

BIẾN ĐỘNG CHẤT LƯỢNG NƯỚC VỊNH NHA TRANG

Phan Minh Thu^{1*}, Nguyễn Trịnh Đức Hiệu¹, Phạm Thị Phương Thảo²

¹Viện Hải dương học-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Vật lý thành phố Hồ Chí Minh-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*E-mail: phanminhthu@vnio.org.vn

Ngày nhận bài: 5-10-2015

TÓM TẮT: Dựa vào số liệu khảo sát trong những năm gần đây (2013 - 2015) và số liệu lịch sử (1996 - 1998), bài báo đã chỉ ra biến động của các yếu tố chất lượng nước theo thời gian. Hàm lượng vật chất lơ lửng, Chlorophyll-a, nitơ vô cơ hòa tan, phospho vô cơ hòa tan và tỷ số N:P biến động theo mùa rõ rệt. Vai trò nitơ vô cơ hòa tan và phospho vô cơ hòa tan trong quang hợp đã chuyển đổi cho nhau. Kết quả đánh giá chất lượng nước bằng chỉ số UNTRIX (tích hợp của Chlorophyll-a, nitơ vô cơ hòa tan, phospho vô cơ hòa tan và mức độ oxy bão hòa) đã cho thấy chất lượng môi trường nước vịnh Nha Trang được cải thiện tốt hơn, từ mức dinh dưỡng “trung bình” vào mùa mưa năm 1996 (UNTRIX trung bình $4,54 \pm 0,76$) đến mức “nghèo dinh dưỡng” trong giai đoạn 2013 - 2015 (trung bình từ $2,62 \pm 0,66$ đến $3,81 \pm 0,45$).

Từ khóa: Vịnh Nha Trang, chất lượng nước.

MỞ ĐẦU

Quản lý và đánh giá chất lượng môi trường đóng vai trò quan trọng trong quá trình phát triển kinh tế, đặc biệt là khu vực phát triển du lịch sinh thái biển. Tuy nhiên, hoạt động phát triển kinh tế vùng ven bờ đã và đang có những tác động không đáng có đến chất lượng môi trường vùng ven bờ. Để hạn chế những ảnh hưởng này, chính quyền và người dân phải có những hành động cụ thể để bảo vệ và phục hồi chất lượng môi trường ở vùng biển của mình. Đối với vịnh Nha Trang, theo kết quả đánh giá của nhiều tác giả, vịnh đã từng bị ô nhiễm và xảy ra tình trạng thủy triều đỏ và tảo độc [1], nhưng chất lượng môi trường đã phục hồi trong thời gian gần đây [2, 3]. Điều này được thể hiện rõ trong báo cáo đánh giá chất lượng môi trường tỉnh Khánh Hòa, chất lượng môi trường nước luôn trong tình trạng khá tốt và đã cải thiện hơn nhiều so với năm 2010 [4]. Hầu hết, các công trình đánh giá chất lượng môi trường ven biển nói chung, vịnh Nha Trang nói riêng

được thực hiện bằng phương pháp đánh giá đơn yếu tố, so sánh giá trị đo đạc/phân tích với giá trị giới hạn trong quy chuẩn [1-3], hoặc dùng chỉ số nguy cơ môi trường [5-7]. Tuy nhiên, các thủy vực ven bờ là những hệ thống vô cùng phức tạp với nhiều vấn đề sinh thái liên quan [8], bất cứ một thay đổi nhỏ nào về chất lượng môi trường cũng có thể ảnh hưởng đến sức sản xuất của thủy vực, đa dạng loài và cấu trúc quần thể sinh vật ở đây [9]. Các yếu tố chất lượng môi trường như độ mặn, nhiệt độ, muối dinh dưỡng, oxy hòa tan (DO) và chlorophyll-a (Chl-a) ở vùng ven bờ biến động và có sự tác động lẫn nhau bởi các quá trình thủy văn động lực và sinh thái học. Việc đánh giá từng yếu tố đơn lẻ có thể đưa đến những nhận định phiến diện về vai trò và tác động của chúng đến môi trường [10]. Nhằm khắc phục hạn chế trên, Vollenweider [11] giới thiệu chỉ số TRIX, đơn giản và dễ thực hiện, với việc phân chia chất lượng môi trường nước thành 10 bậc. Tuy nhiên, phương pháp chỉ được áp dụng cho vực nước biển Adriatic với hệ số điều chỉnh để

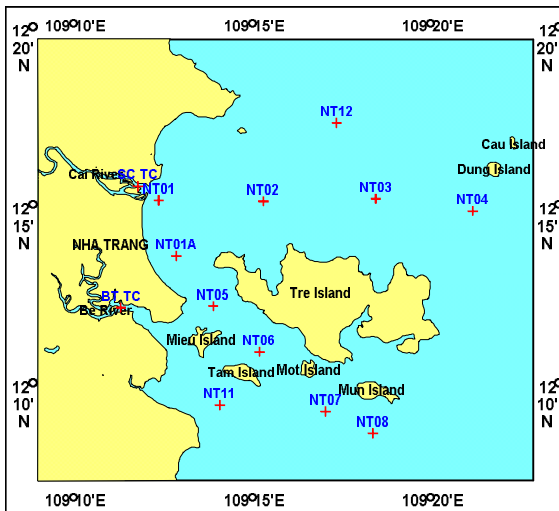
được 10 bậc. Do đó, Pettine và nnk., [12] hiệu chỉnh TRIX thành UNTRIX. Chỉ số này có thể áp dụng để so sánh mức dinh dưỡng của nhiều thủy vực khác nhau.

Trong khuôn khổ của bài báo này, biến động của một số yếu tố môi trường trong nước tại vịnh Nha Trang trong thời gian dài được đánh giá. Từ đó, đánh giá khả năng thích ứng và quản lý của chiến lược bảo vệ môi trường của vịnh Nha Trang vì mục tiêu phát triển vùng ven bờ bền vững.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Tài liệu nghiên cứu

Bài báo sử dụng các số liệu tại vịnh Nha Trang (hình 1) từ dự án SAREC (1996 - 1998) [13] và nguồn dữ liệu từ đề tài VAST. ĐLT.01/13-14, tiểu dự án NANO 2013-2015, và Đề tài cơ sở 2015 của Viện Hải dương học.



Hình 1. Trạm vị nghiên cứu ở vịnh Nha Trang, giai đoạn 2013 - 2015

Phương pháp đánh giá chất lượng

Đánh giá sự biến động môi trường của vùng nghiên cứu bằng cách so sánh biến động của các yếu tố chất lượng nước, so sánh giữa giá trị thực đo với QCVN 10:2008/BTNMT. Thêm vào đó, đề tài sử dụng chỉ số ưu dưỡng UNTRIX [12] như là một chỉ số tổng hợp để đánh giá sự biến động chất lượng môi trường nước. UNTRIX được chia thang 5 bậc: bậc 1

(UNTRIX = 0-2): nước rất sạch; bậc 2 (UNTRIX = 2-4): nước sạch; bậc 3 (UNTRIX = 4-6): nước ưu dưỡng vừa; bậc 4 (UNTRIX = 6-8): nước bị ưu dưỡng; và bậc 5 (UNTRIX > 8): nước ô nhiễm [11]. UNTRIX được phát triển từ chỉ số TRIX của Vollenweider [11], trong đó TRIX được xây dựng cho ba trường hợp TN (Tổng nitơ) và TP (Tổng phospho); nitơ vô cơ hòa tan (DIN) và TP; và DIN và phospho vô cơ hòa tan (DIP). UNTRIX của Pettine và nnk., [12] giới thiệu một trong ba trường hợp của TRIX. Chỉ số UNTRIX được xác định như sau:

$$UNTRIX = \log_{10}(\text{Chl-a} * aD\%O * \text{DIN} * \text{DIP})$$

Trong đó, Chl-a là hàm lượng Chl-a trong nước (mg/m^3); $aD\%O$ là giá trị tuyệt đối của % chênh lệch DO với oxy bão hòa trong điều kiện thực tế; DIN (mgN/m^3) Nitơ vô cơ hòa tan ($\text{DIN} = \text{N-NO}_2 + \text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$); và DIP (mgP/m^3): Phospho vô cơ hòa tan ($\text{DIP} = \text{P-PO}_4^{3-}$).

Thu mẫu và phân tích mẫu

Thu mẫu: Tại mỗi trạm khảo sát, mẫu nước được thu ở 2 tầng mặt và đáy, tuy nhiên nếu độ sâu nhỏ hơn 5 m, mẫu nước chỉ thu ở tầng 1 m. Đối với trạm cửa sông, mẫu nước được thu vào đỉnh triều và chân triều của thời kỳ nước cường trong tháng thu mẫu.

Tại hiện trường, nhiệt độ, độ mặn được đo trực tiếp bằng máy FluoroProbe của Nhật, mẫu DO (oxy hòa tan) cố định. Các mẫu nước về vật chất lơ lửng (TSS), muối dinh dưỡng, Chl-a, được giữ lạnh và xử lý ngay trong ngày khi về đến phòng thí nghiệm.

Tại phòng thí nghiệm, mẫu nước được phân tích như sau: NO_2^- : Phương pháp Bendschneider & Robinson [14]; NO_3^- : Phương pháp Morris and Riley [14]; NH_4^+ : Phương pháp Emmet & Solorzano [14]; PO_4^{3-} : Phương pháp Murphy and Riley [14]; DO: Phương pháp Winkler [14]; Chl-a: Phương pháp chiết trong acetone 90% và đo trên máy quang phổ [15, 16]. TSS: phương pháp chênh lệch trọng lượng sau khi sấy ở nhiệt độ 105°C trong 24 giờ [14].

Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được xử lý thống kê trên phần mềm SPSS, Excel và phân bố không gian trên Surfer.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Biến động một số yếu tố môi trường vịnh Nha Trang

Chất lượng môi trường nước ở vịnh Nha Trang biến động mạnh theo thời gian (bảng 1, 2 và 3). DO và TSS thỏa mãn tiêu chuẩn môi trường Việt Nam (QCVN 10:2008/BTNMT). Độ mặn biến động mạnh trong mùa mưa, đặc biệt là vùng cửa sông Cái và ít biến động hơn trong mùa khô. Kéo theo đó, hàm lượng TSS mùa khô (trung bình dao động từ $1,39 \pm 1,40$ mg/l năm 2014 đến $1,97 \pm 1,29$ mg/l năm 1997) hầu như không biến động và thấp hơn có ý nghĩa ($p < 0,01$) so với mùa mưa (giá trị trung bình dao động $2,30 \pm 2,46$ mg/l năm 2013 đến $10,64 \pm 9,47$ mg/l năm 1997). Hàm lượng DO trong nước cao (> 5 mg/l) và mức oxy bão hòa dao động từ 71,75% đến 114,58%, thuận lợi cho đời sống thủy sinh. Hàm lượng DO và mức độ oxy bão hòa thể hiện phần nào yếu tố tác động tích cực của quá trình quang hợp và mức độ thích hợp của sinh vật sống trong môi trường.

Cùng với DO, hàm lượng sắc tố thực vật nổi có thể hiện sự phát triển của thực vật nổi ở thủy vực, bao gồm cả nhóm hoạt động và nhóm

thụ động. Hàm lượng sắc tố thực vật nổi chứa đựng nhiều thành phần khác nhau, trong đó, Chl-a là chiếm ưu thế. Hàm lượng Chl-a biến động rõ rệt giữa mùa khô và mùa mưa. Vào mùa khô, giá trị trung bình dao động từ $0,17 \pm 0,11$ mg Chl-a/m³ (năm 1997) đến $0,64 \pm 0,54$ mg Chl-a/m³ (năm 2013), trong khi đó vào mùa mưa, dao động $0,56 \pm 0,57$ mg Chl-a/m³ (năm 1997) đến $1,33 \pm 1,45$ mg Chl-a/m³ (năm 1996) (bảng 3). Hàm lượng Chl-a có xu hướng tăng lên trong thời gian gần đây (bảng 1 và 2), chứng tỏ sự phát triển của thực vật nổi. Giá trị trung bình của Chl-a trong thời gian gần đây thấp hơn 1 mg/m³ chứng tỏ môi trường nước tương đối sạch (so sánh theo bậc dinh dưỡng của Antoine [17]). Tuy nhiên, đánh giá chất lượng môi trường nước còn liên quan đến nhiều yếu tố ảnh hưởng đến đời sống của sinh vật thủy sinh khác.

Muối dinh dưỡng N và P có vai trò quan trọng trong quá trình tạo sinh và tham gia trực tiếp vào quá trình quang hợp. Kết quả nghiên cứu trong thời gian dài cho thấy, muối dinh dưỡng N và P biến động rất mạnh theo thời gian. Các kết quả khảo sát cho thấy các hàm lượng DIN giữa hai giai đoạn 1996 - 1998 và 2013 - 2014 sai khác nhau không có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$), trong khi đó hàm lượng DIP tăng lên trong thời gian trong năm 2013 - 2014 và giảm đáng kể vào năm 2015.

Bảng 1. Thống kê một số yếu tố môi trường ở vịnh Nha Trang trong mùa khô

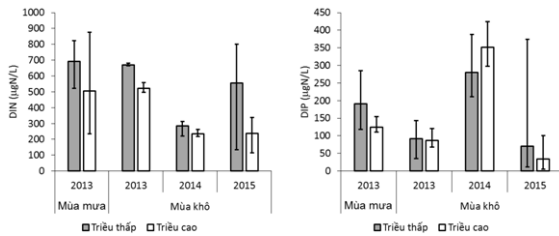
Năm	Thống kê	Độ muối (‰)	DO (mg/l)	TSS (mg/l)	Chl-a (mg/m ³)	DIN (µgN/l)	DIP (µgP/l)	N:P (tỷ lệ mol)
1997 [13]	Nhỏ nhất	20,00	5,72	0,40	0,05	10,50	2,00	1,44
	Lớn nhất	34,00	6,96	4,80	0,46	67,87	23,00	60,17
	Trung bình	31,49	6,52	1,97	0,17	25,84	10,92	10,35
	Độ lệch	4,92	0,32	1,29	0,11	15,42	6,13	14,95
1998 [13]	Nhỏ nhất	26,00	6,38	0,60	0,07	5,83	2,00	0,85
	Lớn nhất	34,50	7,34	5,30	0,52	459,37	52,43	234,15
	Trung bình	32,65	6,69	1,76	0,23	107,13	13,91	28,01
	Độ lệch	2,62	0,26	1,07	0,13	126,72	10,80	49,61
2013	Nhỏ nhất	27,77	5,86	0,70	0,19	42,61	4,00	2,51
	Lớn nhất	34,21	6,96	5,65	2,17	128,22	44,04	29,70
	Trung bình	33,02	6,44	1,68	0,64	83,72	16,63	14,76
	Độ lệch	1,42	0,21	1,24	0,54	29,76	10,18	8,60
2014	Nhỏ nhất	29,64	6,20	0,40	0,11	62,98	11,07	4,90
	Lớn nhất	34,12	7,02	6,45	1,84	284,82	47,16	21,50
	Trung bình	33,39	6,51	1,39	0,46	126,95	28,08	10,60
	Độ lệch	0,89	0,25	1,40	0,38	58,37	8,31	4,95
2015	Nhỏ nhất	26,50	5,24	0,47	0,04	18,64	0,21	8,61
	Lớn nhất	34,41	6,79	4,80	1,74	150,89	23,51	1.190,8
	Trung bình	33,71	6,13	1,80	0,52	96,35	5,85	157,89
	Độ lệch	1,41	0,32	1,09	0,47	26,13	7,03	246,99

Bảng 2. Thống kê một số yếu tố môi trường ở vịnh Nha Trang trong mùa mưa

Năm	Thống kê	Độ muối (‰)	DO (mg/l)	TSM (mg/l)	Chl-a (mg/m ³)	DIN (µgN/l)	DIP (µgP/l)	N:P (Tỉ số mol)
1996 [13]	Nhỏ nhất	19,30	5,96	0,30	0,08	34,60	9,70	1,88
	Lớn nhất	33,20	7,50	18,60	7,16	475,56	56,15	80,90
	Trung bình	27,10	6,60	4,35	1,33	194,39	31,64	18,32
	Độ lệch	3,90	0,34	4,37	1,45	153,64	13,46	20,36
1997 [13]	Nhỏ nhất	21,80	5,44	2,10	0,07	8,44	6,50	0,78
	Lớn nhất	32,90	6,62	40,90	1,95	428,46	31,50	48,97
	Trung bình	30,28	6,10	10,64	0,56	81,32	19,10	11,52
	Độ lệch	3,04	0,33	9,47	0,57	95,94	6,74	13,27
2013	Nhỏ nhất	29,61	6,50	0,55	0,27	67,91	19,37	3,73
	Lớn nhất	32,93	7,18	11,55	1,69	391,64	77,27	17,46
	Trung bình	32,52	6,78	2,30	0,81	132,93	37,05	8,49
	Độ lệch	0,78	0,16	2,46	0,41	62,56	13,94	3,65

Bảng 3. So sánh biến động mùa giá trị trung bình của một số yếu tố chất lượng nước tại vịnh Nha Trang

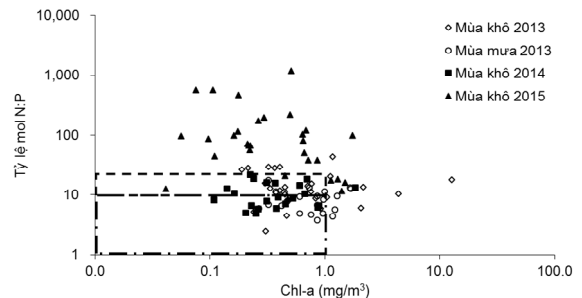
Thông số	1996		1997		2013		2015	
	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô
Độ mặn (‰)	27,10 ± 3,90	31,40 ± 4,92	30,28 ± 3,04	33,00 ± 1,42	32,52 ± 0,78	33,71 ± 1,41		
DO (mg/l)	6,60 ± 0,34	6,52 ± 0,32	6,10 ± 0,33	6,44 ± 0,21	6,78 ± 0,16	6,13 ± 0,32		
TSS (mg/l)	4,35 ± 4,37	1,97 ± 1,29	10,64 ± 9,47	1,68 ± 1,24	2,30 ± 2,46	1,80 ± 1,09		
Chl-a (mg/m ³)	1,33 ± 1,45	0,17 ± 0,11	0,56 ± 0,57	0,64 ± 0,54	0,81 ± 0,41	0,52 ± 0,47		
DIN (µgN/l)	194,39 ± 153,64	25,84 ± 15,42	81,32 ± 95,94	83,72 ± 29,76	132,93 ± 62,56	96,35 ± 26,13		
DIP (µgP/l)	31,64 ± 13,46	10,92 ± 6,13	19,10 ± 6,74	16,63 ± 10,18	37,05 ± 13,94	5,85 ± 7,03		
N:P (tỷ lệ mol)	18,32 ± 20,36	10,35 ± 14,95	11,52 ± 13,27	14,76 ± 8,60	8,49 ± 3,65	157,89 ± 246,99		



Hình 2. Biến động giá trị trung bình của DIN (trái) và DIP (phải) ở vùng cửa sông, vịnh Nha Trang

Tại hai cửa sông đổ vào vịnh Nha Trang, hàm lượng DIN dao động 115,91 - 822,01 µgN/L và DIP dao động 4,58 - 424,68 µgP/L (hình 2), cao hơn rất nhiều lần so với giá trị trung bình toàn vịnh Nha Trang (bảng 1 và 2). Nhìn chung, vào mùa mưa, hàm lượng DIN và DIP triều thấp lớn hơn triều cao ($p < 0,05$). Vào mùa khô, trong khi hàm lượng DIN cũng biến động như mùa mưa thì hàm lượng DIP biến động bất thường. Vào mùa khô 2013 và 2014, hàm lượng DIP giữa triều cao và triều thấp dường như ít sai khác nhau ($p > 0,05$), đến mùa

khô 2015, làm lượng DIP vào triều thấp lại cao hơn triều cao (hình 2). Điều đó gợi ý nguồn dinh dưỡng ở lục địa từ các hoạt động kinh tế xã hội đã ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng nước vịnh Nha Trang. Đặc biệt là vào mùa mưa do hiện tượng rửa trôi các chất cặn bã trong lục địa và dồn ra biển.



Hình 3. Tương quan tỷ lệ N:P với Chl-a trong đánh giá chất lượng môi trường

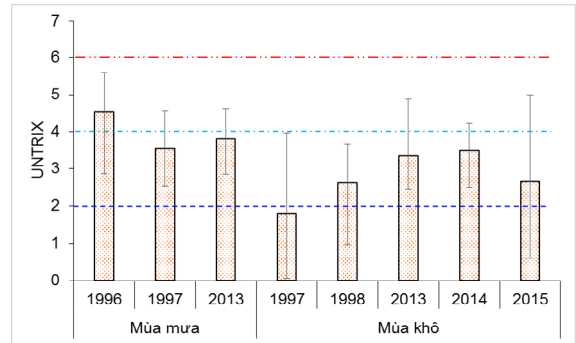
Tỷ lệ N:P và hàm lượng Chl-a trong nước cho phép xác định vai trò của N và P trong quá trình quang hợp cũng như đánh giá chất lượng

môi trường nước (hình 3) [17-19]. Những trạm nằm ngoài khu vực ngoài giới hạn 1 mg Chl-a/m³ là vùng ưu dưỡng. Những trạm có N:P < 10 cho thấy N là yếu tố giới hạn của quá trình quang hợp, giá trị 10 < N:P < 22 thể hiện vai trò của N và P như nhau, và N:P > 22 chỉ ra vai trò giới hạn của P trong quá trình quang hợp. Như vậy, trong năm 2015, vai trò giới hạn của quá trình quang hợp đang chuyển dần từ N sang P và hiện tượng ưu dưỡng cũng đang giảm dần. Điều này cũng phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đây ở các vực nước ven bờ [20-22].

Đánh giá biến động chất lượng môi trường nước vịnh Nha Trang

Dựa vào chỉ số UNTRIX để đánh giá và xem xét biến động chất lượng môi trường vịnh Nha Trang. Kết quả đánh giá cho thấy, chất lượng môi trường vịnh Nha Trang được xếp

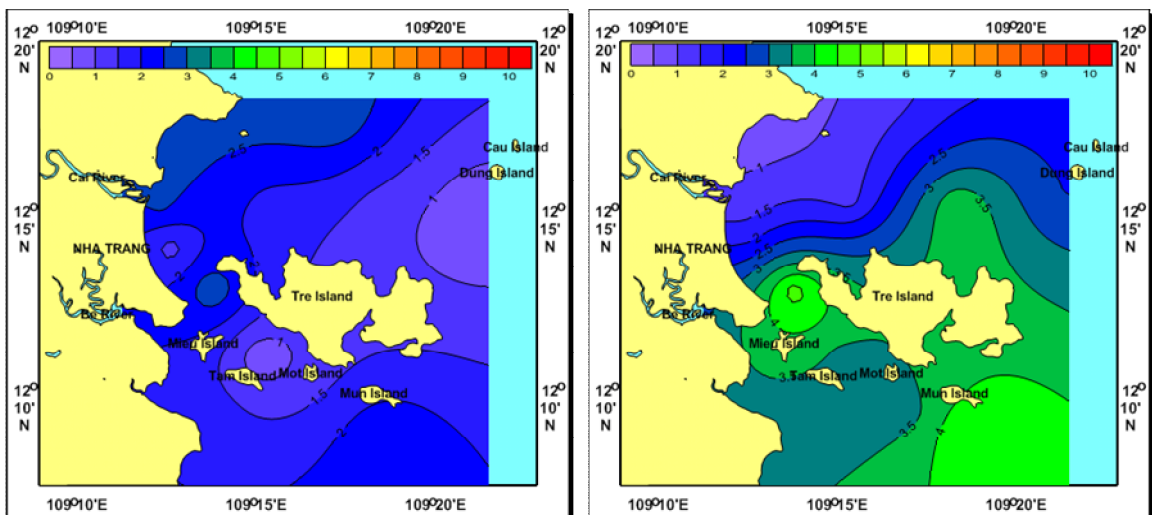
loại mức độ dinh dưỡng “trung bình” (mùa mưa 1996) và đang trở nên tốt hơn trong thời gian gần đây, đạt mức độ “nghèo” dinh dưỡng (hình 4, bảng 4).



Hình 4. Biến động UNTRIX theo mùa ở vịnh Nha Trang, < 2: Nước rất sạch; 2-4: Nước sạch; 4-6: Ưu dưỡng vừa (meso-eutrophication)

Bảng 4. Giá trị UNTRIX ở vịnh Nha Trang

Thời gian	Mùa mưa			Mùa khô				
	1996	1997	2013	1997	1998	2013	2014	2015
Nhỏ nhất	2,85	2,53	2,83	0,06	0,96	2,42	2,50	0,59
Lớn nhất	5,59	4,57	4,61	3,96	3,65	4,87	4,22	5,00
Tr. bình	4,54	3,54	3,81	1,80	2,62	3,34	3,49	2,66
Độ lệch	0,76	0,55	0,45	0,96	0,66	0,68	0,47	1,34
Xếp loại	Ưu dưỡng vừa	Nước sạch	Nước sạch	Nước rất sạch	Nước sạch	Nước sạch	Nước sạch	Nước sạch



Hình 5. Phân bố UNTRIX tại vịnh Nha Trang mùa khô 2015 ở tầng mặt (trái) và tầng đáy (phải)

Tuy nhiên, môi trường vịnh Nha Trang năm 2015 vẫn còn hiện tượng môi trường xấu cục bộ

theo phân bố không gian của UNTRIX (hình 5), chất lượng nước tầng mặt của vịnh Nha Trang

rất sạch, chỉ có vùng gần cảng và phía bắc sông Cái là chất lượng nước xấu hơn nhưng vẫn ở mức độ nước sạch (UNTRIX < 4). Phân bố không gian UNTRIX của tầng mặt còn cho thấy trong mùa khô, phần lớn vật chất từ sông Cái ảnh hưởng đến khu vực phía bắc và ít có điều kiện ảnh hưởng đến khu vực phía nam. Trong khi đó, ở tầng đáy, Chl-a cực đại nằm ở tầng này nên giá trị UNTRIX tăng. Giá trị UNTRIX ở tầng đáy có thể đạt đến 5,00 và phân bố chủ yếu phía nam vịnh Nha Trang.

KẾT LUẬN

Nhìn chung, chất lượng nước (dựa vào chỉ số tổng hợp UNTRIX, tỷ lệ mol N:P và hàm lượng Chl-a) vịnh Nha Trang đang ngày càng cải thiện và trở nên tốt hơn. Trong giai đoạn 1996-1998, UNTRIX biến động mạnh, và trở lại ổn định trong giai đoạn 2013 - 2015. Tuy nhiên, cần lưu ý là vẫn còn tình trạng môi trường xấu cục bộ, đặc biệt là ở hai cửa sông và nước tầng đáy. Mất cân đối giữa muối dinh dưỡng N và P đã ảnh hưởng đến quá trình quang hợp, đồng hóa muối dinh dưỡng và vai trò giới hạn quá trình quang hợp đang chuyển dần từ N sang P.

Lời cảm ơn: Bài báo sử dụng số liệu của đề tài VAST.ĐLT.01/13-14, tiểu dự án NANO SEA 2013 - 2015 và đề tài cơ sở năm 2015. Các tác giả xin chân thành cảm ơn TS. Nguyễn Hữu Huân, ThS. Lê Trọng Dũng, CN. Nguyễn Minh Hiếu, CN. Lê Trần Dũng đã tham gia thu mẫu và phân tích mẫu cho bài báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Thị Vinh, Dương Trọng Kiêm, Nguyễn Hồng Thu, Phạm Hữu Tâm, Phạm Hồng Ngọc, 2007. Một số vấn đề về môi trường nước ở thành phố Nha Trang. Tuyển tập Báo cáo Hội nghị Quốc gia “Biển Đông - 2007”, 12-14/9/2007. Tr. 307-322.
2. Linh, V. T. T., Kiem, D. T., Ngoc, P. H., Phu, L. H., Tam, P. H., and Vinh, L. T., 2015. Coastal Sea Water Quality of Nha Trang Bay, Khanh Hoa, Viet Nam. Journal of Shipping and Ocean Engineering, **5**, 123-130.
3. Tam, P. H., Vinh, L. T., Kiem, D. T., Thu, N. H., Ngoc, P. H., Phu, L. H., Linh, V. T., 2013. Variation trend of seawater quality in the coastal beaches of Nha Trang bay. Collection of Marine Research Works, **19**, 72-79.
4. Sở tài nguyên và Môi trường Khánh Hòa 2015. Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Khánh Hòa 2011-2015.
5. Lã Văn Bài, 2003. Hiện trạng môi trường biển ven bờ Nam Việt Nam (1996 - 2002). Tập 11. Tuyển tập nghiên cứu biển. Tr. 37-46.
6. Lã Văn Bài, 2008. Diễn biến hiện trạng môi trường biển ven bờ nam Việt Nam (2002 - 2006). Tuyển tập Báo cáo Hội nghị Quốc gia “Biển Đông - 2007”, 12-14/9/2007. Tr. 503-514.
7. Lã Văn Bài, 2009. Diễn biến các yếu tố ô nhiễm biển ven bờ nam Việt Nam từ đất liền qua số liệu 12 năm quan trắc (1996 - 2007). Tập 16. Tuyển tập nghiên cứu biển. Tr. 40-48.
8. Kitsiou, D., and Karydis, M., 2011. Coastal marine eutrophication assessment: a review on data analysis. Environment International, **37**(4): 778-801.
9. Crossland, C. J., Kremer, H. H., Lindeboom, H., Crossland, J. I. M., and Le Tissier, M. D. (Eds.), 2005. Coastal fluxes in the Anthropocene: the land-ocean interactions in the coastal zone project of the International Geosphere-Biosphere Programme. Springer Science & Business Media.
10. Bricker, S. B., Ferreira, J. G., and Simas, T., 2003. An integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. Ecological modelling, **169**(1): 39-60.
11. Vollenweider, R. A., Giovanardi, F., Montanari, G., and Rinaldi, A., 1998. 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**(3): 329-357.
12. Pettine, M., Casentini, B., Fazi, S., Giovanardi, F., and Pagnotta, R., 2007. 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**(9): 1413-1426.
13. Hồ Hải Sâm, Nguyễn Hữu Huân, 1998. Cacbon hữu cơ hòa tan và cacbon hữu cơ lơ lửng trong vịnh Bình Cang - Nha Trang. Tập 8. Tuyển tập nghiên cứu biển. Tr. 86-97.
 14. Federation, W. E., and American Public Health Association, 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA.
 15. Wright, S. W., Jeffrey, S. W., and Mantoura, R. F. C. (Eds.), 2005. Phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods. UNESCO Publishing.
 16. Jeffrey, S. W., and Welschmeyer, N. A., 1997. Spectrophotometric and fluorometric equations in common use in oceanography. Phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods, 597-615.
 17. Antoine, D., André, J. M., and More, A., 1996. Oceanic primary production 2: Estimation at global scale from satellite (Coastal Zone Color Scanner) chlorophyll. *Global biogeochemical cycles*, **10**(1): 57-69.
 18. Guildford, S. J., and Hecky, R. E., 2000. Total nitrogen, total phosphorus, and nutrient limitation in lakes and oceans: Is there a common relationship?. *Limnology and Oceanography*, **45**(6): 1213-1223.
 19. Justić, D., Rabalais, N. N., Turner, R. E., & Dortch, Q., 1995. Changes in nutrient structure of river-dominated coastal waters: stoichiometric nutrient balance and its consequences. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **40**(3): 339-356.
 20. Twomey, L., and Thompson, P., 2001. Nutrient limitation of phytoplankton in a seasonally open bar-built estuary: wilson inlet, Western Australia. *Journal of Phycology*, **37**(1): 16-29.
 21. Howarth, R. W., and Marino, R., 2006. Nitrogen as the limiting nutrient for eutrophication in coastal marine ecosystems: evolving views over three decades. *Limnology and Oceanography*, **51**(1part2): 364-376.
 22. Abell, J. M., Özkundakci, D., and Hamilton, D. P., 2010. Nitrogen and phosphorus limitation of phytoplankton growth in New Zealand lakes: implications for eutrophication control. *Ecosystems*, **13**(7): 966-977.

VARIATION OF WATER QUALITY IN NHA TRANG BAY

Phan Minh Thu¹, Nguyen Trinh Duc Hieu¹, Pham Thi Phuong Thao²

¹*Institute of Oceanography-VAST*

²*Ho Chi Minh city Institute of Physics-VAST*

ABSTRACT: Based on survey data in the period of 2013 - 2015 and historical data between 1996 - 1998, the paper showed the variation of water quality parameters by time. The concentration of total suspended sediment, chlorophyll-a, dissolved inorganic nitrogen, dissolved inorganic phosphorus and ratio of N:P changed significantly by season. The results of assessing water quality by UNTRIX (integrated concentration of Chlorophyll-a, dissolved inorganic nitrogen, dissolved inorganic phosphorus and level of saturated oxygen) indicated the quality levels were increased from meso-eutrophication in 1996 (average UNTRIX: 4.54 ± 0.76) to oligo-eutrophication in the period of 2013 - 2015 (average UNTRIX from 2.62 ± 0.66 to 3.81 ± 0.45).

Keywords: Nha Trang bay, water quality.