH₄⁺) tại 2 vị trí TK4 và TK5 cả hai mùa đều $> 0,1$ mg/L. Mặt khác, nồng độ các chất dinh dưỡng cũng như COD, BOD₅ hầu như mùa mưa cao hơn mùa khô, điều này có thể nhận định rằng, các chất dinh dưỡng được rửa trôi từ các hoạt động nông nghiệp kinh doanh dịch vụ và khu dân cư trong lưu vực sông (hai bên bờ) đã và đang góp phần gây ô nhiễm vùng hạ lưu sông Trà Khúc.

iii) Tuy nồng độ P-PO₄³⁻ ở các vị trí

khảo sát đều đạt yêu cầu so với QCVN 08:2023/BTNMT [1], nồng độ P-PO₄³⁻ xấp xỉ TP, tức là phần lớn phosphorus trong nước ở dạng phosphate tan hay phosphorus ở dạng hữu cơ rất ít và nồng độ P-PO₄³⁻ trong tất cả các điểm lấy mẫu đều lớn hơn 0,01 mg/L. Mặt khác, hàm lượng chlorophyll-a (Chl-a) trong nước ở tất cả các vị trí khảo sát cũng đáng kể, dao động trong khoảng 6,11– 7,73 µg/L. Theo Chapman [9], khi hàm lượng Chl-a trong nước lớn hơn 5 µg/L, thì nguồn nước có nguy cơ bị phú dưỡng và như vậy, dựa vào nồng độ P-PO₄³⁻ và Chl-a, bước đầu có thể cho rằng chất lượng nước vùng hạ lưu sông Trà Khúc có nguy cơ bị phú dưỡng. Tuy vậy, để khẳng định về mức phú dưỡng ở khu vực nghiên cứu cần tiến hành đánh giá qua chỉ số TRIX.

4.2. Tình trạng dinh dưỡng vùng hạ lưu sông Trà Khúc

4.2.1. Yếu tố giới hạn sự phú dưỡng

Theo Tổ chức Y tế Thế giới WHO [8], yếu tố giới hạn (YTGH) sự phú dưỡng được xác định dựa trên tỉ số tổng nitrogen/tổng phosphorus (TN/TP) đối với nước ngọt, nước vùng cửa sông và nước biển ven bờ như nêu ở bảng 3 - mục 2.3.

Kết quả ở bảng 5 cho thấy, trong 10 mẫu khảo sát, 6 mẫu (chiếm 60%) có phosphorus (P) là YTGH, chỉ 3 mẫu (chiếm 30 %) có nitrogen (N) là YTGH và chỉ một mẫu (chiếm 10 %) cả nitrogen và phosphorus là YTGH. Nói chung, có thể cho rằng, đối với các vị trí khảo sát vùng hạ lưu sông Trà Khúc, phosphorus là YTGH sự phú dưỡng.

Bảng 5: *Tỉ số TN/TP và YTGH sự phú dưỡng vùng hạ lưu sông Trà Khúc (*)*

Vị trí	TK1		TK2		TK3		TK4		TK5	
	Mùa khô	Mùa mưa								
TN/TP	14	3	15	4	12	3	12	9	10	8
YTGH	P	N	P	N	P	N	P	N và P	P	P

(*) Để tính TN/TP, đối với các kết quả nhỏ hơn LOD, chấp nhận chúng bằng LOD.

4.2.2. Tình trạng dinh dưỡng (hay mức phú dưỡng)

Để đánh giá tình trạng dinh dưỡng hay mức phú dưỡng vùng hạ lưu sông

Trà Khúc, tiến hành tính toán chỉ số TRIX theo công thức (1) trên kết quả phân tích từ bảng 4 và đánh giá tình trạng dinh dưỡng như đã trình bày ở mục 2.3.

Bảng 6: *Các thông số chất lượng nước, chỉ số TRIX và phân loại tình trạng dinh dưỡng vùng hạ lưu sông Trà Khúc(*)*

Vị trí	TK1		TK2		TK3		TK4		TK5	
Thông số	Mùa khô	Mùa mưa								
TRIX	5,77	5,88	5,80	5,85	6,01	6,05	6,47	6,70	6,50	6,66
Mức PD	TB-Q	TB-Q	TB-Q	TB-Q	TB-Q	TB-Q	Q	Q	Q	Q

(*) Để tính TRIX, đối với các kết quả nhỏ hơn LOD, chấp nhận chúng bằng LOD; PD: phú dưỡng; TB-Q: trung bình – quá; Q: quá.

Các kết quả ở bảng 6 cho thấy:

i) Vùng khảo sát đã bị phú dưỡng từ mức trung bình – quá đến quá phú dưỡng, với chỉ số TRIX khoảng 5,77 – 6,70. 1 vị trí khảo sát không khác nhau nhiều.

ii) Sử dụng công cụ thống kê F-ANOVA 1 yếu tố kết hợp với Kiểm định Tukey HSD để kiểm tra mức độ phú dưỡng ở hai mùa khô và mùa mưa tại các vị trí từ TK1 đến TK5 cho thấy mức độ phú dưỡng của vùng này là khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p = 0,001 < 0,05$), tuy nhiên tại vị trí TK1 và TK2 là giống nhau có ý nghĩa thống kê ($p = 1 > 0,05$) và tại vị trí TK4 và TK5 là giống nhau có ý nghĩa thống kê ($p = 0,97 > 0,05$).

iii) Mức độ phú dưỡng tăng dần khi dịch về phía thượng lưu, có thể bởi: Sự đóng góp của các chất dinh dưỡng vào nguồn nước ở khoảng điểm lấy mẫu từ TK3 đến TK5 phong phú hơn do các nguồn thải: chất thải sinh hoạt từ các khu công nghiệp, cụm công nghiệp làng nghề, dịch vụ ăn uống, nhà hàng, khu dân cư; Khoảng điểm lấy mẫu từ TK1 đến TK2 chủ yếu là canh tác nông nghiệp, hoa màu, nuôi trồng thủy sản và gần cửa sông nên tốc độ dòng chảy phần nào bị ảnh hưởng bởi thủy triều.

Để kiểm soát sự ô nhiễm và giảm mức độ phú dưỡng, nhất thiết phải kiểm soát các nguồn thải N, đặc biệt là P vào vùng hạ lưu sông Trà Khúc, bao gồm: nước thải

sinh hoạt từ khu công nghiệp, cụm làng nghề, khu dịch vụ ăn uống, nhà hàng, khu dân cư... chứa nhiều P (do sử dụng nhiều chất tẩy rửa chứa P...), nước chảy tràn từ các cánh đồng nông nghiệp chứa nhiều phân lân, phân bón (N, P) vùng đầu nguồn của sông và thức ăn thừa trong nuôi trồng thủy sản vùng hạ lưu sông.

Bảng 7: Ma trận hệ số tương quan giữa chỉ số TRIX và các thông số chất lượng nước^(*)

	pH	DO	BOD ₅	COD	N-NO ₂ ⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	TN	P-PO ₄ ³⁻	TP	Chl-a	TRIX
pH	1											
DO	0,392	1										
BOD ₅	-0,513	-0,423	1									
COD	-0,546	-0,350	0,952	1								
N-NO ₂ ⁻	-0,443	-0,368	0,816	0,927	1							
N-NO ₃ ⁻	-0,260	-0,377	0,553	0,680	0,689	1						
N-NH ₄ ⁺	-0,461	-0,343	0,763	0,907	0,983	0,755	1					
TN	-0,351	-0,443	0,566	0,721	0,775	0,975	0,843	1				
P-PO ₄ ³⁻	-0,581	-0,423	0,910	0,942	0,940	0,617	0,904	0,680	1			
TP	-0,541	-0,371	0,896	0,938	0,945	0,530	0,915	0,617	0,973	1		
Chl-a	0,150	0,490	-0,445	-0,564	-0,803	-0,652	-0,804	-0,742	-0,706	-0,680	1	
TRIX	-0,405	-0,324	0,873	0,927	0,892	0,817	0,882	0,815	0,890	0,842	-0,653	1

^(*) Dấu * ứng với $p < 0,05$.

Kết quả ở trên cho thấy:

- Có tương quan chặt giữa TRIX và N-NO₃⁻ (R = 0,82), giữa TRIX và TP (R = 0,84). Như vậy, khi nồng độ N-NO₃⁻ và TP trong nước tăng, sẽ làm tăng chỉ số TRIX, tức là tăng mức phú dưỡng vùng hạ lưu sông. Điều này cũng phù hợp vì N-NO₃⁻ và TP là một trong những thông số của mô hình chỉ số TRIX và YTGH sự phú dưỡng ở vùng này là P.

- Có tương quan chặt giữa BOD₅ và COD (R = 0,95); có nghĩa, trong nước vùng khảo sát, khi COD tăng, thì BOD₅ cũng tăng;

- Tương quan nghịch giữa TRIX và

4.2.3. Tương quan giữa chỉ số TRIX và các thông số chất lượng nước

Để xét xem giữa chỉ số TRIX và các thông số chất lượng nước liên quan có tương quan không, chuyển dạng tất cả các số liệu ở bảng 3 (x) thành $\lg(1+x)$, rồi tính hệ số tương quan R, thu được kết quả ở bảng 7.

BOD₅, COD (với R = 0,87 và 0,93) có thể là do: Nitrate (NO₃⁻) là chất dinh dưỡng cần thiết để phát triển sinh khối tảo (hay nói cách khác, tảo hấp thu NO₃⁻ nhiều hơn các dạng nitơ khác).

- Tổng quan chung các giá trị có tương quan và tương quan chặt chẽ (R = 0,55 – 0,98); Điều này cho thấy khi BOD₅ và COD tỉ lệ thuận với N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, TN, P-PO₄³⁻, TP và Chl -a. Cho phép nhận định rằng, các hợp chất nitrogen trong nguồn nước khảo sát chủ yếu là nitrogen vô cơ và amoni (NH₄⁺/NH₃); Mặt khác, tương quan giữa N-NH₄⁺ và N-NO₂⁻ (R = 0,98)

cũng cho thấy, khi amoni tăng, sẽ làm tăng NO_2^- trong nước (do xảy ra quá trình nitrit hóa);

- Tương quan chặt giữa Chl-a và N-NO_3^- , N-NH_4^+ ($R = 0,65 - 0,80$) chứng tỏ rằng, khi NO_2^- , NO_3^- và NH_4^+ tăng (tức là tăng nồng độ các chất dinh dưỡng trong nước), sẽ làm tăng mật độ sinh khối (tảo) trong nước.

Cuối cùng, cần thấy rằng, tuy các kết quả phân tích tương quan ở trên chỉ là bước đầu, nhưng cũng cấp các thông tin tham khảo có giá trị cho các nghiên cứu tiếp theo về mức phú dưỡng vùng hạ lưu sông Trà Khúc nói riêng và các con sông khác ở tỉnh Quảng Ngãi nói chung. Mặt khác, có thể cho rằng, chỉ số TRIX là một tiêu chí phù hợp và nên được dùng để giám sát mức phú dưỡng vùng hạ lưu sông Trà Khúc.

5. Kết luận

Trên cơ sở phân tích các thông số chất lượng nước vùng hạ lưu sông Trà Khúc, đã thấy rằng:

- Các thông số khảo sát (nhiệt độ,

pH, P-PO_4^{3-} , N-NO_2^- , N-NO_3^- , N-NH_4^+) đều thỏa mãn mức A của QCVN 08:2023/BTNMT quy định về chất lượng nước mặt; thông số DO ở hầu hết các điểm khảo sát (cả hai mùa) chỉ đạt mức B (≥ 5 mg/L), mẫu TK4 (cầu Thạch Bích) chỉ đạt mức C (≥ 4 mg/L); thông số BOD_5 trong mùa mưa ở mẫu TK4 chỉ đạt mức B (≤ 6 mg/L), TK5 chỉ đạt mức C (≤ 10 mg/L); thông số COD ở vị trí TK4 và TK5 (vào mùa mưa) chỉ đạt mức B, không thỏa mãn yêu cầu mức A; lượng tổng nitrogen (TN) ở mẫu TK4 và TK5 cả hai mùa chỉ đạt mức B.

- Vùng hạ lưu sông Trà Khúc đang ở tình trạng phú dưỡng với chỉ số TRIX khoảng 5,77 – 6,70. Dựa vào tỉ số TN/TP, đã xác định được rằng, yếu tố giới hạn sự phú dưỡng vùng hạ lưu sông chủ yếu là phosphorus (P), chiếm 60%. Để kiểm soát sự ô nhiễm và giảm mức phú dưỡng, nhất thiết phải kiểm soát các nguồn thải các chất dinh dưỡng (N và P), đặc biệt là P vào vùng này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Tài nguyên và môi trường - Quy chuẩn quốc gia Việt Nam, QCVN 08:2023/BTNMT, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt*, tr.6–16, 2023.
- [2]. Vollenweider, R.A., F. Giovanardi, G. Montanari and A.Rinaldi, “Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index,” *Environmetrics*, 9, pp. 329-357, 1998.
- [3]. Maurizio Pettine, et al, “A revisitation of TRIX for trophic status assessment in the light of the European Water Framework Directive: Application to Italian coastal waters,” *Marine Pollution Bulletin* 54, pp. 1413–1426, 2007.
- [4]. Hồ Xuân Anh Vũ, Lê Thị Thùy Trang, Võ Thị Thơ, & Nguyễn Hải Phong, “Phân tích và đánh giá tình trạng phú dưỡng nước sông An Cựu chảy qua thành phố

- Huế,” *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế*, T. 16, S. 2, 103–111, 2020.
- [5]. Ngô Thị Thanh Hoa, “Đánh giá tình trạng dinh dưỡng vùng cửa sông Vực Hồng, tỉnh Quảng Ngãi,” *Luận văn thạc sĩ khoa học định hướng nghiên cứu, chuyên ngành hoá hữu cơ, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế*, 2019.
- [6]. Bộ Tài nguyên và môi trường - Tiêu chuẩn Việt Nam, *TCVN 6663-6:2018 (ISO 5667 – 6 : 2014) về chất lượng nước – Lấy mẫu – Hướng dẫn lấy mẫu sông và suối*, tr.20–29, 2018.
- [7]. APHA, AWWA, WEF, *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 20th edition, Washington DC, USA, pp. 226–247, 1999.
- [8]. World Health Organization, European Commission, *Eutrophication and health*, Office for official Publication of the European Communities, Luxembourg, pp. 6, 2002.
- [9]. Chapman D, et al, *Water quality assessments*. 2nd Ed, Chapman & Hall, WHO, UNESCO, UNEP, Great Britain, pp. 89, 1996.

ASSESSMENT OF EUTROPHICATION STATUS IN THE DOWNSTREAM REGION OF THE TRA KHUC RIVER, QUANG NGAI PROVINCE IN 2024, USING THE TRIX

Nguyen Thi Nhi Phuong

Pham Van Dong University

Email: ntnphuong@pdu.edu.vn

(Received: 7/2/2025, Revised: 26/2/2025, Accepted for publication: 22/5/2025)

ABSTRACT

The Tra Khuc River is one of the four major rivers in Quang Ngai province, providing a critical source of surface water for various purposes, including domestic use and socio-economic development activities in Quang Ngai City. Analysis of water quality parameters at survey points in the downstream region of the Tra Khuc River indicates that most water quality in this area meets the requirements of Level A according to QCVN 08:2023/BTNMT, except at sampling locations TK4 and TK5, where parameters such as DO, BOD5, COD, and TN only meet Level B or Level C standards. However, based on the TRIX index, the surface water quality across the surveyed area has been affected by eutrophication, with TRIX values ranging from 5,77 to 6,70. The limiting factor for eutrophication in the downstream region is primarily phosphorus (P), accounting for 60%.

Keywords: *Eutrophication, Tra Khuc River, TRIX*