

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG NƯỚC MẶT QUẬN CÁI RẰNG THÀNH PHỐ CẦN THƠ

Nguyễn Thanh Giao, Phùng Thị Hằng, Dương Văn Ni
Lê Thị Diễm Mi, Lê Thị Bích Tuyền
Trường Đại học Cần Thơ

Tóm tắt

Nghiên cứu nhằm đánh giá diễn biến và chỉ tiêu ảnh hưởng chính đến chất lượng nước mặt ở các sông, kênh rạch trên địa bàn quận Cái Răng thành phố Cần Thơ. Số liệu chất lượng nước giai đoạn 2013 - 2019 được thu thập ở 5 vị trí (chợ Cái Răng - CR1, vàm Cái Cui - CR2, vàm Cái Sâu - CR3, vàm rạch Bến Bạ - CR4, sông Cái Răng Bé - CR5) với 17 thông số chất lượng nước bao gồm pH, nhiệt độ, tổng chất rắn lơ lửng (TSS), độ đục, oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD), nhu cầu oxy hóa học (COD), ammonia ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), nitrite ($\text{NO}_2^-\text{-N}$), nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$), orthophosphate ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$), coliforms, sắt (Fe), Crom (Cr^{6+}), Flo (F^-), chì (Pb) và Asen (As). Chất lượng nước được so sánh với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt (QCVN 08-MT:2015/BTNMT). Kết quả cho thấy khu vực nghiên cứu ô nhiễm hữu cơ (DO thấp, BOD và COD cao). Phân tích tương quan cho thấy các chỉ tiêu (TSS và độ đục), các hợp chất hữu cơ, hợp chất đạm và lân - kim loại nặng (Fe, As, Cr^{6+}) có mối tương quan thuận với nhau. Phân tích thành phần chính (PCA) cho thấy có 13 chỉ tiêu ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt và cần đưa vào chương trình quan trắc bao gồm pH, nhiệt độ, TSS, độ đục, DO, $\text{NO}_2^-\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$, coliform, Fe, Cr^{6+} , F^- As. Kết quả PCA cho thấy có 4 nhân tố chính giải thích 91.5% sự biến động chất lượng nước khu vực nghiên cứu. Nguồn gây ô nhiễm môi trường nước mặt chủ yếu có thể là từ nước thải sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp, giao thông thủy và nước mưa chảy tràn. Nghiên cứu cung cấp thông tin quan trọng về chất lượng nguồn nước mặt quận Cái Răng, thành phố Cần Thơ phục vụ công tác quản lý chất lượng môi trường nước mặt.

Từ khóa: Chất lượng nước mặt; Phân tích thành phần chính; Phân tích tương quan; Ô nhiễm hữu cơ; Quận Cái Răng.

Abstract

Assessing surface water quality in Cai Rang district, Can Tho city

This study aims to assess surface water quality in rivers and canals in Cai Rang district, Can Tho city. Water quality data for the period 2013 - 2019 was collected at five locations (Cai Rang market - CR1, Cai Cui site - CR2, Cai Dep site - CR3, and canal of Ben Ba - CR4, Cai Rang Be - CR5) with 17 water quality parameters including pH, temperature, total suspended solids (TSS), turbidity, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), ammonia ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), nitrite ($\text{NO}_2^-\text{-N}$), nitrate ($\text{NO}_3^-\text{-N}$), orthophosphate ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$), coliforms, iron (Fe), chromium (Cr^{6+}), fluorine (F^-), lead (Pb) and arsenic (As). Water quality was compared with national technical regulations on surface water quality (QCVN 08-MT: 2015/BTNMT). The results showed that the study area was organic pollution (low DO, high BOD and COD). Correlation analysis showed that TSS, turbidity, organic compounds, nitrogenous and phosphorus compounds, heavy metals (Fe, As, Cr^{6+})

Nghiên cứu

were positive correlation. Principal component analysis (PCA) showed that there were 13 indicators (pH, temperature, TSS, turbidity, DO, NO_2^- -N, NO_3^- -N, PO_4^{3-} -P, coliforms, Fe, Cr^{6+} , F⁻, and As) affecting surface water quality and such parameters should be included in the monitoring program. PCA also presented four main factors that explained 91.5% of the variation in water quality in the study area. The sources of pollutants were mainly from domestic, agricultural, industrial wastewater, water traffic and storm water runoff. The study provides important information on surface water quality in Cai Rang district, Can Tho city, contributing for the management of surface water environment there.

Keywords: Surface water quality; Principal component analysis; Correlation analysis; Organic pollution; Cai Rang district.

1. Giới thiệu

Hiện nay, sự phát triển mạnh mẽ của kinh tế đã dẫn đến nguồn tài nguyên nước mặt đang phải đối mặt với nguy cơ ô nhiễm và cạn kiệt [1]. Chất lượng nước mặt bị ảnh hưởng bởi các quá trình tự nhiên như điều kiện thời tiết, tình trạng xói mòn, đặc trưng về thủy văn, biến đổi khí hậu,... Bên cạnh đó, các hoạt động sinh hoạt, hoạt động đô thị, hoạt động nông nghiệp và công nghiệp của con người cũng gây tác động lớn đến chất lượng nước mặt [2, 3]. Là một quận thuộc thành phố Cần Thơ - trung tâm kinh tế, công nghiệp bậc nhất của vùng Đồng bằng sông Cửu Long, quận Cái Răng đã được xác định là trung tâm phát triển kinh tế, văn hóa, chính trị, quốc phòng, an ninh trọng điểm của thành phố Cần Thơ trong tương lai. Đặc biệt, quận Cái Răng còn là nơi tập trung nguồn nước mặt phong phú với hai con sông lớn chảy qua là sông Hậu và sông Cần Thơ. Ngoài ra, trên địa bàn còn có hệ thống kênh, rạch với mật độ khá dày đặc nối với nhau, nối liền với sông Hậu và sông Cần Thơ. Nguồn gây ô nhiễm nước mặt trên địa bàn quận chủ yếu là nước thải từ cơ sở sản xuất tiểu thủ công nghiệp, sinh hoạt của người dân, nước thải từ bệnh viện,... Theo kết quả quan trắc chất lượng nước mặt, sông Cần Thơ, sông Cái Răng, sông Cái Răng Bé, rạch Ba Láng,... đã bị ô nhiễm khá nặng

nên không thể sử dụng được cho mục đích cấp nước sinh hoạt [4 - 8].

Những năm gần đây, việc đánh giá chất lượng nước mặt không chỉ dừng lại ở mức độ tổng hợp, tính toán chỉ số chất lượng nước và so sánh các giá trị của thông số với quy chuẩn. Nhiều nghiên cứu còn áp dụng các kỹ thuật phân tích thống kê để hỗ trợ xác định nguồn ô nhiễm, đánh giá sự thay đổi chất lượng nước theo không gian và thời gian. Trong đó, phương pháp phân tích nhân tố chính (Principal Component Analysis - PCA) và phân tích cụm (Cluster Analysis - CA) được sử dụng phổ biến [9 - 11]. Nhiều nghiên cứu về chất lượng nước mặt thuộc thành phố Cần Thơ cũng đã được thực hiện. Tác giả [5] đã nghiên cứu đánh giá chất lượng nước mặt quận Ninh Kiều thành phố Cần Thơ trong giai đoạn 2018 - 2019. Các yếu tố hóa học, sinh học thường được quan trắc trong môi trường nước, bao gồm: nhiệt độ (°C), pH, tổng chất rắn lơ lửng (TSS, mg/L), độ đục (NTU), oxy hòa tan (DO, mg/L), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD, mg/L), nhu cầu oxy hóa học (COD, mg/L), đạm amoni (NH_4^+ -N, mg/L), lân hòa tan (PO_4^{3-} -P, mg/L), kim loại nặng (Fe, Al, Zn, Cd, Pb, Cu, F, As), chloride (Cl⁻), sulfate (SO_4^{2-}), thuốc bảo vệ thực vật, chất kháng sinh, E.coli và coliform (MPN/ 100mL) [12 - 16]. Việc lựa chọn chỉ tiêu quan trắc chất lượng

môi trường nước tùy thuộc vào đặc điểm nguồn phát sinh ô nhiễm [17]. Tuy nhiên, những nghiên cứu trên chỉ thực hiện trong khoảng thời gian ngắn, chưa đánh giá sự biến động chất lượng nước mặt qua nhiều năm. Do đó, nghiên cứu đánh giá biến động chất lượng nước mặt quận Cái Răng thành phố Cần Thơ giai đoạn 2013 - 2019 được thực hiện. Thêm vào đó chỉ tiêu ảnh hưởng đến chất lượng môi trường nước mặt quận Cái Răng cũng được xác định thông qua phương pháp phân tích đa biến. Kết quả nghiên cứu phân tích những thay đổi về chất lượng nước nhằm cung cấp thông tin khoa học về chất lượng môi trường nước mặt tại khu vực nghiên cứu.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp thu và phân tích mẫu

Nghiên cứu tiến hành thu thập số liệu và đánh giá chất lượng nước mặt

từ năm 2013 - 2019 tại 5 vị trí trên địa bàn quận Cái Răng (Bảng 1). Mỗi năm, nước mặt được quan trắc 4 đợt vào cuối mỗi quý (tháng 3, 6, 9, 12), mỗi đợt được thu ở 2 thời điểm nước lớn và nước ròng trong ngày. Đánh giá chất lượng nước mặt thông qua 17 chỉ tiêu: pH, nhiệt độ, tổng chất rắn lơ lửng (TSS), độ đục, oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD), nhu cầu oxy hóa học (COD), đạm amoni (NH_4^+-N), nitric (NO_2^--N), nitrat (NO_3^--N), orthophosphat ($\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$), coliform, kim loại nặng (Fe, Cr^{6+} , F⁻, Pb, As). Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước gồm pH, nhiệt độ, độ đục, DO được đo đạc ngoài hiện trường và các chỉ tiêu TSS, BOD, COD, NH_4^+-N , NO_2^--N , NO_3^--N , $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$, coliform, Fe, Cr^{6+} , F⁻, Pb, As được phân tích tại phòng thí nghiệm theo đúng tiêu chuẩn quốc gia về các phương pháp chuẩn. Chi tiết phương pháp phân tích các chỉ tiêu thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 1. Các vị trí quan trắc chất lượng nước mặt ở quận Cái Răng

Vị trí quan trắc	Kí hiệu	Thuộc phường	Lí do quan trắc
Chợ Cái Răng	CR1	Lê Bình	Đánh giá chất lượng nước sông Cần Thơ bị ảnh hưởng từ hoạt động thương mại (Chợ Cái Răng).
Vàm Cái Cui	CR2	Tân Phú	Đánh giá chất lượng nước rạch Cái Cui trước khi chảy ra sông Hậu.
Vàm Cái Sâu	CR3	Phú Thứ	Đánh giá chất lượng nước rạch Cái Sâu trước khi chảy ra sông Hậu.
Vàm rạch Bến Bạ	CR4	Tân Phú	Đánh giá chất lượng nước rạch Bến Bạ trước khi chảy ra sông Hậu.
Sông Cái Răng Bé	CR5	Thường Thạnh	Đánh giá chất lượng nước sông Cái Răng bị ảnh hưởng từ hoạt động sinh hoạt của khu dân cư.

Bảng 2. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu chất lượng nước

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp phân tích
1	pH	-	Máy pH Sension pH31
2	Nhiệt độ	°C	Máy pH Sension pH31
3	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	TCVN 6625:2000
4	Độ đục	NTU	Máy Hach 2100N
5	DO	mg/L	Máy đo YSI 5000
6	BOD	mg/L	TCVN 6001-1:2008
7	COD	mg/L	TCVN 6491: 1999

Nghiên cứu

8	Amoni (NH ₄ ⁺) (tính theo N)	mg/L	TCVN 6179: 1996
9	Nitrit (NO ₂ ⁻) (tính theo N)	mg/L	SMEWW 4500-NO2.B:2012
10	Nitrat (NO ₃ ⁻) (tính theo N)	mg/L	TCVN 6180-1996
11	Phosphat (PO ₄ ³⁻) (tính theo P)	mg/L	SMEWW 4500-P.E:2012
12	Coliform	MPN/ 100mL	TCVN 6187-2:1996
13	Sắt tổng	mg/L	TCVN 6177:1996
14	Crom VI (Cr ⁶⁺)	mg/L	TCVN 6658:2000
15	Florua (F ⁻)	mg/L	SMEWW 4500-F-D:2012
16	Asen (As)	mg/L	TCVN 6626:2000
17	Chì (Pb)	mg/L	SMEWW 3113B:2012

2.2. Phương pháp xử lý số liệu

So sánh sự khác biệt chất lượng nước mặt về không gian và thời gian được đánh giá bằng phần mềm thống kê IBM SPSS 20.0 Windows, thử nghiệm Duncan ở mức ý nghĩa 5%. Phân tích tương quan (Pearson) được sử dụng để mô tả mối quan hệ và sự phụ thuộc lẫn nhau giữa các chỉ tiêu đã phân tích. Tương quan tích cực có nghĩa là hai biến tăng hay giảm cùng nhau; trong khi đó mối tương quan nghịch là một biến giảm, một biến tăng [13, 18]. Các giá trị lớn hơn 0.5 thể hiện mối tương quan có ý nghĩa thống kê ($p < 0.05$) giữa các chỉ tiêu [18]. Phân tích nhân tố chính (PCA - Principal Component Analysis) được sử dụng để giảm không gian các đặc trưng từ số lượng lớn biến số thành số lượng yếu tố ít hơn, nhằm chọn tập hợp nhỏ các biến số trong tập hợp lớn dựa trên các biến nguyên gốc có tương quan cao với thành phần chính. Kết quả PCA tạo ra một nhóm các biến mới gọi là thành phần chính hay nhân tố chính (PC). Hệ số eigenvalue được sử dụng để các đợt thu mẫu thay đổi không đáng kể qua các năm và đều nằm trong giới hạn cho phép [20]. Nhìn chung, giá trị pH vào mùa mưa đều cao hơn mùa khô, mùa mưa dao động từ 7.00 ± 0.01 - 7.41 ± 0.01 , mùa khô dao động từ 7.02 ± 0.21 - 7.41 ± 0.01 (Bảng 4). Sự dao động này tương đồng với

đánh giá các thành phần chính. Hệ số này càng lớn thì thành phần chính đó có đóng góp càng lớn vào việc giải thích sự biến động của bộ số liệu ban đầu. Tương quan giữa thành phần chính và các biến số liệu ban đầu được giải thích bằng số liệu tương quan gia trọng [18]. Trị tuyệt đối của hệ số tương quan gia trọng lớn hơn 0.75 có nghĩa là mối tương quan chặt chẽ giữa thành phần chính và thông số chất lượng nước, từ 0.5 - 0.75 là tương quan trung bình và dưới 0.5 là tương quan yếu [19]. Phân tích PCA được phân tích bằng phần mềm Primer 5.2 for Windows (PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Diễn biến chất lượng nước mặt quận Cái Răng thành phố Cần Thơ năm 2013 - 2019

3.1.1. pH và nhiệt độ

Giá trị pH tại các vị trí quan trắc trên địa bàn quận Cái Răng giai đoạn 2013 - 2019 dao động trong khoảng từ 7.22 ± 0.05 - 7.29 ± 0.04 đạt giá trị trung bình 7.25 ± 0.02 (Bảng 3). Giá trị pH trung bình qua nghiên cứu của Bùi Thị Nga và Bùi Anh Thư (2005) [8] ở kênh Rạch Bần thành phố Cần Thơ với giá trị pH (6.9 - 7.7), đạt tiêu chuẩn chất lượng nước sinh hoạt nhưng phải qua xử lý sơ bộ và phù hợp, với nghiên cứu của Nguyễn Thị Kim Liên và ctv (2016) [7] trên sông chính và sông

nhánh thuộc tuyến sông Hậu (6.3 - 8.0, trung bình 7.1 ± 0.32). Qua đó cho thấy mặc dù pH nước có khác nhau giữa các vị trí và thời gian nhưng vẫn trong giới hạn cho phép để sử dụng cho các mục đích hiện nay [20]. Nhiệt độ ở các vị trí thu mẫu khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$) dao động $26.09 \pm 0.33 - 26.97 \pm 0.34$ với giá trị trung bình 26.94 ± 0.14 (Bảng 3). Biến động nhiệt độ giữa mùa mưa và mùa

khô giai đoạn 2013 - 2019 khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$). Mùa mưa nhiệt độ dao động từ $26.14 \pm 0.05 - 28.66 \pm 0.45^\circ\text{C}$, mùa khô dao động từ $25.92 \pm 0.43 - 28.9 \pm 0.23^\circ\text{C}$. Kết quả nghiên cứu cho thấy nhiệt độ ở cả hai mùa trong giai đoạn nghiên cứu thích hợp cho các loài thủy sinh vật phát triển. Các thông số pH và nhiệt độ ở các thủy vực quận Cái Răng phù hợp với diễn biến của vùng nhiệt đới [12].

Bảng 3. Giá trị các chỉ tiêu ở từng vị trí quan trắc giai đoạn 2013 - 2019 so với QCVN 08-MT:2015/BTNMT (cột A1)

Thông số	Đơn vị	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	QCVN
pH	-	7.22±0.05	7.24±0.05	7.24±0.04	7.29±0.05	7.29±0.04	6-8.5
Nhiệt độ	°C	26.95±0.33	26.97±0.34	26.9±0.33	26.91±0.32	26.95±0.34	-
TSS	mg/L	37.88±4.47	37.93±4.63	32.89±4.03	36.58±4.49	36.92±3.91	20
Độ đục	NTU	33.18±11.28	34.18±11.85	30.15±10.63	31.65±11.10	33.86±9.85	-
DO	mg/L	5.22±0.20	5.39±0.24	5.51±0.22	5.44±0.17	5.28±0.18	≥6
BOD	mg/L	7.46±0.80	6.58±0.70	6.35±0.57	6.94±0.44	7.83±0.70	4
COD	mg/L	14.31±0.88	12.32±0.79	12.39±1.06	13.25±1.06	14.81±1.13	10
NH ₄ ⁺ -N	mg/L	0.24±0.11	0.11±0.02	0.11±0.02	0.11±0.02	0.12±0.02	0.3
NO ₂ ⁻ -N	mg/L	0.08±0.05	0.08±0.06	0.08±0.05	0.07±0.04	0.1±0.07	0.05
NO ₃ ⁻ -N	mg/L	1.37±0.32	1.08±0.15	0.77±0.09	0.81±0.10	0.9±0.08	2
PO ₄ ³⁻ -P	mg/L	1.3±0.97	0.66±0.45	0.6±0.41	0.63±0.45	0.78±0.49	0.1
Coliform	MPN/100mL	2483±489	1914±320	1681±192	2108±290	2216±160	2500
Fe	mg/L	0.38±0.07	0.31±0.06	0.26±0.06	0.29±0.06	0.34±0.06	0.5
Cr ⁶⁺	mg/L	0.005±0.003	0.003±0.002	0.003±0.001	0.006±0.004	0.005±0.003	0.05
F ⁻	mg/L	0.16±0.04	0.11±0.01	0.12±0.02	0.11±0.03	0.15±0.05	1
Pb	mg/L	0.04±0.04	0.06±0.06	0.03±0.03	0.06±0.06	0.0001±0.00	0.02
As	mg/L	0.0007±0.00	0.0004±0.00	0.0006±0.00	0.0006±0.00	0.0004±0.00	0.01

3.1.2. Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) và độ đục

Trung bình chất rắn lơ lửng giữa các vị trí quan trắc giai đoạn 2013 - 2019 khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$) dao động từ $32.89 \pm 4.03 - 37.93 \pm 4.63$ (trung bình 36.44 ± 1.84) (Bảng 3). Nhìn chung, ở giai đoạn 2013 - 2019 hầu hết hàm lượng TSS vượt quy chuẩn cột A1 QCVN 08-MT:2015/BTNMT [20]. Kết

quả sự biến động hàm lượng TSS mùa mưa và mùa khô khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$), nhưng qua số liệu phân tích, nhận thấy rằng đa phần hàm lượng TSS mùa mưa luôn ở mức cao hơn mùa khô. Mùa mưa dao động $17.30 \pm 0.03 - 64.23 \pm 2.68$ và mùa khô dao động $23.6 \pm 1.50 - 45.35 \pm 0.65$ (Bảng 4). Điều này có thể giải thích là do vào thời điểm mùa mưa nước lũ từ thượng nguồn

Nghiên cứu

chảy về mang theo một lượng lớn phù sa cộng thêm vật chất bị rửa trôi từ hai bên bờ sông làm cho giá trị TSS tăng lên [6]. Hai nguồn có thể gây ra TSS cao là dòng chảy do bão và xói mòn bờ sông [4]. Hàm lượng TSS ở quận Ninh Kiều dao động 16.09 - 42.73 mg/L [5], hàm lượng TSS ở các sông kênh thành phố Cần Thơ dao động 16 - 176 mg/L [21], hàm lượng TSS trên sông Cần Thơ từ 2010 - 2014 dao động 14.7 - 79.6 mg/L [6]. Có thể thấy, hàm lượng TSS được liệt kê ở các nghiên cứu trên đều ở mức cao và trở thành mối quan tâm chính đối với chất lượng nước ở ĐBSCL vì nó làm cho chất lượng nước

xấu hơn và chi phí xử lý cao hơn [5]. Độ đục giữa các vị trí quan trắc khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$) dao động $30.15 \pm 10.63 - 34.18 \pm 11.85$ với giá trị trung bình 32.60 ± 4.61 (Bảng 3). Độ đục tăng cao vào mùa mưa 2018 với 129.8 ± 0.3 mg/L là do nước lũ mang nhiều phù sa từ thượng nguồn về cùng với các trận mưa lớn đã làm độ đục tăng [7]. Điều này có thể làm giảm tầm nhìn của các động vật nước, giảm sự truyền ánh sáng vào nước, cản trở sự quang hợp của tảo, đồng thời làm giảm hàm lượng oxy trong nước.

Bảng 4. Giá trị các chỉ tiêu quan trắc theo mùa giai đoạn 2013 - 2019

Chỉ tiêu	Đơn vị	2013		2014		2015	
		Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô
pH	-	7.36±0.04	7.02±0.21	7.18±0.05	7.03±0.09	7.30±0.02	7.21±0.02
Nhiệt độ	°C	26.35±0.05	27.74±0.59	28.66±0.45	28.9±0.23	26.51±0.32	26.29±0.03
TSS	mg/L	17.30±0.30	23.60±1.50	31.50±1.50	29.22±1.82	42.28±1.98	41.08±8.38
Độ đục	NTU	26.50±0.00	27.50±2.90	23.40±1.60	17.75±4.65	27.65±0.35	34.40±8.60
DO	mg/L	5.28±0.11	5.43±0.27	5.12±0.90	4.55±0.26	4.77±0.27	4.58±0.27
BOD	mg/L	6.85±0.35	11.04±1.16	6.70±3.30	7.64±0.14	8.30±2.60	7.75±0.35
COD	mg/L	10.42±0.12	23.95±12.05	10.50±4.40	11.55±0.55	12.37±2.06	11.92±0.42
NH ₄ ⁺ -N	mg/L	0.16±0.02	0.36±0.10	0.13±0.08	0.05±0.05	0.10±0.02	0.08±0.01
NO ₂ ⁻ -N	mg/L	0.06±0.03	0.74±0.49	0.05±0.01	0.02±0.02	0.03±0.02	0.02±0.01
NO ₃ ⁻ -N	mg/L	2.20±0.13	1.20±1.15	0.82±0.40	0.75±0.04	0.45±0.14	1.15±0.14
PO ₄ ³⁻ -P	mg/L	1.82±0.55	6.10±2.99	1.12±0.95	1.68±0.54	0.01±0.01	0.31±0.30
Coliform	MPN/100mL	3493±1707	1619±167	2803±777	1919±147	2793±767	1041±163
Fe	mg/L	0.07±0.01	1.19±1.16	0.20±0.03	0.29±0.05	0.41±0.24	0.28±0.10
Cr ⁶⁺	mg/L	0.01±0.001	0.03±0.008	0.002±0.002	0.003±0.001	0.009±0.008	0.004±0.002
F ⁻	mg/L	0.004±0.00	0.12±0.10	KPH	0.12±0.75	0.12±0.24	0.09±0.01
Pb	mg/L	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH
As	mg/L	0.002±0.00	0.0002±0.00	0.0003±0.00	0.0001±0.00	KPH	KPH
Chỉ tiêu	Đơn vị	2016		2017		2018	
		Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô
pH	-	7.40±0.00	7.27±0.18	7.41±0.01	7.41±0.01	7.31±0.04	7.33±0.09
Nhiệt độ	°C	26.14±0.05	26.2±0.08	26.27±0.02	25.92±0.43	26.97±0.1	27.23±0.31
TSS	mg/L	33.48±7.08	33.58±8.43	31.54±4.99	38.03±0.98	64.23±2.68	45.35±0.65
Độ đục	NTU	16.80±3.10	14.50±2.40	13.25±1.35	16.80±0.50	129.80±0.30	62.65±20.45

DO	mg/L	5.57±0.14	5.55±0.52	5.82±0.02	5.33±0.15	6.10±0.05	5.76±0.18
BOD	mg/L	4.75±0.45	6.50±1.70	5.45±0.85	5.20±0.30	5.85±0.55	6.45±0.55
COD	mg/L	10.37±0.52	13.01±0.78	11.99±1.44	11.81±0.23	13.89±0.47	12.15±0.61
NH ₄ ⁺ -N	mg/L	0.03±0.01	0.08±0.00	0.15±0.03	0.14±0.04	0.13±0.01	0.23±0.01
NO ₂ ⁻ -N	mg/L	0.02±0.00	0.02±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01	0.03±0.00	0.04±0.01
NO ₃ ⁻ -N	mg/L	0.68±0.04	1.02±0.33	0.89±0.17	0.74±0.16	0.79±0.09	0.89±0.06
PO ₄ ³⁻ -P	mg/L	0.06±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01	0.07±0.02	0.08±0.01	0.08±0.02
Coliform	MPN/100mL	3995±1206	1050±626	1036±226	1539±37	1970±40	1522±204
Fe	mg/L	0.19±0.01	0.21±0.07	0.25±0.06	0.33±0.06	0.41±0.08	0.28±0.00
Cr ⁶⁺	mg/L	0.004±0.004	0.003±0.003	0.0004±0.0	KPH	KPH	KPH
F ⁻	mg/L	0.16±0.07	0.26±0.08	0.22±0.04	0.26±0.01	0.06±0.04	0.12±0.01
Pb	mg/L	KPH	KPH	0.53±0.53	0.0001±0.00	0.0009±0.00	0.0004±0.00
As	mg/L	KPH	KPH	KPH	KPH	0.0007±0.00	0.003±0.00
Chỉ tiêu	Đơn vị	2019		QCVN			
		Mùa mưa	Mùa khô				
pH	-	7.00±0.01	7.30±0.07	6-8.5			
Nhiệt độ	°C	26.92±0.16	27.24±0.33	-			
TSS	mg/L	39.75±0.85	37.88±5.33	20			
Độ đục	NTU	17.65±0.05	23.70±10.50	-			
DO	mg/L	5.78±0.26	5.46±0.11	≥6			
BOD	mg/L	7.50±0.00	7.25±0.15	4			
COD	mg/L	16.34±1.76	15.43±2.03	10			
NH ₄ ⁺ -N	mg/L	0.19±0.06	0.15±0.03	0.3			
NO ₂ ⁻ -N	mg/L	0.01±0.00	0.02±0.01	0.05			
NO ₃ ⁻ -N	mg/L	1.15±0.38	1.06±0.08	2			
PO ₄ ³⁻ -P	mg/L	0.07±0.02	0.07±0.02	0.1			
Coliform	MPN/100mL	3210±1050	1718±2	5000			
Fe	mg/L	0.19±0.05	0.15±0.02	0.5			
Cr ⁶⁺	mg/L	KPH	KPH	0.05			
F ⁻	mg/L	0.15±0.01	0.15±0.09	1			
Pb	mg/L	KPH	0.003±0.003	0.02			
As	mg/L	0.0003±0.00	0.0005±0.00	0.01			

3.1.3. Oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD) và nhu cầu oxy hóa học (COD)

Diễn biến hàm lượng oxy hòa tan (DO) ở từng vị trí quan trắc trên địa bàn quận Cái Răng giai đoạn 2013 - 2019 dao động từ 5.22 ± 0.20 - 5.51 ± 0.22 với

trung bình 5.37 ± 0.09 (Bảng 3), khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p > 0.05) và không đạt quy chuẩn QCVN 08-MT:2015/ BTNMT [20]. Chất lượng nước chỉ phù hợp sử dụng cho mục đích sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp. DO thấp phù hợp với kết quả nghiên cứu TSS

Nghiên cứu

và độ đục cao như đã trình bày. Diễn biến DO giữa mùa mưa và mùa khô khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$), tuy nhiên giá trị DO mùa mưa qua các năm đều cao hơn mùa khô; cụ thể, mùa mưa dao động $4.77 \pm 0.27 - 6.10 \pm 0.05$, mùa khô dao động $4.55 \pm 0.26 - 5.78 \pm 0.18$ (Bảng 4). Kết quả phù hợp với nghiên cứu ở kênh Rạch Bàn thành phố Cần Thơ hàm lượng DO rất thấp dao động từ 0 - 2.5 mg/L [13], trên kênh rạch quận Ninh Kiều giai đoạn 2018 - 2019, DO dao động từ $3.36 \pm 1.59 - 6.03 \pm 0.50$ [5]. Hàm lượng DO thấp là do môi trường nước có rất nhiều chất hữu cơ làm tăng quá trình oxy hóa, tiêu thụ nhiều oxy dẫn đến cạn kiệt oxy trong nước; hơn nữa, sự tích tụ các bã mùn hữu cơ tại khu vực đã làm ảnh hưởng đến sự lưu thông của dòng chảy và khuếch tán oxy từ không khí vào nước [8]. Điều này cũng giải thích cho kết quả mùa mưa DO cao hơn mùa khô, mùa mưa có dòng chảy tương đối mạnh gây xáo động nước làm cho quá trình khuếch tán oxy vào nước nhiều hơn. Nguồn nước thải từ sản xuất nông nghiệp, nước thải sinh hoạt chứa nhiều chất hữu cơ nên quá trình phân hủy các vật chất hữu cơ đã làm tiêu hao hàm lượng oxy hòa tan, từ đó hàm lượng DO thấp. Kết quả cho thấy chất lượng nước mặt địa bàn quận Cái Răng ô nhiễm hữu cơ.

Nhu cầu oxy sinh hóa (BOD) ở các vị trí dao động từ $6.35 \pm 0.57 - 7.83 \pm 0.70$ với trung bình 7.03 ± 0.29 (Bảng 3), khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$). Qua mỗi năm biến động giữa mùa mưa và mùa khô cũng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$). Mùa khô hàm lượng BOD đa phần cao hơn mùa mưa (Bảng 4). Tương đồng với nghiên cứu chất lượng nước mặt tỉnh An Giang có BOD mùa mưa và mùa khô lần lượt là 5.3 mg/L và 4.1 mg/L [22]; ở sông Cần Thơ mùa mưa dao động 7.5 - 31.6 mg/L, mùa khô dao

động từ 5.5 - 19.9 mg/L [6]. Điều này là do mùa mưa, nước mưa lớn bổ sung vào dòng chảy, bên cạnh đó nước từ thượng nguồn đổ về nên lưu lượng nước trên sông tăng, pha loãng làm cho hàm lượng BOD giảm và thấp hơn so với mùa khô [6]. Hàm lượng BOD khu vực nghiên cứu vượt QCVN 08-MT:2015/BTNMT [20]. Qua đó cho thấy nguồn nước ô nhiễm hữu cơ. Nguồn ô nhiễm hữu cơ là do rác thải người dân vứt bừa bãi, nước thải hộ dân sinh sống và hoạt động sản xuất ở khu vực, lượng mùn bã hữu cơ được tích tụ dần theo thời gian, ngày càng nhiều làm cản trở sự lưu thông của dòng chảy, làm giảm sự thông thoáng và khả năng tự làm sạch của thủy vực [22].

Nhu cầu oxy hóa học (COD) giữa các vị trí quan trắc dao động từ $12.32 \pm 0.79 - 14.81 \pm 1.13$ (Bảng 3), trung bình 13.42 ± 0.45 , khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$) và vượt QCVN 08-MT:2015/BTNMT [20], nước chỉ dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi hoặc các mục đích sử dụng khác có yêu cầu tương tự. Kết quả cũng tương đồng với nghiên cứu của Nguyễn Thị Kim Liên và ctv (2016) [7], trên sông Hậu hàm lượng COD trung bình 14.3 mg/L. Qua Bảng 3 giá trị COD tại các vị trí luôn cao hơn BOD nhưng không đáng kể, cho thấy khu vực chủ yếu bị ô nhiễm hữu cơ dễ phân hủy từ các hoạt động sinh hoạt là chủ yếu [6]. Tương tự như BOD, vào mùa mưa hàm lượng COD có xu hướng giảm. Tuy nhiên, hàm lượng COD và BOD vào mùa mưa ở một số năm vẫn cao hơn mùa khô (Bảng 4). Điều này có thể là do dòng chảy đi qua những nơi có chất thải sau đó chảy xuống kênh, rạch làm tăng đồng thời cả oxy lẫn chất ô nhiễm.

3.1.4. Ammonia, nitrite, nitrate và orthophosphate

Nồng độ ammonia ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) ở các vị trí quan trắc dao động $0.11 \pm 0.02 - 0.24 \pm$

0.11 với trung bình 0.14 ± 0.02 (Bảng 3), khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$). Qua kết quả phân tích, biến động giữa mùa mưa và mùa khô năm 2016 và 2018 khác biệt có ý nghĩa thống kê. Mùa mưa dao động từ $0.03 \pm 0.01 - 0.19 \pm 0.06$, mùa khô dao động từ $0.05 \pm 0.05 - 0.36 \pm 0.1$. Hàm lượng $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ở ĐBSCL dao động từ 0 - 0.94 mg/L [23]. Điều này cho thấy, hàm lượng $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ở quận Cái Răng giai đoạn 2013 - 2019 nằm trong khoảng dao động của khu vực. Nhìn chung, giá trị $\text{NH}_4^+\text{-N}$ đều đạt quy chuẩn cột A1 QCVN 08-MT:2015/BTMNT [20], riêng mùa khô năm 2013, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ vượt chuẩn với giá trị 0.36 ± 0.1 mg/L. So với nghiên cứu Bùi Thị Nga và Bùi Anh Thư (2005) [8] tại kênh Rạch Bần, nồng độ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ở khu vực quận Cái Răng thấp hơn (3.4 - 24.5 mg/L), nếu lớn hơn 5 mg/L cho thấy nước đang trong tình trạng rất bẩn.

Hàm lượng $\text{NO}_2^-\text{-N}$ vào mùa mưa và mùa khô khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$). Mùa mưa dao động $0.01 \pm 0.00 - 0.06 \pm 0.03$, mùa khô dao động từ $0.02 \pm 0.02 - 0.74 \pm 0.49$ (Bảng 4). $\text{NO}_2^-\text{-N}$ là chất trung gian được tạo ra bởi quá trình oxy hóa NH_4^+ dưới sự hiện diện của các vi sinh vật oxy hóa NH_4^+ [4]. Tương tự như hàm lượng $\text{NH}_4^+\text{-N}$, vào giai đoạn mùa khô 2013, hàm lượng $\text{NO}_2^-\text{-N}$ cao và vượt chuẩn (0.74 ± 0.49). Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cho thấy $\text{NO}_2^-\text{-N}$ khu vực nghiên cứu vẫn nằm trong quy chuẩn QCVN 08-MT:2015/BTNMT [20], chất lượng nước phù hợp cho mục đích sinh hoạt và bảo tồn động thực vật thủy sinh.

Kết quả nghiên cứu, biến động hàm lượng $\text{NO}_3^-\text{-N}$ giữa mùa mưa và mùa khô khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$). Mùa mưa dao động $0.45 \pm 0.14 - 2.2 \pm 0.13$, mùa khô dao động $0.74 \pm 0.16 - 1.2 \pm 1.15$ (Bảng 4). Nitrat có thể tạo thành axit nitric và gây độc cho các

loài thủy sinh vật. Tương tự như $\text{NH}_4^+\text{-N}$ và $\text{NO}_2^-\text{-N}$, hàm lượng $\text{NO}_3^-\text{-N}$ năm 2013 cao nhất trong giai đoạn nghiên cứu. Nguyên nhân có thể do việc sử dụng phân bón trong nông nghiệp, các chất thải có từ hệ thống xử lý nước thải, chất thải chăn nuôi tăng cao đã làm ảnh hưởng đến chất lượng nước. Nhìn chung hàm lượng $\text{NO}_3^-\text{-N}$ trên địa bàn quận Cái Răng giai đoạn 2013 - 2019 đạt quy chuẩn QCVN 08-MT:2015/BTNMT [20]. Hàm lượng đạm nitrat thấp, do ảnh hưởng bởi hàm lượng chất hữu cơ cao đã làm cạn kiệt oxy hòa tan, nên quá trình nitrat hóa khó có thể xảy ra, kết quả phù hợp với hàm lượng BOD và COD cao, DO thấp trong nghiên cứu. Ngoài ra, nồng độ $\text{NO}_3^-\text{-N} > 0.7$ mg/L có thể dẫn đến hiện tượng phú dưỡng

Hàm lượng $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ giai đoạn 2013 - 2019 giữa mùa mưa và mùa khô khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$). Mùa mưa dao động từ $0.01 \pm 0.01 - 1.82 \pm 0.55$, mùa khô dao động từ $0.05 \pm 0.01 - 6.1 \pm 2.99$. Trong năm 2013 và 2014, hàm lượng $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ vượt quy chuẩn cột A1 QCVN 08-MT:2015/BTNMT [20]. Đa phần hàm lượng $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ giai đoạn 2013 - 2019 ở mùa khô cao hơn mùa mưa và có xu hướng giảm dần. Giai đoạn 2013 - 2015 mùa khô vượt chuẩn cột A1 rất nhiều (cao gấp 3 - 61 lần), mùa mưa 2013, 2014 cũng vượt chuẩn cột A1 (11 - 18 lần). Sự phú dưỡng có thể có những ảnh hưởng nghiêm trọng như tảo nở hoa cản trở ánh sáng vào nước và gây hại cho động thực vật thủy sinh. Nguyên nhân hàm lượng $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ mùa khô cao hơn mùa mưa là do mùa khô lưu lượng nước trên sông thấp nên khả năng pha loãng nước thải từ nuôi trồng thủy sản, trồng trọt vào các sông thấp hơn mùa mưa [7]. Orthophosphate trên các kênh gạch tỉnh Sóc Trăng $0.05 - 0.90$ mg/L [21], trên sông Tiền đoạn chảy qua Tân Châu (An Giang) $0.02 - 8$ mg/L

Nghiên cứu

[24]. Ở một số thời điểm có giá trị cao so với các thời điểm khác là vì lượng phân bón hữu cơ sử dụng quá mức cùng thuốc trừ sâu, hoạt động chăn nuôi, bột giặt trong sinh hoạt [24].

3.1.5. Coliform

Coliforms ở các vị trí quan trắc giai đoạn 2013 - 2019 dao động từ $1681 \pm 192 - 2483 \pm 489$ MPN/100 mL, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$). Diễn biến chất lượng nước giữa mùa mưa và mùa khô, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0.05$), tuy nhiên giá trị coliforms mùa mưa luôn cao hơn mùa khô. Cụ thể mùa mưa dao động từ $1036 \pm 226 - 3995 \pm 1206$ MPN/100 mL, mùa khô dao động từ $1041 \pm 163 - 1919 \pm 147$ MPN/100 mL. Vào mùa mưa chất lượng nước có thể dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp, mùa khô phù hợp sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt (sau khi áp dụng xử lý thông thường) và bảo tồn động thực vật thủy sinh. So với những nghiên cứu trước đây [4 - 6] thì coliform khu vực ở mức thấp và đạt QCVN 08-MT:2015/BTNMT [20]. Sự xuất hiện của coliforms cho thấy nguồn nước đã dần bị ô nhiễm hữu cơ bắt nguồn từ chất thải của con người và động vật [25].

3.1.6. Kim loại nặng

Kết quả nghiên cứu (Bảng 4), hàm lượng F^- và As ở mùa mưa và mùa khô trong giai đoạn 2013 - 2019 đều nằm trong giới hạn cho phép của cột A1 QCVN 08-MT:2015/BTNMT ($F^- \leq 1$ mg/L, $As \leq 0.01$ mg/L) [20]. Trong đó, giai đoạn 2015 - 2017 hầu như không phát hiện As, năm 2018 nồng độ As có sự khác biệt giữa mùa mưa và mùa khô ($p < 0.05$). Vào mùa khô 2013, nồng độ Fe, Cr^{6+} với hàm lượng 1.19 ± 1.16 và 0.03 ± 0.008 vượt cột A1 QCVN 08-MT:2015/BTNMT

($Fe \leq 0,5$ mg/L, $Cr^{6+} \leq 0,01$ mg/L) [20] lần lượt là 2,4 và 2,8 lần, tuy nhiên, giá trị Fe, Cr^{6+} đều có xu hướng giảm trong giai nghiên cứu, giá trị Cr^{6+} từ năm 2017 - 2019 nằm trong khoảng không phát hiện (KPH). Đối với thông số Pb, trong giai đoạn 2013 - 2016 ở cả hai mùa đều nằm trong khoảng không phát hiện (KPH), tuy nhiên vào mùa mưa 2017 nồng độ Pb được phát hiện ở nồng độ 0.53 ± 0.53 mg/L, cao gấp 26,57 lần cột A1 QCVN 08-MT:2015/BTNMT ($Pb \leq 0,02$ mg/L). Nhìn chung, đa số các giá trị của 5 kim loại nặng: Fe, Cr^{6+} , F⁻, Pb, As trong giai đoạn 2013 - 2019 phù hợp sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt (sau khi áp dụng xử lý thông thường) và bảo tồn động thực vật thủy sinh. Riêng nồng độ Fe, Cr^{6+} ở mùa khô 2013 chỉ có thể dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi và nồng độ Pb ở mùa mưa 2017 chỉ phù hợp sử dụng cho giao thông thủy và các mục đích khác với yêu cầu nước chất lượng thấp.

3.2. Môi trường quan giữa các chỉ tiêu chất lượng nước mặt năm 2013 - 2019

Bảng 5 tóm tắt kết quả phân tích tương quan giữa các chỉ tiêu chất lượng nước mặt trên địa bàn quận Cái Răng. Phân tích tương quan (Pearson) được sử dụng để mô tả mối quan hệ và sự phụ thuộc lẫn nhau giữa các chỉ tiêu đã phân tích. Tương quan tích cực có nghĩa là hai biến tăng hay giảm cùng nhau; trong khi đó mối tương quan nghịch là một biến giảm, một biến tăng [13]. Các giá trị lớn hơn 0.5 thể hiện mối tương quan có ý nghĩa thống kê ($p < 0.05$) giữa các chỉ tiêu [18]. TSS tương quan tốt với độ đục (0.705) vì nó phụ thuộc vào các chất rắn lơ lửng trong nước, tương đồng với nghiên cứu của [12]. Trong khi đó, độ đục, NO_2^- , PO_4^{3-} , Fe có mối tương quan tốt với As với mức tương quan lần lượt là (0.632), (0.605),

(0.518) và (0.583). Theo Bùi Thị Nga và ctv (2011) [2], vật chất hữu cơ có trong nước có vai trò quan trọng trong việc hấp thụ As, hàm lượng vật chất lơ lửng cao góp phần ô nhiễm As và ngược lại. BOD tương quan tốt với COD (0.736) và BOD, COD, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻ cũng tương quan tốt với PO₄³⁻, thể hiện việc ô nhiễm chất hữu cơ từ nguồn thải sinh hoạt, trồng trọt

và nông nghiệp. Fe có mối tương quan tốt với Cr⁶⁺ (0.655), trong khi đó NO₂⁻, NO₃⁻ và PO₄³⁻ cũng có tương quan tốt với Cr⁶⁺ và cả Fe, cho thấy khuynh hướng cùng xuất hiện của chúng tại nơi nghiên cứu. DO có tương quan nghịch với BOD (-0.636), hàm lượng các chất hữu cơ trong nước cao dẫn đến tăng nhu cầu oxy làm hàm lượng DO trong nước giảm [7].

Bảng 5. Tương quan giữa các chỉ tiêu chất lượng nước mặt

Chỉ tiêu	pH	Nhiệt độ	TSS	Độ đục	DO	BOD	COD	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P	Coliform	Fe	Cr ⁶⁺	F ⁻	Pb	As
pH	1																
Nhiệt độ	0.652	1															
TSS	0.238	-0.109	1														
Độ đục	0.165	0.125	0.705	1													
DO	0.265	-0.308	0.222	0.322	1												
BOD	-0.403	0.356	-0.268	-0.082	-0.636	1											
COD	-0.299	0.113	-0.232	-0.003	-0.118	0.736	1										
NH ₄ ⁺ -N	-0.108	0.061	-0.097	0.145	-0.006	0.338	0.381	1									
NO ₂ ⁻ -N	-0.193	0.079	-0.581	-0.076	-0.054	0.473	0.594	0.339	1								
NO ₃ ⁻ -N	-0.284	0.027	-0.408	-0.073	-0.017	0.381	0.472	0.765	0.571	1							
PO ₄ ³⁻ -P	-0.339	0.26	-0.614	-0.116	-0.189	0.583	0.531	0.618	0.848	0.78	1						
Coliform	-0.234	0.094	-0.109	-0.126	-0.119	0.223	0.335	-0.029	0.208	0.223	0.21	1					
Fe	-0.046	-0.018	-0.283	0.176	-0.129	0.527	0.512	0.204	0.791	0.518	0.726	0.156	1				
Cr ⁶⁺	-0.084	-0.017	-0.486	-0.092	-0.173	0.474	0.378	0.365	0.716	0.581	0.768	0.246	0.655	1			
F ⁻	0.449	-0.598	0.101	-0.301	0.221	-0.457	-0.191	0.089	-0.545	-0.021	-0.33	0.055	-0.589	-0.317	1		
Pb	0.446	-0.33	-0.067	-0.223	0.143	-0.32	-0.195	-0.029	-0.118	-0.138	-0.172	-0.361	-0.042	-0.189	0.298	1	
As	-0.139	-0.18	0.069	0.632	0.355	0.204	0.471	0.376	0.605	0.429	0.518	0.088	0.583	0.4	-0.109	-0.255	1

3.3. Các chỉ tiêu ảnh hưởng chính đến chất lượng nước mặt năm 2013 - 2019

Bảng 6. Các chỉ tiêu ảnh hưởng chính chất lượng nước mặt quận Cái Răng giai đoạn 2013 - 2019

Chỉ tiêu	PC1	PC2	PC3	PC4
pH	-0.227	0.366	-0.103	-0.165
Nhiệt độ	0.122	-0.343	0.267	-0.119
TSS	-0.202	0.095	0.449	-0.012
Độ đục	-0.003	0.208	0.549	-0.126
DO	-0.058	0.424	0.146	0.450
BOD	0.289	-0.245	0.018	-0.133
COD	0.289	0.115	0.018	0.298
NH ₄ ⁺ -N	0.256	0.297	0.118	0.007
NO ₂ ⁻ -N	0.319	0.170	-0.128	-0.088
NO ₃ ⁻ -N	0.319	0.155	-0.116	0.169
PO ₄ ³⁻ -P	0.328	0.044	-0.122	-0.131
Coliform	0.200	-0.192	-0.055	0.561
Fe	0.278	0.227	-0.039	-0.322

Cr ⁶⁺	0.304	0.063	-0.184	-0.136
F ⁻	-0.239	0.222	-0.326	0.241
Pb	-0.153	0.285	-0.293	-0.290
As	0.238	0.276	0.322	-0.001
Hằng số riêng	8.29	3.08	2.69	1.48
% Biến động	48.8	18.1	15.8	8.7
% Biến động cộng dồn	48.8	66.9	82.8	91.5

Kết quả phân tích thành phần chính cho thấy có 4 nhân tố chính giải thích 91.5% sự biến động chất lượng nước mặt khu vực nghiên cứu quận Cái Răng thành phố Cần Thơ giai đoạn 2013 - 2019 (Bảng 6). Các nhân tố chính PC1, PC2, PC3, PC4 giải thích sự thay đổi chất lượng nước mặt trong thời gian 7 năm với các tỷ lệ lần lượt là 48.8%, 18.1%, 15.8%, 8.7%. Theo

Nghiên cứu

Shrestha and Kazama (2007) [15], PC có giá trị eigenvalues (giá trị riêng) lớn hơn 1 được xem là đáng kể. Trong nghiên cứu này, các giá trị đặc trưng từ PC1 - PC7 đều lớn hơn 1. PC1 giải thích sự biến động của các yếu tố NO_2^- -N (0.319), NO_3^- -N (0.319), PO_4^{3-} -P (0.328) và Cr^{6+} (0.304) ở mức tương quan yếu. Nguồn này bao gồm các chất hữu cơ, dinh dưỡng và kim loại nặng có thể chịu ảnh hưởng từ các nguồn thải nông nghiệp, sinh hoạt và hoạt động công nghiệp. PC2 có mức tương quan yếu với pH (0.366), nhiệt độ (0.343), DO (0.424), chịu ảnh hưởng từ các yếu tố tự nhiên và chất thải hữu cơ từ nông nghiệp và sinh hoạt của người dân trên địa bàn. PC3 tương quan yếu với TSS (0.449), F^- (0.326), As (0.322) và tương quan trung bình với độ đục (0.549), chịu tác động hoạt động công nghiệp, giao thông thủy và nước mưa chảy tràn kéo theo các vật chất ô nhiễm. As xuất hiện do khu vực có chứa nhiều vật chất lơ lửng, nước thải đô thị, nông nghiệp và công nghiệp. PC4 giải thích sự biến động chất lượng nước với DO (0.450), Fe (0.322) ở mức tương quan yếu và tương quan trung bình với coliforms (0.561), khu vực này hiện diện vi sinh vật, nguồn gốc từ con người và động vật. Từ kết quả PCA cho thấy các chỉ tiêu pH, nhiệt độ, TSS, độ đục, DO, NO_2^- -N, NO_3^- -N, PO_4^{3-} -P, coliform, Fe, Cr^{6+} , F^- , As ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt trên địa bàn quận Cái Răng và cần đưa vào chương trình quan trắc. Mỗi PCs là đại diện cho một nguồn ô nhiễm [12]. Như vậy, khả năng gây ô nhiễm ở khu vực nghiên cứu xuất phát từ nguồn thải nông nghiệp, công nghiệp, hoạt động sinh hoạt con người, thủy văn và nước mưa chảy tràn kéo theo vật chất ô nhiễm làm ảnh hưởng các chỉ tiêu chất lượng nước mặt dẫn đến biến động chất lượng nước mặt quận Cái Răng.

4. Kết luận

Nghiên cứu cho thấy chất lượng nước mặt ở khu vực nghiên cứu quận Cái Răng thành phố Cần Thơ giai đoạn 2013 - 2019 ô nhiễm hữu cơ và có sự xuất hiện của các kim loại nặng. Phân tích thống kê cho thấy sự chênh lệch diễn biến chất lượng nước giữa mùa mưa và mùa khô khác biệt không có ý nghĩa, tuy nhiên nó góp phần giải thích hiện tượng tăng giảm của các chỉ tiêu chất lượng nước. Qua phân tích tương quan (Pearson), nhận thấy TSS và độ đục có tương quan thuận, các hợp chất hữu cơ tương quan tốt với nhau, các hợp chất đạm và lân tương quan tốt với các kim loại nặng (As, Fe, Cr^{6+}). Từ kết quả phân tích PCA có 4 nhân tố chính giải thích 91.5% sự biến động chất lượng nước khu vực nghiên cứu. Nguồn gây ô nhiễm chủ yếu từ nước thải sinh hoạt người dân, nông nghiệp, công nghiệp, giao thông thủy và nước mưa chảy tràn kéo theo các vật chất ô nhiễm. Kết quả cho thấy chỉ cần quan trắc 13/17 chỉ tiêu (pH, nhiệt độ, TSS, độ đục, DO, NO_2^- -N, NO_3^- -N, PO_4^{3-} -P, coliforms, Fe, Cr^{6+} , F^- , As) giảm 23.53% chi phí. Nghiên cứu cung cấp thông tin quan trọng về hiện trạng môi trường nước mặt quận Cái Răng, thành phố Cần Thơ, giúp xem xét quan trắc môi trường nước mặt.

Lời cảm ơn: Sở Tài nguyên Môi trường thành phố Cần Thơ đã cung cấp số liệu quan trắc. Tất cả những phân tích, đánh giá trong nghiên cứu này là quan điểm khoa học riêng của nhóm tác giả, không đại diện cho cơ quan cung cấp số liệu. Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự hỗ trợ kinh phí từ Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hoàng Anh Huy (2016). *Ứng dụng GIS để xây dựng bản đồ ô nhiễm nước mặt tại thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh*. Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Khoa học tự nhiên và Công nghệ, 32(1S): 215 - 223.
- [2]. Bùi Thị Nga, Lê Văn Mười và Phạm Việt Nữ (2011). *Ô nhiễm Asen trong nước mặt ở Đồng bằng sông Cửu Long*. Journal of Science Can Tho University, (18b): 183 - 192.
- [3]. Nguyễn Tri Quang Hưng, Nguyễn Công Mạnh, Nguyễn Minh Kỳ (2019). *Quan trắc, đánh giá hiện trạng chất lượng nước mặt kênh rạch tỉnh Bình Dương*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, 66: 37 - 44.
- [4]. Giao, N. T. (2020). *Evaluating current water quality monitoring system on Hau river, Mekong delta, Vietnam using multivariate statistical techniques*. Applied Environmental Research, 42(1): 14 - 25.
- [5]. Giao, N. T. (2020). *Evaluating Surface Water Quality in Ninh Kieu District, Can Tho City, Vietnam*. Journal of Applied Sciences and Environmental Management, 24(9): 1599 - 1606.
- [6]. Võ Thị Ngọc Giàu, Phan Thị Bích Tuyền và Nguyễn Hiếu Trung (2019). *Đánh giá biến động chất lượng nước mặt sông Cần Thơ giai đoạn 2010 - 2014 bằng phương pháp tính toán chỉ số chất lượng nước (WQI)*. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 2: 105 - 113.
- [7]. Nguyễn Thị Kim Liên, Lâm Quang Huy, Dương Thị Hoàng Oanh, Trương Quốc Phú và Vũ Ngọc Út (2016). *Chất lượng nước sông chính và sông nhánh thuộc tuyến sông Hậu*. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 43: 68 - 79.
- [8]. Bùi Thị Nga, Bùi Anh Thư (2005). *Chất lượng nước mặt và quản lý chất thải sinh hoạt tại kênh Rạch Bần thành phố Cần Thơ*. Journal of Science Can Tho University, 4: 26 - 35.
- [9]. Trịnh Thanh Nhân (2013). *Áp dụng kỹ thuật phân tích thống kê trong đánh giá chất lượng nước mặt: trường hợp tại Trà Vinh*. Tạp chí Khoa học Công nghệ, 10: 11 - 18.
- [10]. Wang, X., Cai, Q., Ye, L. and Qu, X. (2012). *Evaluation of spatial and temporal variation in stream water quality by multivariate statistical techniques: A case study of the Xiangxi River basin, China*. Quaternary International, 282, 137 - 144.
- [11]. Zeinalzadeh, K. and Rezaei, E. (2017). *Determining spatial and temporal changes of surface water quality using principal component analysis*. Journal of Hydrology: Regional Studies, 13(August 2016), 1 - 10.
- [12]. Chounlamany, V., Tanchuling, M. A., and Inoue, T. (2017). *Spatial and temporal variation of water quality of a segment of Marikina River using multivariate statistical methods*. Water Science and Technology, 76(6): 1510 - 1522.
- [13]. Gazzaz, N. M., Yusoff, M. K., Ramli, M. F., Aris, A. Z., and Juahir, H. (2012). *Characterization of spatial patterns in river water quality using chemometric pattern recognition techniques*. Marine Pollution Bulletin, 64(4): 688 - 698.
- [14]. Helena, B., Pardo, R., Vega, M., Barrado, E., Fernandez, J. M., and Fernandez, L. (2000). *Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer (Pisuerga River, Spain) by principal component analysis*. Water Research, 34(3): 807 - 816.
- [15]. Shrestha, S., and Kazama, F. (2007). *Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan*. Environmental Modelling and Software, 22(4): 464 - 475.
- [16]. Singh, K. P., Malik, A., Mohan, D., and Sinha, S. (2004). *Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India) - A case study*. Water Research, 38(18): 3980 - 3992.
- [17]. Cao, L., Guisen, D., Bingbin, H., Qingyi, M., Huimin, L., Zijian, W., and Fu,

Nghiên cứu

S. (2007). *Biodiversity and water quality variations in constructed wetland of Yongding River system*. Acta Ecologica Sinica, 27(9): 3670 - 3677.

[18]. Feher, I. C., Moldovan, Z., and Oprean, I. (2016). *Spatial and seasonal variation of organic pollutants in surface water using multivariate statistical techniques*. Water Science and Technology, 74(7): 1726 - 1735.

[19]. Liu, C. W., Lin, K. H., & Kuo, Y. M. (2003). *Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a blackfoot disease area in Taiwan*. Science of the Total Environment, 313(1 - 3): 77 - 89.

[20]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015). *QCVN 08-MT:2015/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt*.

[21]. Đinh Diệp Anh Tuấn, Bùi Anh Thư và Nguyễn Hiếu Trung (2019). *Đánh giá hiện trạng nước mặt phục vụ khai thác cấp nước cho thành phố Sóc Trăng*. 55(4A): 61 - 70.

[22]. Ly, N.H.T., and Giao, N.T., (2018). *Surface water quality in canals in An Giang province, Viet Nam, from 2009 to 2016*. Journal of Vietnamese Environment, 10(2): 113 - 119.

[23]. Giao, NT., and Nhien, HTH (2020). *Phytoplankton-Water Quality Relationship in water bodies in the Mekong Delta, Viet Nam*. Journal of Applied Environmental Research, 42(2):1 - 12.

[24]. Dương Thị Trúc, Phạm Hữu Phát, Nguyễn Đình Giang Nam, Phạm Văn Toàn, Văn Phạm Đăng Trí (2019). *Chất lượng nước mặt của sông Tiền chảy qua địa phận Tân Châu, tỉnh An Giang*. Journal of Science Can Tho University, 55(Environ), 53 - 60.

[25]. United Nations Children's Fund (UNICEF) (2008). *UNICEF Handbook on Water Quality*. New York: United Nations Children's Fund.

BBT nhận bài: 17/12/2020; Phản biện xong: 18/01/2021; Chấp nhận đăng: 29/3/2021