

Bài báo khoa học

Diễn biến chất lượng nước mặt vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 2016–2019

Lê Ngọc Tuấn^{1*}, Đoàn Thanh Huy²

¹ Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh;
lntuan@hcmus.edu.vn

² Viện Khí tượng Thủy văn Hải văn và Môi trường; dthanhhuyl32@gmail.com

*Tác giả liên hệ: lntuan@hcmus.edu.vn; dthanhhuyl32@gmail.com

Ban Biên tập nhận bài: 12/4/2020; Ngày phản biện xong: 24/5/2021; Ngày đăng bài: 25/7/2021

Tóm tắt: Trong bối cảnh gia tăng dân số và phát triển kinh tế mạnh mẽ tại lưu vực sông Sài Gòn–Đồng Nai, chỉ số WQI (Việt Nam) và CCME (Canada) được sử dụng nhằm đánh giá diễn biến chất lượng nước (CLN) vùng bờ thành phố Hồ Chí Minh (TpHCM) giai đoạn 2016–2019 (theo mực nước triều, tháng, mùa và năm) trên cơ sở dữ liệu quan trắc định kỳ (14 trạm) và đo đạc bổ sung (22 trạm). Nhìn chung, CLN tốt dần về phía biển, đáp ứng các mục tiêu CLN (ngoại trừ Pb ở hạ lưu sông Vàm Cỏ, sông Lòng Tàu và TSS ở vùng cửa sông, ven biển). CLN ở thời điểm triều rút thường kém hơn khi triều cường (rõ nét tại các sông nội đồng); mùa mưa (mức trung bình–khá) thường kém hơn mùa khô (mức khá–tốt). Gần đây ghi nhận dấu hiệu cải thiện CLN tại một số vị trí cửa sông và vùng ven biển, tuy vậy, cần thiết tăng cường và duy trì liên tục công tác quản lý CLN vùng bờ (pH, DO, N–NH₄⁺, Coliform, E.Coli, Pb, Mn), nhất là thượng nguồn sông Lòng Tàu, hạ nguồn sông Soài Rạp, cửa sông Đồng Tranh... Bên cạnh đó, khuyến nghị sử dụng chỉ số CCME trong đánh giá CLN vùng bờ nhằm xem xét đồng thời CLN khu vực lục địa và vùng biển ven bờ. Để tăng cường hiệu quả quản lý, cần tiếp tục nghiên cứu tình hình phát thải, dự báo xu thế CLN và khả năng chịu tải của khu vực.

Từ khóa: Chỉ số chất lượng nước, Ô nhiễm môi trường, Nước mặt, Vùng bờ.

1. Đặt vấn đề

Chất lượng nước (CLN) thể hiện sự thích hợp của nguồn nước để duy trì các chu trình lý-hóa-sinh trong nước và phục vụ các mục đích sử dụng khác nhau [1]. Đánh giá CLN thường dựa trên dữ liệu quan trắc nồng độ và tải lượng chất ô nhiễm [2]. Tuy nhiên, việc dựa trên các thông số riêng lẻ tạo nên những rào cản trong nhận định tổng quát CLN theo không gian và thời gian. Do vậy, chỉ số CLN (*Water Quality Index–WQI*) được xây dựng và ứng dụng lần đầu tiên tại Mỹ (1965–1970), sau đó được nghiên cứu và phát triển ở nhiều quốc gia trên thế giới [3–5] nhằm cung cấp thông tin chung về CLN cho các nhà cung cấp và cộng đồng [6]; nghiên cứu ảnh hưởng của các chính sách và chương trình liên quan đến chất lượng môi trường [7]; so sánh CLN giữa các nguồn và các vị trí khác nhau [8]; hỗ trợ các nhà hoạch định chính sách và cộng đồng giảm thiểu các đánh giá chủ quan và thiên vị [9].

Phân tích tổng quan 30 loại WQI hiện có theo trình tự bốn bước xây dựng chỉ số WQI (lựa chọn thông số, chuyển đổi chỉ số phụ, thiết lập trọng số, tính toán chỉ số tổng hợp) [10] cho thấy: không có phương pháp chung nhất để tính toán WQI; có thể tiếp cận cả 4 bước hoặc ít hơn khi thiết lập; không có phương pháp đảm bảo tuyệt đối khách quan và độ tin cậy.

Đáng lưu ý khi chỉ có chỉ số WQI của Canada–CCME (*Canadian Council of Ministers of the Environment*) thực hiện phân tích độ nhạy cho cả 4 bước nhằm giảm thiểu tính không chắc chắn của kết quả đầu ra, trong khi các phương pháp khác thực hiện kiểm nghiệm ít hơn, hoặc sử dụng các phương pháp khác nhau trong quá trình thiết lập, chẳng hạn lựa chọn thông số và phương pháp tổng hợp khác nhau, số lượng thông số và phương pháp xác định trọng số khác nhau. Các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng mỗi lưu vực sông nên được đánh giá bởi một bộ thông số riêng biệt cũng như không thể so sánh WQI giữa các lưu vực sông khác nhau khi khác nhau các thông số cấu thành.

Vùng bờ TpHCM bao gồm toàn bộ diện tích đất liền của huyện Cần Giờ và vùng biển ven bờ có ranh giới ngoài cách mép bờ 06 hải lý (khoảng 11 km) từ vịnh Gành Rái đến cửa Soài Rạp, có vai trò đặc biệt quan trọng đối với sự phát triển của thành phố. Tuy vậy, sự tăng trưởng kinh tế và gia tăng dân số nhanh chóng dọc theo lưu vực sông Sài Gòn–Đồng Nai ngày càng tạo sức ép đối với nguồn nước mặt nơi đây. Do đó, nghiên cứu nhằm mục tiêu đánh giá diễn biến và hiện trạng chất lượng nước mặt vùng bờ TpHCM giai đoạn 2016–2019, đóng góp quan trọng cho việc nhận định, dự báo xu thế biến đổi CLN trong tương lai, phục vụ hoạch định các giải pháp quản lý tương thích.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu

a) Vị trí lấy mẫu: Phạm vi đánh giá diễn biến chất lượng nước mặt là vùng bờ Tp.HCM (Hình 1), bao gồm toàn bộ diện tích đất liền của huyện Cần Giờ và vùng biển ven bờ có ranh giới ngoài cách mép bờ 6 hải lý (khoảng 11 km) từ vịnh Gành Rái đến cửa Soài Rạp.

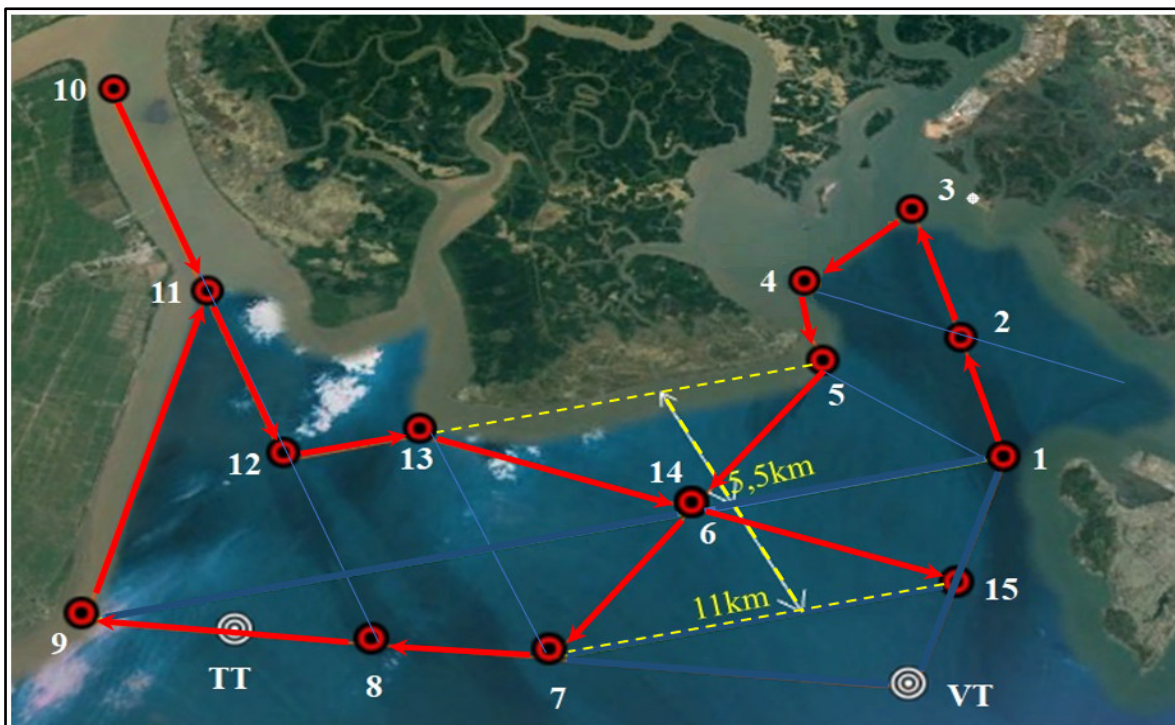


Trạm	X	Y
NB	10.6803	106.7697
VC	10.48829	106.7285
SR	10.41306	106.7963
DT	10.43567	106.8607
N7	10.47176	106.9404
CM	10.49704	106.9969
TT	10.28385	106.8311
VT	10.30641	107.0344

Hình 1. Phạm vi nghiên cứu và vị trí quan trắc CLN liên tục (mỗi giờ).

Đới bờ ở Cần Giờ (gồm phần đất liền và vùng biển ven bờ) là khu vực đồng thời chịu ảnh hưởng của chế độ thủy văn sông Đồng Nai và chế độ hải văn Biển Đông với chế độ bán nhật triều–hàng ngày có 2 lần nước lên và 2 lần nước xuống, tốc độ dòng triều khá lớn làm cho môi trường vùng đất ngập nước Cần Giờ luôn bị xáo trộn, dẫn đến sự đồng nhất tương đối của môi trường nước mặt và nước biển ven bờ. Vì vậy, chất lượng nước biển ven bờ (NBVB) về cơ bản rất ít thay đổi theo phương song song với mép bờ (Long Hoà–Cần Thạnh), không cần quá nhiều điểm quan trắc ở khu vực này. Ngược lại, do quá trình tương tác sông biển, chất lượng môi trường nước biển ven bờ Cần Giờ thay đổi đáng kể theo hướng Tây

Bắc–Đông Nam: từ các sông nội đồng, đến các cửa sông, mở rộng ra khu vực nước biển ven bờ (cách mép bờ 3 hải lý, khoảng 5.5 km) và xa dần về phía biển Đông (cách mép bờ 6 hải lý) được xem là ranh giới kết thúc những dòng phù sa của hệ thống sông Đồng Nai. Theo đó, vị trí lấy mẫu đánh giá CLN được mô tả ở Hình 2 và Bảng 1.



	X	Y		X	Y		X	Y
1	10.38690	107.0448	6	10.34754	106.9552	11	10.40624	106.7973
2	10.41715	107.0350	7	10.30180	106.9288	12	10.34588	106.8359
3	10.46784	107.0047	8	10.28946	106.8714	13	10.36026	106.8762
4	10.45004	106.9580	9	10.28346	106.7987	14	10.34754	106.9552
5	10.40211	106.9922	10	10.47377	106.7510	15	10.33610	107.0360

Hình 2. Vị trí lấy mẫu nước biển ven bờ.

Bảng 1. Mô tả các vị trí lấy mẫu chất lượng nước mặt.

Phạm vi	Vị trí	Khu vực	Mô tả
Nước mặt lục địa	NB	Sông Nhà Bè	Đánh giá CLN hạ lưu sông Nhà Bè trước khi đổ vào huyện Cần Giờ
	VC	Sông Vàm Cỏ	Đánh giá CLN sông Vàm Cỏ trước khi đổ vào huyện Cần Giờ tại hợp lưu với sông Soài Rạp
	10, 11	Sông Soài Rạp	Đánh giá CLN các sông chính nội vi huyện Cần Giờ trước khi đổ vào vịnh Đồng Tranh
	ĐT	Sông Đồng Tranh	
	N7	Sông Lòng Tàu	Đánh giá CLN các sông chính nội vi huyện Cần Giờ trước khi đổ vào vịnh Gành Rái
	CM	Sông Thị Vải	
Nước biển ven bờ	1-5	Vịnh Gành Rái	Đánh giá CLN vịnh Gành Rái
	9, 11-13	Vịnh Đồng Tranh	Đánh giá CLN vịnh Đồng Tranh
	5-8, 13-15	Vùng biển ven bờ	Đánh giá chất lượng NBVB TpHCM

- b) Thời gian lấy mẫu: 20–22/4/2019 (mùa khô)
- c) Phân tích mẫu: 09 thông số bao gồm pH, DO, BOD, COD (KMnO₄), N–NH₄⁺, N–NO₃[–], P–PO₄^{3–}, Coliform, TSS.
- d) Phương pháp lấy mẫu nước: Áp dụng TCVN 5998:1995 (ISO 5667–9:1992) đối với mẫu nước biển và TCVN 6663–6:2008 (ISO 5667–6:2005) đối với mẫu nước sông.
- e) Phương pháp bảo quản mẫu: áp dụng TCVN 5993:1995 (ISO 5667–3).
- f) Các quy chuẩn tham chiếu: QCVN 08:2015/BTNMT về chất lượng nước mặt lục địa (NMLĐ) (áp dụng cột B1–nước dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi) và QCVN 10:2015/BTNMT về chất lượng nước biển (áp dụng cho vùng nuôi trồng thủy sản, bảo tồn thủy sinh ven bờ).

2.2. Phương pháp tính toán chỉ số chất lượng nước

CLN vùng bờ TpHCM được đánh giá tổng hợp bằng chỉ số WQI (Bảng 3–4). Diễn biến CLN giai đoạn 2016–2019 được đánh giá trên cơ sở dữ liệu quan trắc định kì của Trung tâm Quan trắc và Phân tích Môi trường (Sở Tài nguyên và Môi trường TpHCM). Toạ độ các trạm quan trắc được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Toạ độ các trạm quan trắc nước mặt trong phạm vi nghiên cứu.

Khu vực	Trạm	Ký hiệu	X	Y
Nước mặt lục địa (1-7)	1. Nhà Bè	NB	1181376,54	610844,32
	2. Tam Thôn Hiệp	TTH	1173326,10	621959,92
	3. Vàm Sát	VS	1165407,99	608467,14
	4. Vàm Cỏ	VC	1157697,90	604458,64
	5. Đồng Tranh	ĐT	1154643,08	621048,55
	6. Ngã Bảy	N7	1161689,90	631305,55
	7. Cái Mép	CM	1164456,83	638719,84
Nước biển ven bờ (8-14)	8. Cửa Đồng Tranh	C.ĐT	1151767,77	621381,62
	9. Cửa Lòng Tàu	C.LT	1158220,81	629844,33
	10. Cửa Cái Mép	C.CM	1160081,41	635807,34
	11. Công viên Cần Thạnh	CT	1151811,73	633856,50
	12. Khu du lịch 30 Tháng 4	30/4	1150590,31	632151,56
	13. Bãi Đồng Hòa	ĐH	1146718,97	624794,52
	14. KDL Hòn Ngọc Phương Nam	HNP	1147769,78	624769,50

Chỉ số WQI–VN tính toán theo Quyết định 1460/QĐ–TCMT của Tổng cục Môi trường ngày 12/11/2019, chỉ áp dụng đối với NMLĐ (hiện chưa có hướng dẫn đối với NBVB). Để đánh giá đồng bộ trên toàn phạm vi nghiên cứu (gồm cả NMLĐ và NBVB), áp dụng chỉ số CCME – đề xuất bởi Hội đồng Bộ trưởng Môi trường Canada (Canadian Council of Ministers of Environment).

$$CCME = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right)$$

$$F3 = \frac{NSE}{0,01NSE + 0,01}$$

$$F1 = \frac{\text{Số thông số không đạt}}{\text{Tổng số thông số}} \times 100$$

$$NSE = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Độ lệch}_i}{\text{Tổng số giá trị}} - 1$$

$$F2 = \frac{\text{Số giá trị không đạt}}{\text{Tổng số giá trị}} \times 100$$

$$\text{Độ lệch}_i = \frac{\text{Giá trị vượt chuẩn}_i}{\text{Giá trị giới hạn}_i} - 1$$

Trong đó F1 (phạm vi) là tỉ lệ giữa số thông số CLN không đạt chuẩn với tổng số các thông số được quan trắc; F2 (tần số) là số lần không đạt chuẩn với tổng số các kết quả quan trắc của tất cả các thông số; F3 (biên độ) là độ lớn của thông số không đạt chuẩn so với giá trị quy chuẩn của thông số đó; NSE là độ lệch tổng cộng chuẩn hóa; Độ lệch \bar{i} được tính toán khi nồng độ của thông số không đạt quy chuẩn tương ứng; 1,732 là độ dài cực đại của vector tổ hợp giữa F1, F2 và F3.

Bảng 3. Tổ hợp các thông số tính toán chỉ số WQI: (a) Các chỉ số CLN và mục đích sử dụng.

STT	Mục đích	Phạm vi	Mô tả dữ liệu	Thời gian	Cơ sở	Thông số CLN	Ký hiệu
1	Đánh giá hiện trạng CLN vùng bờ TpHCM theo CCME	Từ s.Nhà Bè ra vùng biển cách bờ 6 hải lý	22 vị trí lấy mẫu (cả NMLĐ và NBVB)	4/ 2019	CCME	9 thông số CLN đã đề cập thuộc nghiên cứu này	WQI. 1
2	Đánh giá diễn biến CLN vùng bờ TpHCM theo CCME	Từ s.Nhà Bè ra vùng biển ven bờ	14 trạm của Sở TNMT-HCM, gồm 07 trạm NMLĐ và 07 trạm NBVB	2016 – 2019	CCME	8 thông số CLN quan trắc đồng thời cho cả NMLĐ và NBVB	WQI. 5
3	So sánh CLN theo các chỉ số CLN						
3.1 Theo QĐ1460 bằng 02 tổ hợp dữ liệu							
	WQI.2 vs. WQI.7	Từ sông Nhà Bè ra vùng cửa sông huyện Cần Giờ	7 trạm quan trắc NMLĐ của Sở TNMT	12/2017–5/2018	1460	7 thông số như WQI.1 ngoại trừ NO ₃ -N (do Sở TNMT không phân tích), TSS (theo QĐ1460)	WQI. 7
						12 thông số – khai thác tối đa dữ liệu theo QĐ1460	WQI. 2
3.2 Theo QĐ1460 và CCME							
	Trường hợp tối đa dữ liệu WQI.2 vs. WQI.3	Từ sông Nhà Bè ra vùng cửa sông huyện Cần Giờ	7 trạm quan trắc NMLĐ của Sở TNMT	12/2017–5/2018	CCME	12 thông số – khai thác tối đa dữ liệu theo QĐ1460	WQI. 3
3.3 Theo CCME bằng 02 tổ hợp dữ liệu							
	WQI.5 vs. WQI.4	Từ sông Nhà Bè ra vùng cửa sông huyện Cần Giờ	7 trạm quan trắc NMLĐ của Sở TNMT	12/2017–5/2018	CCME	15 thông số – khai thác tối đa và thích hợp dữ liệu quan trắc	WQI. 4
	WQI.5 vs. WQI.6	Vùng biển ven bờ TpHCM	7 trạm quan trắc NBVB của Sở TNMT	12/2017–5/2018	CCME	10 thông số – khai thác tối đa và thích hợp dữ liệu quan trắc	WQI. 6

Bảng 3. Tổ hợp các thông số tính toán chỉ số WQI: (b) Mô tả thành phần của các chỉ số WQI.

Thông số	WQI.1	WQI.2	WQI.3	WQI.4	WQI.5	WQI.6	WQI.7	WQI.8
	CCME	1460	CCME	CCME	CCME	CCME	1460	1460
pH	x	x	x	x	x	x	x	x
DO	x	x	x	x	x	x	x	x
BOD	x	x	x	x			x	x
COD	x	x	x	x			x	x
NH ₄ ⁺ -N	x	x	x	x	x	x	x	x
NO ₃ ⁻ -N	x							x
PO ₄ ³⁻ -P	x	x	x	x			x	x
TSS	x							
Coliform	x	x	x	x	x	x	x	x
E.Coli		x	x	x				
Pb		x	x	x	x	x		
Cd		x	x	x	x	x		
Cu		x	x	x	x	x		
Fe				x				
Zn		x	x	x				
Mn				x				
As						x		
Hg					x	x		
Dầu				x		x		
Tổng cộng	9	12	12	15	8	10	7	8

Bảng 4. Quy ước về giá trị (chỉ số), màu sắc và mức CLN.

WQI	CLN	Khuyến nghị	CCME	CLN	Khuyến nghị
91-100	Rất tốt	Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt	95-100	Rất tốt	Không có mối đe dọa hoặc suy yếu về nguồn nước
76-90	Tốt	Cấp nước sinh hoạt nhưng cần biện pháp xử lý phù hợp	80-94	Tốt	Nguồn nước được bảo vệ tương đối tốt
51-75	Trung bình	Tưới tiêu và các mục đích tương đương khác	65-79	Khá	Nguồn nước đôi khi bị đe dọa hoặc suy yếu
26-50	Kém	Giao thông thủy và các mục đích tương đương khác	45-64	Trung bình	Nguồn nước thường xuyên bị đe dọa hoặc suy yếu
10-25	Ô nhiễm nặng	Ô nhiễm nặng, cần các biện pháp xử lý trong tương lai	0-44	Xấu	Nguồn nước đang bị bị đe dọa hoặc suy yếu
< 10	Ô nhiễm rất nặng	Nước nhiễm độc, cần có biện pháp khắc phục, xử lý			

3. Kết quả và thảo luận

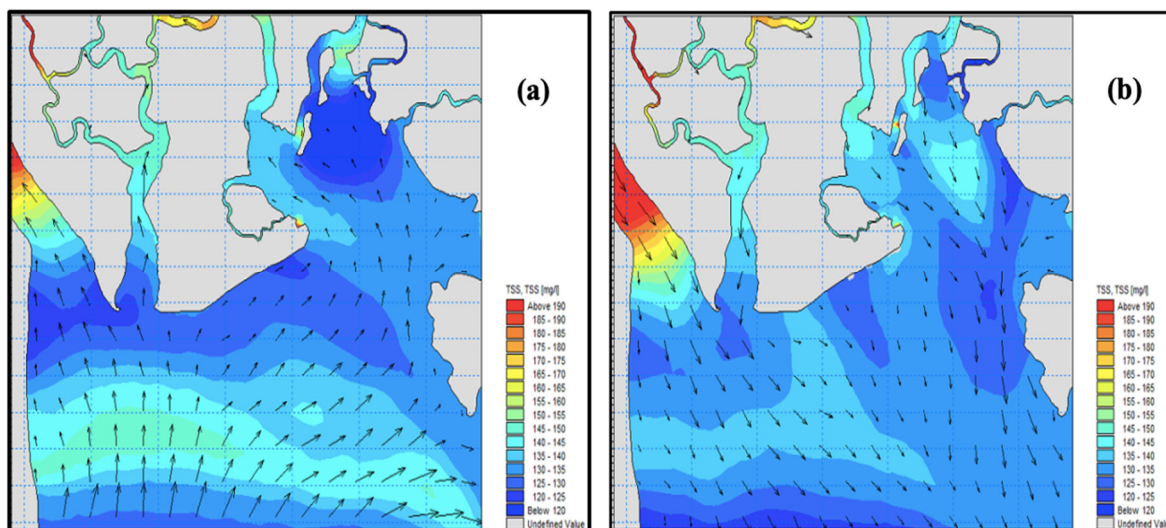
3.1. Hiện trạng CLN vùng bờ TpHCM vào mùa khô 2019

Thông số CLN đáng quan tâm: kết quả phân tích cho thấy hầu hết các thông số CLN tại vùng bờ TpHCM đáp ứng quy chuẩn cho phép (QCVN:08-2015 và QCVN:10-2015). Tuy vậy, dấu hiệu ô nhiễm được ghi nhận ở một số vị trí như: chì (Pb), vượt chuẩn từ 1,2–1,4 lần tại hạ lưu sông Vàm Cỏ và sông Lòng Tàu; chất rắn lơ lửng (TSS), hiện diện ở mức cao (vượt chuẩn từ 3–7 lần ở hạ lưu các sông và 3–4 lần ở khu vực ven bờ).

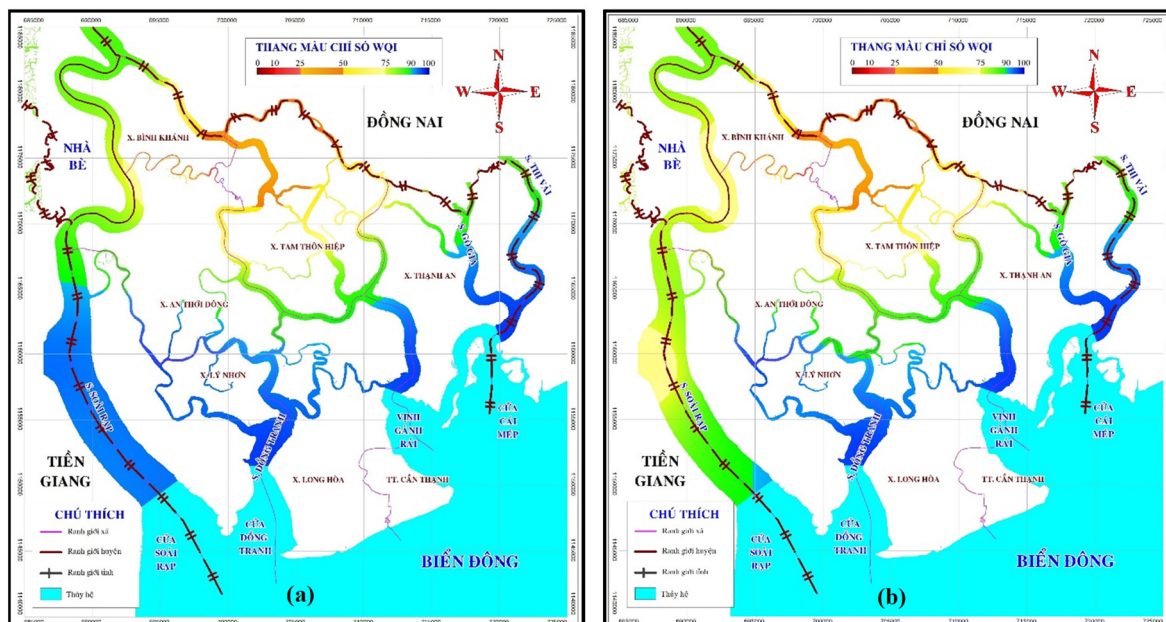
Xu hướng lan truyền ô nhiễm: hàm lượng chất ô nhiễm giảm dần ra biển—có thể được giải thích bởi phân bố các hoạt động dân sinh cũng như việc mở rộng không gian trao đổi nước, lan truyền, pha loãng ra vùng cửa sông, ven biển (Hình 3). Khu vực đáng quan tâm—có CLN thấp nhất trong phạm vi nghiên cứu ghi nhận tại hợp lưu của sông Vàm Cỏ và sông

Soài Rạp đến cửa sông Soài Rạp; hạ lưu sông Đồng Tranh. CLN tại vịnh Đồng Tranh, vịnh Gành Rái và khu vực ven biển (cách bờ 3–6 hải lý) hiện ở mức tốt.

Ảnh hưởng của thủy triều: kết quả phân tích CLN thuộc nghiên cứu này, kết hợp với dữ liệu quan trắc trong 2 điều kiện triều khác nhau của mỗi tháng–khai thác từ Trung tâm Quan trắc và phân tích môi trường–Sở TN&MT TpHCM chỉ ra nồng độ các chất trong thời điểm triều rút cao hơn lúc triều lên, dễ nhận thấy tại khu vực nội đồng (Hình 4, Bảng 5). Điều này có thể được giải thích bởi khi nước lên, phần nào pha loãng nồng độ chất ô nhiễm trong sông, ngược lại, khi nước rút, chất ô nhiễm từ các sông rạch nội đồng sẽ bị lôi cuốn, thoát ra dòng chính và làm giảm CLN tại đây.



Hình 3. Hàm lượng TSS tại vùng bờ TpHCM vào tháng 4/2019: (a) Triều lên; (b) Triều rút.



Hình 4. Chỉ số chất lượng NMLĐ vùng bờ–Tháng 4/2019 (WQI.8): (a) Triều lên; (b) Triều rút.

Bảng 5. Chất lượng nước mặt vùng bờ TpHCM– Mùa khô 2019: (a) Nước biển ven bờ.

Khu vực	Trạm	Triều	pH	DO	BOD	COD	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P	Coliform	TSS		WQI.1
			6,5–8,5	mg/L						MNP/100mL	mg/L	%	
QCVN10:2015 –NTTS			≥5	–	–	0,1	–	0,2	1000	50	VC		
Vịnh Gành Rái	01	NL	8,06	5,2	2,6	6,4	0,03	0,08	0,02	90	79	158	90
	02	NR	7,47	5,6	2,6	6,0	0,03	0,09	0,03	40	122	244	88
	03	NR	7,48	5,7	2,7	7,0	0,05	0,10	0,03	60	204	408	83
	04	NR	7,69	5,5	2,8	6,9	0,06	0,26	0,05	130	180	360	84
	05	NR	7,70	5,6	2,7	6,4	0,04	0,16	0,06	120	180	360	84
Vịnh Đông Tranh	09	NL	7,67	5,1	2,9	6,8	0,04	0,23	0,03	260	126	252	88
	11	NL	7,89	5,1	2,8	7,5	0,09	0,19	0,06	220	170	340	84
	12	NL	7,84	5,3	2,7	6,7	0,06	0,20	0,04	30	118	236	88
	13	NL	7,63	5,4	2,7	6,5	0,09	0,26	0,05	190	143	286	87
Vùng Biển Ven Bờ	06	NR	7,66	5,6	2,4	6,2	0,04	0,10	0,02	40	167	334	85
	14	NL	8,21	5,2	2,5	6,3	0,04	0,24	0,04	90	158	316	87
	15	NL	8,04	5,4	2,3	5,8	0,05	0,19	0,02	130	83	166	90
	07	NL	7,69	5,4	2,5	6,0	0,05	0,12	0,02	160	119	238	88
	08	NL	7,81	5,3	2,6	6,2	0,04	0,24	0,02	110	99	198	89
	TT	NR	7,98	4,9	2,8	6,5	0,04	0,14	0,02	170	112	224	80
	TT	NL	7,96	4,9	2,4	6,1	0,05	0,25	0,02	110	132	264	80
	VT	NR	8,18	5,2	2,6	7,2	0,04	0,28	0,02	140	118	236	88
	VT	NL	8,20	5,1	2,4	6,9	0,03	0,29	0,02	120	155	310	86

Bảng 5. Chất lượng nước mặt vùng bờ TpHCM– Mùa khô 2019: (b) Nước mặt lục địa.

Khu vực	Trạm	Triều	pH	Pb	Cd	Cu	Zn	DO	BOD	COD	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Coliform	TSS		WQI.1	WQI.8
			5,5-9,0	mg/L										MNP/100mL	mg/L	%		
QCVN 08:2015 – B1			5,5-9,0	0,05	0,01	0,5	1,5	≥4	15	30	0,9	10	0,3	7500	50	VC		
Sông	NB	NL	7,91	-	-	-	-	4,6	3,3	9,1	0,08	0,58	0,06	4600	57	114	91	96
Nhà Bè	NB	NR	7,92	0,02	KPH	0,03	0,05	4,2	2,8	8,6	0,04	0,71	0,08	4600	132	264	87	98
Sông	VC	NL	7,56	-	-	-	-	4,2	4,6	9,3	0,07	0,71	0,06	1700	101	202	89	97
Vàm Cỏ	VC	NR	7,43	0,06	KPH	0,06	0,07	3,9	4,7	9,6	0,04	0,80	0,11	6400	384	768	69	74
Sông	10	NL	7,79	-	-	-	-	5,7	3,1	7,8	0,08	0,20	0,06	240	204	408	83	86
Soài Rạp	11	NL	7,89	-	-	-	-	5,1	2,8	7,5	0,09	0,19	0,06	220	170	340	84	97
S. Đồng	ĐT	NL	8,29	-	-	-	-	5,5	2,5	7,9	0,06	0,58	0,04	210	157	314	82	85
Tranh	ĐT	NR	8,28	KPH	KPH	0,05	0,04	5,2	2,2	7,4	0,03	0,71	0,02	240	192	384	83	97
Sông	N7	NL	7,91	0,07	KPH	0,07	0,07	5,1	2,8	6,8	0,05	0,59	0,02	290	138	276	87	98
Lòng Tàu	N7	NR	7,90	0,07	KPH	0,07	0,07	5,1	3,2	6,3	0,06	0,74	0,02	240	138	276	87	97
Sông	CM	NL	8,24	-	-	-	-	5,4	2,3	5,6	0,06	0,34	0,02	210	169	338	85	98
Thị Vải	CM	NR	8,26	0,01	KPH	0,06	0,07	5,2	2,2	5,5	0,04	0,55	0,02	210	158	316	86	97

Trong đó VC là tỷ lệ phần trăm so với quy chuẩn cho phép; KPH là không phát hiện; NL là nước lớn (triều lên); NR là nước ròng (triều rút); NB là Nhà Bè; VC là Vàm Cỏ; ĐT là Đồng Tranh; N7 là Ngã Bảy; CM là Cái Mép; TT là Tân Thành; VT là Vũng Tàu.

3.2. Diễn biến CLN vùng bờ TpHCM giai đoạn 2016–2019

Dữ liệu quan trắc tại thời điểm triều kém được sử dụng để đánh giá diễn biến CLN vùng bờ TpHCM giai đoạn 2016–2019 thông qua chỉ số WQI.5 (Bảng 6–7).

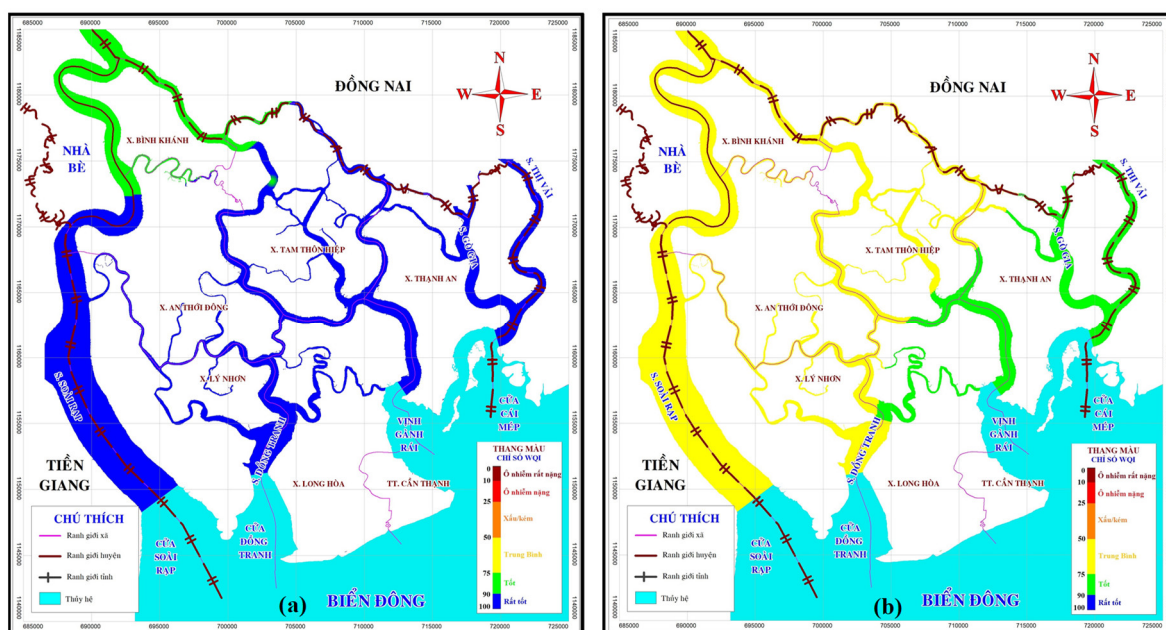
Diễn biến theo năm: Nhìn chung xu hướng tăng/ giảm CLN chưa thực sự rõ ràng, đặc biệt khi so sánh giữa các năm bởi sự khiếm khuyết dữ liệu vào 2016 và 2018. Dữ liệu quan trắc liên tục từ 5/2016–5/2018 cho thấy dấu hiệu cải thiện CLN trên các sông lớn và vùng cửa sông, nhất là cuối 2016 sang nửa đầu 2017. Tuy nhiên, do trao đổi nước kém, CLN nội đồng (trạm TTH) có xu thế suy giảm–từ mùa mưa 2017 đến đầu mùa khô 2018 và 2019.

Diễn biến CLN giữa 2 mùa trong năm: Bảng 6 và Hình 5 cho thấy CLN vào mùa mưa thường kém hơn mùa khô, do chất ô nhiễm dễ dàng bị nước mưa rửa trôi và lôi cuốn theo

dòng chảy đổ vào nguồn tiếp nhận. Phân bố CLN tại vùng bờ TpHCM vào mùa mưa như sau: khu vực thượng nguồn và các sông rạch nội đồng có CLN trung bình (chủ yếu do pH, DO, N-NH₄⁺, Coliform không đáp ứng quy chuẩn); hạ lưu sông Soài Rạp có CLN khá (do pH, DO, Coliform); khu vực cửa sông (Đồng Tranh, Ngã Bảy, Cái Mép) đổ ra vùng ven biển có CLN ở mức tốt. Trong mùa khô, CLN chủ yếu ở mức tốt; riêng thượng nguồn sông Lòng Tàu, hạ nguồn sông Đồng Tranh và Soài Rạp có CLN ở mức khá (do pH, DO, Coliform).

Bảng 6. Diễn biến CLN vùng bờ TpHCM tại thời điểm triều rút (WQI.5).

Trạm	2016		2017		2018	2019
	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Năm	Mùa khô	Mùa khô
NB	45	69	72	69	82	91
TTH	51	75	83	76	74	53
VC	67	72	72	73	74	74
VS	74	82	74	75	74	91
ĐT	92	89	—	—	—	92
N7	93	84	78	78	89	91
CM	92	91	100	92	89	83
30/4	—	82	84	77	92	89
C.CM	—	88	77	70	85	83
CT	—	93	77	78	93	89
ĐH	—	80	69	69	92	91
C.ĐT	—	84	69	70	93	91
HNPN	—	84	77	70	92	89
C.LT	—	86	69	71	91	83



Hình 5. Chỉ số chất lượng NMLĐ vùng bờ năm 2017 (WQI.2): (a) Mùa Khô; (b) Mùa mưa.

Diễn biến CLN theo các tháng trong năm: Bảng 7 cho thấy diễn biến CLN theo tháng tại khu vực lục địa rõ nét hơn vùng biển ven bờ. Chất lượng nước mặt lục địa thường suy giảm vào các tháng cuối mùa khô chuyển sang mùa mưa (T5–T7) do tiếp nhận nhiều chất ô nhiễm bị lôi cuốn theo dòng chảy mặt. CLN vào T6–T7 thường thấp nhất năm (dao động từ trung bình–khá), dần cải thiện vào cuối mùa mưa (T9–T11, CLN khá–tốt), sau đó suy giảm ở nửa đầu mùa khô (T12–T2, CLN trung bình–khá), nhất là khu vực nội đồng (tiếp nhận đáng kể tải lượng chất ô nhiễm do nhu cầu sử dụng nước gia tăng trong mùa lễ tết) và chuyển biến

tích cực ở các tháng sau đó (T3–T5, CLN khá–tốt). Trong những tháng mùa khô, CLN tại một số thời điểm bị ảnh hưởng tiêu cực do suy giảm dòng chảy môi trường, giảm khả năng trao đổi nước hoặc tiếp nhận chất ô nhiễm bị lôi cuốn sau một vài trận mưa nghịch mùa.

Bảng 7. Diễn biến CLN vùng bờ Tp.HCM theo các tháng trong năm tại thời điểm triều rút (WQI.5).

	2016							2017												2018					2019				
Trạm	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4
NBe	62	74	50	37	32	66	42	91	49	51	67	65	88	49	60	81	69	81	85	61	81	79	74	91	82	90	89	80	100
TTH	100	87	100	34	51	49	45	65	73	86	90	100	79	79	90	86	80	75	79	90	62	90	79	90	92	48	66	85	71
VC	91	87	77	52	59	51	61	60	69	71	73	80	65	65	67	65	69	66	79	69	73	100	91	84	69	90	90	79	67
VS	86	80	100	67	74	63	86	78	67	74	79	79	77	60	69	72	67	100	85	67	100	89	90	84	91	83	77	90	100
ĐT	100	100	100	100	86	89	100	86	—	—	—	—	—	—	86	86	87	88	—	—	—	—	—	—	81	86	100	100	
N7	100	100	89	100	100	100	100	100	100	79	89	90	87	100	100	90	90	79	100	100	90	100	91	76	90	87	100	100	90
CM	100	85	89	100	100	74	100	88	90	84	90	100	100	90	90	100	80	91	90	86	89	100	82	68	90	89	100	100	90
30/4	—	—	—	—	—	—	—	—	64	100	100	100	100	100	80	—	100	79	79	100	100	100	89	100	—	—	—	88	90
C.CM	—	—	—	—	—	—	—	—	80	100	100	79	100	100	100	—	89	89	77	100	89	89	90	90	—	—	—	83	89
CT	—	—	—	—	—	—	—	—	89	100	100	100	100	87	100	—	100	89	90	100	100	100	100	88	—	—	—	89	90
ĐH	—	—	—	—	—	—	—	—	64	100	87	86	100	89	100	—	89	100	72	100	100	89	100	89	—	—	—	89	92
C.ĐT	—	—	—	—	—	—	—	—	90	89	89	86	100	100	86	—	89	89	73	100	90	89	90	100	—	—	—	91	89
HNP	—	—	—	—	—	—	—	—	90	100	87	100	90	100	87	—	90	90	90	90	100	89	90	100	—	—	—	83	89
C.LT	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100	89	79	100	90	74	—	89	89	78	100	89	100	89	89	—	—	—	89	89

3.3. So sánh các kết quả tính toán chỉ số CLN

Bảng 8 trình bày kết quả tính toán chỉ số CLN tại vùng bờ TpHCM vào mùa khô 2018 (12/2017–05/2018) theo các cách tiếp cận khác nhau.

Bảng 8. So sánh các chỉ số CLN tại vùng bờ TpHCM vào mùa khô năm 2018.

Trạm	CCME				QĐ1460			QĐ1460 vs. CCME		
	WQI.5	WQI.4	WQI.6	%	WQI.2	WQI.7	%	WQI.2	WQI.3	%
NB	82	66	–	–19	63	85	–35	63	64	+2
TTH	74	61	–	–17	62	81	–31	62	60	+3
VC	74	57	–	–22	64	86	–34	64	57	–10
VS	74	64	–	–13	60	78	–30	60	63	+5
N7	89	67	–	–24	63	83	–32	63	67	+6
CM	89	60	–	–32	53	61	–15	53	56	+5
30/4	92	–	92	0	–	–	–	–	–	–
C.CM	85	–	79	–7	–	–	–	–	–	–
CT	93	–	86	–7	–	–	–	–	–	–
ĐH	92	–	86	–6	–	–	–	–	–	–
C.ĐT	93	–	86	–7	–	–	–	–	–	–
HNP	92	–	93	+1	–	–	–	–	–	–
C.LT	91	–	86	–5	–	–	–	–	–	–

Một số nhận định được rút ra như sau:

- WQI.2 và WQI.3 lần lượt được tính toán theo Quyết định 1460/QĐ–TCMT và mô hình WQI_CCME với cùng bộ thông số và dữ liệu quan trắc, theo đó, các kết quả tính toán chênh lệch không đáng kể (dao động từ 2–10%).

- Các giá trị WQI.5, WQI.4 và WQI.6 cho thấy, mặc dù đều tính toán bằng WQI_CCME, các tổ hợp thông số khác nhau sẽ cho các kết quả khác nhau về chỉ số CLN. Đối với WQI.5 vs. WQI.6, ít khác biệt về các thông số giữa hai tổ hợp (As và dầu mỡ), với nồng độ ít ảnh hưởng đến kết quả tính toán (đạt quy chuẩn), theo đó, các chỉ số CLN tương đối giống nhau (sai khác từ 0–7%).

- Tuy nhiên, khi hai tổ hợp thông số khác nhau đáng kể về số lượng (WQI.5 vs. WQI.4, 07 thông số khác biệt), chênh lệch giữa các chỉ số CLN theo đó rất đáng quan tâm, dao động từ 13–32% (chủ yếu chi phối bởi Mn và E.Coli), có khả năng thay đổi mức CLN. Nhận định tương tự được chỉ ra khi so sánh WQI.2 và WQI.7 (tính toán theo Quyết định 1460/QĐ–TCMT với 05 thông số khác biệt), sai khác giữa các chỉ số CLN dao động từ 15–35% (chủ yếu do E.Coli).

- Một cách tổng quát, các cách tiếp cận (công thức) và/hoặc các tổ hợp thông số khác nhau (số lượng) có thể dẫn đến những sai khác trong nhận định về mức CLN. Các phép so sánh chỉ ra rằng tổ hợp các thông số tính toán chỉ số CLN nên tối ưu về số lượng, đại diện đầy đủ các tính chất lý, hoá, sinh của nguồn nước, phản ánh đặc điểm nguồn tiếp nhận. Trong điều kiện đó, Quyết định 1460/QĐ–TCMT và mô hình WQI-CCME cho kết quả tính toán chỉ số CLN khá tương đồng. Nhìn chung, để đánh giá và phản ánh đồng bộ CLN tại vùng bờ TpHCM, khuyến nghị sử dụng chỉ số WQI-CCME trong điều kiện xem xét tối đa và nhất quán các thông số quan trắc chất lượng nước mặt lục địa và nước biển ven bờ.

4. Kết luận

Mùa khô 2019, CLN lục địa đáp ứng mục đích tưới tiêu và thuỷ lợi ngoại trừ dấu hiệu ô nhiễm Pb tại hạ lưu sông Vàm Cỏ và sông Lòng Tàu, TSS tại vùng cửa sông ven biển. Càng về phía biển, CLN càng được cải thiện, đảm bảo cho nuôi trồng thuỷ sản và bảo tồn thuỷ sinh ven bờ. CLN ở thời điểm triều rút thường kém hơn khi triều cường, đặc biệt tại các sông rạch nội đồng. CLN vùng bờ TpHCM đáng quan tâm tại hạ lưu sông Soài Rạp (sau hợp lưu với sông Vàm Cỏ) và cửa sông Đồng Tranh... Giai đoạn 2016–2019, CLN trên các sông lớn và khu vực cửa sông dần được cải thiện (từ cuối 2016 sang nửa đầu 2017), trái ngược với khu vực nội đồng (từ mùa mưa 2017 đến đầu mùa khô 2018 và 2019). CLN vào mùa mưa (đặc biệt vào T5–T7) thường kém hơn mùa khô (khá–tốt); đạt mức trung bình tại khu vực thượng nguồn, mức khá tại hạ lưu sông Soài Rạp, mức tốt ở vùng cửa sông, ven biển và các vịnh. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy trong điều kiện xem xét tối đa và nhất quán các thông số quan trắc, chỉ số WQI-CCME linh hoạt hơn khi ứng dụng đánh giá CLN trong phạm vi gồm nhiều loại đối tượng tiếp nhận (như nước mặt lục địa, nước biển ven bờ) hay khi cơ sở dữ liệu quan trắc đồ sộ, thống kê trong nhiều năm.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu, Viết bản thảo bài báo, Chỉnh sửa bài báo: L.N.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu, Xử lý số liệu: Đ.T.H.; Lấy mẫu, Phân tích mẫu: Viện Khí Tượng Thủy văn Hải văn và Môi trường.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh trong khuôn khổ Nhiệm vụ nghiên cứu KH&CN “Đánh giá khả năng chịu tải của vịnh Đồng Tranh, vịnh Gành Rái và cửa sông Soài Rạp trước sức ép của sự gia tăng dân số và tăng trưởng kinh tế của vùng hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai”.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Meybeck, M.; Kuusisto, E.; Mäkelä, A.; Mäkki, E. Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes. UNEP/WHO, 1996.
2. Cooke, S.E.; Ahmed, S.M.; MacAlpine, N.D. Introductory guide to surface water quality monitoring in agriculture. Conservation and development branch, Alberta Agriculture, Food and Rural Development. Edmonton, Alberta, Australia, 2000.

3. Trình, L. Nghiên cứu phân vùng chất lượng nước theo các chỉ số chất lượng nước (WQI) và đánh giá khả năng sử dụng các nguồn nước sông, kênh, rạch ở thành phố Hồ Chí Minh, 2006.
4. Curtis G.C. Oregon Water Quality Index: a Tool for Evaluating Water Quality Manegment Effectiveness. Journal of the American water resources association, 2001.
5. Tania, M.; Radu, M.; Dan, V.; Rodica, V.; Mihnea, M. Water quality assessment of the Nadas River in terms of NFS Water quality. *Analele Universităţii din Oradea, Fascicula Protecţia Mediului* **2013**, 21, 649–654.
6. Sharmaa, P.; Meher, P.K.; Kumar, A.; Gautam, Y.P.; Mishra, K.P. Changes in water quality index of Ganges River at different locations in Allahabad. *Sustainability Water Qual. Ecol.* **2014**, 3–4, 67–76.
7. Swamee, P.; Tyagi, A. Improved method for aggregation of water quality subindices. *J. Environ. Eng.* **2007**, 133, 220–225.
8. Sarkar, C.; Abbasi, S.A. Qualidex - A new software for generating water quality indices. *Environ. Monit. Assess.* **2006**, 119, 201–231.
9. Štambuk–Giljanović, N. Comparison of Dalmatian water evaluation indices. *Water Environ. Res.* **2003**, 75, 388–405.
10. Sutadian, A.D., Muttill, N.; Yilma, A.; Perer, C. Development of River Water Quality Indices – A Review. *Environ. Monit. Assess.* **2016**, 188, 158.

Evolution of water quality in the coastal area in Ho Chi Minh City during the period of 2016–2019

Le Ngoc Tuan¹, Doan Thanh Huy²

¹ University of Science (VNU–HCMC); lntuan@hcmus.edu.vn

² Institute of Meteorology Hydrology Oceanography and Environment; dthanhhuyl32@gmail.com

Abstract: In the context of fast population growth and economic development in the Saigon–Dong Nai River basin, the WQI (Vietnam) and CCME (Canada) indices were used to assess the evolution of coastal water quality in Ho Chi Minh City for the period of 2016–2019 based on periodical monitoring data (14 stations) and additional measurements (22 stations). In general, water quality gradually increased towards the sea and met the water use objectives (except for Pb in the downstream of Vam Co river, Long Tau river; TSS in the estuary and coastal areas). The water quality at low tide was usually worse than that at high tide (clearly recognized in inland rivers). The same trend was found in the rainy season (average–fair level) as compared to the dry (fair–good level). Recently, there have been signs of improved water quality in some estuaries and coastal areas, however, it is necessary to continuously strengthen and maintain the management of coastal water quality (pH, DO, N-NH₄⁺, Coliform, E.Coli, Pb, Mn), especially in the upstream of Long Tau river, Soai Rap river, Dong Tranh estuary... In addition, it is recommended to use the CCME index in assessing coastal water quality to simultaneously consider the water quality in the continental and coastal areas. In order to improve management efficiency, it is necessary to study and evaluate the wastewater emission, surface water quality, and the load-carrying capacity of the area in the following years.

Keywords: Water quality index; Environmental pollution; Surface water; Coastal area.