

ẢNH HƯỞNG THEO MÙA VÀ THỦY TRIỀU LÊN CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT SÔNG HẬU THUỘC TỈNH HẬU GIANG

Nguyễn Thanh Giao^{1*}, Nguyễn Hồng Thảo Ly¹, Phùng Thị Hằng²

¹Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Sư phạm, Trường Đại học Cần Thơ

* Email: ntgiao@ctu.edu.vn

Ngày nhận bài: 24/04/2022

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 17/05/2022

Ngày chấp nhận đăng: 25/05/2022

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của mùa và thủy triều đến chất lượng nước mặt sông Hậu tỉnh Hậu Giang, Việt Nam. Dữ liệu chất lượng nước được thu thập tại sáu địa điểm khi thủy triều xuống và thủy triều lên. Các thông số giám sát bao gồm pH, oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), amoni ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), nitrat ($\text{NO}_3^-\text{-N}$), orthophosphat ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$), tổng photpho (TP), tổng nitơ (TN), sắt (Fe) và coliform. Phân tích phương sai một chiều (One-way ANOVA), phân tích cụm (CA) và phân tích phân biệt số (DA) đã được áp dụng để xác định ảnh hưởng của thủy triều và các mùa lên chất lượng nước. Chất lượng nước mặt được so sánh với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia cho thấy, nước mặt tại khu vực nghiên cứu bị ô nhiễm hữu cơ và có khả năng phú dưỡng cao. Các thông số BOD, COD, TN, TP, Fe và coliform khi triều thấp có xu hướng cao hơn khi triều cường. Năm thông số bao gồm TSS, TP, TN, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ và coliform có sự khác biệt đáng kể giữa mùa mưa và mùa khô bằng phân tích DA. Phân tích theo cụm phân loại chất lượng nước thành 3 cụm chủ yếu theo các thông số BOD, COD, TSS, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ và Fe. Nghiên cứu cung cấp thông tin quan trọng về chất lượng nước sông Hậu ở tỉnh Hậu Giang cho việc sử dụng và giám sát nguồn nước.

Từ khóa: chất lượng nước mặt, Hậu Giang, mùa, phân tích biệt số, thủy triều

SEASONAL AND TIDAL INFLUENCE ON SURFACE WATER QUALITY IN HAU RIVER, HAU GIANG PROVINCE

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the influence of seasons and tides on the surface water quality of the Hau river in Hau Giang province, Vietnam. Water quality data were collected at six locations at low tide and high tide. The monitoring parameters included pH, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS), ammonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), nitrate ($\text{NO}_3^-\text{-N}$), orthophosphate ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$), total phosphorus (TP), total nitrogen (TN), iron (Fe), and coliform. One-way analysis of variance (One-way ANOVA), cluster analysis (CA), and discriminant analysis (DA) were applied to determine the influence of tides and seasons on water quality. Surface water quality is compared with the national technical regulation on surface water quality. It showed that surface water in the study area had organic pollution and high eutrophication potential. The parameters of BOD, COD, TN, TP, Fe, and coliform in low tide tended to be higher than those in high tide. Five parameters including TSS, TP, TN, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ and coliform had a significant difference between the wet season and the dry season by DA analysis. Cluster analysis classified water quality into three clusters mainly by parameters BOD, COD, TSS, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ and Fe. The study provides important information on the water quality of the Hau river in Hau Giang province for water use and monitoring.

Keywords: discriminant analysis, Hau Giang, season, surface water quality, tides

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hậu Giang là một tỉnh thuộc vùng đồng bằng sông Cửu Long có hệ thống sông ngòi kênh rạch chằng chịt với tổng chiều dài khoảng 2300 km. Mật độ sông rạch của tỉnh khá lớn với vùng ven sông Hậu thuộc huyện Châu Thành lên đến 2 km. Do điều kiện địa lý của vùng, chế độ thủy văn của tỉnh Hậu Giang chịu ảnh hưởng phần lớn từ chế độ triều của sông Hậu (triều biển Đông) và sông Cái Lớn (triều biển Tây) (Ủy ban nhân dân tỉnh Hậu Giang, 2019). Sông Hậu cũng là một trong những nguồn cung cấp nước đóng vai trò quan trọng trong phát triển nông – lâm nghiệp và nuôi trồng thủy sản ở tỉnh. Trong quá trình phát triển kinh tế và quá trình đô thị hóa, sông Hậu phải đối mặt với nhiều thách thức như thay đổi dòng chảy, suy giảm chất lượng nước do là nơi tiếp nhận trực tiếp chất thải từ các hoạt động kinh tế xã hội của tỉnh Hậu Giang. Đặc biệt là các nguồn thải từ các khu vực có mật độ dân cư đông đúc và thâm canh trong sản xuất nông nghiệp (Tuan và nnk., 2015; Nguyễn Thị Kim Liên và nnk., 2016). Đặc điểm thủy văn và chế độ thủy triều cũng tác động khá lớn đến chất lượng nước sông (Purnaini và nnk., 2018). Vào mùa mưa nước sông vùng đồng bằng sông Cửu Long dễ bị nhiễm phèn và có hàm lượng độ đục cao ảnh hưởng đến khả năng cấp nước, trong khi vào mùa khô nước sông lại dễ bị ô nhiễm vi sinh và thuốc trừ sâu từ các hoạt động nông nghiệp và sinh hoạt của người dân trong vùng (Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam, 2020). Ngoài ra, sông Hậu chịu ảnh hưởng mạnh mẽ bởi thủy triều biển Đông với chế độ bán nhật triều không đều, thời gian triều lên kéo dài khoảng 6 giờ và thời gian triều xuống khoảng 7 giờ (Trần Hồng Thái và nnk., 2014). Sự khác biệt về lưu lượng và tốc độ dòng chảy giữa triều cường và triều kiệt dẫn đến sự khác biệt chất lượng nước sông giữa hai dòng triều. Khi triều kiệt, lưu lượng và tốc độ dòng chảy trên sông kém do đó nồng độ chất ô nhiễm tăng lên và ngược lại (Kamarudzaman và nnk., 2019; Cereja và nnk., 2022; Kar và nnk., 2022). Ngoài ra, chế độ thủy triều còn ảnh hưởng đến sự dịch chuyển của các chất ô nhiễm và sự phân tán các chất ô nhiễm từ các điểm xả thải khác nhau (Kar và nnk., 2022). Fatema và

nnk. (2015) cho rằng, hoạt động của thủy triều đã làm thay đổi nhiệt độ, độ mặn, pH, oxy hòa tan, nitơ và phosphat trong môi trường nước sông. Trong khi đó, thủy triều được xem là một yếu tố quan trọng cần xem xét khi thu mẫu chất lượng môi trường nước mặt. Tuy nhiên, còn khá ít nghiên cứu về vai trò của thủy triều và ảnh hưởng của chúng đến chất lượng nước mặt vùng đồng bằng sông Cửu Long. Nghiên cứu này được tiến hành nhằm tìm ra ảnh hưởng của thủy triều và mùa lên chất lượng nước sông Hậu, tỉnh Hậu Giang dựa vào các công cụ thống kê đa biến bao gồm phân tích cụm CA và phân tích biệt số DA. Kết quả nghiên cứu cung cấp thông tin khoa học hữu ích, đóng góp vào việc giám sát, phát triển các công cụ quản lý môi trường bền vững trong tương lai.

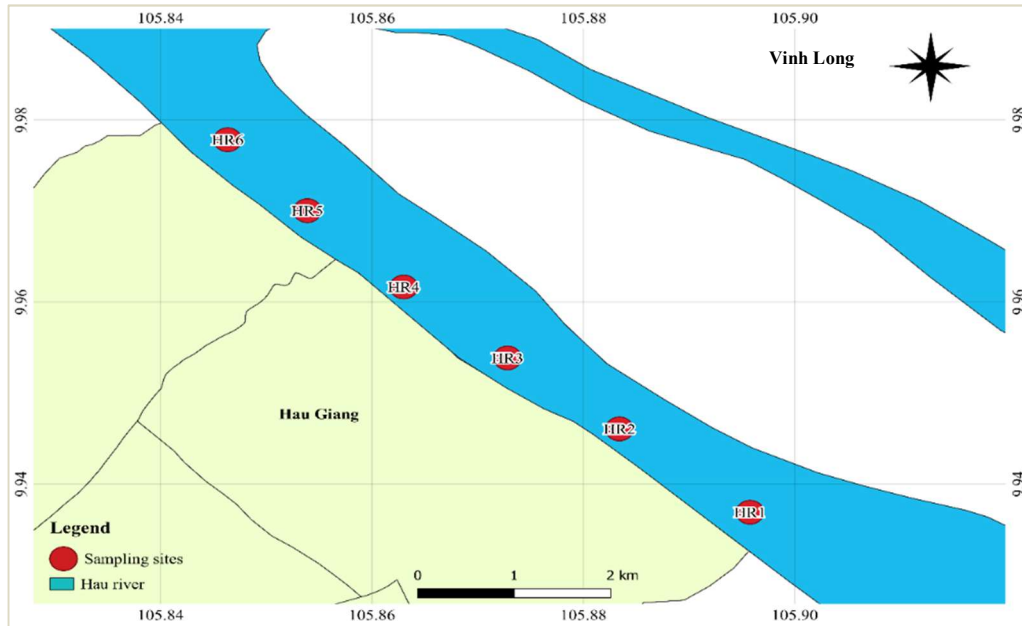
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thu thập số liệu thứ cấp

Số liệu quan trắc được thu thập từ Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang năm 2020. Mẫu nước được thu tại sáu vị trí bao gồm: bốn vị trí trên sông Hậu – đoạn từ vàm Mái Dầm đến vàm Cái Côn (HR1, HR2, HR3 và HR4) và hai vị trí nằm phía thượng nguồn vàm sông Mái Dầm (HR5 và HR6) (Hình 1) với tần suất 12 lần/năm, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11 và mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau.

Các thông số chất lượng nước mặt bao gồm pH, oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), amoni (NH_4^+-N), nitrat (NO_3^--N), orthophosphat ($\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$), tổng P, tổng N, Fe và coliform được sử dụng để đánh giá chất lượng nước và là số liệu đầu vào trong phân tích thống kê đa biến.

Mẫu nước được thu và bảo quản mẫu nước mặt thực hiện theo các tiêu chuẩn hiện hành (TCVN 6663-1:2011; TCVN 6663-3:2008; TCVN 5994:1995; TCVN 6663-6:2008; TCVN 6663-3:2008-ISO 5667-3:2003). Các chỉ tiêu pH, nhiệt độ, DO, độ đục được đo đạc tại hiện trường trong khi các chỉ tiêu còn lại được phân tích tại phòng thí nghiệm bằng các phương pháp chuẩn (APHA, 2012). Các chỉ tiêu, đơn vị, phương pháp phân tích và giới hạn cho phép được trình bày trong Bảng 1.



Hình 1. Vị trí thu mẫu trên sông Hậu thuộc tỉnh Hậu Giang

Bảng 1. Phương pháp phân tích các thông số chất lượng nước mặt

Thông số	Đơn vị	Phương pháp phân tích	QCVN, A1
pH	-	TCVN 6492:2011	6 – 8,5
DO	mg/l	TCVN 7325:2004	≥ 6
BOD	mg/l	TCVN 6001-1:2008	4
COD	mg/l	TCVN 6491:1999	10
TSS	mg/l	TCVN 6625:2000	20
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	TCVN 6179:1996	0,3
Fe	mg/l	TCVN 6177:1996	0,5
NO ₃ ⁻ -N	mg/l	TCVN 6180:1996	2
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	TCVN 6494-1:2011	0,1
Tổng P	mg/l	TCVN 6202:2008	-
Tổng N	mg/l	TCVN 6638:2000	-
Coliform	MPN/ 100ml	TCVN 6187-2:1996	2500

2.2. Phương pháp phân tích số liệu

Số liệu chất lượng nước mặt được tính toán trung bình trước khi đưa vào phân tích thống kê. Sử dụng phương pháp phân tích phương sai một nhân tố (One-Way ANOVA) để so sánh sự khác biệt có ý nghĩa ($p < 0.05$) về giá trị trung bình của các thông số chất lượng môi trường nước giữa thời điểm triều cường, triều kiệt và giữa mùa khô và mùa mưa và sau đó là phép tính Duncan (Ahrari và nnk., 2015). Phương pháp phân tích cụm (CA) và phân tích biệt số (DA) giúp xác định sự tương đồng của chất lượng nước giữa các

vị trí thu mẫu và tìm ra các thông số gây ra sự khác biệt về không gian và thời gian tương ứng (Giao & Nhiên, 2021). Phân tích cụm (Cluster Analysis – CA) được sử dụng để phân nhóm chất lượng nước tại các vị trí thu mẫu theo phương pháp Ward (Arora và nnk., 2015) và khoảng cách Euclidean được đo bằng khoảng cách các thông số chất lượng nước mặt giữa các vị trí thu mẫu (Phan Nguyễn Hồng Ngọc và nnk., 2017). Kết quả CA được trình bày dưới dạng cây cấu trúc (Dendrogram), sơ đồ này giúp xác định số lượng nhóm vị trí có đặc điểm tương đồng

trong khu vực nghiên cứu. Phân tích CA được thực hiện bằng phần mềm bản quyền Primer V5.2 for Windows (PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK).

Phân tích biệt số (Discriminant Analysis – DA) là kỹ thuật phân tích dữ liệu khi biến phụ thuộc là biến phân loại và biến độc lập là biến định lượng. Phân tích DA chỉ có ý nghĩa khi biết trước số nhóm và các đối tượng trong mỗi nhóm trước khi tiến hành phân tích (Liu và nnk., 2021). Do đó, phân tích DA thường dùng để xác nhận các nhóm đã được xác định bởi phân tích CA. Phân tích ANOVA và DA đều được xử lý bằng phần mềm thống kê IBM SPSS Statistics 20 for Windows (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến động các thông số môi trường liên quan đến thủy triều

Kết quả phân tích ảnh hưởng của thủy triều đến chất lượng nước mặt sông Hậu thuộc tỉnh Hậu Giang được thể hiện ở Hình 2.

Giá trị pH tại sáu vị trí thu mẫu giữa hai dòng triều tương đối bằng nhau, dao động trong khoảng từ $6,81 \pm 0,21$ đến $6,86 \pm 0,20$ khi triều xuống thấp và $6,89 \pm 0,15$ đến $7,18 \pm 0,89$ khi triều lên cao (Hình 2A). Nhìn chung, giá trị pH vẫn nằm trong khoảng giới hạn cho phép của quy chuẩn Việt Nam QCVN 08-MT: 2015/BTNMT cột A1 (6 – 8,5). Hình 2B cho thấy, ở cả hai dòng triều, hàm lượng TSS thấp nhất tại vị trí HR1 đạt $45,58 \pm 24,75$ mg/L tại triều kiệt và $37,17 \pm 29,58$ mg/L tại triều cường, trong khi đó, hàm lượng TSS cao nhất ghi nhận ở vị trí HR4 có giá trị lần lượt là $51,00 \pm 28,17$ mg/L và $50,25 \pm 31,86$ mg/L. Tất cả các điểm thu mẫu đều vượt giới hạn cho phép của QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột A1 (20 mg/L) từ 2,51-2,6 lần. Hàm lượng TSS trung bình tại thời điểm triều kiệt có xu hướng cao hơn triều cường. Điều này có thể là do ảnh hưởng từ các hoạt động giao thông vận tải đường thủy (Lê Bảo Việt & Hồ Thảo Vy, 2020).

Hàm lượng oxy hòa tan trung bình khi triều kiệt có nồng độ thấp hơn so với triều cường (Hình 2C). Hàm lượng DO thấp nhất khi triều lên nằm ở vị trí HR2 đạt $4,69 \pm 0,44$

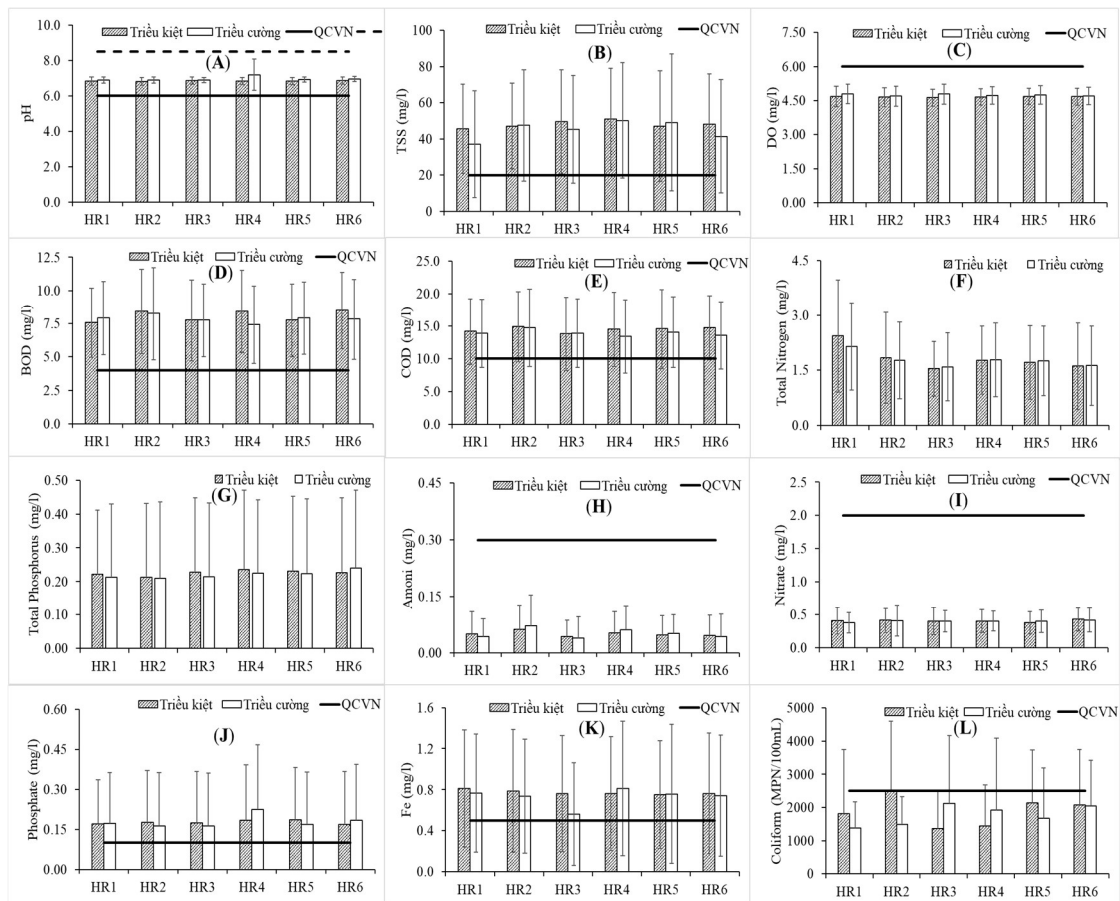
mg/L và cao nhất ở vị trí HR1 đạt $4,79 \pm 0,42$ mg/L. Trong khi đó, khi thủy triều xuống thấp, nồng độ DO chênh lệch không đáng kể giữa các trạm thu mẫu trong khoảng từ $4,63 \pm 0,37$ đến $4,68 \pm 0,36$ mg/L. Hàm lượng DO được đo tại hai thời điểm triều khá thấp (dưới 6 mg/L so với QCVN) cho thấy có sự hiện diện của chất thải hữu cơ tại khu vực nghiên cứu dẫn đến vi sinh vật phát triển nhanh chóng làm tiêu hao hàm lượng oxy hòa tan, từ đó làm giảm DO trong nước (Kamarudzaman và nnk., 2019; Kar và nnk., 2022). Nhu cầu oxy sinh hóa trung bình trong một năm chênh lệch không lớn giữa hai dòng triều (Hình 2D). Nồng độ BOD cao nhất khi triều kiệt là $8,50 \pm 2,88$ mg/L tại vị trí HR6. Khi thủy triều lên nồng độ BOD cao nhất đạt $8,25 \pm 3,47$ mg/L tại vị trí HR2. Tương tự, nồng độ COD cao nhất khi triều kiệt và triều cường lần lượt là $14,92 \pm 5,37$ và $14,75 \pm 5,91$ mg/L đều ở vị trí HR2. Nồng độ COD thấp nhất ghi nhận ở vị trí HR3 đạt $13,83 \pm 5,64$ mg/L khi thủy triều xuống thấp và ở vị trí HR4 đạt $13,42 \pm 5,65$ mg/L khi triều lên (Hình 2E). Khi so sánh với QCVN 08-MT: 2015/BTNMT cột A1, hàm lượng BOD và COD tại sáu vị trí thu mẫu vượt ngưỡng cho phép nhiều lần (4 mg/L và 10 mg/L). Kết quả này phù hợp với giá trị DO đã thảo luận trước đó và địa bàn nghiên cứu đã bị ô nhiễm hữu cơ dễ phân hủy bởi các hoạt động sinh hoạt, nước thải từ các hoạt động công nghiệp và nông nghiệp dọc hai bên bờ sông Hậu (Fetter và nnk., 2017; Astari, 2019, Giao & Nhien, 2021). Nhìn chung, cả hai thông số BOD và COD đều có nồng độ vào thời điểm triều lên thấp hơn so với triều kiệt. Do khi thủy triều lên sẽ làm tăng hàm lượng oxy hòa tan và pha loãng bớt nồng độ chất hữu cơ có trong nước (Mena-Rivera và nnk. 2017).

Hàm lượng TN tại sáu vị trí thu mẫu chênh lệch không lớn giữa hai thời điểm triều lên và triều xuống lần lượt trong khoảng từ $1,59 \pm 0,93$ đến $2,15 \pm 1,19$ mg/L và $1,54 \pm 0,75$ đến $2,44 \pm 1,53$ mg/L (Hình 2F). Theo Palma và nnk. (2020), để hạn chế khả năng gây phú dưỡng nguồn nước, hàm lượng TN không được vượt quá 1,5 mg/L. Có thể thấy, nồng độ TN ở khu vực nghiên cứu tiềm ẩn nguy cơ

phú dưỡng cao. Tương tự, ở Hình 2G, hàm lượng TP tại khu vực quan trắc dao động khá thấp giữa hai dòng triều, nằm trong khoảng từ $0,21 \pm 0,22$ đến $0,24 \pm 0,23$ mg/L. Amic & Tadic (2018) cho rằng nếu nồng độ TP vượt quá giới hạn 0,1 mg/L thì khả năng phú dưỡng rất dễ xảy ra. Có thể thấy, tại các điểm thu mẫu trên sông Hậu có khả năng phú dưỡng cao và vào thời điểm triều kiệt có xu hướng cao hơn triều cường.

Hàm lượng NH_4^+-N và NO_3^--N ở sông Hậu khá thấp và đều đạt giới hạn cho phép của QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột A1 (0,3 mg/L và 2 mg/L) (Hình 2H và 2I). Hàm lượng NH_4^+-N cao nhất được ghi nhận ở vị trí HR2 đạt $0,06 \pm 0,06$ mg/L tại triều kiệt và $0,07 \pm 0,08$ mg/L tại triều cường. Trong khi đó, vị trí HR3 đều có giá trị NH_4^+-N đạt $0,04 \pm 0,04$ mg/L ở cả hai dòng triều. Hàm lượng NO_3^--N tại sáu điểm quan trắc chất

lượng nước nằm trong khoảng từ $0,38 \pm 0,16$ đến $0,43 \pm 0,17$ mg/L ở hai dòng triều. Tại vị trí HR6 ghi nhận nồng độ NO_3^--N lớn nhất với $0,43 \pm 0,17$ mg/L lúc thủy triều xuống thấp và $0,42 \pm 0,18$ mg/L lúc thủy triều lên. Hàm lượng $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ giữa triều cường và triều kiệt chênh lệch tương đối thấp (Hình 2J). Lúc triều kiệt, hàm lượng $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ cao nhất ghi nhận ở vị trí HR5 đạt $0,19 \pm 0,20$ mg/L và thấp nhất ở vị trí HR6 đạt $0,17 \pm 0,20$ mg/L. Hai vị trí HR2 và HR3 ghi nhận hàm lượng $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ thấp nhất khi thủy triều lên đều đạt giá trị $0,16 \pm 0,20$ mg/L và cao nhất ở vị trí HR4 có giá trị $0,22 \pm 0,24$ mg/L. Tất cả các trạm quan trắc chất lượng nước đều có hàm lượng $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ vượt quy chuẩn cột A1 QCVN 08-MT: 2015/BTNMT (0,1 mg/L). Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Giao (2020) nguồn nước trên sông Hậu có mức độ dinh dưỡng cao và tiềm ẩn nguy cơ gây phú dưỡng.



Hình 2. Biến động chất lượng nước sông Hậu ảnh hưởng bởi thủy triều

Nồng độ Fe khi triều kiệt cao hơn so với triều cường, dao động trong khoảng từ $0,56 \pm 0,50$ mg/L đến $0,81 \pm 0,57$ mg/L và tất cả các vị trí quan trắc đều vượt giới hạn cho phép từ 1,12-1,62 lần khi so với QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột A1 (0,5 mg/L) (Hình 2K). Sắt có thể có nguồn gốc từ nước thải của ngành công nghiệp dệt phẩm, thuộc da và dệt may (Arefin và nnk., 2016). Theo Wedyan và nnk. (2016), nồng độ kim loại trong nước càng cao thì chất lượng nước mặt càng kém, ảnh hưởng đến khả năng xử lý nước nếu sử dụng nguồn nước sông làm nước cấp sinh hoạt.

Giá trị coliform trung bình có sự chênh lệch khá lớn giữa triều cường và triều kiệt (Hình 2L). Ở vị trí HR3, vào thời điểm triều kiệt có hàm lượng coliform thấp nhất với $1372,50 \pm 1161,97$ MPN/100 mL, trong khi đó, khi thủy triều lên tại vị trí này ghi nhận giá trị coliform cao nhất với $2116,67 \pm 2045,70$ MPN/100 mL. Khi so sánh với QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột A1 (2500 MPN/100 mL), chỉ có vị trí HR2 tại thời điểm triều kiệt vượt giới hạn cho phép với $2520,00 \pm 2076,54$ MPN/100 mL. Theo Aram và nnk. (2021), đối với nước mặt, hàm lượng coliform bị ảnh hưởng nhiều bởi các yếu tố vật lý và điều kiện thủy triều. Trong nghiên cứu này, hàm lượng coliform vào thời điểm triều kiệt cao hơn so với triều cường. Nghiên cứu của Safitri và nnk. (2021) cũng cho thấy hàm lượng coliform khi triều lên và xuống lần lượt thay đổi từ 100/100 mL đến 2400/100 mL.

Kết quả nghiên cứu chất lượng nước mặt sông Hậu thuộc tỉnh Hậu Giang đã cho thấy hàm lượng BOD, COD, TN, TP, Fe và coliform vào thời điểm triều kiệt có xu hướng cao hơn so với triều cường. Tuy nhiên, giữa các vị trí thu mẫu không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% ($p > 0,05$) ở cả hai dòng triều. Ngoài ra, 5/12 thông số chất lượng nước ở sáu vị trí thu mẫu đều vượt giới hạn cho phép của QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột A1 bao gồm TSS, BOD, COD, PO_4^{3-} -P và Fe. Từ kết quả trên cho thấy nước mặt tại khu vực nghiên cứu đã bị ô nhiễm hữu cơ và có nguy cơ xuất hiện tình trạng phú dưỡng hóa.

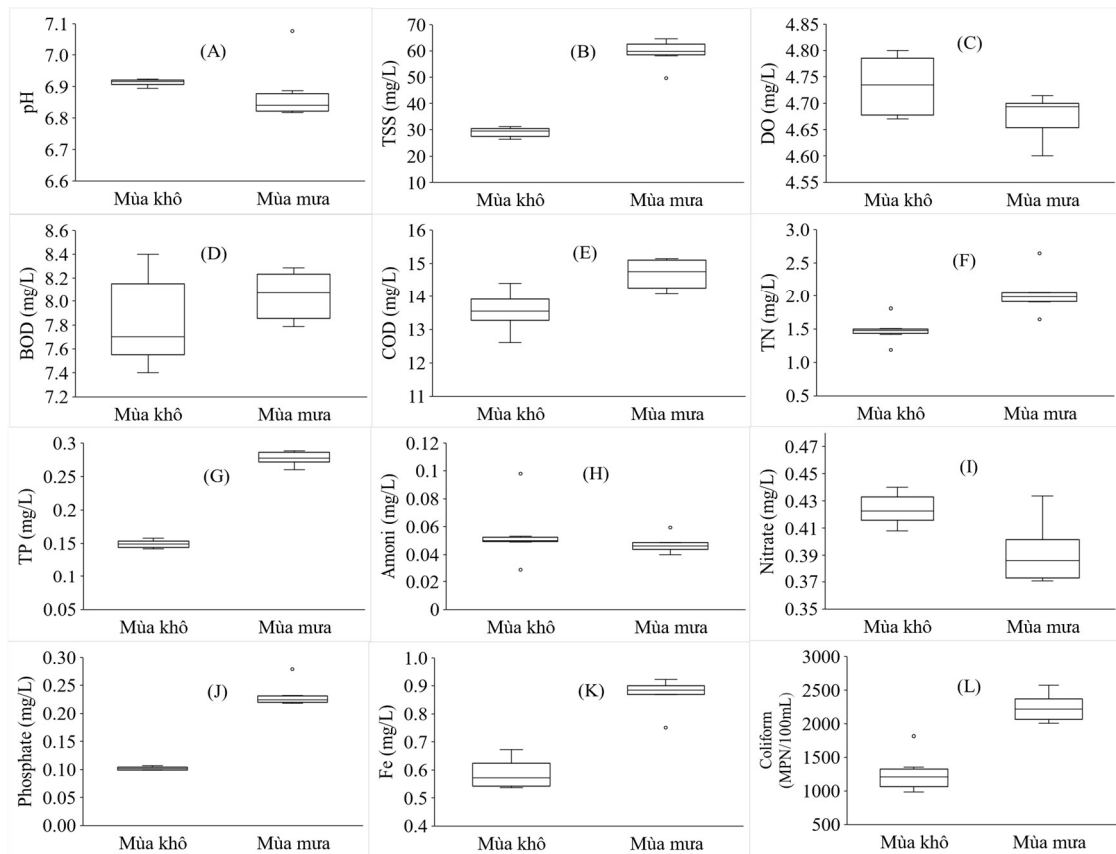
3.2. Tác động của mùa đến chất lượng nước mặt

Kết quả phân tích chất lượng nước sông Hậu thuộc tỉnh Hậu Giang theo mùa được thể hiện ở Hình 3. Có năm thông số chất lượng nước có sự khác biệt đáng kể giữa mùa mưa và mùa khô ở mức 5% bao gồm TSS, TP, TN, phosphate và coliform. Nhìn chung, hầu hết các thông số quan trắc chất lượng nước có nồng độ cao hơn vào mùa mưa.

Giá trị pH vào mùa khô cao hơn mùa mưa và độ pH của các mẫu nước đều dưới 7, chứng tỏ nước sông lúc này có tính axit (Hình 3A). Tuy nhiên, giá trị pH tại các vị trí thu mẫu vẫn nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột A1 (6 – 8,5). Ở Hình 3B cho thấy hàm lượng TSS vào mùa mưa tăng một phần do nước lũ từ thượng nguồn chảy về mang theo một lượng lớn phù sa cùng với việc xói mòn hai bên bờ sông. Ngoài ra, lưu lượng nước sông tăng cùng với tốc độ dòng chảy nhanh đã làm xáo trộn lớp nền đáy dẫn đến giá trị TSS tăng (Ojok và nnk., 2017; Võ Thị Ngọc Giàu và nnk., 2019). Kết quả này phù hợp với nhiều nghiên cứu trước khi cho rằng giá trị TSS có sự biến động theo mùa (Nguyễn Thị Kim Liên và nnk., 2016; Dương Thanh Nghị, 2017; Giao & Nhiên, 2021). Giá trị BOD, COD vào mùa mưa cao hơn mùa khô có thể là do nước lũ từ thượng nguồn và nước mưa chảy tràn từ các hoạt động nông nghiệp đã kéo theo chất hữu cơ vào nguồn nước (Akaahan & Azua, 2016; Adegbite và nnk., 2018) (Hình 3D và 3E). Nồng độ chất hữu cơ cao đã tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của vi sinh vật. Từ đó dẫn đến hàm lượng oxy hòa tan trong nước giảm mạnh vào mùa mưa (Hình 3C). Hàm lượng TN và TP được ghi nhận vào mùa mưa cao hơn so với mùa khô và nồng độ của hai thông số này đủ cao để gây ra hiện tượng phú dưỡng (Hình 3F và 3G). Điều này ảnh hưởng đáng kể đến sự sinh trưởng và phát triển thủy sinh vật ở sông Hậu. Có thể giải thích rằng, nước mưa chảy tràn từ các hoạt động nông nghiệp đã đóng góp một lượng lớn hàm lượng TN và TP vào nguồn nước sông (Deng và nnk., 2018). Tương tự, giá trị PO_4^{3-} -P có hàm lượng cao hơn vào mùa mưa (Hình 3J). Kết quả này ngược lại với nghiên

cứ của Woldeab và nnk. (2018) và Dương Thị Trúc và nnk. (2019) cho rằng hàm lượng PO_4^{3-} -P vào mùa khô lại cao hơn so với mùa mưa. Điều đó có thể thấy chất lượng nước sông Hậu chịu ảnh hưởng bởi một phần nước từ thượng nguồn đổ về và hoạt động của người dân sống gần khu vực nghiên cứu. Hàm lượng amoni, nitrat và Fe vào mùa mưa và mùa khô khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Hàm lượng NH_4^+ -N và NO_3^- -N vào mùa khô có xu hướng cao hơn so với mùa mưa (Hình 3H và 3I), trong khi Fe lại có hàm lượng cao hơn vào mùa mưa (Hình 3K). Theo

Nguyễn Thanh Giao và nnk. (2021), lưu lượng nước trên sông vào mùa khô thấp nên khả năng pha loãng nước thải từ các hoạt động sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp vào các sông thấp hơn mùa mưa. Hàm lượng coliform cao vào mùa mưa cho thấy chất lượng nước chỉ có thể dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp. Giá trị coliform tại khu vực nghiên cứu ở mức thấp và đạt QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột A1. Divya & Solomon (2016) cho rằng, sự hiện diện của coliform trong nước bắt nguồn từ chất thải của con người và động vật.



Hình 3. Chất lượng nước mặt sông Hậu theo mùa

3.3. Xác định các thông số gây ra sự thay đổi chất lượng nước theo mùa

Để xác định các thông số gây ra sự khác biệt theo mùa, phân tích biệt số được áp dụng để tìm ra những thông số quan trọng nhất ảnh hưởng đến sự thay đổi chất lượng nước theo mùa được thể hiện ở Bảng 2. Các hệ số có trị tuyệt đối hệ số chuẩn hóa càng lớn thì mức độ tác động đến sự thay đổi chất lượng nước theo

mùa càng nhiều. Với giá trị Wilk's Lambda là 0,371 và mức ý nghĩa $p = 0,000 < 0,05$ cho thấy đây là kết quả ở mức tốt trong phân tích DA. Từ kết quả phân tích DA cho thấy TSS, PO_4^{3-} -P, TP, TN và coliform đóng góp đáng kể vào sự thay đổi chất lượng nước giữa hai mùa. Hai thông số TSS và phosphat là các thông số quan trọng nhất ảnh hưởng đến sự thay đổi chất lượng nước sông Hậu theo mùa.

Phân tích DA có thể hỗ trợ giảm đáng kể kích thước của bộ số liệu quan trắc và chỉ yêu cầu một số thông số chính chịu trách nhiệm cho những thay đổi về không gian và thời gian của chất lượng nước mặt (Giao & Nhiên, 2021). Do đó, hệ thống quan trắc chất lượng nước sông Hậu thuộc tỉnh Hậu Giang nên tập trung vào các thông số chất lượng nước mặt bao gồm TSS, PO_4^{3-} -P, TP, TN và coliform để có thể đánh giá chính xác sự thay đổi chất lượng nước và đặc điểm ô nhiễm theo mùa. Ngoài ra, điều này có thể giúp giảm chi phí giám sát bằng cách chỉ cần đánh giá 06 thông số thay vì 12 thông số quan trắc chất lượng môi trường nước mặt.

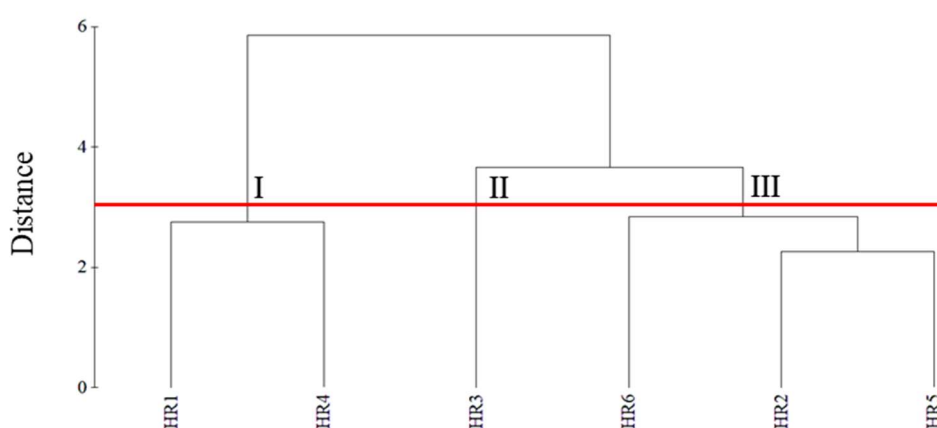
3.4. Đánh giá vị trí quan trắc chất lượng nước sông Hậu thuộc tỉnh Hậu Giang

Kết quả phân tích cụm chất lượng nước tại sáu vị trí thu mẫu trên sông Hậu được thể hiện ở Hình 4. Dựa vào 12 thông số chất lượng nước, các vị trí thu mẫu được chia thành 3 nhóm riêng biệt bao gồm nhóm I (vị trí HR1 và HR4), nhóm II (vị trí HR3) và

nhóm III (vị trí HR2, HR5 và HR6). Các nguồn phát sinh ô nhiễm thể hiện cho từng cụm được thể hiện ở Bảng 3. Có thể thấy nhóm I chủ yếu chịu tác động của nguồn nước thải từ các hoạt động công nghiệp và nông nghiệp nên có hàm lượng phosphat và Fe cao (lần lượt cao gấp 1,9 lần và 1,58 lần quy chuẩn). Ngoài ra, nhóm này có hàm lượng TN cao nhất và vượt quá giới hạn 1,5 mg/L (cao gấp 1,36 lần). Do đó, ở hai vị trí HR1 và HR4 có khả năng phú dưỡng cao. Nhóm II chỉ có duy nhất vị trí HR3 có hàm lượng TSS rất cao và cao gấp 2,37 lần quy chuẩn. Có thể thấy ngoài chịu tác động của nước mưa chảy tràn, các phương tiện giao thông đường thủy, vị trí HR3 còn chịu ảnh hưởng bởi tốc độ dòng chảy và phù sa do nằm ở phía thượng nguồn (Giao, 2020). Nhóm III có hàm lượng DO thấp nhất dẫn đến hàm lượng BOD và COD ở nhóm này cao hơn các vị trí thu mẫu còn lại (lần lượt cao gấp 2,02 lần và 1,44 lần quy chuẩn). Nhóm này chủ yếu chịu tác động của nguồn nước thải sinh hoạt và các hoạt động công nghiệp tại khu vực nghiên cứu.

Bảng 2. Giá trị các biến dẫn đến chất lượng nước khác nhau theo mùa ở hai thời điểm triều cường và triều kiệt

DFs	TSS	Phosphat	Coliform	TP	TN	COD	Nitrat	Fe
1	0,462	0,273	0,246	0,240	0,203	0,081	-0,07	-0,058
DO	Amoni	pH	BOD	Eigenvalue	% of variance	Cum %	Wilks' Lambda	Sig.
-0,058	-0,05	-0,04	0,029	1,698	100	100	0,371	0,000



Hình 4. Phân nhóm chất lượng nước sông Hậu

Bảng 3. Giá trị trung bình các thông số chất lượng nước theo nhóm

Thông số	Đơn vị	Cụm 1	Cụm 2	Cụm 3	QCVN
pH	-	6,93	6,87	6,88	6 – 8,5
DO	mg/l	4,71	4,70	4,69	≥ 6
TSS	mg/l	46,00	47,46	46,75	20
BOD ₅	mg/l	7,83	7,75	8,11	4
COD	mg/l	14,00	13,88	14,44	10
Tổng P	mg/l	0,22	0,22	0,22	-
Tổng N	mg/l	2,04	1,57	1,72	-
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	0,05	0,04	0,05	0,3
NO ₃ ⁻ -N	mg/l	0,40	0,40	0,41	2
PO ₄ ³⁻ -P	mg/l	0,19	0,17	0,17	0,1
Fe	mg/l	0,79	0,66	0,76	0,5
Coliform	MPN/ 100ml	1637,71	1744,58	1990,14	2500

4. KẾT LUẬN

Qua kết quả nghiên cứu, nhận thấy rằng chất lượng nước sông Hậu thuộc tỉnh Hậu Giang đã ô nhiễm hữu cơ và tiềm ẩn nguy cơ phú dưỡng nguồn nước cao. Phân tích thống kê cho thấy không có sự khác biệt chất lượng nước giữa triều cường và triều kiệt, tuy nhiên có thể thấy hàm lượng của các thông số như BOD, COD, TN, TP, Fe và coliform vào triều kiệt có xu hướng cao hơn so với triều cường. Chất lượng nước trong khu vực nghiên cứu có sự biến động theo mùa. Các thông số TSS, TP, TN, PO₄³⁻-P và coliform có sự khác biệt đáng kể giữa mùa mưa và mùa khô ở mức 5% ($p < 0,05$). Bốn thông số pH, DO, amoni và nitrat trong mùa khô cao hơn mùa mưa, trong khi đó các thông số còn lại có nồng độ cao hơn vào mùa mưa. Có 5/12 thông số vượt giới hạn cho phép của QCVN 08-MT: 2015/BTNMT, cột A1. Các thông số gây ra sự thay đổi chất lượng nước giữa mùa khô và mùa mưa bao gồm TSS, PO₄³⁻-P, TP, TN và coliform. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy chương trình giám sát chất lượng nước mặt tỉnh Hậu Giang nên tập trung vào các thông số TSS, PO₄³⁻-P, TP, TN và coliform nhằm giảm chi phí quan trắc. Kết quả phân tích cụm cho thấy chất lượng nước được phân thành ba nhóm chủ yếu do BOD, COD, TSS, PO₄³⁻-P và Fe. Trong đó, nhóm I có khả năng nguồn nước bị phú dưỡng, nhóm II có lượng vật chất lơ lửng cao và nhóm III nguồn nước đã bị ô nhiễm hữu cơ. Nghiên cứu cung cấp thông tin

khoa học hữu ích về hiện trạng môi trường nước sông Hậu thuộc tỉnh Hậu Giang phục vụ công tác quản lý chất lượng môi trường nước.

LỜI CẢM ƠN

Cảm ơn Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Hậu Giang 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

- Adegbite, S. A., Adeleke, A. E., Sangoremi, A., & Oladele, E. O. (2018). Seasonal variations of Physicochemical characteristics of Brewery Industry effluent and receiving water of Ikpoba-Oha rivers, Benin City, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 22(6), 857-860.
- Ahrari, F., Eslami, N., Rajabi, O., Ghazvini K, Barati S. (2015). The antimicrobial sensitivity of *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sangius* to colloidal solutions of different nanoparticles applied as mouthwashes. *Dent Res J (Isfahan)*, 12(1), 44-9.
- Akaahan, T. J. A. & Azua, E. T. (2016). Assessment of seasonal variation of

- oxygen demands as pollution indicators of river Benue, Nigeria. *European Journal of Earth and Environment*, 3(3).
- Amic, A. & Tadic, L. (2018). Analysis of basic physical-chemical parameters, nutrients and heavy metals content in surface water of small catchment area of Karasica and Vusica rivers in Croatia. *Environments*, 5(20).
- APHA. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington, D.C., USA: 22nd edition edited by Rice E.W., Baird R.B., Eaton A.D. and Clesceri L.S.
- Aram, S. A., Saalidong, B. M. & Osei Lartey, P. (2021). Comparative assessment of the relationship between coliform bacteria and water geochemistry in surface and ground water systems. *PLoS ONE*, 16(9). e0257715.
- Arefin, M. T., Rahman, M. M., Wahid-U-Zzaman, & Kim, J. (2016). Heavy Metal Contamination in Surface Water Used for Irrigation: Functional Assessment of the Turag River in Bangladesh. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 59(1), 83-90.
- Arora, N., Arora, A. S., Sharma, S., & Reddy, A. S. (2015). Use of cluster analysis – a data mining tool for improved water quality monitoring of River Satluj. *International Journal of Advanced Networking Applications*, 63-68.
- Astari, A. F. T. (2019). Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Code Menggunakan Software Qual2k. *Undergraduate thesis*. Yogyakarta, Indonesia: Universitas Islam Indonesia.
- Cereja, R., Brotas, V., Nunes, S., Rodrigues, M., Cruz, J. P. C., & Brito, C. (2022). Tidal influence on water quality indicators in a temperature mesotidal estuary (Tagus estuary, Portugal). *Ecological Indicators*. 108715.
- Deng, A., Ye, C. & Liu, W. (2018). Spatial and seasonal patterns of nutrients and heavy metals in twenty-seven rivers draining into the South China Sea. *Water* 2018, 10(50).
- Divya, A. H. & Solomon, P. A. (2016). Effects of some water quality parameters especially total coliform and fecal coliform in surface water of Chalakudy river. *Procedia Technology*, 631-638.
- Dương Thanh Nghị. (2017). Biến động chất lượng môi trường nước một số thủy vực ven bờ Việt Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, Số 18(2), 222-229.
- 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. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 53-60.
- Fatema, K. (2015). Effects of tidal events on the water quality in the Merbok Estuary, Kedah, Malaysia. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 8(2).
- Fetter, G., Lorenz, S., & Stoll, S. (2017). Effects of ship-induced waves on aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment*, 926-939.
- 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.
- Giao, N. T. & Nhien, H. T. H. (2021). Evaluating water quality variation in the Vietnamese Mekong Delta area using cluster and discriminant analysis. *Applied Environmental Research*, 43(1), 14-27.
- Kamarudzaman, A. N., Nor Asri, N. A., Ab Jalil, M. F., & Abd Aziz, R. (2019). A study of water quality for Sungai Kedah during high and low tides. *Journal of Engineering Research and Education*, 11, 25-24.
- Kar, S., Ghosh, I., Chowdhury, P., Ghosh, A., Aitch, P., & Bhandari, G. (2022). A model-based prediction and analysis of seasonal and tidal influence on pollutants distribution from city outfalls of river Ganges in West Bengal, India and its mapping using GIS tool. *PLOS Water*, 1(2). e0000008.
- Lê Bảo Việt & Hồ Thảo Vy. (2020). Hiện trạng chất lượng nước mặt sông Tiền đoạn

- chảy qua thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp. *Tạp chí Công Thương – Các kết quả nghiên cứu khoa học và ứng dụng công nghệ*, Số 19.
- Liu, J., Zhang, D., Tang, Q., Xu, H., Huang, S., & Shang, D. (2021). Water quality assessment and source identification of the Shuangji River (China) using multivariate statistical methods. *PLoS ONE*, 16(1). e0245525.
- Mena-Rivera, L., Salgado-Silva, V., Benavides-Benavides, C., Coto-Campos, J. M., & Swinscoe, T. H. A. (2017). Spatial and seasonal surface water quality assessment in a tropical urban catchment: Burio River, Costa Rica. *Water* 2017, 9(8), 558.
- Nguyễn Thanh Giao, Phùng Thị Hằng, Dương Văn Ni, Lê Thị Diễm Mi, & Lê Thị Bích Tuyên. (2021). Đánh giá chất lượng nước mặt huyện Kế Sách, Tỉnh Sóc Trăng sử dụng phương pháp phân tích đa biến. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường*, 68-79.
- Nguyễn Thị Kim Liên, Lâm Quang Huy, Dương Thị Hoàng Anh, Trương Quốc Phú, & 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*, Số 43, 68-79.
- Ojok, W., Wasswa, J. & Ntambi, E. (2017). Assessment of Seasonal Variation in Water Quality in River Rwizi Using Multivariate Statistical Techniques, Mbarara Municipality, Uganda. *Journal of Water Resource and Protection*, 9, 83-97.
- Palma, P., Fialho, S., Lima, A., Mourinha, C., Penha, A., Novais, M. H., ... Costa, M. J. (2020). Land-Cover Patterns and Hydrogeomorphology of Tributaries: Are These Important Stressors for the Water Quality of Reservoirs in the Mediterranean Region. *Water* 2020, 12, 2665.
- Phan Nguyễn Hồng Ngọc, Hoàng Thị Thanh Thủy & Nguyễn Hải Âu. (2017). Ứng dụng phương pháp phân tích cụm và phân tích biệt số đánh giá nhiễm mặn tầng chứa nước pleistocen ở huyện Tân Thành, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu (2), 129-136.
- Purnaini, R., Purwono, S. & Purwono, S. (2018). Tidal influence on water quality of Kapuas Kecil River downstream. *E3S Web of Conferences*, 31, 04006.
- Safitri, A., Arisanty, D., Saputra, A. N., & Nasruddin. (2021). Content of fecal coliform bacteria as an indicator of water quality in the Sungai Jingah, Banjarmasin City. Atlantic Press. *Advances in Social Science. Education and Humanities Research*, 25, 414-416.
- Trần Hồng Thái, Hoàng Minh Tuyền, Lương Hữu Dũng, Nguyễn Xuân Tiến, & Trần Đức Anh. (2014). Diễn biến dòng chảy ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khí tượng thủy văn*, 07, 19-23.
- Tuan, L. A. & Thuy, H. T. (2015). Water resource variation in the Hau river mouth. *Journal of Fisheries Science and Technology*, Special issue-2015.
- Ủy ban nhân dân tỉnh Hậu Giang. (2019). *Báo cáo tổng hợp kết quả quan trắc môi trường tỉnh Hậu Giang*.
- Võ Thị Ngọc Giàu, Phan Thị Bích Tuyên & 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.
- Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam. (2020). Tổng quan nguồn nước phục vụ sinh hoạt và công nghiệp vùng đồng bằng sông Cửu Long. *Hội thảo “Giải pháp cấp nước sạch cho vùng đồng bằng sông Cửu Long”*, 03 – 04/12/2020. Vĩnh Long.
- Wedyan, M., Harahsheh, A. A., Muhaidat, R., Bsoul, E., & Qnais, E. (2016). Cd and Fe Concentrations of the Surface Water of a Stream in Jordan. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(6), 2617-2521.
- Woldeab, B., Beyene, A., Ambelu, A., Buffam, I., & Mereta, S. T. (2018). Seasonal and spatial variation of reservoir water quality in the southwest of Ethiopia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190, 163.