

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT Ở TỈNH SÓC TRĂNG GIAI ĐOẠN 2014 - 2024 BẰNG MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN WQI

Chế Thị Bích Trâm¹, Nguyễn Đình Giang Nam², Huỳnh Vương Thu Minh^{2,*}

¹Học viên Cao học chuyên ngành Biến đổi khí hậu và Quản lý đồng bằng,
Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

²Bộ môn Tài nguyên Nước, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Đại học Cần Thơ

*Email: hvtminh@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá chất lượng nước mặt tỉnh Sóc Trăng giai đoạn 2014 - 2024 bằng ba chỉ số: WQI-VN, WAWQI và RTWQI. Dữ liệu từ 17 điểm quan trắc gồm: pH, DO, BOD₅, COD, TOC, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, P-PO₄³⁻, coliform, TN, TP. Kết quả cho thấy, phần lớn sông, kênh rạch nội đồng bị ô nhiễm hữu cơ, dinh dưỡng và vi sinh, chất lượng chủ yếu ở mức kém hoặc trung bình, chỉ phù hợp giao thông thủy hoặc tưới tiêu; sông Hậu (NM05) có chất lượng tốt hơn. VN_WQI phản ánh rõ biến động theo thời gian, RTWQI ổn định hơn, trong khi WAWQI nghiêm ngặt khi so sánh với QCVN 08:2023/BTNMT. Kết quả cung cấp cơ sở khoa học cho quản lý, bảo vệ và cải thiện chất lượng nước mặt phục vụ sinh hoạt, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản.

Từ khóa: Chất lượng nước mặt, KT-WQI, WAWQI, VN_WQI, Sóc Trăng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là một trong những quốc gia chịu tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng, ảnh hưởng đến đời sống, sản xuất, môi trường, hạ tầng cơ sở và sức khỏe cộng đồng. Bên cạnh đó, tài nguyên nước ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) cũng chịu tác động của phát triển kinh tế - xã hội [1]. Theo kịch bản BĐKH do Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành vào năm 2020, ĐBSCL được dự báo sẽ bị ngập khoảng 14,86% vào năm 2020 ở kịch bản mực nước biển tăng 50 cm và 47,29% diện tích bị ngập ở kịch bản mực nước biển tăng 100 cm. Ngoài ra, mực nước biển dâng làm ảnh hưởng đến xâm nhập mặn, ảnh hưởng đến đời sống và sản xuất của người dân.

Nước mặt ở vùng thượng nguồn ĐBSCL của Việt Nam bị ô nhiễm chính từ chất hữu cơ, chất dinh dưỡng và vi sinh vật. Các nguồn ô nhiễm chính từ hoạt động công nghiệp, nông nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, du lịch và đô thị hóa [2], [3].

Mô hình chỉ số chất lượng nước (Water quality index - WQI) là một công cụ phổ biến được áp

dụng trong nhiều nghiên cứu ở trong và ngoài nước nhằm đánh giá chất lượng nước mặt [4]. Mô hình này sử dụng các kỹ thuật tổng hợp cho phép chuyển đổi dữ liệu chất lượng nước mở rộng thành một giá trị hoặc chỉ số duy nhất [5]. Kể từ khi phát triển vào những năm 1960, mô hình này đã trở thành một công cụ phổ biến trên toàn thế giới. Mặc dù có sự khác nhau giữa các quốc gia về số lượng, loại thông số và phương pháp tính toán. Tuy nhiên, WQI là một công cụ hữu hiệu để đánh giá chất lượng nước mặt [4].

Nghiên cứu này sử dụng số liệu đo đạc được từ 17 điểm quan trắc theo Chương trình mạng lưới quan trắc của tỉnh Sóc Trăng. Các thông số chất lượng nước được thu thập như: pH, DO, BOD₅, COD, TOC, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, P-PO₄³⁻, coliform, tổng nitơ và tổng photpho để đánh giá chất lượng nước mặt ở tỉnh Sóc Trăng theo không gian và thời gian từ năm 2014 - 2024. Nghiên cứu hướng đến việc đánh giá tổng quan chất lượng nước mặt tại khu vực tỉnh Sóc Trăng thông qua chỉ số WQI (VN_WQI, RTWQI, WAWQI) nhằm tạo cơ

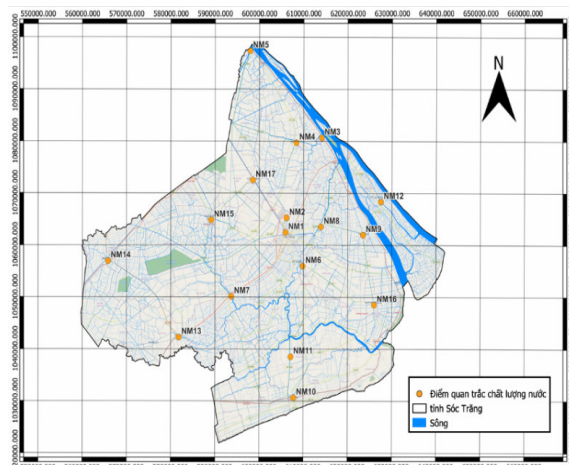
sở khoa học cho việc so sánh và theo dõi sự biến động chất lượng nước theo không gian và thời gian. Đồng thời, nghiên cứu tiến hành đối chiếu các phương pháp tính toán WQI, qua đó đề xuất những điều chỉnh nhằm hoàn thiện và nâng cao hiệu quả của công cụ này trong công tác đánh giá chất lượng nước.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vùng nghiên cứu

Tỉnh Sóc Trăng có vị trí tọa độ từ $9^{\circ}12' - 9^{\circ}56'$ độ Vĩ Bắc, $105^{\circ}33' - 106^{\circ}23'$ độ Kinh Đông (Hình 1). Tỉnh có ranh giới hành chính gồm: Phía Tây Bắc giáp tỉnh Hậu Giang, phía Đông Bắc giáp tỉnh Trà Vinh và Vĩnh Long qua sông Hậu, phía Tây Nam giáp tỉnh Bạc Liêu, phía Đông và Đông Nam là biển Đông với bờ biển dài 72 km. Tỉnh có diện tích tự nhiên là 3.298.3 km² với dân số năm 2022 là 1.197.823 người [6], nằm ở hạ lưu sông Hậu, một trong hai nhánh lớn của hệ thống sông Mê Kông. Hệ thống kênh rạch dày đặc, với nhiều kênh chính như: Quản Lộ - Phụng Hiệp, Trà Men, Mỹ Thanh, góp phần vào việc tưới tiêu và giao thông thủy.

Số liệu để tính toán chỉ số WQI được thu thập từ Chương trình mạng lưới quan trắc định kỳ hàng năm của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng tại 17 điểm quan trắc (Bảng 1), với các thông số: pH, DO, BOD₅, COD, TOC, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, P-PO₄³⁻, coliform, tổng nitơ và tổng photpho. Tần suất quan trắc 01 tháng/lần từ năm 2014 – 2021; từ năm 2022 - 2023 là 2 tháng/lần (6 lần/năm, vào các tháng 2, 4, 6, 8, 10, 12).



Hình 1. Sơ đồ vị trí các điểm quan trắc môi trường nước mặt tỉnh Sóc Trăng

Bảng 1. Mô tả về các điểm quan trắc và nguồn tiếp nhận nước thải

STT	Tên điểm quan trắc	Ký hiệu	Mô tả nguồn tiếp nhận nước thải	STT	Tên điểm quan trắc	Ký hiệu	Mô tả nguồn tiếp nhận nước thải
1	Kênh Xáng (sông liên tỉnh)	NM01	Nước thải sinh hoạt, công nghiệp, Khu công nghiệp An Nghiệp	10	Kênh thị xã Vĩnh Châu	NM10	Nước thải sinh hoạt, công nghiệp, nhỏ lẻ
2	Kênh 30/4	NM02	Nước thải sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp	11	Kênh Cổ Cò đi Vĩnh Châu, xã Vĩnh Hiệp	NM11	Nước thải từ chợ, nuôi trồng thủy sản
3	Sông Hậu - xã Nhơn Mỹ	NM03	Nước thải sinh hoạt, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản	12	Sông Bến Bạ, thị trấn Cù Lao Dung	NM12	Nước thải sinh hoạt, nuôi trồng thủy sản nông nghiệp, chợ
4	Kênh số 1, thị trấn Kế	NM04	Nước thải sinh hoạt,	13	Kênh thị trấn Phú	NM13	Nước thải sinh hoạt khu vực

	Sách		nông nghiệp, nước thải chợ		Lộc		đô thị, chợ, nông nghiệp
5	Sông Hậu tại Cái Cồn	NM05	Nước thải nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, sinh hoạt (giao nước với tỉnh Hậu Giang)	14	Kênh thị xã Ngã Năm	NM14	Nước thải sinh hoạt, công nghiệp nhỏ và nông nghiệp
6	Kênh Thanh Lợi	NM06	Nước thải sinh hoạt, công nghiệp nhỏ lẻ, nông nghiệp	15	Kênh thị trần Huỳnh Hữu Nghĩa	NM15	Nước thải sinh hoạt, nước thải chợ, nông nghiệp, công nghiệp nhỏ
7	Sông Nhu Gia	NM07	Nước thải sinh hoạt, nước thải chợ, nông nghiệp	16	Kênh chợ Lịch Hội Thượng	NM16	Nước thải sinh hoạt và nước thải chợ, nông nghiệp
8	Sông Saintard	NM08	Nước thải sinh hoạt, hoạt động nông nghiệp và công nghiệp	17	Kênh thị trần Châu Thành	NM17	Nước thải sinh hoạt, nông nghiệp và chăn nuôi quy mô công nghiệp
9	Kênh thị trần Long Phú	NM09	Nước thải sinh hoạt, nông nghiệp, tiểu thủ công nghiệp				

2.2. Phân tích tương quan Pearson và phân tích cụm thứ bậc (AHC)

Hệ số tương quan cho biết chiều hướng và độ mạnh của mối quan hệ tuyến tính giữa hai biến. Sử dụng phân tích tương quan Pearson để xác định các mối tương quan thuận (positive correlation) và tương quan nghịch (negative correlation) giữa các thông số hóa lý khác nhau trong nước sông [7].

Phân tích cụm thứ bậc (Agglomerative Hierarchical Clustering) là kỹ thuật thống kê dùng để nhóm các quan sát thành những cụm có mức tương đồng cao dựa trên các đặc trưng đo đạc. Phương pháp này khởi đầu bằng việc xem mỗi đối tượng như một cụm riêng, sau đó lần lượt gộp các cụm gần nhau nhất dựa trên khoảng cách hoặc độ tương đồng [8]. Kết quả được biểu diễn bằng biểu đồ cây (dendrogram), giúp xác định số cụm thích

hợp và đặc điểm của từng nhóm. Trong nghiên cứu này, AHC được áp dụng để phân loại 17 điểm quan trắc nước mặt tỉnh Sóc Trăng theo mức độ chất lượng, hỗ trợ so sánh và diễn giải kết quả WQI.

2.3. Tính toán chỉ số chất lượng nước theo số học có trọng số (Weighted Arithmetic Water Quality Index - WAWQI)

Chỉ số WQI là một công cụ quan trọng để đánh giá và diễn giải chất lượng nước, giúp chuyển đổi các thông số phức tạp về nước thành một giá trị đơn giản, dễ hiểu, thể hiện tình trạng chất lượng nước của một khu vực cụ thể. Chỉ số WAWQI đại diện cho chất lượng tổng thể của nước và là một công cụ tiêu chuẩn để phân loại ô nhiễm nước. WAWQI có thể được xác định là sự phản ánh ảnh hưởng tổng hợp của các thông số chất

lượng đa biến [5]. Do đó, WAWQI trở thành một chỉ số quan trọng để đánh giá và quản lý tài nguyên nước. Theo phương pháp WAWQI, tất cả các thông số chất lượng nước đã chọn được tổng hợp thành một chỉ số tổng thể, đây là công cụ hiệu quả nhất để thể hiện chất lượng nước [9].

Bảng 2. Các thông số tính WAWQI theo mức A - QCVN 08:2023/BTNMT [10]

STT	Thông số	Tiêu chuẩn (S _i)	Đơn vị
1	pH	8,5	
2	DO	6	mg/l
3	BOD5	4	mg/l
4	COD	10	mg/l
5	Coliforms	1.000	mg/l
6	P tổng	0,1	mg/l
7	N tổng	0,6	mg/l

Bảng 3. Các mức WQI phân theo mức A - QCVN 08:2023/BTNMT [10]

Khoảng WQI	Chất lượng nước
> 100	Không thể sử dụng
76 - 100	Rất kém
51 - 75	Kém
26 - 50	Tốt
0 - 25	Rất tốt

Trong nghiên cứu này, phương pháp Horton được chọn để tính WAWQI với tiêu chuẩn S_i dựa trên mức A của QCVN 08:2023/BTNMT [10] với

Bảng 4. Các mức WQI phân theo mục đích sử dụng nước

Khoảng WQI	Chất lượng nước	Phù hợp với mục đích sử dụng
91 - 100	Rất tốt	Cấp nước sinh hoạt
76 - 90	Tốt	Cấp nước sinh hoạt nhưng cần các biện pháp xử lý phù hợp
51 - 75	Trung bình	Tưới tiêu và các mục đích tương đương khác
26 - 50	Kém	Giao thông thủy và các mục đích tương đương khác
10 - 25	Ô nhiễm nặng	Nước ô nhiễm nặng, cần biện pháp xử lý trong tương lai
< 10	Ô nhiễm rất nặng	Nước nhiễm độc, cần có biện pháp khắc phục xử lý

2.5. Chỉ số chất lượng nước theo thời gian thực RTWQI

Chỉ số chất lượng nước thời gian thực (RTWQI) do Viện Nghiên cứu Môi trường Quốc gia Hàn Quốc đề xuất với các giá trị tiêu chuẩn được thể hiện ở bảng 5. RTWQI là một trong những WQI được tạo ra bằng cách sửa đổi mô hình CCME WQI để phù hợp với môi trường nước

các thông số tính WAWQI (Bảng 2). Kết quả tính toán WAWQI được phân thành các mức WQI và được thể hiện tại bảng 3. Tất cả các biến này được chuyển thành các chỉ số phụ như xếp hạng chất lượng (Q_i) và trọng số đơn vị (W_i). Các chỉ số phụ được thể hiện trên một thang đo duy nhất và chất lượng nước được phân loại. WAWQI được ước tính bằng cách sử dụng công thức (1).

$$WAWQI_i = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \times W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (1)$$

2.4. Tính toán chất lượng nước mặt bằng chỉ số VN_WQI

Nghiên cứu sử dụng phương pháp chỉ số chất lượng nước (VN_WQI) [11] và so sánh với QCVN 08:2023/BTNMT [10], chỉ số chất lượng nước VN_WQI gồm có 5 nhóm thông số nhưng do giới hạn về bộ số liệu, trong nghiên cứu này chỉ tính toán VN_WQI của 3 nhóm thông số, bao gồm: Nhóm I: Thông số pH; nhóm IV (nhóm thông số hữu cơ và dinh dưỡng): DO, BOD₅, COD, TOC, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, P-PO₄³⁻; nhóm V (nhóm thông số vi sinh): Coliform. Giá trị WQI sau khi tính toán sẽ được làm tròn thành số nguyên được và thể hiện ở bảng 4 với công thức (2).

$$WQI = \frac{WQI_i}{100} \times \left[\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k WQI_{IV} \times \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l WQI_{V} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

sinh hoạt [12]. Không giống như WQI ở nhiều quốc gia, RTWQI có thể cung cấp cho các nhà nghiên cứu, nhà hoạch định chính sách và công chúng thông tin về chất lượng nước thời gian thực thông qua Hệ thống thông tin môi trường nước (<http://water.nier.go.kr/web>) với mức phân loại được thể hiện ở bảng 6. Các thông số cần thiết để tính toán RTWQI là: pH, EC, DO, TSS, TOC, TN

và TP. RTWQI được tính toán bằng cách xem xét các yếu tố như số lượng thông số vượt quá tiêu chuẩn (F1), tần suất của các tiêu chuẩn chất lượng

nước (F2) và mức độ vi phạm (F3) theo công thức (3) [13].

$$RTWQI = 100 - \sqrt{\frac{(F_1^2 + F_2^2 + F_3^2)}{3}} \quad (3)$$

Bảng 5. Giá trị tiêu chuẩn (Standard Thresholds) theo Viện Nghiên cứu Môi trường Quốc gia Hàn Quốc

Chỉ tiêu	Giá trị chuẩn (limit)	Loại giới hạn	Ghi chú
pH	6,5 – 8,5	Khoảng lý tưởng	Giá trị ngoài khoảng đều vi phạm
DO (mg/L)	$\geq 5,0$	Giá trị tối thiểu	Nếu < 5,0 thì vi phạm
EC (μ S/cm)	≤ 800	Giá trị tối đa	
TSS (mg/L)	≤ 25	Giá trị tối đa	
TN (mg/L)	≤ 3	Giá trị tối đa	Tổng nitơ
TP (mg/L)	$\leq 0,2$	Giá trị tối đa	Tổng photpho
TOC (mg/L)	≤ 4	Giá trị tối đa	

Bảng 6. Phân loại chất lượng nước mặt theo RTWQI

Khoảng WQI	Chất lượng nước
80 - 100	Rất tốt
60 - 79	Tốt
40 - 59	Trung bình
20 - 39	Kém
≤ 19	Rất kém

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

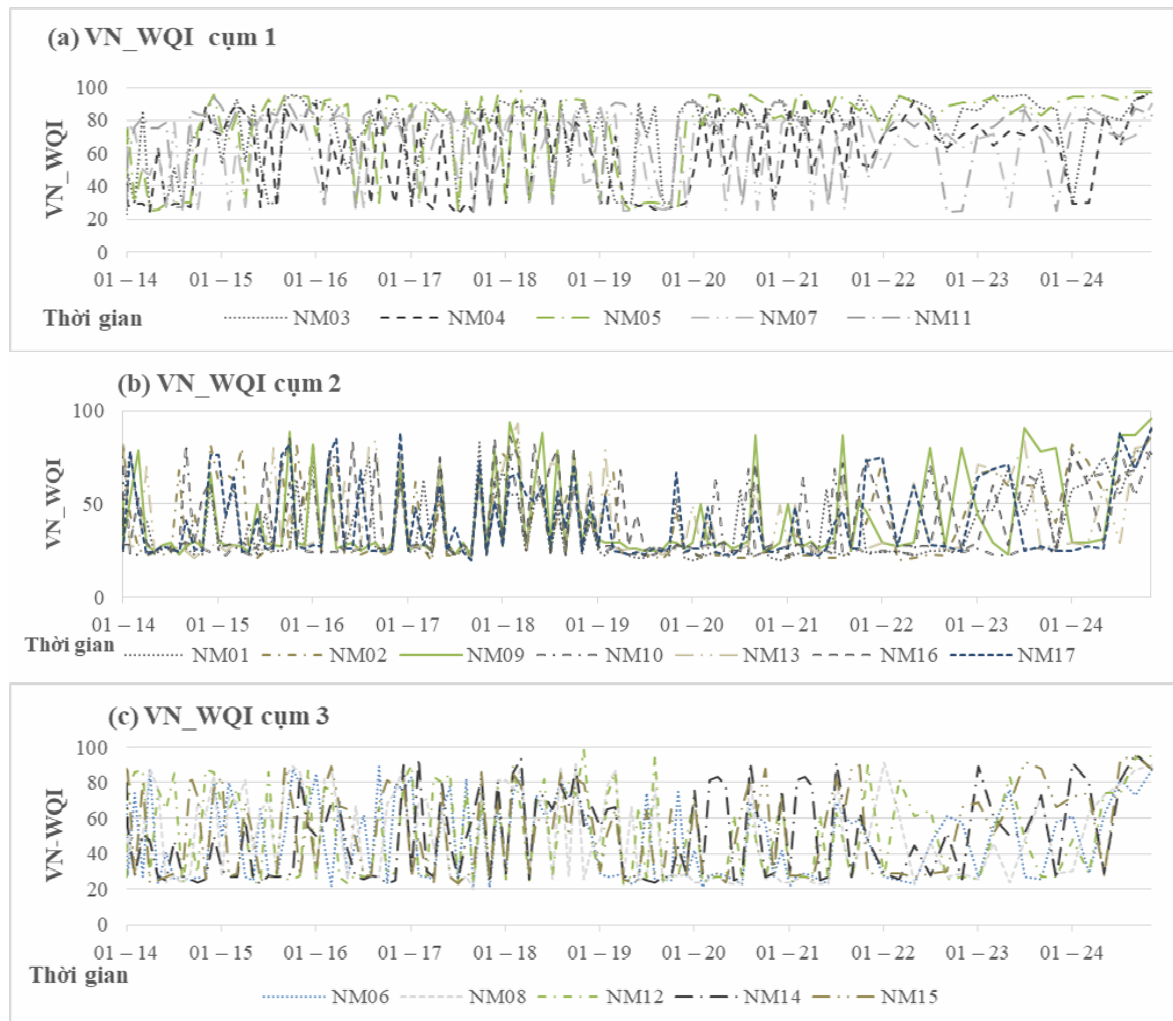
3.1. Kết quả tính toán VN_WQI

Chỉ số chất lượng nước mặt VN_WQI tỉnh Sóc Trăng từ kém đến trung bình, chất lượng nước mặt chỉ phục vụ cho mục đích giao thông thủy (10 điểm quan trắc) và tưới tiêu (7 điểm quan trắc) với thời gian chuỗi số liệu từ năm 2014 - 2024. Theo kết quả của phân tích thứ bậc AHC, chất lượng nước mặt trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng được chia làm 3 cụm gồm: C1 (các điểm NM03, NM04, NM05, NM7, NM11), C2 (các điểm NM01, NM02, NM9, NM10, NM13, NM16, NM17) và C3 (các điểm NM06, NM08, NM12, NM14, NM15).

Cụm 1 (Hình 2a) là cụm có chất lượng nước mặt tốt nhất trong cả tỉnh Sóc Trăng, các vị trí này nằm trên tuyến sông chính, có lưu lượng dòng chảy cao, là nơi tiếp nhận chủ yếu nước thải sinh hoạt, nước thải nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản, với giá trị VN_WQI trung bình từ 58,92 (NM04) đến 74,3 (NM05). Giá trị trung bình các thông số chất lượng nước mặt tại cụm 1 thường

xuân thấp nhất trong 3 cụm. Tuy nhiên, cụm 1 có TSS trung bình cao nhất trong 3 cụm (97,77), nguyên nhân chủ yếu từ quá trình rửa trôi, xói mòn, xả thải từ hoạt động nuôi trồng thủy sản của người dân ven sông Hậu (NM03) và kênh Cổ Cò (NM11). Ngoài ra, chất lượng nước mặt tại khu vực này đã có sự cải thiện đáng kể trong thời gian gần đây, chất lượng nước mặt từ năm 2020 - 2024 đều từ tốt đến rất tốt.

Cụm 2 (Hình 2b) có chất lượng nước mặt kém, giá trị WQI trung bình của các điểm quan trắc này dao động từ 33,89 - 41,2, là chất lượng kém, chỉ phù hợp để phục vụ cho lưu thông đường thủy. Cụm 2 có trung bình các thông số chất lượng nước cao nhất trong 3 cụm (BOD₅, COD, tổng photpho...), đặc biệt có thông số COD trung bình (31,6) cao nhất gấp 1,2 lần so với cụm 1 và 1,18 lần so với cụm 3, chủ yếu chịu ảnh hưởng từ nước thải công nghiệp, nước thải sinh hoạt và nông nghiệp (chăn nuôi). Từ năm 2022 - 2024, VN_WQI tại cụm 2 đã có sự cải thiện đáng kể, có nhiều vị trí có VN_WQI đạt mức tốt và rất tốt, cho thấy sự cải thiện chất lượng nước mặt tại cụm này. Đối với khu vực thành phố Sóc Trăng, hai điểm quan trắc NM01 và NM02 có VN_WQI tốt hơn nhờ sự nỗ lực của địa phương trong việc quản lý các nguồn thải tại khu vực này. Đặc biệt, nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt của thành phố Sóc Trăng (vận hành từ năm 2008) chủ yếu xử lý lắng lọc, kể từ năm 2022 bước vào giai đoạn 2 với bước xử lý hóa, sinh đã giải quyết một phần nước thải sinh hoạt.



Hình 2 (a), (b), (c). VN_WQI của 3 cụm quan trắc

Cụm 3 (Hình 2c) là những điểm như các kênh, sông nhỏ, có khu vực chảy qua thị trấn, chợ (sông Bến Bạ; kênh Ngã Năm...) có giá trị WQI trung bình dao động từ 47 - 52, phù hợp cho việc tưới tiêu nông nghiệp, đáp ứng cơ bản nhu cầu thực tế tại địa phương. Cụm 3 có giá trị trung bình các thông số chất lượng nước mặt thường xuyên ở mức trung bình trong 3 cụm. Nhưng có chỉ tiêu $N-NO_2$ trung bình cao nhất trong 3 cụm (0,11) do chịu ảnh hưởng chính từ nước thải sinh hoạt và nông nghiệp. Đối với sông Saintard (NM08), được phân vào cụm 2, trong khi kênh thị trấn Long Phú (NM09) được phân vào cụm 3 vì sông Saintard là kênh cấp 1 do tỉnh Sóc Trăng quản lý, có bề rộng lớn (20 – 30 m) [14], chịu tác động chủ yếu từ nước thải sinh hoạt khu vực cụm dân cư, nước thải nông nghiệp. Kênh thị trấn Long Phú là kênh cấp

2 có bề rộng nhỏ hơn sông Saintard, chịu tác động của nước thải sinh hoạt từ khu vực thị trấn đông dân cư, nước thải từ chợ, công nghiệp nhỏ lẻ nên chất lượng nước mặt thấp.

Kết quả tính toán WQI-VN tại tỉnh Sóc Trăng giai đoạn 2014 – 2024 cho thấy, nhiều sông, kênh rạch nội đồng bị ô nhiễm hữu cơ, dinh dưỡng và vi sinh, chất lượng nước chủ yếu ở mức “kém” đến “trung bình”, trong khi khu vực sông Hậu có chất lượng tốt hơn, tương đồng với kết quả nghiên cứu của Giao và Ly (2024) [2], trong đó hơn 50% điểm quan trắc tại cùng khu vực được xếp loại “kém”, khi các thông số DO, COD, BOD_5 và coliform thường vượt giới hạn QCVN 08:2023/BTNMT [10], phản ánh sự gia tăng tải lượng hữu cơ và vi sinh từ sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản, phù hợp với kết quả nghiên

cứu của Hong và Giao (2022) [15]. Các nghiên cứu này đều nhấn mạnh sự khác biệt rõ rệt giữa sông chính có dòng chảy lớn (chất lượng tốt hơn) và hệ thống kênh rạch nội đồng - nơi chịu ảnh hưởng lớn

từ nguồn thải cục bộ, dẫn đến chất lượng nước suy giảm. Kết quả này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Giao và cs (2021) [16]; Wehrheim và cs (2020) [3] tại ĐBSCL.

Bảng 7. Kết quả phân tích mức độ tương quan giữa các điểm quan trắc tại tỉnh Sóc Trăng

Từ/ đến	NM 07	NM 09	NM 11	NM 12	NM 17	NM 02	NM 08	NM 15	NM 01	NM 04	NM 06	NM 10	NM 13	NM 14	NM 16	NM 03	NM 05
NM07	1																
NM09	0,173	1															
NM11	0,174	0,086	1														
NM12	0,204	0,239	0,293	1													
NM17	0,163	0,460	0,254	0,289	1												
NM02	0,179	0,367	0,165	0,207	0,506	1											
NM08	0,162	0,361	0,249	0,325	0,402	0,477	1										
NM15	0,172	0,456	0,095	0,196	0,321	0,427	0,341	1									
NM01	0,229	0,418	0,121	0,191	0,479	0,612	0,382	0,285	1								
NM04	0,178	0,364	0,156	0,166	0,291	0,314	0,281	0,349	0,270	1							
NM06	0,20	0,408	0,151	0,277	0,413	0,341	0,283	0,319	0,355	0,232	1						
NM10	0,327	0,438	0,117	0,280	0,337	0,338	0,394	0,403	0,385	0,266	0,312	1					
NM13	0,256	0,439	0,128	0,203	0,358	0,394	0,254	0,353	0,398	0,216	0,279	0,362	1				
NM14	0,240	0,381	0,113	0,208	0,336	0,482	0,294	0,419	0,314	0,272	0,298	0,499	0,449	1			
NM16	0,207	0,625	0,099	0,242	0,429	0,402	0,404	0,406	0,389	0,342	0,398	0,388	0,453	0,383	1		
NM03	0,188	0,307	0,207	0,143	0,227	0,108	0,172	0,222	0,207	0,366	0,129	0,143	0,081	0,191	0,166	1	
NM05	0,345	0,307	0,272	0,197	0,234	0,171	0,178	0,309	0,206	0,447	0,219	0,271	0,181	0,349	0,207	0,538	1

Ngoài ra, thông số BOD₅ có xu hướng giảm trong những năm gần đây (từ năm 2017 - 2024) so với giai đoạn trước đó ở tất cả các điểm quan trắc. Một số thông số khác cũng có sự biến động góp phần làm cho VN_WQI của các điểm quan trắc có xu hướng tăng, đặc biệt là từ năm 2022 - 2024. Theo kết quả này, chất lượng nước mặt trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng đã có sự cải thiện, điều đó cho thấy nếu kiểm soát tốt các nguồn xả thải, chất lượng nước mặt sẽ có thể tốt hơn trong thời gian tới. Ngoài ra, theo kết quả phân tích cụm thứ bậc AHC (Bảng 7) cho thấy, có sự tương quan giữa các điểm quan trắc và đều có xu hướng tăng. Đặc biệt là điểm NM09 (kênh thị trấn Long Phú) và NM16 (kênh thị trấn Lịch Hội Thượng), với mức độ tương quan thuận (0,625) và NM01 (kênh Xáng), NM02 (kênh 30/4) với mức độ tương quan thuận (0,612), trong đó các điểm quan trắc nêu trên cùng nằm trong nhóm cụm 2, có chất lượng nước kém, trong đó kênh thị trấn Long Phú nổi dài xuống kênh thị trấn Lịch Hội Thượng và kênh NM01, NM02 được tách ra từ kênh Xáng - Phụng Hiệp. Sự tương quan này cho thấy, mạng lưới sông kênh

rạch của tỉnh Sóc Trăng có tính kết nối, chịu tác động lẫn nhau.

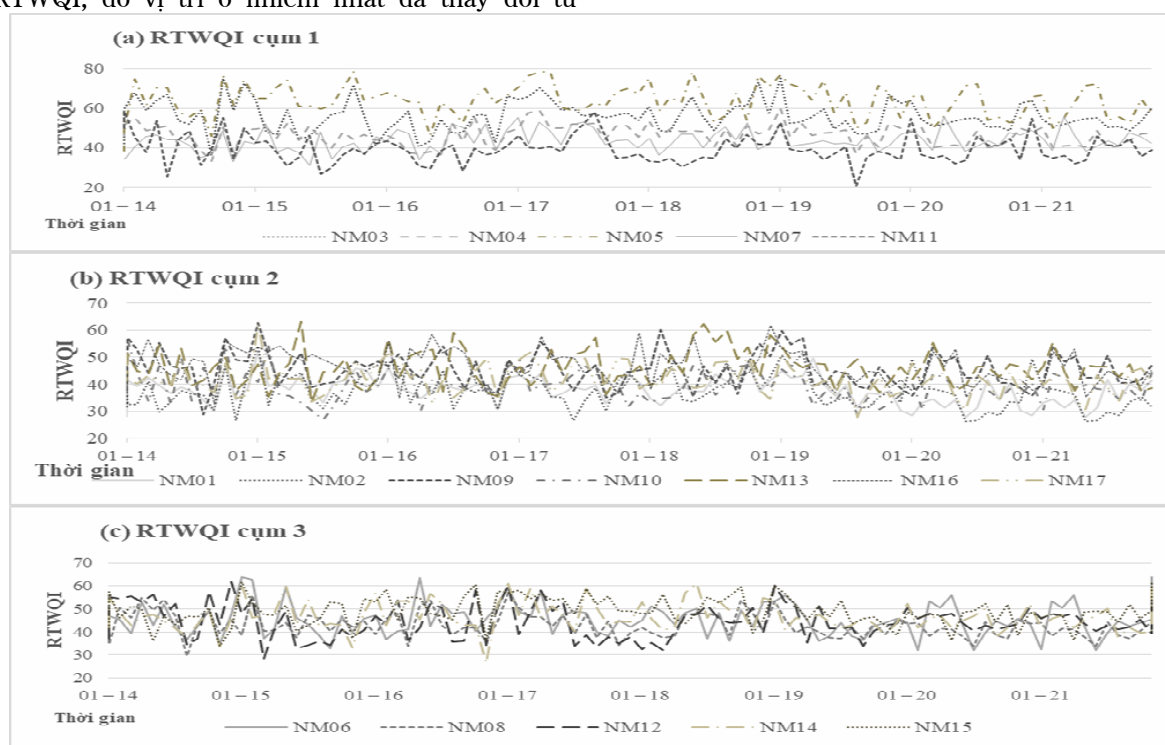
3.2. Kết quả chỉ số chất lượng nước thời gian thực (RTWQI)

RTWQI được tính từ các thông số pH, EC, DO, TSS, tổng nitơ và tổng photpho, có nhiều khác biệt so với WQI. Hình 3a cho thấy, RTWQI tại cụm 1 có đa số các vị trí thường xuyên ở mức trung bình và tốt, NM05 (67 lần tốt, 28 lần trung bình) và NM03 (29 lần tốt, 66 lần trung bình), vẫn là vị trí có RTWQI tốt nhất (RTWQI trung bình lần lượt là 63,59 và 55,81). Điều này cơ bản giống với WQI tại cụm 1, cho thấy sông Hậu vẫn là vị trí có chất lượng nước mặt tốt nhất. Tuy nhiên, không có vị trí nào đạt rất tốt như VN_WQI. Tuy nhiên, vị trí NM 11 có RTWQI thấp nhất là 20 (tháng 9/2019), trung bình RTWQI ở mức kém (39,42), thấp nhất trong cụm 1.

Cụm 2 tại hình 3b cho thấy, RTWQI thể hiện tình trạng ô nhiễm nghiêm trọng nhất, RTWQI thường xuyên ở mức kém, tương đồng với VN_WQI tại cụm 2. Tuy nhiên, RTWQI trung bình thấp nhất ở NM02 là kênh 30/4 (37,52) và có 62 lần ở mức kém, thường xuyên tiếp nhận nước thải

sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp. Điều này cho thấy sự khác biệt giữa 2 cách tính VN_WQI và RTWQI, do vị trí ô nhiễm nhất đã thay đổi từ

NM10 (RTWQI trung bình 39,46 với 49 lần ở mức kém) sang NM02.



Hình 3 (a), (b), (c). RTWQI tại cụm 2

Đối với cụm 3 (Hình 3c), có RTWQI trung bình từ 43,04 (NM08) - 48,94 (NM15), với số lần đạt mức trung bình từ 68 – 84 lần, điều này tương tự như VN_WQI. Tuy nhiên, khác biệt rõ nhất là RTWQI tại tỉnh Sóc Trăng đa số ở mức kém đến tốt, nhiều nhất là trung bình, không có vị trí nào ở mức rất tốt.

Khi so sánh với VN_WQI, RTWQI thường có kết quả đánh giá ở mức trung bình ngay cả khi WQI-VN chỉ ra các mức xấu hoặc tốt. Do chuỗi số liệu chỉ dừng lại ở giai đoạn 2014 - 2021, kết quả phân tích chưa phản ánh được xu hướng gần đây để so sánh với VN_WQI của năm 2022 - 2024 đã có sự cải thiện rõ rệt, chất lượng nước mặt tốt hơn đáng kể.

3.3. Kết quả chỉ số chất lượng nước trọng số (WAWQI) theo QCVN 08:2023/BTNMT [10]

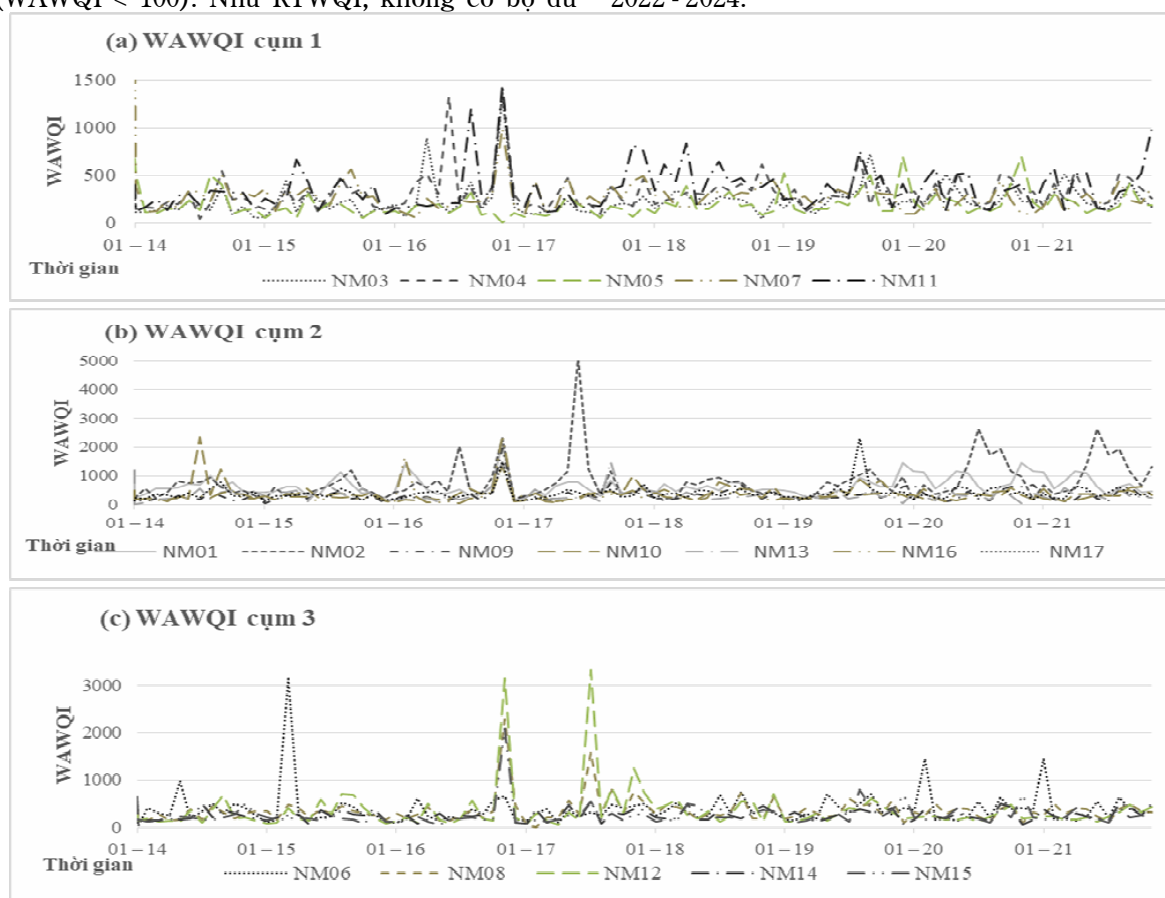
Với WAWQI, từ năm 2014 - 2021 đã cho thấy chất lượng nước mặt của tỉnh Sóc Trăng nhìn chung không thể sử dụng (WAWQI > 100). Cụm 1 (Hình 4a) cho thấy, với việc áp dụng tiêu chuẩn chất lượng nước mặt

(mức A) để làm tiêu chuẩn tính toán thì chỉ có 1 lần duy nhất (tháng 12/2016) WAWQI = 6 tại NM05 (sông Hậu tại Cái Côn) đạt mức rất tốt, 1 lần mức tốt, 6 lần kém, 7 lần rất kém, còn lại WAWQI đều ở mức không thể sử dụng, WAWQI trung bình là 198 thấp nhất tỉnh Sóc Trăng. Các vị trí còn lại WAWQI đều vượt 200.

Cụm 2 (Hình 4b) vẫn là cụm có WAWQI cao, WAWQI trung bình từ 309 (NM16 - kênh chợ thị trấn Lịch Hội Thượng) – 783 (NM02 - kênh 30/4) 2 vị trí này cũng tương tự như phương pháp tính RTWQI là điểm có WAWQI trung bình thấp và cao nhất nhóm. Tại NM02, có thời điểm (tháng 7/2017) WAWQI vượt 5.000, cao hơn mức không thể sử dụng rất nhiều lần.

Tại cụm 3 (Hình 4c), WAWQI trung bình từ 256 (NM15) – 396 (NM06), các điểm vượt xa mức ô nhiễm nặng, với giá trị WAWQI cao nhất cụm là 3.316 (tháng 8/2017) tại NM12. Với chuỗi số liệu từ năm 2014 - 2021 như RTWQI, WAWQI cho thấy, chất lượng nước mặt không thể sử dụng,

cần phải nỗ lực rất nhiều để có thể cải thiện (WAWQI < 100). Như RTWQI, không có bộ dữ liệu để tiếp tục so sánh với VN_WQI ở giai đoạn 2022 - 2024.



Hình 4 (a), (b), (c). WAWQI của cụm 3 giai đoạn 2014 - 2024

4. KẾT LUẬN

Kết quả so sánh ba phương pháp đánh giá chất lượng nước mặt (WQI-VN, RTWQI, WAWQI) cho thấy sự khác biệt đáng kể trong khả năng phản ánh mức độ ô nhiễm tại tỉnh Sóc Trăng. WQI-VN nhạy với các biến động ngắn hạn, thích hợp cho việc theo dõi xu thế và nhận diện những thay đổi đột ngột về chất lượng nước. RTWQI mang lại góc nhìn ổn định hơn, hỗ trợ đánh giá tổng thể trong thời gian dài. Trong khi đó, WAWQI khi áp dụng ở mức A của QCVN 08:2023/BTNMT cho thấy mức độ ô nhiễm nghiêm trọng và rõ rệt nhất, đặc biệt nhấn mạnh vai trò của các thông số hữu cơ, dinh dưỡng và vi sinh vật trong môi trường nước mặt.

Cả ba phương pháp đều thống nhất về thứ bậc chất lượng giữa các điểm quan trắc, cụm 1 với sông Hậu (NM03 và NM05) là vị trí có chất lượng

nước mặt tốt nhất, nhưng kênh Cổ Cò (NM11) ở RTWQI là kém và WAWQI là không thể sử dụng được. Cụm 3 có chất lượng nước mặt trung bình và cụm 2 có chất lượng nước mặt kém nhất. Tuy nhiên, theo RTWQI và WAWQI, đã có sự thay đổi khi NM02 (kênh 30/4) là vị trí có chất lượng nước mặt ô nhiễm nhất, còn VN_WQI là vị trí NM10 (kênh thị xã Vĩnh Châu). Nguyên nhân một phần do phương pháp tính của RTWQI, WAWQI và quá trình vận hành giai đoạn 2 của nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt của thành phố Sóc Trăng từ năm 2023 đã xử lý một phần nước thải sinh hoạt và công nghiệp nhỏ lẻ của khu vực đô thị.

Luật Bảo vệ Môi trường năm 2020 có hiệu lực, cơ quan quản lý nhà nước có nhiều biện pháp quản lý và xử phạt vi phạm, buộc các cơ sở công nghiệp, nuôi trồng thủy sản tăng cường xử lý chất thải. Sông Hậu có lưu lượng lớn và vẫn còn khả năng tự

làm sạch nên ít chịu tác động nguồn thải cục bộ, trong khi kênh nội đồng, nhất là vùng ven đô thị bị ô nhiễm hữu cơ, dinh dưỡng và vi sinh cao do tích tụ nuôi trồng thủy sản, nước thải nông nghiệp (chăn nuôi) và công nghiệp (chủ yếu chế biến thủy sản). Điều này cho thấy, cần kiểm soát chặt nguồn thải, đồng thời tăng cường thu gom, xử lý nước thải sinh hoạt và quản lý nước thải từ nước thải sinh hoạt, nông nghiệp, chế biến thủy sản, kết hợp duy trì hệ thống quan trắc định kỳ.

LỜI CẢM ƠN

Xin cảm ơn Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng (nay là Sở Nông nghiệp và Môi trường thành phố Cần Thơ) đã cung cấp dữ liệu; cảm ơn thầy, cô Đại học Cần Thơ, đặc biệt là thầy, cô Bộ môn Tài nguyên Nước, Khoa học Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên đã hướng dẫn làm nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Thanh Xuân, Trần Thục, Hoàng Minh Tuyền (2011). *Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước Việt Nam*. Nxb Khoa học Kỹ thuật. 304 trang.
2. N. T. Giao and N. H. T. Ly (2024). Evaluating surface water quality in a Coastal province of Vietnamese Mekong delta using water quality index and statistical methods. *Polish Journal of Environmental Studies*, 32(3): 2113 - 2124.
3. C. Wehrheim, M. Lübken, H. Stolpe and M. Wichern (2020). Identifying key influences on surface water quality in freshwater areas of the Vietnamese Mekong delta from 2018 to 2020. *Water*, 15(7), 1295.
4. M. G. Uddin, S. Nash and A. I. Olbert (2021). A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecological Indicators*, 122, 107218.
5. R. K. Horton (1965). An index number system for rating water quality. *J Water Pollut Control Fed*, 37(3): 300 – 306.
6. Chi cục Thống kê tỉnh Sóc Trăng (2022). *Niên giám Thống kê tỉnh Sóc Trăng*.
7. L. Prathumratana, S. Sthiannopkao and K. W. Kim (2008). The relationship of climatic and hydrological parameters to surface water quality in the lower Mekong river. *Environment international*, 34(6): 860 – 866.
8. R. E. Petrakis *et al.* (2021). Hierarchical clustering for paired watershed experiments: Case study in Southeastern Arizona, USA. *Water*, 13(21), 2955.
9. M. Kachroud, F. Trolard, M. Kefi, S. Jebari and G. Bourrié (2019). Water quality indices: Challenges and application limits in the literature. *Water*, 11(2), 361.
10. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 08:2023/BTNMT về Chất lượng nước mặt.
11. Tổng cục Môi trường (2019). *Quyết định số 1460/QĐ-TCMT ngày 12/11/2019 về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng nước Việt Nam (VN_WQI)*.
12. H. Choi, Y.-C. Cho, S.-H. Kim, S.-J. Yu, Y.-S. Kim and J.-K. Im (2021). Water quality assessment and potential source contribution using multivariate statistical techniques in Jinwi river watershed, South Korea. *Water*, 13(21), 2976.
13. Y.-C. Cho, J.-K. Im, J. Han, S.-H. Kim, T. Kang and S. Lee (2023). Comprehensive water quality assessment using Korean water quality indices and multivariate statistical techniques for sustainable water management of the Paldang reservoir, South Korea. *Water*, 15(3), 509.
14. Ủy ban Nhân dân tỉnh Sóc Trăng (2022). *Quyết định số 09/2022/QĐ-UBND ngày 24/5/2022 ban hành Quy định phân cấp quản lý công trình thủy lợi trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng*.
15. T. T. K. Hong and N. T. Giao (2022). Analysis of surface water quality in Upstream province of Vietnamese Mekong delta using multivariate statistics. *Water*, 14, 12.
16. N. Thanh Giao, P. Kim Anh and H. Thi Hong Nhen (2021). Spatiotemporal analysis of surface water quality in Dong Thap province, Vietnam using water quality index and statistical approaches. *Water*, 13, 3.

**ASSESSMENT OF SURFACE WATER QUALITY IN SOC TRANG PROVINCE
FOR THE PERIOD 2014 - 2024 USING SEVERAL WQI CALCULATION METHODS**

Che Thi Bích Tram¹, Nguyen Dinh Giang Nam², Huynh Vuong Thu Minh²

*¹Master's student, Major in climate Change and Delta Management,
Faculty of Environment and Natural Resources, Can Tho University*

²College of Environment and Natural Resources, Can Tho University

Abstract

This study assessed surface water quality in Soc Trang province from 2014 to 2024 using three indices: WQI-VN, WAWQI and RTWQI. Data from 17 monitoring sites included pH, DO, BOD₅, COD, TOC, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, P-PO₄³⁻, coliform, total nitrogen and total phosphorus. Results indicate that most rivers and inland canals are polluted by organic matter, nutrients and microorganisms, with water quality generally rated as poor or fair, suitable mainly for navigation or irrigation; the Hau river (NM05) showed better quality. WQI-VN effectively captured temporal variations, RTWQI provided more stable assessments, while WAWQI was stricter when compared with QCVN 08:2023/BTNMT standards. These findings provide a scientific basis for managing, protecting and improving surface water quality for domestic, agricultural and aquaculture purposes.

Keywords: *KT-WQI, Soc Trang, surface water quality, WAWQI, VN_WQI.*

Ngày nhận bài: 16/6/2025

Ngày chuyển phản biện: 23/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 24/7/2025

Ngày duyệt đăng: 20/8/2025