

# ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT HUYỆN KẾ SÁCH, TỈNH SÓC TRĂNG SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH ĐA BIẾN

Nguyễn Thanh Giao, Phùng Thị Hằng, Dương Văn Ni  
Lê Thị Diễm Mi, Huỳnh Bá Lộc  
Trường Đại học Cần Thơ

## Tóm tắt

Nghiên cứu nhằm đánh giá chỉ tiêu và chất lượng môi trường nước mặt tại các sông ngòi, kênh rạch ở huyện Kế Sách tỉnh Sóc Trăng sử dụng phương pháp phân tích nhân tố chính (PCA) và phân tích cụm (CA). Số liệu chất lượng nước từ năm 2017 đến 2019 được thu thập ở 26 vị trí với 10 thông số bao gồm pH, oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa ( $BOD_5$ ), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), amoni ( $N-NH_4^+$ ), clorua (Cl), nitrite ( $N-NO_2^-$ ), orthophosphate ( $P-PO_4^{3-}$ ) và coliform. Chất lượng nước được so sánh với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường nước mặt (QCVN 08-MT:2015/BTNMT). Kết quả nghiên cứu cho thấy nước mặt tại khu vực nghiên cứu bị ô nhiễm hữu cơ (DO thấp, COD cao), chất rắn lơ lửng và coliform vượt giới hạn cho phép. Chất lượng nước mặt tại khu vực nghiên cứu chỉ phù hợp cho mục đích tưới tiêu và nuôi trồng thủy sản. Kết quả PCA cho thấy DO, COD, TSS,  $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_2^-$ ,  $P-PO_4^{3-}$  và coliform ảnh hưởng chính đến chất lượng nước chủ yếu từ hoạt động sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp và chế độ thủy văn. Vì vậy cần đưa 7 chỉ tiêu trên vào chương trình quan trắc chất lượng nước mặt ở huyện Kế Sách tỉnh Sóc Trăng. Kết quả phân tích cụm (CA) cho thấy chất lượng nước được phân thành 7 nhóm chủ yếu do DO, TSS và coliform. Các nghiên cứu tiếp theo cần kiểm kê cụ thể các nguồn gây ô nhiễm môi trường để có giải pháp phù hợp cải thiện chất lượng môi trường nước.

**Từ khóa:** Chất lượng nước mặt; Coliform; Kế Sách; Ô nhiễm hữu cơ; Phân tích đa biến.

## Abstract

### ***Assessment of surface water quality in Ke Sach district, Soc Trang province using multivariate statistical methods***

*This study aims to evaluate water quality parameters in rivers and canals in Ke Sach district, Soc Trang province using principal component analysis (PCA) and cluster analysis (CA). Water quality data from 2017 to 2019 were collected at 26 locations with 10 parameters including pH, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand ( $BOD_5$ ), chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS), ammonium ( $N-NH_4^+$ ), chloride (Cl), nitrite ( $N-NO_2^-$ ), orthophosphate ( $P-PO_4^{3-}$ ) and coliform. Each water quality parameter was compared with national technical regulations on surface water quality (QCVN 08-MT: 2015/BTNMT). The findings showed that water quality in the study area was contaminated by organic matters (low DO, high COD), suspended solids and coliforms, which is only suitable for irrigation and aquaculture purposes. PCA results presented that DO, COD, TSS,  $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_2^-$ ,  $P-PO_4^{3-}$  and coliform mainly affected the water quality due to domestic activities, agricultural*

*production and hydrology. Therefore, these water parameters should be included in the water quality monitoring program in Ke Sach district, Soc Trang province. Cluster analysis (CA) revealed that water quality was classified into seven main groups due to difference in DO, TSS and coliform. Future study should investigate specific sources of water pollution in order to point out appropriate solutions to improve water quality in the study area.*

**Keywords:** Surface water quality; Coliform; Ke Sach; Organic pollution; Multivariate analysis.

## **1. Đặt vấn đề**

Với vị trí thuận lợi và tiềm năng dồi dào, huyện đã không ngừng đẩy nhanh tốc độ phát triển về kinh tế, hoạt động sản xuất, kinh doanh, thương mại dịch vụ, đô thị hóa nhằm nâng cao chất lượng đời sống vật chất và tinh thần của người dân huyện Kế Sách, tỉnh Sóc Trăng. Sự phát triển này có thể gây ảnh hưởng đến chất lượng nguồn nước mặt. Theo Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012) [1] thì sự ô nhiễm nguồn nước mặt ở các kênh, rạch nhân tạo và các khu đô thị có mật độ dân cư đông đúc như Châu Đốc, Cần Thơ, Mỹ Thuận là mối đe dọa đến đời sống các loài thủy sinh vật, sức khỏe hệ sinh thái thủy vực và cả sức khỏe con người. Theo Massoud (2012) [2], cũng cho rằng chất lượng nước suy giảm đe dọa sức khỏe con người và hoạt động của các hệ sinh thái dưới nước. Nhưng việc lựa chọn các chỉ tiêu quan trắc, xác định các nguồn ô nhiễm, lựa chọn địa điểm và số lượng địa điểm thu mẫu luôn là một bài toán khó. Nước là yếu tố cơ bản không thể thiếu trong việc duy trì sự sống và mọi hoạt động của con người và sinh vật nên việc quan trắc chất lượng nước đóng vai trò quan trọng trong việc quản lý hiệu quả nguồn tài nguyên nước [1,3].

Trong những năm gần đây, kỹ thuật phân tích đa biến trong đó phương pháp phân tích nhân tố chính (Principal Component Analysis - PCA) và phân tích cụm (Cluster Analysis - CA) được sử

dụng để đánh giá sự thay đổi chất lượng nước theo không gian và thời gian, hỗ trợ xác định các nguồn ô nhiễm [4 - 6]. Theo Chounlamany et al. (2017) phân tích nhân tố chính (PCA) là một kỹ thuật phân tích đa biến được sử dụng trong đánh giá sự biến động chất lượng nước, nhận định nguồn phát sinh ô nhiễm và xác định chỉ tiêu ảnh hưởng chính đến chất lượng nước. Nguyễn Hải Âu và ctv (2017) [8] đã sử dụng phân tích thống kê đa biến trong đánh giá chất lượng nước dưới đất huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu trong khi đó Lê Văn Dũ và ctv. (2019) [9] đã dùng PCA đánh giá chất lượng nước mặt ở vườn quốc gia U Minh Hạ - Cà Mau. Nguyễn Minh Kỳ và Nguyễn Hoàng Lâm (2014) [10] đã dùng phân tích đa biến để đánh giá chất lượng nước tại sông Như Ý, tỉnh Thừa Thiên Huế. Từ các nghiên cứu trên cho thấy PCA, CA có thể hỗ trợ cho công tác ra quyết định trong việc nhận dạng nguồn ô nhiễm, xác định chỉ tiêu và các vị trí quan trắc. Nghiên cứu này được tiến hành nhằm đánh giá chỉ tiêu và diễn biến chất lượng nước mặt huyện Kế Sách tỉnh Sóc Trăng sử dụng phương pháp PCA, CA. Kết quả nghiên cứu cung cấp thông tin hữu ích phục vụ công tác quan trắc nước mặt huyện Kế Sách, tỉnh Sóc Trăng.

## **2. Phương pháp nghiên cứu**

### **2.1. Mô tả khu vực nghiên cứu**

Huyện Kế Sách nằm ở hạ lưu sông Hậu có mạng lưới kênh gạch dày đặc, với

## Nghiên cứu

tổng diện tích đất tự nhiên là 35,282.9 ha gồm 11 xã: An Lạc Tây, Phong Năm, An Mỹ, Thới An Hội, Ba Trinh, Trinh Phú, Xuân Hòa, Nhơn Mỹ, Kế Thành, Kế An, Đại Hải và 2 thị trấn (thị trấn Kế Sách và thị trấn An Lạc Thôn). Địa hình Kế Sách bằng phẳng, hướng dốc nghiêng dần từ bờ sông Hậu về phía Tây, cao ở bờ sông, thấp trũng ở nội đồng. Phía Tây bắc tiếp giáp huyện Châu Thành (Hậu Giang); phía Đông bắc tiếp giáp huyện Trà Ôn (Vĩnh Long), Huyện Cầu Kè, Tiểu Cần (Trà Vinh); phía Nam tiếp giáp huyện Châu Thành, Long Phú (Sóc Trăng). Kế Sách nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, hàng năm có mùa mưa và mùa khô rõ rệt, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10, mùa khô từ tháng 11 đến

tháng 4 năm sau. Chế độ thủy văn trên các sông, kênh rạch của huyện bị chi phối bởi thủy triều biển Đông và ảnh hưởng của dòng chảy sông Hậu; với chế độ bán nhật triều không đều, thủy triều lên xuống hai lần trong ngày. Hầu hết dòng chảy trên các kênh rạch là dòng chảy hai chiều trong phần lớn thời gian trong năm. Đa phần trên toàn địa bàn không được đầu tư hệ thống xử lý nước thải tập trung. Áp lực hiện nay lên nguồn nước mặt là từ các chất ô nhiễm từ các hoạt động kinh tế, cụ thể là hoạt động chăn nuôi gia súc, gia cầm; nuôi trồng thủy sản, trồng trọt, thương mại, dịch vụ, công nghiệp, làng nghề hầm than và các hoạt động từ các cơ sở y tế trên địa bàn. Vị trí thu mẫu được trình bày tóm tắt trong Bảng 1.

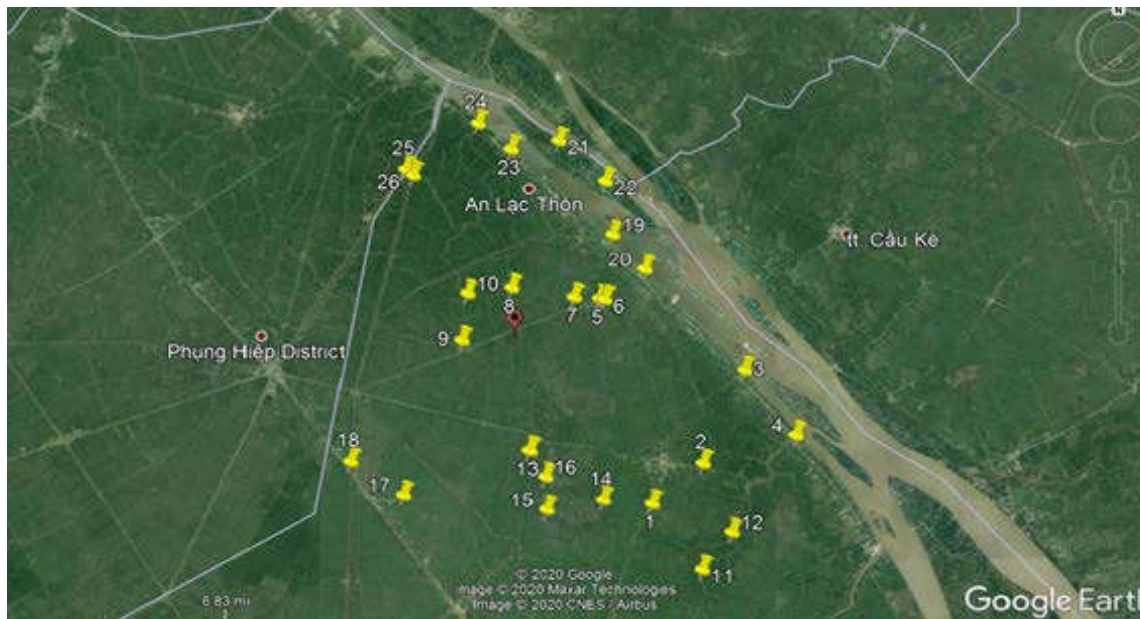
**Bảng 1. Địa điểm thu mẫu trên địa bàn huyện Kế Sách**

Ký hiệu	Vị trí thu mẫu	Xã, thị trấn
1	Sông Tập Rèn - Kênh Cống số 1	Thị trấn Kế sách
2	Cống Khuru Hồng - Kênh Trại Cá giống	
3	Rạch Trà Ếch	Xã Nhơn Mỹ
4	Rạch Bảo Sanh	
5	Kênh Rạch Vọp	Xã Thới An Hội
6	Kênh Mương Lộ	
7	Kênh Lộ Đất	Xã Trinh Phú
8	Kênh Ngã Cũ	
9	Kênh Đường Trâu áp 6	Xã Ba Trinh
10	Kênh Đường Trâu áp 6 - áp 12	
11	Rạch Trường Thọ (điểm ngay cầu An Mỹ)	Xã An Mỹ
12	Kênh Phụng An (điểm ngay cầu Sập)	
13	Kênh Số Một	Xã Kế An
14	Kênh Mỏ Neo	
15	Kênh Cây Sộp	Xã Kế Thành
16	Kênh An Phú	
17	Kênh Nam Hải	Xã Đại Hải
18	Kênh Sóc Trăng	
19	Kênh Lò Gạch - Kênh Ông Kiềm	Xã An Lạc Tây
20	Kênh Ba Sách	
21	Rạch Cồn Giữa	Xã Phong Năm
22	Kênh phía trước UBND xã	
23	Rạch Cái Cau	Thị trấn An Lạc thôn
24	Rạch Mương Khai	
25	Kênh Xáng Cái Côn - Phụng Hiệp	Xã Xuân Hòa
26	Sông Kinh Cũ	

## 2.2. Phương pháp thu và phân tích mẫu

Nghiên cứu tiến hành thu thập số liệu và đánh giá chất lượng nước mặt tại 26 điểm quan trắc (kí hiệu 1 - 26) trên địa bàn huyện Kế Sách trong khoảng thời gian từ năm 2017 - 2019 (Hình 1). Các thông số chất lượng nước quan trắc bao gồm pH, oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa ( $BOD_5$ ), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), amoni ( $N-NH_4^+$ ),

clorua ( $Cl^-$ ), nitrit ( $N-NO_2^-$ ), orthophosphate ( $P-PO_4^{3-}$ ) và coliform được sử dụng để đánh giá diễn biến chất lượng nước theo không gian và thời gian. Các thông số đánh giá chất lượng nước như pH, DO được đo đạc ngoài hiện trường và các chỉ tiêu  $BOD_5$ , COD, TSS,  $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_2^-$ ,  $Cl^-$ ,  $P-PO_4^{3-}$  và coliform được phân tích tại phòng thí nghiệm của Trung tâm Quan trắc Tài nguyên và Môi trường Sóc Trăng theo các phương pháp chuẩn (APHA, 1998) [11].



**Hình 1: Vị trí thu mẫu ở huyện Kế Sách từ năm 2017 - 2019 trên Google Earth**

## 2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Phân tích nhân tố chính (PCA) được sử dụng để xác định chỉ tiêu có ảnh hưởng nhất và dự báo nguồn gây ô nhiễm. Trong đó, mỗi biến số liệu ban đầu sẽ được xếp vào một thành phần chính (PC) và mỗi PC sẽ đại diện cho một nhóm nhỏ các biến ban đầu. Thành phần chính được đánh giá thông qua chỉ số eigenvalue (hệ số riêng). 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 (PCs) và các biến số liệu ban đầu được giải thích bằng số liệu tương quan gia trọng [12].

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 [13]. Phân tích cụm (CA) được sử dụng để phân nhóm chất lượng nước tại các vị trí thu mẫu. Những vị trí có chất lượng nước tương đồng sẽ được nhóm vào cùng một theo phương pháp của Ward [14]. Kết quả CA được trình bày dưới dạng cây cấu trúc, sơ đồ này giúp xác định được số lượng nhóm vị trí có đặc điểm tương đồng. Phân tích PCA và CA được phân tích bằng phần mềm bản quyền

## Nghiên cứu

Primer V5.2 for Windows (PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK).

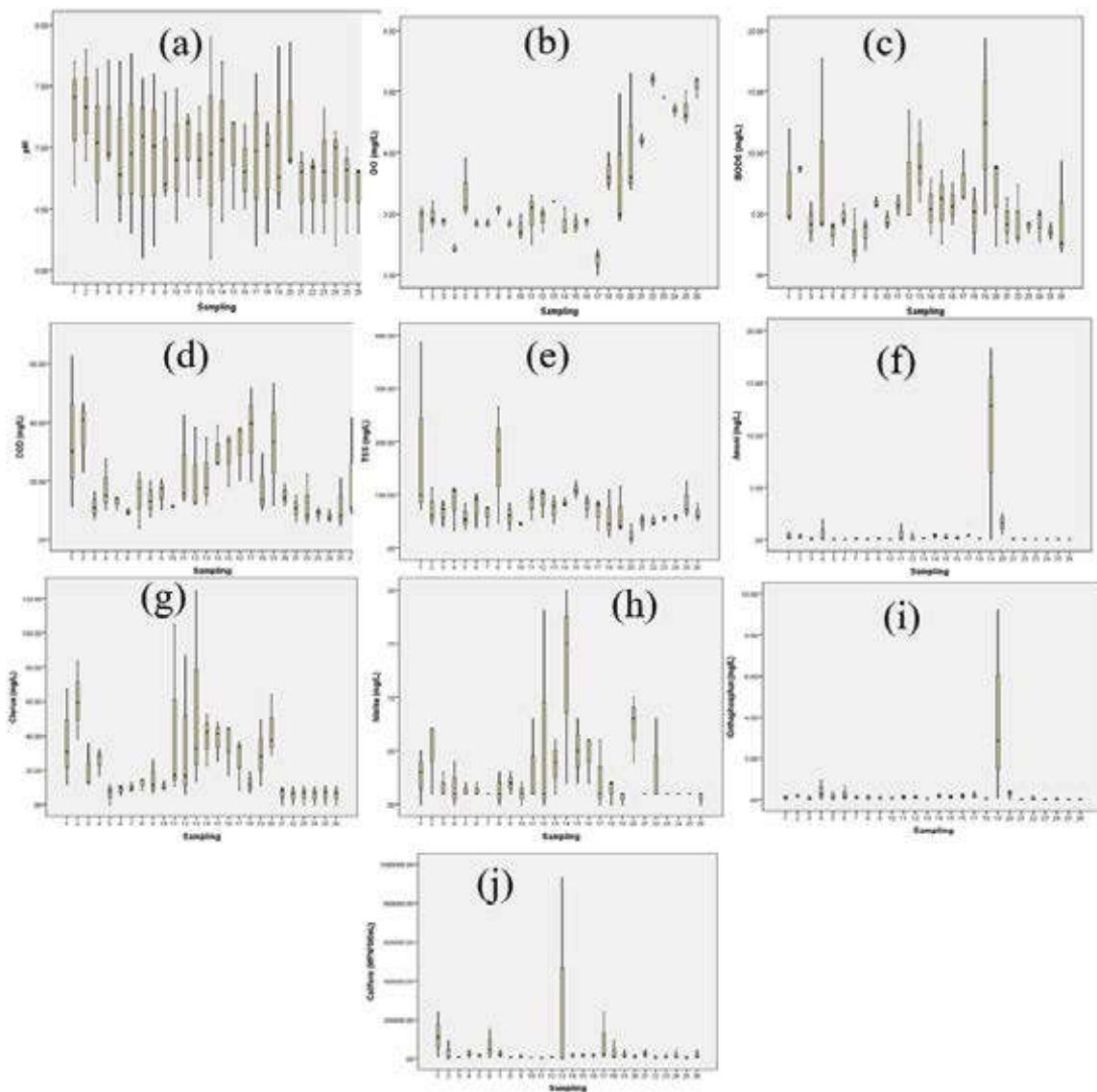
### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Diễn biến chất lượng nước huyện Kế Sách tỉnh Sóc Trăng

##### \* pH

Giá trị pH có sự biến động giữa các vị trí thu mẫu trong khoảng từ  $6.64 \pm 0.17$  -  $7.34 \pm 0.26$  (Hình 2a), trung bình  $6.95 \pm 0.05$ . Trung bình qua các năm 2017, 2018, 2019 có giá trị pH lần lượt là  $6.43 \pm 0.05$ ,  $7.09 \pm 0.07$ ,  $7.32 \pm 0.06$  (Bảng 2) và khác

biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0.05$ ). Nghiên cứu trước đó cho thấy giá trị pH nước mặt trên địa bàn huyện Kế Sách từ năm 2012 - 2018 là 6.2 - 7.7 [15], sông Hậu từ năm 2013 - 2014 có pH là 6.3 - 8.0, trung bình  $7.1 \pm 0.32$  [16], sông Hậu năm 2018 là  $6.7 \pm 0.65$  -  $7.12 \pm 0.14$  [17]. Nhìn chung giá trị pH ở các nghiên cứu ít có sự biến động theo không gian và thời gian; đều nằm trong giới hạn cho phép của Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột A2 (giới hạn quy định 6.0 - 8.5) [18].



**Hình 2: Biến động chất lượng nước huyện Kế Sách, tỉnh Sóc Trăng**

**\* Hàm lượng oxy hòa tan (DO)**

DO ở các vị trí dao động từ  $2.23 \pm 0.12$  -  $5.20 \pm 0.06$  mg/L (Hình 2b), trung bình DO ở  $3.42 \pm 0.1$  mg/L. DO các năm 2017, 2018, 2019 lần lượt là  $3.28 \pm 0.18$  mg/L,  $3.44 \pm 0.18$  mg/L,  $3.53 \pm 0.18$  mg/L, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0.05$ ) (Bảng 2). Hàm lượng DO tại các điểm quan trắc thấp sẽ ảnh hưởng đến hệ sinh thái thủy sinh và làm giảm khả năng làm sạch của nguồn nước. Theo các nghiên cứu trước đó DO trên sông Hậu tại KCN Cái Côn, tại Kênh số 1 và Khu vực lân cận huyện Kế Sách, Kênh 30/4 có giá trị DO thấp dao động lần lượt là 2.6 - 5.76 mg/L, 3.5 - 6.17 mg/L và 1.7 - 4.13mg/L [15]. Kết quả khảo sát tại sông chính và sông nhánh thuộc tuyến sông Hậu cho thấy DO giữa các điểm thu mẫu biến động lớn và dao động từ 1.76 - 7.96 mg/L, trung bình  $4.9 \pm 1.4$  mg/L [16]; sông Hậu năm 2018 là  $5.29 \pm 0.33$  -  $5.56 \pm 0.56$  [17]. Hàm lượng DO huyện Kế Sách từ năm 2017 - 2019 thấp hơn giới hạn cho phép của cột A2 theo QCVN 08-2015/BTNMT (giới hạn quy

định DO  $\geq 5$  mg/L) [18], chỉ phù hợp với mục đích tưới tiêu và thủy lợi.

**\* Nhu cầu oxy sinh hóa (BOD<sub>5</sub>)**

Giá trị BOD<sub>5</sub> tại các vị trí dao động trong khoảng  $2.78 \pm 1.33$  -  $12.22 \pm 4.14$  mg/L (Hình 2c), trung bình giá trị ở mức  $5.74 \pm 0.38$  mg/L. Trung bình qua các năm 2017, 2018, 2019 có giá trị pH lần lượt là  $6.06 \pm 0.79$ mg/L,  $4.81 \pm 0.67$  mg/L,  $6.36 \pm 0.44$  mg/L, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0.05$ ) (Bảng 2). Cũng tại Sóc Trăng, BOD trên sông Hậu tại KCN Cái Côn có giá trị BOD<sub>5</sub> dao động từ 3.0 - 15.2 mg/L và tại Kênh số 1 là 2.2 - 12.2 mg/L [15]. Hàm lượng BOD<sub>5</sub> huyện Kế Sách nhìn chung qua các vị trí đa phần nằm trong giới hạn cho phép cột A2 theo QCVN 08-2015/BTNMT (giới hạn cho phép  $\leq 6$  mg/L) [18] nhưng giá trị vẫn tương đối cao và từ năm 2018 - 2019 giá trị BOD<sub>5</sub> tăng thể hiện nguy cơ ô nhiễm hữu cơ trên khu vực, nguồn phát sinh có thể do hoạt động sinh hoạt của con người, hoạt động sản xuất nông nghiệp và các nguồn khác trên địa bàn.

**Bảng 2. Giá trị trung bình các chỉ tiêu chất lượng nước tại Kế Sách**

Parameter	Unit	2017	2018	2019	QCVN
pH	-	6.43±0.05 <sup>a</sup>	7.09±0.07 <sup>b</sup>	7.32±0.06 <sup>c</sup>	6-8.5
DO	mg/L	3.28±0.18 <sup>a</sup>	3.44±0.18 <sup>a</sup>	3.53±0.18 <sup>a</sup>	> 5
BOD <sub>5</sub>	mg/L	6.06±0.79 <sup>a</sup>	4.81±0.67 <sup>a</sup>	6.36±0.44 <sup>a</sup>	6
COD	mg/L	22.75±3.17 <sup>a</sup>	13.90±1.89 <sup>b</sup>	22.23±2.19 <sup>a</sup>	15
TSS	mg/L	81.50±14.04 <sup>a</sup>	83.47±8.74 <sup>a</sup>	63.83±5.65 <sup>a</sup>	30
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	0.89±0.49 <sup>a</sup>	0.81±0.70 <sup>a</sup>	0.17±0.1 <sup>a</sup>	0,3
Cl	mg/L	34.48±6.59 <sup>a</sup>	11.40±2.15 <sup>b</sup>	23.45±3.32 <sup>ab</sup>	350
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.003 <sup>b</sup>	0.03±0.01 <sup>ab</sup>	0.05
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	0.49±0.35 <sup>a</sup>	0.21±0.11 <sup>a</sup>	0.12±0.04 <sup>a</sup>	0,3
Coliform	MPN/100mL	54,974±35,633 <sup>a</sup>	42,319±12,408 <sup>a</sup>	8,632±2,038 <sup>a</sup>	5,000

Chú ý: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN: 08-MT:2015/BTNMT. Số liệu được trình bày ở dạng TB ± Std.E. Các giá trị trong cùng một hàng có cùng kí tự (<sup>a,b</sup>) là khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức  $\alpha = 5\%$  và ngược lại.

**\* Nhu cầu oxy hóa học (COD)**

Giá trị COD tại các vị trí dao động từ  $7.94 \pm 1.12 - 37.03 \pm 9.35$  mg/L (Hình 2d), trung bình ở  $19.63 \pm 1.49$  mg/L, vượt quy chuẩn (giới hạn cho phép  $\leq 15$ mg/L) [18]. Kết quả này phù hợp với giá trị DO thấp ở khu vực nghiên cứu. Trung bình qua các năm 2017, 2018, 2019 có giá trị COD lần lượt là  $22.75 \pm 3.17$  mg/L,  $13.90 \pm 1.89$  mg/L,  $22.23 \pm 2.19$  mg/L, giá trị năm 2018 khác biệt có ý nghĩa thống kê với nhóm giá trị năm (2017, 2019) ( $p < 0.05$ ) (Bảng 2). Nghiên cứu trước đó cho thấy COD tại sông chính và sông nhánh thuộc sông Hậu dao động khá lớn từ 2.56 - 35.84 mg/L, trung bình  $14.3 \pm 6.3$  mg/L [16]; tại huyện Kế Sách giai đoạn 2012 - 2018, thông số COD dao động lớn từ 4.5 - 44.9 mg/L [15], hầu hết đều vượt QCVN 08-MT:2015/BTNMT [18]. Nhìn chung nồng độ COD có xu hướng tăng dần theo thời gian, điều này cho thấy khu vực ngày càng ô nhiễm hữu cơ. Kết quả COD phù hợp với BOD và DO.

**\* Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)**

Giá trị TSS ở các vị trí dao động từ  $24.13 \pm 10.45 - 186.13 \pm 100.82$  mg/L (Hình 2e). Giá trị trung bình là  $76.26 \pm 5.85$  mg/L vượt quy chuẩn QCVN 08-2015/BTNMT (giới hạn cho phép  $\leq 30$  mg/L). TSS trung bình qua các năm lần lượt là  $81.50 \pm 14.04$  mg/L,  $83.47 \pm 8.74$  mg/L,  $63.83 \pm 5.65$  mg/L, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0.05$ ) (Bảng 2). Các nghiên cứu trước đó cũng cho thấy TSS luôn vượt giới hạn cho phép ở các thủy vực đồng bằng sông Cửu Long [15 - 17]. Kết quả nghiên cứu cho thấy TSS tại khu vực nghiên cứu giai đoạn từ 2017 - 2019 vượt QCVN 08-2015/BTNMT (giới hạn cho phép  $\leq 30$  mg/L) [18]. Nguyên nhân TSS cao là do xói mòn, phù sa, nước mưa chảy tràn, và các hoạt động khác. TSS gây tăng chi phí xử lý nước cấp, ảnh hưởng đến đời sống thủy sinh vật, giúp

vận chuyển các tác nhân ô nhiễm khác như vi sinh vật gây bệnh, thuốc bảo vệ thực vật, chất kháng sinh đến nhiều nơi khác nhau trong thủy vực, làm tăng khả năng tiếp xúc với các yếu tố môi trường bất lợi đối với con người và sinh vật.

**\* Amoni ( $N-NH_4^+$ )**

Giá trị  $N-NH_4^+$  tại các vị trí dao động từ  $0.03 \pm 0.01 - 10.38 \pm 5.41$  mg/L (Hình 2f), giá trị trung bình ở mức  $0.62 \pm 0.28$  mg/L vượt quy chuẩn QCVN 08-2015/BTNMT (giới hạn cho phép  $\leq 0,3$  mg/L). Trung bình qua các năm có giá trị  $N-NH_4^+$  lần lượt là  $0.89 \pm 0.49$  mg/L,  $0.81 \pm 0.70$  mg/L,  $0.17 \pm 0.1$  mg/L, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0.05$ ) (Bảng 2). Amoni không quá độc với cơ thể con người, nhưng rất độc đối với thủy sinh vật. Amoni cao có khả năng gây phú dưỡng nguồn nước và dẫn đến các vấn đề môi trường không mong muốn.

**\* Cloride (Cl)**

Nồng độ Clorua (Cl<sup>-</sup>) tại các vị trí dao động ở mức từ  $5.53 \pm 2.93 - 60.43 \pm 12.91$  mg/L (Hình 2g), trung bình ở mức  $23.11 \pm 2.75$  mg/L, đều nằm trong giới hạn cho phép của quy chuẩn (giới hạn cho phép  $\leq 350$  mg/L). Trung bình qua các năm có giá trị Cl<sup>-</sup> lần lượt là  $34.48 \pm 6.59$  mg/L,  $11.40 \pm 2.15$  mg/L,  $23.45 \pm 3.32$  mg/L, nhóm giá trị (2017, 2019), (2018, 2019) khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0.05$ ) (Bảng 2). Từ kết quả phân tích cho thấy chất lượng nước mặt tại huyện Kế Sách tại thời điểm quan trắc chưa có dấu hiệu bị nhiễm mặn. Theo nghiên cứu Đinh Diệp Anh Tuấn và ctv. (2019) [15], cho thấy diễn biến độ mặn Clorua trong nước mặt tại các trạm quan trắc trong giai đoạn 2005 - 2018, tần suất nguồn nước mặt bị nhiễm mặn tại 2 trạm Đại Ngãi và Sóc Trăng cao hơn so với trạm Ngã Năm, nhưng giá trị độ mặn Clorua trung bình tại

2 trạm này (841 và 734 mg/L) thấp hơn so với trạm Ngã Năm (1452,9 mg/L). Cho thấy giá trị clorua ở các khu vực lân cận khu vực nghiên cứu cao hơn; tất cả giá trị trong khu vực nghiên cứu đều nằm trong khoảng cho phép của QCVN 08-2015/BTNMT [18].

**\* Nitrite (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)**

Giá trị N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> tại các vị trí dao động từ 0.01 ± 0.00 - 0.12 ± 0.05 mg/L (Hình 2h). Có 4 điểm quan trắc tại các vị trí như 2, 12, 14, 20 là vượt giới hạn cho phép của QCVN 08-2015/BTNMT [18]. Nhưng giá trị trung bình của N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> là 0.03 ± 0.004 mg/L đạt chuẩn (giới hạn cho phép ≤0.05 mg/L). Trung bình qua các năm 2017, 2018, 2019 có giá trị N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> có giá trị lần lượt là 0.04 ± 0.01mg/L, 0.01 ± 0.003 mg/L, 0.03 ± 0.01 mg/L, nhóm giá trị (2017, 2019), (2018, 2019) khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0.05) (Bảng 2).

**\* Orthophosphate (P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)**

Giá trị P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> trung bình tại các vị trí dao động từ 0.02 ± 0.01 - 4.06 ± 2.68 mg/L (Hình 2i). Giá trị trung bình P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> nằm ở mức 0.28 ± 0.12 mg/L, đạt QCVN 08-2015/BTNMT (giới hạn cho phép ≤0,3 mg/L) [18]. Trung bình qua các năm 2017, 2018, 2019 có giá trị P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> lần lượt là 0.49 ± 0.35 mg/L, 0.21 ± 0.11 mg/L, 0.12 ± 0.04 mg/L, khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0.05) (Bảng 2). Kết quả khảo sát hàm lượng P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, tại các điểm trên sông chính và sông nhánh thuộc sông Hậu biến động từ 0.007 - 0.51 mg/L, trung bình 0.1 ± 0.07 mg/L [16]. Qua đó cho thấy ở hầu hết các điểm khảo sát nguồn nước trên sông Hậu có mức độ dinh dưỡng cao, đặc biệt vào mùa khô trên sông nhánh. Nghiên cứu của Giao (2020)temperature, dissolved oxygen (DO [17] cũng cho thấy chất lượng nước trên sông Hậu 2018 có P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> dao động 0.004 ± 0.03 - 0.11 ±

0.05 mg/L. Hàm lượng P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ở khu vực nghiên cứu có nguy cơ gây phú dưỡng ở một số vị trí trong khu vực nghiên cứu.

**\* Coliform**

Mức độ ô nhiễm vi sinh vật trung bình tại các điểm quan trắc dao động từ 2.733 ± 825 -310,341 ± 309,830 MPN/100 mL (Hình 2j), giá trị coliforms trung bình ở mức 35,308 ± 12,629 MPN/100 mL, vượt mức cho phép của quy chuẩn QCVN 08-MT:2015/BTNMT (giới hạn cho phép ≤5,000 MPN/100 mL) [18]. Trung bình qua các năm có giá trị coliform lần lượt là 54,974 ± 35,633 MPN/100 mL, 42,319 ± 12,408 MPN/100 mL, 8,632 ± 2,038 MPN/100 mL, khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0.05) (Bảng 2). Theo nghiên cứu của Võ Thị Ngọc Giàu và ctv (2019) [19] trên đoạn sông Cần Thơ giai đoạn 2010 - 2014 chỉ ra rằng tổng coliform qua các năm dao động từ 3,448 - 27,327 MPN/100 mL, thấp hơn nhiều so với khu vực nghiên cứu hiện tại tại huyện Kế Sách, tỉnh Sóc Trăng. Trên sông Hậu năm 2018 kết quả cho thấy giá trị coliforms cao từ 1,346 ± 915 - 86,338 ± 1023 MPN/100 mL [17]. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tại khu vực nghiên cứu huyện Kế Sách đã ô nhiễm vi sinh vật và nước mặt phải được xử lý phù hợp trước khi sử dụng. Sự hiện diện của coliform cho thấy môi trường nước đang tiếp nhận chất thải bài tiết từ con người và động vật.

**3.2. Chỉ tiêu ảnh hưởng chính đến chất lượng nước mặt huyện Kế Sách**

Kết quả phân tích thành phần chính cho thấy có 7 nhân tố chính giải thích 97.70% sự biến động chất lượng nước mặt huyện Kế Sách giai đoạn 2017 - 2019 (Bảng 3). Các nhân tố chính PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC7 giải thích sự thay đổi chất lượng nước mặt trong thời gian 3 năm với các tỷ lệ lần lượt là 41.1%,

## Nghiên cứu

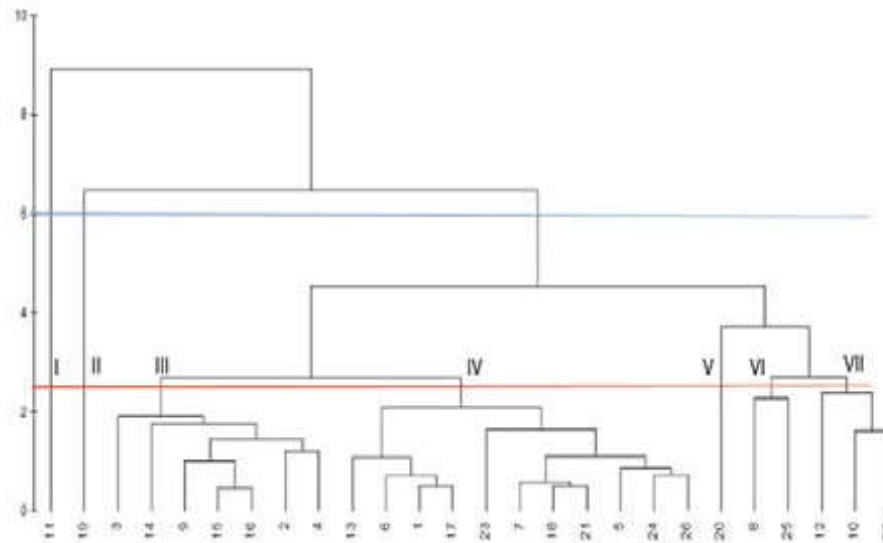
22.3%, 10.7%, 9.8%, 7.0%, 4.2% và 2.6%. Theo báo cáo của Shrestha and Kazama (2007) [20], PC có giá trị eigenvalue lớn hơn 1 được coi là đáng kể. Trong nghiên cứu này, các giá trị đặc trưng từ PC1 - PC7 đều lớn hơn 1. PC1 giải thích sự biến động của các yếu tố pH (0.378), BOD<sub>5</sub> (0.424), COD (0.410), Cl<sup>-</sup> (0.431) ở mức độ tương quan yếu. PC2 giải thích sự biến động của yếu tố N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (0.578) và P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (0.580) ở mức tương quan trung bình, có thể chịu tác động từ nông nghiệp và sinh hoạt người dân. PC3 có mức tương quan yếu với DO (0.322) và có mức tương quan trung bình với TSS (-0.667) và N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (0.587). PC4 có mức tương quan cao với coliform (-0.870), chịu tác động từ chất thải bài tiết con người và động vật. PC5 có mức tương quan yếu với pH (-0.424), COD (0.392) và trung bình với DO (0.513), TSS (0.557). PC6 giải thích sự biến động của các yếu tố pH (-0.578), DO (-0.525), COD (0.525) với mức tương quan trung bình. PC7 giải thích sự biến động của các yếu tố DO (-0.342) với mức tương quan yếu và N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (0.585) với mức tương quan trung bình. Kết quả phân tích PCA cho thấy mỗi chỉ tiêu chất lượng nước chịu tác động của ít nhất 2 PCs. Mỗi PCs là đại diện cho một nguồn ô nhiễm

[7]. Những chỉ tiêu chất lượng môi trường nước có tương quan với các PCs từ trung bình trở lên nên đưa vào chương trình quan trắc chất lượng môi trường nước [13]. Từ kết quả PCA cho thấy các chỉ tiêu pH, DO, COD, TSS, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> và coliform nên đưa vào chương trình quan trắc vì có ảnh hưởng chính đến chất lượng nước mặt huyện Kế Sách tỉnh Sóc Trăng. Kết quả tương đồng với nghiên cứu của [17] các chỉ tiêu ảnh hưởng chính đến chất lượng sông Hậu năm 2018 là pH, nhiệt độ, DO, TSS, nitrate, phosphate và COD. Những chỉ tiêu như BOD<sub>5</sub> và Cl<sup>-</sup> có thể không cần quan trắc. Trong đó, hàm lượng TSS và COD cao có thể do nước thải sinh hoạt và nước mưa chảy tràn đã kéo theo các vật chất gây ô nhiễm [16-17]. Bên cạnh đó, nguồn gốc của nitơ và phosphate có thể do phân bón trong sản xuất nông nghiệp và bột giặt từ hoạt động sinh hoạt [6, 21]. Coliform là thông số đại diện cho ô nhiễm từ chất thải bài tiết của con người và động vật. Vì vậy, có thể các hoạt động sinh hoạt của con người, hoạt động sản xuất nông nghiệp, thủy văn và nước mưa chảy tràn là các nguồn làm ảnh hưởng đến các chỉ tiêu chất lượng nước và biến động chất lượng nước mặt ở huyện Kế Sách.

**Bảng 3. Các chỉ tiêu chính ảnh hưởng chất lượng nước mặt huyện Kế Sách**

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
pH	0.378	-0.148	-0.085	0.235	-0.424	-0.578	-0.200
DO	-0.294	0.251	0.322	-0.246	<u>0.513</u>	<u>-0.525</u>	-0.342
BOD <sub>5</sub>	0.424	0.233	0.066	-0.214	-0.054	-0.014	-0.197
COD	0.410	-0.043	0.003	0.071	0.392	<u>0.525</u>	-0.439
TSS	0.157	-0.255	<u>-0.667</u>	0.120	<u>0.557</u>	-0.285	0.151
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.233	<u>0.578</u>	-0.061	0.067	0.048	-0.079	0.212
Cl <sup>-</sup>	0.431	-0.183	0.255	-0.087	0.008	-0.145	-0.237
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.264	-0.254	<u>0.587</u>	0.214	0.288	-0.068	<u>0.585</u>
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0.226	<u>0.580</u>	-0.114	0.068	0.028	0.000	0.259
Coliform	0.194	-0.161	-0.116	<u>-0.870</u>	-0.061	-0.009	0.281
Eigenvalues	4.11	2.23	1.07	0.98	0.70	0.42	0.26
% Variation	41.10	22.30	10.70	9.80	7.00	4.20	2.60
% Cum. Variation	41.10	63.30	74.10	83.90	90.90	95.10	97.70

### 3.3. Phân nhóm chất lượng nước mặt huyện Kế Sách



Hình 3: Phân nhóm chất lượng nước huyện Kế Sách giai đoạn 2017 - 2019

Bảng 4. Giá trị thông số chất lượng nước theo nhóm

Parameter	Unit	Group I	Group II	Group III	Group IV	Group V	Group VI	Group VII	QCVN
pH		7.02±0.21	7.03±0.40	0.75±0.38	6.89±0.34	7.21±0.33	6.82±0.31	6.85±0.24	6-8.5
DO	mg/l	2.97±0.24	3.62±0.67	3.80±0.07	3.62±0.10	4.10±0.60	3.88±0.09	3.63±0.10	> 5
BOD <sub>5</sub>	mg/L	5.69±0.47	12.22±4.14	6.35±1.41	5.16±1.29	6.67±1.17	3.52±0.57	5.52±1.59	6
COD	mg/L	23.80±9.33	32.77±11.95	24.72±4.84	17.86±5.18	15.07±2.14	12.43±1.24	14.80±4.69	15
TSS	mg/l	85.10±16.18	63.83±26.15	79.65±14.50	74.12±20.71	24.13±10.45	125.50±41.63	61.98±8.05	30
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	0.52±0.50	10.38±5.41	0.29±0.17	0.12±0.04	1.56±0.58	0.05±0.02	0.10±0.07	0.3
Cl <sup>-</sup>	mg/L	44.07±30.32	29.45±11.08	33.26±7.85	16.37±7.40	43.60±10.53	9.12±2.55	17.56±9.9	350
N-NO <sub>3</sub>	mg/L	0.03±0.02	0.01±0.00	0.05±0.02	0.02±0.01	0.07±0.02	0.01±0.004	0.03±0.03	0.05
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	0.11±0.05	4.06±2.68	0.18±0.07	0.10±0.05	0.28±0.12	0.06±0.03	0.09±0.03	0.3
Coliforms	mg/L	2,733±825	20,767±11,538	18,006±10,016	66,540±53,029	10,133±6,962	4,760±2,272	5,627±2,341	5,000

Phân tích cụm sử dụng giá trị trung bình của các thông số chất lượng nước, trong nghiên cứu với 10 thông số ở 26 vị trí thu mẫu trên sông, kênh rạch địa bàn huyện Kế Sách từ năm 2017 - 2019. Kết quả phân tích cụm thể hiện ở Hình 3. Có thể thấy từ các vị trí thu mẫu được chia thành 3 nhóm riêng biệt (dòng màu xanh) bao gồm nhóm I (11), nhóm II (19), nhóm III (các vị trí thu mẫu còn lại). Có sự khác biệt đó là do ở nhóm I (11) có nồng độ COD và TSS cao nhưng hàm lượng coliforms thấp, không chịu ảnh hưởng chất bài tiết của con người và động vật; nhóm II (19) hàm lượng các chất ô

nhễm đều cao hơn các vị trí thu mẫu còn lại; nhóm III chủ yếu hàm lượng TSS và coliform cao.

Nhằm quan sát một cách chi tiết diễn biến chất lượng nước mặt tại các sông, kênh rạch trên địa bàn huyện Kế Sách (bởi dòng màu đỏ), được chia thành 7 nhóm. Nhóm I (11), nhóm II (19), nhóm III (2, 3, 4, 9, 14, 15, 16), nhóm IV (1, 5, 6, 7, 13, 17, 18, 21, 23, 24, 26), nhóm V (20), nhóm VI (8, 25), nhóm VII (10, 12, 22). Trong nghiên cứu này, các vị trí thu mẫu nằm trên các sông, kênh rạch khác nhau nên khi phân tích cụm, chỉ có thể thấy được sự tương đồng chất lượng nước mặt giữa các vị trí trong cùng một

nhóm và nhận dạng được nguồn phát sinh ô nhiễm (Bảng 4). Nhóm I chủ yếu chịu tác động của nguồn nước thải sinh hoạt và nước mưa chảy tràn kéo theo các vật chất gây ô nhiễm dẫn đến khu vực này hàm lượng DO thấp, COD cao (ô nhiễm hữu cơ) và hàm lượng TSS cao (cao gấp 2,67 lần quy chuẩn). Nhóm II ngoài chịu những ảnh hưởng như nhóm I, khu vực này còn chịu ảnh hưởng của hoạt động sản xuất nông nghiệp nên có hàm lượng nitơ và phosphate cao (lần lượt cao gấp 34,6 lần và 13,5 lần quy chuẩn) và chịu thêm ảnh hưởng từ chất thải bài tiết con người và động vật (hàm lượng coliform vượt 4,15 lần quy chuẩn). Nhóm III và IV nằm trong cùng nhánh lớn (Hình 3), nhưng qua kết quả phân tích (Bảng 4) nhận thấy rằng mức độ chịu ảnh hưởng từ chất thải bài tiết người và động vật ở nhóm IV cao gấp 3,7 lần nhóm III. Nhóm V xuất hiện hàm lượng  $N-NH_4^+$  và  $N-NO_2^-$  vượt chuẩn, nồng độ  $N-NH_4^+$  cao sinh ra  $N-NO_2^-$  và sự có mặt của  $N-NO_2^-$  trong nước chứng tỏ nguồn nước bị ô nhiễm trong thời gian dài. Nhóm VI, TSS rất cao, cao hơn các vị trí thu mẫu khác và cao gấp 4,18 lần quy chuẩn, có thể thấy nhóm các vị trí thu mẫu nằm ở thượng nguồn chịu ảnh hưởng tốc độ dòng chảy và phù sa [17]. Nhóm VII, ngoài chịu ảnh hưởng như nhóm VI, cộng thêm ảnh hưởng chất thải bài tiết người và động vật ở mức ô nhiễm nhẹ.

#### **4. Kết luận**

Qua kết quả nghiên cứu, nhận thấy rằng chất lượng nước mặt ở khu vực huyện Kế Sách có hàm lượng oxy hòa tan thấp và COD cao, nước mặt bị ô nhiễm hữu cơ từ các hoạt động sinh hoạt và sản xuất của người dân, giá trị TSS và coliform cao, vượt QCVN 08-MT: 2015/BTNMT lần lượt là 2 lần và 7.1 lần. Các giá trị như pH,  $BOD_5$ ,  $Cl^-$ ,  $N-NO_2^-$ ,  $P-PO_4^{3-}$  vẫn còn nằm trong giới hạn cho phép của quy chuẩn. Từ kết quả phân tích PCA cho thấy các chỉ tiêu pH, DO, COD, TSS,  $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_2^-$ ,  $P-PO_4^{3-}$  và coliform ảnh hưởng chính đến

chất lượng nước mặt khu vực huyện Kế Sách tỉnh Sóc Trăng. PC1 được coi là nguồn không điểm, có tương quan yếu với các chỉ tiêu chất lượng nước. PC2, PC3 được đóng góp nhiều bởi lượng nitơ và phosphat, PC4 đại diện cho vi khuẩn chỉ thị đường phân. PC5, PC6, PC7 cho thấy chất lượng nước ô nhiễm từ các nguồn thải sinh hoạt con người. PC3 và PC5 được đóng góp tích cực bởi lượng TSS, do các đặc tính của nước, phù sa cùng với nước mưa chảy tràn, bên cạnh đó nước chảy từ nông nghiệp và hoạt động dân sinh. Qua đó ta thấy được có ít nhất 3 nguồn phát sinh gây ô nhiễm nước mặt khu vực nghiên cứu. Kết quả phân tích cụm (CA) cho thấy chất lượng nước được phân thành 7 nhóm chủ yếu do DO, TSS và coliform. Trong 7 nhóm thì nhóm II chịu ảnh hưởng nhiều nguồn ô nhiễm nhất, cụ thể là nguồn thải từ hoạt động sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp, nước mưa chảy tràn.

**Lời cảm ơn:** Cảm ơn Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng đã cung cấp số liệu quan trắc. Tất cả những phân tích, đánh giá trong nghiên cứu này là quản 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]. Bộ tài nguyên và Môi trường (2012). *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia - Chuyên đề nước mặt*.
- [2]. Massoud, M. A. (2012). *Assessment of water quality along a recreational section of the Damour River in Lebanon using the water quality index*. Environmental Monitoring and Assessment, 184 (7), 4151 - 4160.
- [3]. Chea R., Grenouillet G. and Lek S., (2016). *Evidence of Water quality degradation in Lower Mekong Basin Revealed by Self-Organizing Map*. PLOS ONE/DOL: 10.1371/journal.pone.0145527.
- [4]. 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.

[5]. 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.

[6]. 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.

[7]. 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.

[8]. Nguyễn Hải Âu, Phan Thị Khánh Ngân, Hoàng Thị Thanh Thúy và Phan Nguyễn Hồng Ngọc (2017). *Ứng dụng phân tích thống kê đa biến trong đánh giá chất lượng nước dưới đất huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 20: 66 - 72.

[9]. Lê Văn Dũ, Trương Hoàng Đan, Nguyễn Thanh Giao, Nguyễn Thị Thùy Anh, Phạm Quốc Thái, Trần Văn Sơn và Lê Thị Hồng Nga (2019). *Ứng dụng thống kê đa biến trong đánh giá chất lượng nước mặt ở vườn quốc gia U Minh Hạ - Cà Mau*. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 55 (2): 70 - 76.

[10]. Nguyễn Minh Kỳ và Nguyễn Hoàng Lâm (2014). *Sử dụng kỹ thuật thống kê đa biến đánh giá chất lượng nước sông Như Ý tỉnh Thừa Thiên Huế*. *Tạp chí phát triển Khoa học và Công nghệ*, 17:50 - 60.

[11]. American Public Health Association (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th edition, Washington DC, USA.

[12]. 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.

[13]. Liu, C. W., Lin, K. H. and 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.

[14]. Salah, E.A.M., Turki, A.M., Othman, E.M.A (2006). *Assessment of water quality of Euphrates River using cluster analysis*. *Journal of Environmental Protection*, 1021, 3, 1629 - 1633.

[15]. 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.

[16]. 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.

[17]. 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.

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

[19]. 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.

[20]. 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.

[21]. Barakat, A., Baghdadi, M.E., Rais, J., Aghezzaf, B., Slassi, M., (2016). *Assessment of spatial and seasonal water quality variation of Oum Er Rbia River (Morocco) using multivariate statistical techniques*. *International Soil and Water Conservation Research*, 4 (4): 284 - 292.

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