

Đánh giá chất lượng nước sông Hậu đoạn chảy qua địa bàn tỉnh Vĩnh Long sử dụng phương pháp phân tích thành phần chính

Nguyễn Thị Lan Anh¹, Trần Thị Anh Thu², Nguyễn Hiền Thân¹, Lê Trọng Diệuh^{1,*}

TÓM TẮT

Nước là một trong những nguồn tài nguyên vô cùng quan trọng và quý giá đối với sự sống của con người và sinh vật, là yếu tố đặc biệt quan trọng bảo đảm thực hiện thành công các chiến lược, quy hoạch phát triển kinh tế, xã hội, bảo đảm an ninh quốc phòng. Tuy nhiên, chất lượng nước đang ngày càng suy giảm đáng kể bởi sự biến đổi khí hậu toàn cầu và các hoạt động khai thác quá mức ngày một gia tăng. Nghiên cứu nhằm đánh giá đặc điểm chất lượng nước trên sông Hậu, đoạn chảy qua tỉnh Vĩnh Long làm cơ sở cho việc quản lý và bảo vệ nguồn nước trên đoạn sông này. Dữ liệu chất lượng nước được sử dụng trong nghiên cứu được cung cấp bởi Sở Tài nguyên và môi trường tỉnh Vĩnh Long được đo tại 7 điểm trên sông Hậu giai đoạn 2015-2020. Kết quả cho thấy ở hầu hết các vị trí quan trắc nhiệt độ và pH phù hợp với đời sống của thủy sinh vật. Thông số TSS, hàm lượng các chất dinh dưỡng và vật chất hữu cơ vượt tiêu chuẩn quốc gia nước mặt. Áp dụng phân tích thành phần chính (PCA), nhóm nghiên cứu đã điều tra mối quan hệ giữa các thông số chất lượng nước. Kết quả phân tích PCA cho thấy COD, BOD5, Coliform, $P-PO_4^{3-}$, $N-NO_3^-$, TSS, và EC ảnh hưởng chính đến nồng độ chất lượng nước mặt trên sông Hậu đoạn chảy qua tỉnh Vĩnh Long chủ yếu đến từ các khu vực bị ảnh hưởng bởi hoạt động nuôi trồng thủy sản, sản xuất nông nghiệp và công nghiệp. Vì vậy cần đưa 8 chỉ tiêu này là những chỉ tiêu chính trong chương trình quan trắc chất lượng nước mặt sông Hậu đoạn chảy qua tỉnh Vĩnh Long.

Từ khoá: phân tích thành phần chính, phân tích đa biến, quan trắc chất lượng nước, sông Hậu

¹Chương trình Khoa học Môi trường, Đại học Thủ Dầu Một, 06 Trần Văn Ôn, Thành phố Thủ Dầu Một, Bình Dương, Việt Nam

²Chương trình Quản lý Tài Nguyên Môi trường, Đại học Thủ Dầu Một, 06 Trần Văn Ôn, Thành phố Thủ Dầu Một, Bình Dương, Việt Nam

Liên hệ

Lê Trọng Diệuh, Chương trình Khoa học Môi trường, Đại học Thủ Dầu Một, 06 Trần Văn Ôn, Thành phố Thủ Dầu Một, Bình Dương, Việt Nam

Email: hientld@tdmu.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 24-5-2023
- Ngày chấp nhận: 25-7-2023
- Ngày đăng: 31-12-2023

DOI:

<https://doi.org/10.32508/stdjsee.v7i2.737>



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



GIỚI THIỆU

Chất lượng nước là một vấn đề rất nhạy cảm và nó đang là mối quan tâm lớn trên toàn thế giới. Những thay đổi về các yếu tố tự nhiên (mưa, xói mòn và phong hóa) cũng như những hoạt động nhân sinh (hoạt động đô thị, công nghiệp, và nông nghiệp) đã làm suy thoái trầm trọng tài nguyên nước và làm mất khả năng sử dụng của nguồn tài nguyên này. Sự xuống cấp của chất lượng nước có thể ảnh hưởng đến sự đa dạng loài, làm suy giảm các hệ sinh thái thủy sinh, và gây ra những tác hại nghiêm trọng đối với sức khỏe con người và môi trường¹⁻³. Do đó, các chương trình giám sát chất lượng nước rất cần thiết để làm cơ sở thông tin cho việc xây dựng các hoạt động kiểm soát, ngăn ngừa ô nhiễm, và cung cấp thông tin đáng tin cậy trong quản lý chất lượng nước hiệu quả.

Ngày nay, chất lượng môi trường nước đã được quan tâm nhiều hơn, các phương pháp đánh giá chất lượng nước khác nhau được áp dụng cũng ngày càng tăng. Hiện nay, các phương pháp phổ biến nhất được sử dụng bao gồm phương pháp đánh giá chỉ số^{4,5}, phương pháp đánh giá fuzzy⁶, và phương pháp thống kê đa biến⁷. Trong số đó, phân tích thành phần chính (PCA), một phương pháp thống kê đa biến được sử

dụng rộng rãi để xác định mối quan hệ giữa các biến chỉ báo ban đầu; và chuyển chúng thành các thành phần chính độc lập⁸. Phương pháp này cho phép giảm kích thước của một tập dữ liệu trong khi vẫn duy trì các thông tin ban đầu của các biến từ đó giảm đáng kể khối lượng công việc lựa chọn và tính toán chỉ số⁹. Trong những năm gần đây, PCA đã được sử dụng rộng rãi trong các vấn đề môi trường khác nhau, bao gồm đánh giá toàn diện về sự thay đổi không gian và thời gian của chất lượng nước mặt và nước ngầm^{10,11}, thăm dò các nguồn gây ô nhiễm hàng đầu ở các khu vực bị ô nhiễm¹²; và tối ưu hóa hệ thống mạng lưới quan sát chất lượng nước¹³. Trong nước cũng có nhiều nghiên cứu áp dụng PCA để đánh giá chất lượng nước mặt. Giao và cộng sự (2021)¹⁴ đã đánh giá chất lượng nước mặt huyện Kế Sách, tỉnh Sóc Trăng bằng phương pháp PCA. Kết quả cho thấy DO, COD, TSS, $N-NH_4^+$, $N-NO_2^-$, $P-PO_4^{3-}$ và coliform ảnh hưởng đến chất lượng nước chủ yếu đến từ hoạt động sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp và chế độ thủy văn. Từ đó nhóm tác giả đã đề xuất cần đưa 7 chỉ tiêu trên vào chương trình quan trắc chất lượng nước mặt ở huyện Kế Sách tỉnh Sóc Trăng. Chất lượng nước giếng ở vùng trung huyện Hải Lăng, tỉnh Quảng Trị cũng được nhóm tác giả Nguyễn Trọng Hữu và cộng

Trích dẫn bài báo này: Anh N T L, Thu T T A, Thân N H, Hiền L T D. **Đánh giá chất lượng nước sông Hậu đoạn chảy qua địa bàn tỉnh Vĩnh Long sử dụng phương pháp phân tích thành phần chính**. *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2024; 7(2):715-728.

sự (2019)¹⁵ xem xét bằng phương pháp tương tự. Kết quả, vùng khảo sát được phân chia thành 3 tiểu vùng (TV) có đặc trưng chất lượng nước khác nhau: TV1 gồm xã Hải Dương và xã Hải Vĩnh bị nhiễm đáng kể các chất hữu cơ (COD cao hơn); TV2 (xã Hải Thành và xã Hải Hòa) bị nhiễm phen sắt (Fe cao hơn và pH thấp hơn); và TV3 (xã Hải Ba và xã Hải Quế) bị nhiễm đáng kể muối (TDS, Cl^- , SO_4^{2-}), Mn và vi khuẩn có nguồn gốc phân (tổng coliform). Một nghiên cứu khác được thực hiện ở sông Lá Buông, Trần Đức Dũng và cộng sự (2021)¹⁶ cũng đã áp dụng PCA để đánh giá chất lượng nước. Kết quả chỉ ra rằng nguồn ước sông Lá Buông trong cả mùa khô và mùa mưa bị ô nhiễm cục bộ các chất dinh dưỡng, vi sinh (E. coli, Coliform, N-NH₄) tại khu vực thượng nguồn do hoạt động chăn nuôi; ô nhiễm các chất vô cơ và hữu cơ (BOD₅, COD, Fe, N-NH₄⁻, N-NO₂⁻, TSS, độ đục) từ ước thải sinh hoạt và công nghiệp tại khu vực trung lưu và hạ lưu. Sông Hậu là nhánh sông lớn thứ hai của sông Mê Kông chảy qua địa phận Việt Nam với chiều dài khoảng 75 km, chảy qua Châu Đốc, Long Xuyên, Cần Thơ rồi chia ra làm 3 nhánh đổ ra biển tại các cửa: Định An, Tranh Đề (2 cửa này nằm ở 2 đầu của huyện Cù Lao Dung, tỉnh Sóc Trăng) và Ba Sác (đã bị bồi lấp vào những năm 1970)¹⁷, trong đó lưu lượng bình quân dao động từ 1.154 - 12.434m³ s⁻¹. Đoạn đi qua Vĩnh Long dài khoảng 46km. Đoạn sông này có vai trò quan trọng đối với đời sống của người dân trong vùng như cung cấp nước sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp, công nghiệp, nuôi trồng thủy sản và các hoạt động khác. Ngoài ra, sông Hậu cũng là nơi tiếp nhận trực tiếp chất thải từ các hoạt động này¹⁸. Hiện nay, nước thải từ các hoạt động kể trên đã tác động trực tiếp hoặc gián tiếp đến chất lượng nguồn nước trên sông Hậu; đặc biệt là các nguồn thải từ các khu vực có mật độ dân cư đông đúc và thâm canh trong sản xuất nông nghiệp¹⁹. Sự ô nhiễm nguồn nước mặt ở các kênh, rạch nhân tạo và các khu đô thị có mật độ dân cư đông đúc là mối đe dọa đến đời sống các loài thủy sinh vật, sức khỏe hệ sinh thái thủy vực và cả sức khỏe con người²⁰.

Nghiên cứu này được thực hiện như một khảo sát sơ bộ về ô nhiễm nước, thông qua 14 thông số chất lượng nước của các mẫu quan trắc trên sông Hậu, đoạn chạy qua tỉnh Vĩnh Long với mục tiêu như sau: (1) điều tra hiện trạng ô nhiễm nguồn nước sông; và (2) tiến hành PCA để xác định thông số ô nhiễm chính và các nguồn ô nhiễm có thể xảy ra. Kết quả có thể được sử dụng hỗ trợ quản lý chất lượng nước, kiểm soát các nguồn gây ô nhiễm, bảo vệ tài nguyên nước trên địa bàn.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Dữ liệu

Dữ liệu quan trắc được cung cấp bởi Sở Tài nguyên và môi trường tỉnh Vĩnh Long. Dữ liệu quan trắc chất lượng nước mặt giai đoạn 2015–2020 tại 7 vị trí quan trắc cố định trên sông Hậu đoạn chảy qua tỉnh Vĩnh Long (Bảng 1, Hình 1) với 14 thông số chất lượng nước gồm pH, nhiệt độ, độ đục, EC, DO, TSS, COD, BOD₅, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, Coliform, và E.coli

Phân tích thành phần chính (PCA)

Các kỹ thuật thống kê đa biến (Multivariate Statistical Technique - MST) khác nhau, bao gồm phân tích cụm (Cluster Analysis - CA), phân tích thành phần chính (Principal Component Analysis - PCA), phân tích nhân tố (Factor Analysis - FA),... hiện thường được áp dụng để đánh giá sự phân bố không gian và thời gian của chất lượng nước và các hệ thống sinh thái, cũng như các nguồn gây ô nhiễm tiềm ẩn trong các thủy vực²¹⁻²⁴. Việc áp dụng kết hợp các MTS khác nhau ngày càng được sử dụng nhiều hơn trong việc đánh giá chất lượng nước²⁵⁻²⁷.

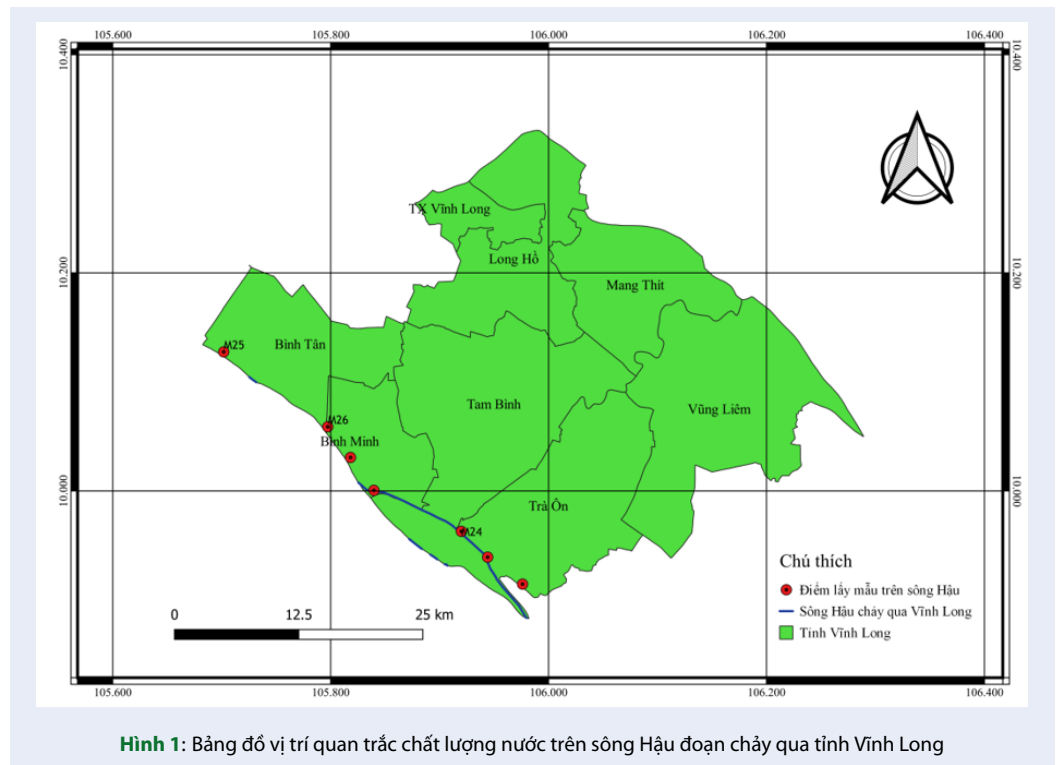
Cách tiếp cận chung PCA

Phân tích các thành phần chính (PCA) được sử dụng trong bài nghiên cứu này để xác định thành phần chính ảnh hưởng chất lượng nước. PCA là một phương pháp phân tích thống kê đa biến để giảm số lượng kích thước và độ phức tạp trong một tập dữ liệu. Phân tích thành phần chính cho phép giảm dữ liệu từ không gian p chiều của tập dữ liệu gốc (là một ma trận gồm m dòng ứng với các đối tượng/individual như các vị trí quan trắc, các mẫu quan trắc ... và n cột ứng với các biến/variable như các thông số pH, COD, TDS...) thành không gian ít chiều hơn (k chiều và k < p). Mỗi chiều mới được chiết rút ra từ tập dữ liệu gốc được gọi là một thành phần chính/principal component (PC). Mô hình PCA cho phép trực quan và khám phá dữ liệu dễ hơn – dễ nhận ra hơn quan hệ/tương quan giữa các quan sát (các biến và các đối tượng), các biến có ảnh hưởng mạnh/yếu đến các đối tượng và các cấu trúc (pattern) tồn tại trong tập dữ liệu gốc. Từ các kết quả PCA, các yếu tố chính sẽ được phát hiện để có những phân tích sâu hơn như tìm nguyên nhân, hay để xuất phương pháp giải quyết.

Trước khi áp dụng PCA, tất cả dữ liệu đã được chuẩn hóa (z-score) vì các biến bao gồm có các đơn vị đo lường khác nhau. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) đã được thực hiện để kiểm tra tính phù hợp của các bộ dữ liệu cho PCA²⁸. Các thành phần chính (PC) được tính toán từ hiệp phương sai hoặc các ma trận chéo

Bảng 1: Vị trí quan trắc chất lượng nước

TT	Vị trí giám sát	Hệ tọa độ VN 2000	
		X	Y
1	VL01: Sông Hậu (cách nhà máy nước Trà Ôn khoảng 50m)	545849	1101783
2	VL02: Sông Hậu (Ranh giới Đồng Tháp-Cần Thơ-Vĩnh Long)	521924	1119963
3	VL03: Sông Hậu (Phà Bình Minh)	532394	1112374
4	VL04: Sông Hậu (đầu vàm xã Phú Thành)	537046	1105932
5	VL05: Sông Hậu (Ranh giới Vĩnh Long – Trà Vinh – Sóc Trăng)	548499	1099174
6	VL06: Sông Hậu (cách Cảng Bình Minh khoảng 50m)	534688	1109265
7	VL07: Sông Hậu (gần UBND xã Tích Thiện)	552018	1096442



Hình 1: Bảng đồ vị trí quan trắc chất lượng nước trên sông Hậu đoạn chảy qua tỉnh Vĩnh Long

khác, mô tả sự phân tán của nhiều thông số đo được để thu được ‘eigenvalues’ and ‘eigenvectors’^{29,30}. Sơ đồ sàng lọc đã được áp dụng để xác định có bao nhiêu thành phần chính cần được duy trì trong PCA. Nhóm nghiên cứu tìm kiếm ”điểm khuỷu tay”, nơi phương sai được giải thích giảm đáng kể. Sau khi chiết xuất các thành phần quan trọng nhất, giải pháp PCA được quay bằng cách sử dụng quay VARIMAX để tạo điều kiện thuận lợi cho việc giải thích các thành phần chính. Tất cả các phép tính và đồ họa được thực hiện trong phiên bản R 3.3.1.

Các bước chi tiết thực hiện phương pháp PCA

Bước 1: Tất cả dữ liệu được chuẩn hóa*

Mục đích của bước này là chuẩn hóa phạm vi của các biến ban đầu liên tục để mỗi biến trong số chúng đều đóng góp như nhau vào phân tích. Cụ thể hơn, nếu có sự khác biệt lớn giữa các phạm vi của các biến ban đầu, thì những biến có phạm vi lớn hơn sẽ chiếm ưu thế so với những biến có phạm vi nhỏ (Ví dụ: một biến nằm trong khoảng từ 0 đến 100 sẽ chiếm ưu thế so với một biến có phạm vi từ 0 đến 1), điều này sẽ dẫn đến kết quả sai lệch. Vì vậy, việc chuyển đổi dữ liệu sang các thang đo có thể so sánh được có thể ngăn

chặn vấn đề này. Về mặt toán học, điều này có thể được thực hiện bằng cách trừ giá trị trung bình và chia cho độ lệch chuẩn cho mỗi giá trị của mỗi biến. Khi quá trình chuẩn hóa được thực hiện, tất cả các biến sẽ được chuyển đổi về cùng một thang đo.

$x = (\text{giá trị đo} - \text{giá trị trung bình}) / \text{độ lệch chuẩn}$

Bước 2: Tính toán ma trận hiệp phương sai

Ma trận hiệp phương sai là một ma trận đối xứng $p \times p$ (trong đó p là số thứ nguyên) có các đầu vào là hiệp phương sai được liên kết với tất cả các cặp biến ban đầu có thể có. Ví dụ: đối với tập dữ liệu 3 chiều có 3 biến x, y và z , ma trận hiệp phương sai là ma trận 3×3 từ:

$$\begin{matrix} Cov(x,x) & Cov(x,y) & Cov(x,z) \\ Cov(y,x) & Cov(y,y) & Cov(y,z) \\ Cov(z,x) & Cov(z,y) & Cov(z,z) \end{matrix}$$

Vì hiệp phương sai của một biến với chính nó là phương sai của nó ($Cov(a, a) = Var(a)$), trong đường chéo chính (trên cùng bên trái đến dưới cùng bên phải) chúng ta thực sự có phương sai của mỗi biến ban đầu. Và vì hiệp phương sai là giao hoán ($Cov(a, b) = Cov(b, a)$), các phần tử của ma trận hiệp phương sai là đối xứng với đường chéo chính, có nghĩa là phần trên và phần dưới của tam giác bằng nhau. Các hiệp phương sai mà chúng ta có dưới dạng các mục nhập của ma trận. Nếu dương thì: hai biến tăng hoặc giảm cùng nhau (tương quan). Nếu âm thì: Một cái tăng khi cái kia giảm (Tương quan nghịch)

Bước 3: Tính toán các giá trị riêng và các vector riêng để xác định thành phần chính

Các thành phần chính là các biến mới được xây dựng dưới dạng tổ hợp tuyến tính hoặc hỗn hợp của các biến ban đầu. Các kết hợp này được thực hiện theo cách mà các biến mới (tức là các thành phần chính) không có liên quan và hầu hết thông tin trong các biến ban đầu được nén hoặc nén vào các thành phần đầu tiên. Tổ chức thông tin trong các thành phần chính theo cách này, sẽ cho phép giảm kích thước mà không làm mất nhiều thông tin, và điều này bằng cách loại bỏ các thành phần có thông tin thấp và coi các thành phần còn lại là các biến mới.

Bước 4: Xác định số lượng thành phần chính

Ở bước trước, tính toán các đặc trưng và sắp xếp chúng theo giá trị riêng của chúng theo thứ tự giảm dần, cho phép tìm các thành phần chính theo thứ tự có ý nghĩa. Trong bước này, chọn giữ tất cả các thành phần này hay loại bỏ những thành phần ít có ý nghĩa hơn (có giá trị riêng thấp) và tạo với những thành phần còn lại một ma trận vector mà thường được gọi là vector đặc trưng. Vector đặc trưng chỉ đơn giản là một ma trận có các cột là ký hiệu riêng của các thành phần mà chúng ta quyết định giữ lại. Điều này làm cho

nó trở thành bước đầu tiên hướng tới việc giảm kích thước, bởi vì nếu chúng ta chọn chỉ giữ lại p eigenvalues (thành phần) trong số n , tập dữ liệu cuối cùng sẽ chỉ có thứ nguyên p .

Bước 5: Chuyển đổi dữ liệu ở * dọc theo trục của thành phần chính

Trong các bước trước đó, ngoài việc chuẩn hóa, không thực hiện bất kỳ thay đổi nào đối với dữ liệu, chỉ chọn các thành phần chính và tạo thành vector đặc trưng, nhưng tập dữ liệu đầu vào vẫn luôn theo các trục ban đầu (tức là về các biến ban đầu). Trong bước này, bước cuối cùng, mục đích là sử dụng vector đặc trưng được hình thành bằng cách sử dụng các ký tự riêng của ma trận hiệp phương sai, để định hướng lại dữ liệu từ các trục ban đầu đến các trục được đại diện bởi các thành phần chính (do đó có tên là Phân tích các thành phần chính). Điều này có thể được thực hiện bằng cách nhân chuyển vị của tập dữ liệu gốc với chuyển vị của vector đặc trưng.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Mô tả dữ liệu chất lượng nước

Nhiệt độ

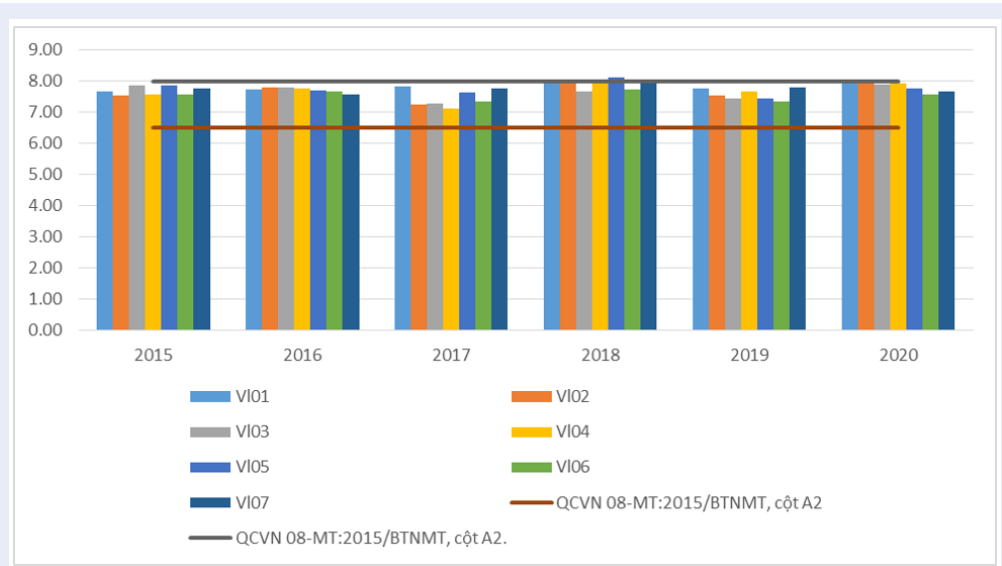
Trong giai đoạn 2015-2020, theo kết quả quan trắc, nhiệt độ trung bình của nước sông Hậu, đoạn chảy qua tỉnh Vĩnh Long khoảng $30.12^{\circ}C$; dao động trong khoảng $29.14^{\circ}C$ đến $30.58^{\circ}C$. Nhìn chung nhiệt độ nước sông trung bình khu vực nghiên cứu trong giai đoạn các năm 2015 -2020 là tương đối ổn định.

pH

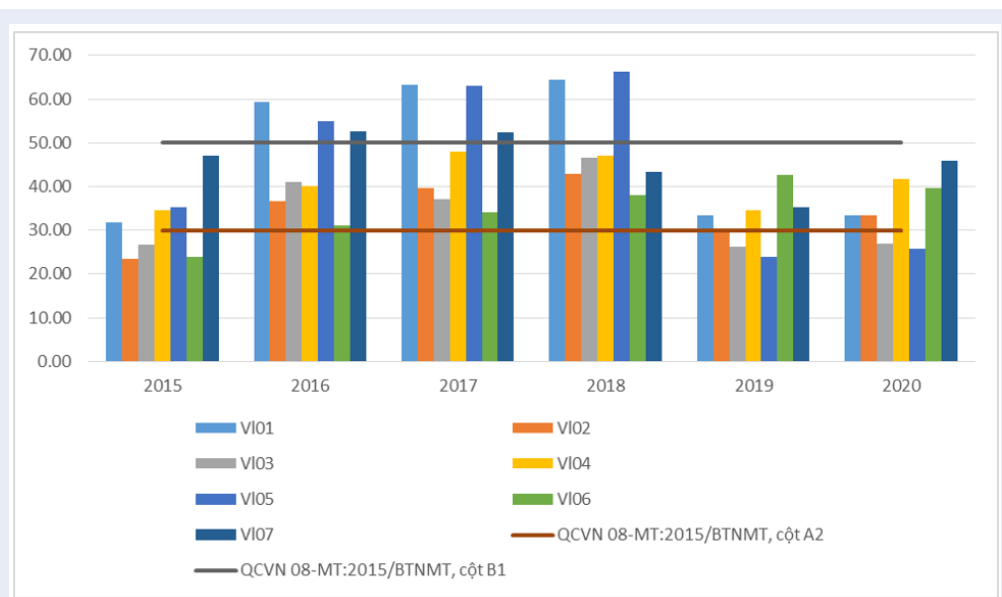
Trong giai đoạn 2015 – 2020, thông số pH có giá trị trung bình qua các năm từ 2015-2020 có giá trị lần lượt 7.69, 7.73, 7.47, 7.93, 7.58, 7.82; trung bình dao động trong khoảng 7.47 -7.93 (Hình 2). Không có biến động quá lớn, các thông số pH tại các điểm quan trắc qua các năm đều nằm trong giá trị giới hạn của QCVN 08:2008/BTNMT, cột A2.

Tổng chất rắn lơ lửng TSS

Thông số TSS của nước sông Hậu có mức dao động lớn trong giai đoạn đánh giá. Vào các năm 2016, 2017, và 2018 giá trị TSS đo được đều vượt quy chuẩn khi so sánh với QCVN 08-MT:2015/BTNMT- cột A2 và B1. Về không gian, tại các vị trí V101 (cách nhà máy nước Trà Ôn khoảng 50m), V105 (ranh giới Vĩnh Long – Trà Vinh – Sóc Trăng) là những khu vực có mức độ ô nhiễm TSS cao, thông số vào các năm 2016, 2017 và 2018 tại 03 vị trí vượt chuẩn V101, V105, V107 lần lượt là 59.33 – 55.00 – 52.67, 63.33 – 63.00 – 52.33, 64.33 – 66.33 – 34.33. Vào các thời điểm quan trắc năm 2016, 2017 và 2018, kết quả TSS tại V101 vượt quy chuẩn từ



Hình 2: Diễn biến pH của nước mặt giai đoạn 2015-2020



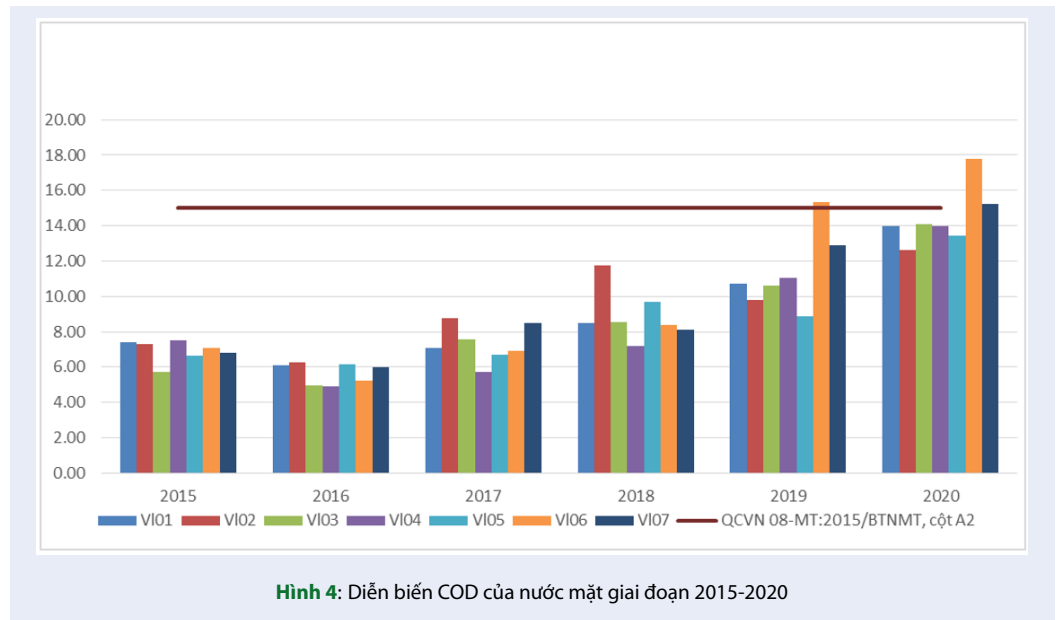
Hình 3: Diễn biến TSS của nước mặt giai đoạn 2015-2020

1,5 -2 lần lần; tại vị trí VI05 vượt từ 2-2,2 lần. Kết quả quan trắc cũng cho thấy, hàm lượng TSS tăng vào các năm 2016, 2017, 2018 và giảm dần từ 2019 đến 2020 (Hình 3).

Nồng độ oxy hóa học COD

Tại các vị trí lấy mẫu, kết quả quan trắc (Hình 4) cho thấy giá trị COD đều nằm trong giới hạn cho phép so với cột A2, giá trị trung bình qua các năm 2015 -

2020 đạt 9.09 mg/l. Tương tự như BOD₅, COD cũng có xu hướng biến động tăng theo thời gian từ 2015 đến 2020; trong đó năm 2016 tại tất cả các vị trí lấy mẫu, giá trị COD là thấp nhất (Vị trí VI04 - đầu vàm xã Phú Thành) có giá trị COD thấp nhất khoảng 4,89 mg/l. Từ năm 2019 - 2020 giá trị COD có xu hướng tăng rõ rệt, đặc biệt ở vị trí VI06(cách Cảng Bình Minh khoảng 50m) đã vượt giới hạn của QCVN. Cũng theo kết quả quan trắc, giá trị COD tại vị trí lấy mẫu VI02



Hình 4: Diễn biến COD của nước mặt giai đoạn 2015-2020

và VI06 có sự dao động thường xuyên qua các năm, nhưng vẫn theo xu hướng tăng; đối với 03 vị trí còn tăng đều theo thời gian. Về phân bố không gian, kết quả thống kê cho thấy giá trị COD quan trắc tại VI02 thường cao hơn những vị trí còn lại theo thời gian (trừ năm 2019 và 2020), nhưng mức độ chênh lệch giữa các vị trí trong cùng năm quan trắc không đáng kể.

Thông số nhu cầu oxy sinh hóa BOD₅

Nhu cầu oxy sinh hóa tại hầu hết các vị trí lấy mẫu từ năm 2015 - 2018 đều nằm trong giá trị cho phép so với cột A2 (Hình 5). Tuy nhiên, trong khoảng thời gian từ năm 2019 - 2020, thông số BOD₅ tại các vị trí lấy mẫu đều có xu hướng tăng mạnh, đặc biệt vào năm 2020, tại tất cả các vị trí lấy mẫu đều vượt mức cho phép. Tại vị trí VI01 (cách nhà máy nước Trà Ôn khoảng 50m), giá trị BOD₅ có giá trị 6.10mg/l năm 2018 và 6.65mg/l năm 2020. Tại vị trí VI06 (cách Cảng Bình Minh khoảng 50m), năm 2019 có giá trị BOD₅ lên đến 6.94mg/l tăng gấp 1.64 lần so với năm 2018; đến năm 2020 có giá trị 8.59mg/l, tăng lên 2.03 lần so với năm 2018.

Thông số NH₄⁺

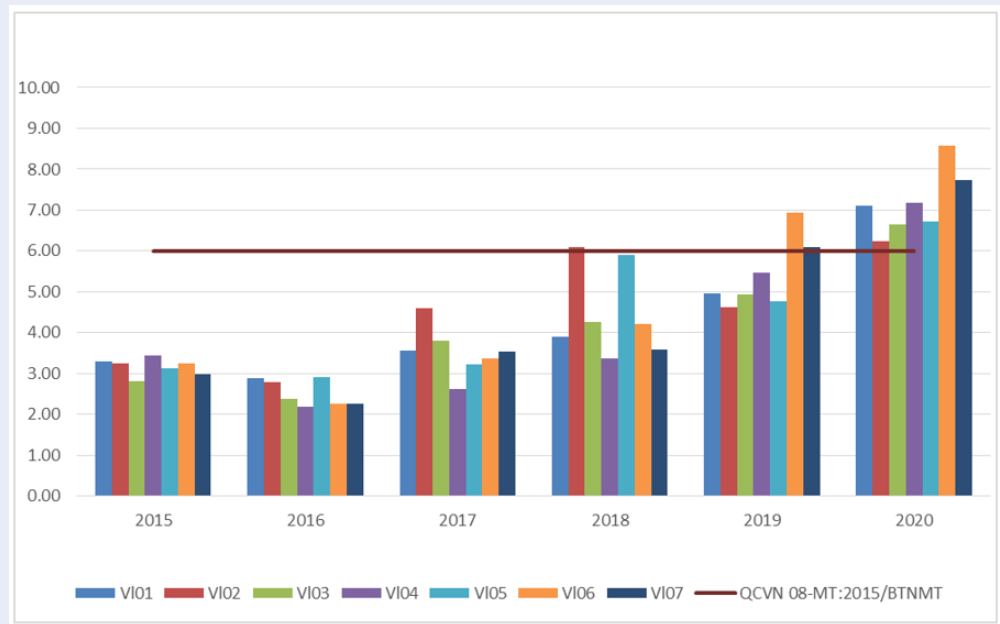
Hàm lượng amoni (NH₄⁺) của nước sông Hậu biến đổi nhiều, giá trị đo được của thông số này dao động trong khoảng từ 0.19-0.67mg/l (Hình 6). Kết quả quan trắc từ năm 2015-2018, nồng độ NH₄⁺ tại phần lớn vị trí đều vượt quy chuẩn cho phép (cột A2) đặc biệt vào những năm 2015, 2016 hàm lượng rất cao và có xu hướng giảm dần từ năm 2018 - 2020; Cụ

thể hàm lượng NH₄⁺ trung bình năm 2015 có giá trị 0.49mg/l vượt 1.63 lần so với QCVN(cột A2), năm 2016 có giá trị 0.50 mg/l vượt 1.67 lần so với QCVN(cột A2). Tại vị trí VI04 (đầu vàm xã Phú Thành) luôn vượt mức cho phép từ năm 2015 - 2020. Tuy nhiên từ năm 2019-2020 có xu hướng giảm và thấp hơn quy chuẩn cho phép (cột A2) (chỉ còn vị trí VI04 vượt mức cho phép).

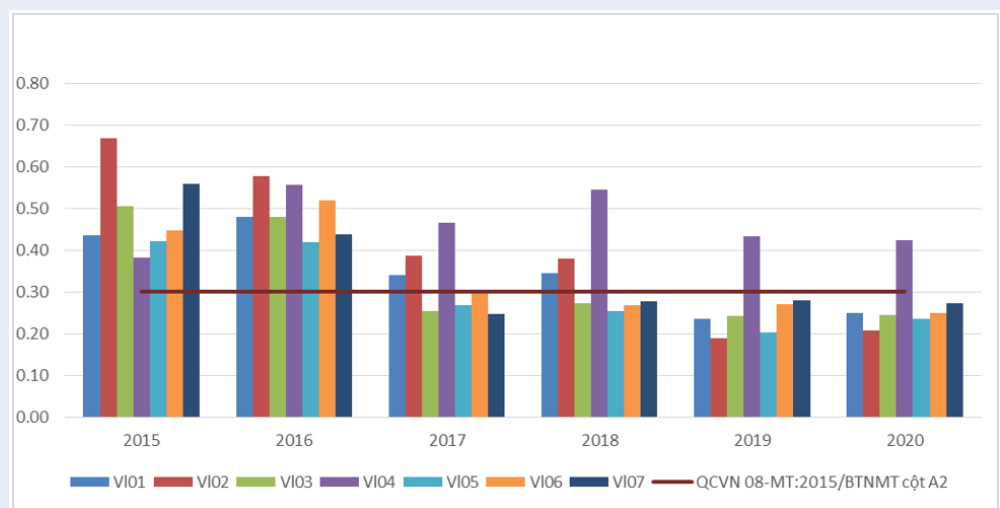
Thông số PO₄³⁻

Số liệu khảo sát cho thấy, hàm lượng photphat trong nước sông Hậu nằm trong khoảng từ 0.16 đến 2.70 mg/l, trung bình là 0.69 mg/l (Hình 7). Khi so sánh với giới hạn cho phép (cột A2, QCVN 08-MT:2015), giá trị PO₄³⁻ đều vượt quy chuẩn cho phép tại các vị trí lấy mẫu cụ thể, năm 2015 có giá trị trung bình 0.86mg/l vượt 4.3 lần, năm 2016 có giá trị trung bình 0.83mg/l vượt 4.15 lần, năm 2017 có giá trị trung bình 0.78mg/l vượt 3.9 lần, năm 2018 có giá trị trung bình 0.79mg/l vượt 3.95 lần, năm 2019 và 2020 có giá trị trung bình 0.44mg/l vượt 2.2 lần.

Tương tự chỉ tiêu NH₄⁺, nồng độ PO₄³⁻ cũng có xu hướng tăng từ năm 2015 đến 2018 tại tất cả các vị trí lấy mẫu (tăng cao vào những năm 2017, 2018, 2019); và giảm dần vào các năm 2019, 2020. Tại vị trí VI02 (Ranh giới Đồng Tháp-Cần Thơ-Vĩnh Long) kết quả quan trắc cho thấy nồng độ của chỉ tiêu này đã giảm đáng kể (đạt cao nhất vào năm 2016 và đã giảm hơn 14 lần vào năm 2019, 2020). Tại vị trí VI02 (khu vực tiếp giáp giữa 03 tỉnh: Vĩnh Long-Trà Vinh - Bến Tre; thuộc xã Trung Thành Đông), kết quả quan trắc cho thấy giá trị PO₄³⁻ có xu hướng giảm theo thời gian



Hình 5: Diễn biến BOD5 của nước mặt giai đoạn 2015-2020



Hình 6: Diễn biến NH₄⁺ của nước mặt giai đoạn 2015-2020

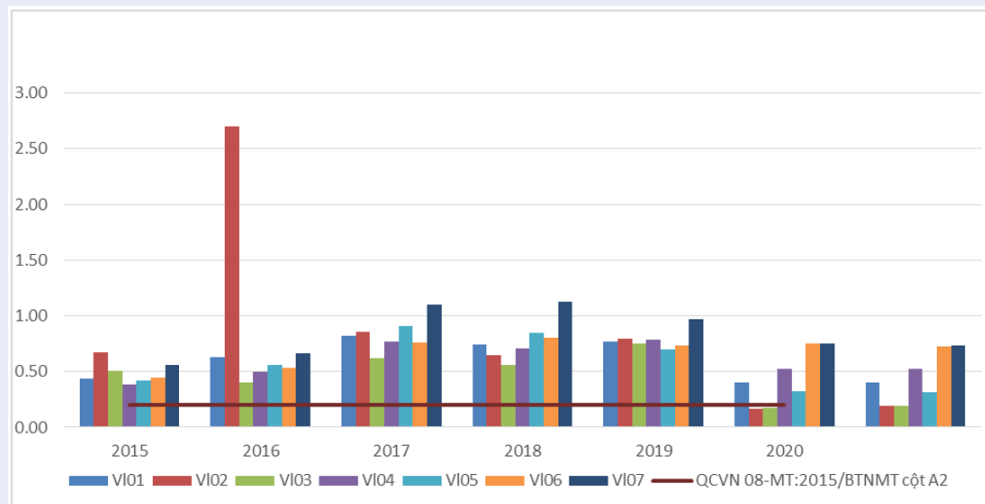
nhưng không đáng kể, năm 2020 nồng độ cao hơn so với những vị trí còn lại.

Phân tích thành phần chính

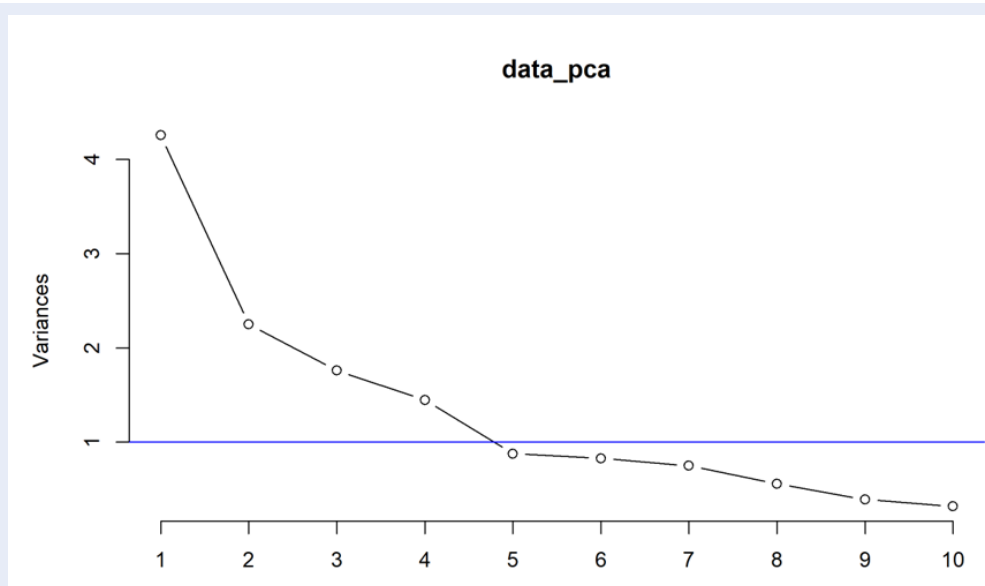
Kết quả KMO là 0.63 và kết quả của Bartlett nhỏ hơn 0.001, điều đó cho thấy tính độc lập của dữ liệu và có thể được áp dụng phân tích PCA cho tập dữ liệu. Hình 8 là biểu đồ ‘điểm khuỷu tay’ (scree) giúp xác định số lượng thành phần chính là 4 nơi phương sai giảm

đáng kể. Đó đó số lượng thành phần chính sẽ là 4. Nhìn chung, bốn thành phần chính mô tả lần lượt là 30.42, 46.48, 59.04 và 69.38% sự thay đổi quan sát được về chất lượng nước trong toàn bộ thời kỳ nghiên cứu (Bảng 2).

Các tải đại diện cho mối tương quan giữa thành phần chính và các biến ban đầu. Lưu và cộng sự³¹ đã phân loại tải thành phần là “mạnh”, “trung bình” và “yếu”, tương ứng với các giá trị tải tuyệt đối lần lượt là > 0.75, 0.75 đến 0.5 và 0.50 đến 0.30. Tải trọng dương hoặc



Hình 7: Diễn biến PO₄³⁻ của nước mặt giai đoạn 2015-2020. Các thông số khác xem phần phụ lục Hình S1



Hình 8: Biểu đồ 'điểm khùy ta (scree)' xác định số lượng thành phần chính

Bảng 2: Đóng góp của các thành phần chính.

Thông số	PC1	PC2	PC3	PC4
Độ lệch chuẩn	2.063554	1.49953	1.326279	1.203055
Tỷ lệ phương sai	0.30416	0.16061	0.12564	0.10338
Tỷ lệ tích lũy	0.30416	0.46477	0.59042	0.6938

âm mạnh của một tham số cho thấy tham số đó có liên quan nhiều đến thành phần tương ứng³². Tải của PC được trình bày với điểm chuẩn hóa trong Hình 9 và 10 và Bảng 3.

Thành phần chính đầu tiên (PC1) giải thích khoảng 30.42% tổng phương sai, với tải trọng dương yếu của COD (0.442), và BOD5 (0.444). Ở Vinh Long, mùa mưa chiếm gần 80% lượng mưa cả năm³³. Theo đó, thành phần chính này có nguồn gốc từ các hoạt động nông nghiệp, và sinh hoạt của người dân. Cụ thể, là do nước thải từ chăn nuôi gia súc, gia cầm, nuôi trồng thủy sản (nuôi cá lồng bè, ao hồ...), nước thải sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp chưa được xử lý thải trực tiếp ra sông³⁴.

Thành phần chính thứ hai, chiếm khoảng 16.06% tổng phương sai, có liên quan chặt chẽ với TSS (-0.49), pH (-0.41), và Coliform (0.31). Nguyên nhân của ô nhiễm TSS có thể được giải thích là do đất đá trong lưu vực và các chất ô nhiễm phát sinh từ các hoạt động nông nghiệp tồn lưu trong đất bị ước mưa rửa trôi và cuốn theo chảy vào nước sông. Ngoài ra, thực tế cho thấy có nhiều nhà máy, cơ sở sản xuất công nghiệp và nông nghiệp hoạt động gần các con sông lợi dụng lưu lượng dòng chảy lớn vào mùa mưa để xả trộm nước thải (chưa đạt chuẩn chất lượng xả thải) xuống sông làm cho nước sông ô nhiễm TSS^{35,36}. Hai chỉ tiêu pH và coliform có mối tương quan nghịch chiều và dường như là một hiện tượng tự nhiên, giảm pH do sự xuất hiện của khí cacbonic. Jang và Cheong³⁷ cũng cho thấy mối tương quan nghịch giữa vi khuẩn coliform và pH. Sự hiện diện của coliform cho thấy môi trường trong khu vực nghiên cứu đang tiếp nhận chất thải bài tiết từ động vật, và con người. Như đã đề cập ở trên, sông Hậu, đoạn chạy qua tỉnh Vĩnh Long bao gồm đất nông nghiệp đáng kể phân bố dọc theo sông do đó dòng chất ô nhiễm không điểm, chẳng hạn như phân bón và phân gia súc, do mưa có thể dẫn đến sự xuất hiện và gia tăng vi khuẩn coliform trong môi trường. Một số nghiên cứu đã báo cáo tác động của ô nhiễm không điểm do lượng mưa đối với vi khuẩn coliform³⁸⁻⁴⁰.

Thành phần thứ ba liên quan đến P-PO₄³⁻ (0.47), N-NO₃⁻ (0.57). Thông số dinh dưỡng trên sông Hậu chủ yếu bắt nguồn từ dòng chảy bề mặt mang nitơ và photpho từ khu vực sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản¹⁸. Kết quả chỉ ra rằng ô nhiễm chất dinh dưỡng là những yếu tố tiềm ẩn chính ảnh hưởng đến chất lượng nước và tác động của ô nhiễm nguồn không điểm trên sông Hậu đoạn chảy qua Vĩnh Long không thể đánh giá thấp. Thành phần chính thứ 4 có tải trọng dương với độ dẫn điện EC (0.48). Độ dẫn điện đo khả năng dẫn điện của nước mặt. Độ dẫn điện càng cao khi nồng độ của các hóa chất tích điện tan

càng cao (cũng được gọi là muối, hay các ion muối bao gồm canxi, kali, clorua, sunfat, và nitrat) trong nước. Nguyên nhân có sự hiện diện của các ion muối trong nước có thể đến từ tự nhiên và nhân tạo. Địa chất và loại đất là những yếu tố kiểm soát tự nhiên chính đối với tính dẫn điện trong sông ngòi. Khi trời mưa, nước thấm qua các lớp đất và đổ ra các con sông, hòa tan các hóa chất trên đường đi của nó (bao gồm magiê và canxi cacbonat, làm tăng tính dẫn điện). Ngoài ra độ dẫn điện trên sông Hậu cao cũng có thể giải thích từ hoạt động của con người như các nhà máy, xí nghiệp xả thải nước thải chưa qua xử lý như clorua và photphat từ các sản phẩm gia dụng.

KẾT LUẬN

Qua kết quả nghiên cứu, nhận thấy rằng chất lượng nước sông Hậu, đoạn chảy qua tỉnh Vĩnh Long có hàm lượng COD, BOD5 cao, nước mặt bị ô nhiễm hữu cơ. Kết quả phân tích PCA cho thấy các chỉ tiêu COD, BOD5, pH, Coliform, P-PO₄³⁻, N-NO₃⁻, TSS, và EC ảnh hưởng chính đến nồng độ chất lượng nước mặt chủ yếu đến từ các khu vực bị ảnh hưởng bởi 3 nguồn chính là hoạt động nuôi trồng thủy sản, sản xuất nông nghiệp và công nghiệp. Vì vậy cần đưa 8 chỉ tiêu này là những chỉ tiêu chính trong chương trình quan trắc chất lượng nước mặt sông Hậu đoạn chảy qua tỉnh Vĩnh Long.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn trường Đại học Thủ Dầu Một đã cấp tài trợ cho nghiên cứu này. Nhóm nghiên cứu cũng đánh giá cao Sở môi trường và tài nguyên tỉnh Vĩnh Long đã cung cấp dữ liệu tham chiếu trong quá trình nghiên cứu.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả không có xung đột lợi ích với cá nhân hay tổ chức nào liên quan đến bài nghiên cứu

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

N.T.L.A: đóng góp vào việc thu thập dữ liệu, trích xuất dữ liệu; phân tích và giải thích dữ liệu, soạn thảo bài báo và sửa đổi bản thảo. L.T.D.H: đã giúp soạn thảo bản thảo và chỉnh sửa. Q.T.D: đã giúp soạn thảo bản thảo và chỉnh sửa. T.T.A.T: đã giúp soạn thảo bản thảo và chỉnh sửa. Tất cả các tác giả đã phê duyệt cuối cùng để xuất bản.

KINH PHÍ

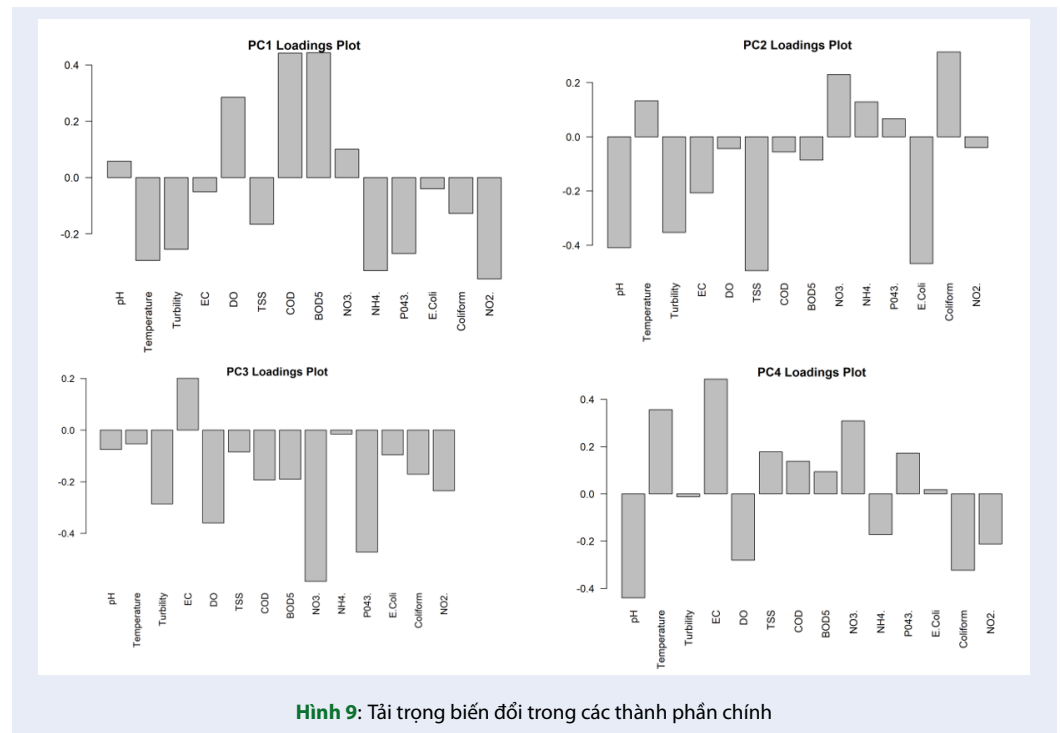
Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Thủ Dầu Một trong đề tài mã số DTHV.21.4-0.07

TÀI LIỆU BỔ SUNG

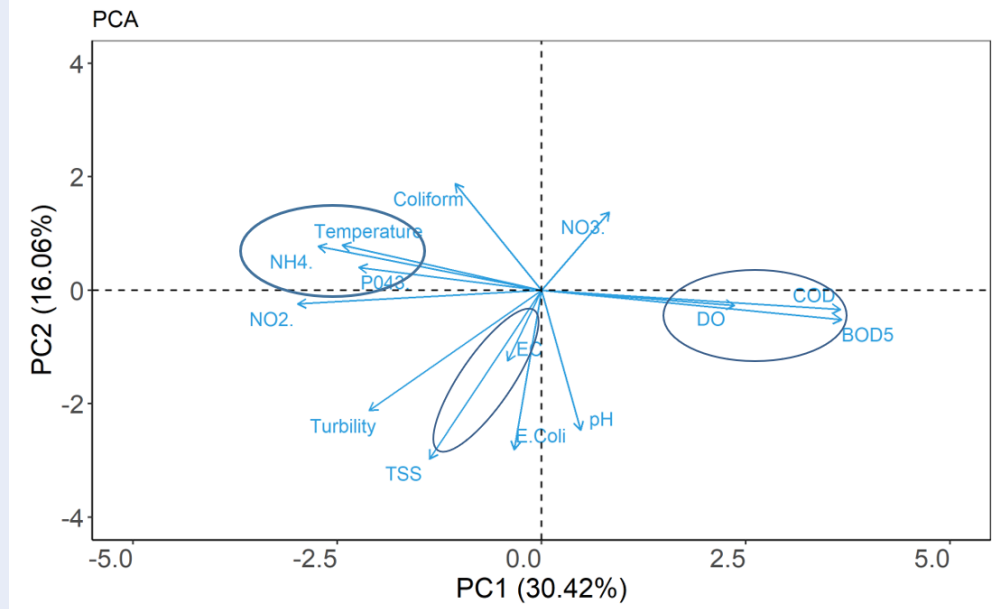
Hình 11

Bảng 3: Tải trọng các biến trong các thành phần chính

Chỉ tiêu	PC1	PC2	PC3	PC4
pH	0.057956	-0.40919	-0.07486	-0.44065
Nhiệt độ	-0.29477	0.132386	-0.05309	0.356713
Độ đục	-0.25505	-0.35251	-0.28548	-0.01232
EC	-0.05035	-0.20655	0.200989	0.485218
DO	0.285385	-0.04404	-0.35932	-0.2804
TSS	-0.1661	-0.49422	-0.08465	0.177876
COD	0.442289	-0.05571	-0.19291	0.138379
BOD5	0.443886	-0.08619	-0.18994	0.094009
N-NO3-	0.100443	0.229787	-0.58609	0.308702
N-NH4-	-0.33069	0.128659	-0.01519	-0.17223
P-P043-	-0.27004	0.066866	-0.47199	0.172608
E.Coli	-0.04031	-0.4673	-0.0956	0.017254
Coliform	-0.1279	0.312384	-0.17096	-0.32345
N-NO2-	-0.36073	-0.04005	-0.23504	-0.2123



Hình 9: Tải trọng biến đổi trong các thành phần chính



Hình 10: Sự đóng góp các biến trên 2 thành phần chính



Hình 11: Diễn biến nồng độ DO và N-NO₃⁻ giai đoạn 2015-2020

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Marinović Ružđjak A, Ružđjak D. Evaluation of river water quality variations using multivariate statistical techniques: Sava River (Croatia): a case study. *Environ Monit Assess.* 2015;187(4):215; PMID: 25819923. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4393-x>.
2. Singh KP, Malik A, Mohan D, Sinha S. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India)-a case study. *Water Res.* 2004;38(18):3980-92; PMID: 15380988. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.06.011>.
3. Zhang Y, Guo F, Meng W, Wang XQ. Water quality assessment and source identification of Daliao River basin using multivariate statistical methods. *Environ Monit Assess.* 2009;152(1-4):105-21; PMID: 18523854. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0300-z>.
4. Alobaidy AHMJ, Abid HS, Maulood BK. Application of water quality index for assessment of Dokan Lake ecosystem, Kurdistan region, Iraq. *J Water Resour Prot.* 2010;02(9):792-8; Available from: <https://doi.org/10.4236/jwarp.2010.29093>.
5. Hurley T, Sadiq R, Mazumder A. Adaptation and evaluation of the Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI) for use as an effective tool to characterize drinking source water quality. *Water Res.* 2012;46(11):3544-52; PMID: 22521951. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.03.061>.
6. Pan J, Li BY, Jiang MC. Improved fuzzy equilibrium average type comprehensive evaluation method in the application of water quality evaluation. *Adv Mater Res.* 2013;779-780:1619-22; Available from: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.779-780.1619>.
7. Wang J, Liu G, Liu H, Lam PKS. Multivariate statistical evaluation of dissolved trace elements and a water quality assessment in the middle reaches of Huaihe River, Anhui, China. *Sci Total Environ.* 2017;583:421-31; PMID: 28126280. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.088>.
8. Arslan O. Spatially weighted principal component analysis (PCA) method for water quality analysis. *Water Resour.* 2013;40(3):315-24; Available from: <https://doi.org/10.1134/S0097807813030111>.
9. Loska K, Wiechula D. Application of principal component analysis for the estimation of source of heavy metal contamination in surface sediments from the Rybnik Reservoir. *Chemo-*

- sphere. 2003;51(8):723-33;PMID: 12668031. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(03\)00187-5](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(03)00187-5).
10. Neta G, Goldman LR, Barr D, Sjödin A, Apelberg BJ, Witter FR et al. Distribution and determinants of pesticide mixtures in cord serum using principal component analysis. *Environ Sci Technol*. 2010;44(14):5641-8;PMID: 20550184. Available from: <https://doi.org/10.1021/es1009778>.
 11. Zeinalzadeh K, Rezaei E. Determining spatial and temporal changes of surface water quality using principal component analysis. *J Hydrol Reg Stud*. 2017;13:1-10; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.07.002>.
 12. Hu S, Luo T, Jing C. Principal component analysis of fluoride geochemistry of groundwater in Shanxi and Inner Mongolia, China. *J Geochem Explor*. 2013;135:124-9; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2012.08.013>.
 13. Beveridge D, St-Hilaire A, Ouarda TBMJ, Khalil B, Conly FM, Wassenaar LI et al. A geostatistical approach to optimize water quality monitoring networks in large lakes: application to Lake Winnipeg. *J Gr Lakes Res*. 2012;38:174-82; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2012.01.004>.
 14. Thanh GN, Thị HP, Văn ND, Diễm M.L.T. & Bá L.H. 2021;07. ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT HUYỆN KẾ SÁCH, TỈNH SÓC TRĂNG SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHẦN TÍCH ĐA BIẾN. 1:68-79;.
 15. Nguyễn TH, Mai XD, Nguyễn TK, Nguyễn HN, Nguyễn VH. Đánh giá chất lượng nước giếng ở vùng trũng huyện Hải Lăng, tỉnh Quảng Trị dựa vào phân tích thống kê. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Khoa học Tự nhiên*. 2019;128:103-12; Available from: <https://doi.org/10.26459/hueuni-jns.v128i1C.5485>.
 16. Trần ĐD, Nguyễn QQ, Nguyễn TTH, Phạm L. Đánh giá chất lượng nước sông Lá Buông bằng phương pháp thống kê đa biến theo không gian và thời gian. *Tạp Chí Khí Tượng Thủy Văn*. 2021;36-53; Available from: [https://doi.org/10.36335/VNjHJM.2021\(731\).36-53](https://doi.org/10.36335/VNjHJM.2021(731).36-53).
 17. Sơn NT. *Đánh Giá Tài Nguyên Nước Việt Nam*. (Nhà xuất bản giáo dục; 2005);.
 18. Liên NTK, Phú TQ, Oanh DTH, Út VN, Huy LQ. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 68-79. Chất lượng nước trên sông chính và sông nhánh thuộc tuyến Sông Hậu. *CTU Journal*. 2016;43; Available from: <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2016.138>.
 19. Mekong River Commission. Annual water quality data assessment report; 2013. p. 1-42;.
 20. Chea R, Grenouillet G, Lek S. Evidence of water quality degradation in lower Mekong Basin revealed by self-organizing map. *PLOS ONE*. 2016;11(1):e0145527;PMID: 26731522. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145527>.
 21. Andrade Costa D, Soares de Azevedo JP, Dos Santos MA, Dos Santos Facchetti Vinhaes Assumpção R. R. Water quality assessment based on multivariate statistics and water quality index of a strategic river in the Brazilian Atlantic Forest. *Sci Rep*. 2020;10(1):22038;PMID: 33328517. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78563-0>.
 22. Dutta S, Dwivedi A, Suresh Kumar M. Use of water quality index and multivariate statistical techniques for the assessment of spatial variations in water quality of a small river. *Environ Monit Assess*. 2018;190(12):718;PMID: 30426242. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7100-x>.
 23. Mitra S, Ghosh S, Satpathy KK, Bhattacharya BD, Sarkar SK, Mishra P et al. Water quality assessment of the ecologically stressed Hooghly River Estuary, India: A multivariate approach. *Mar Pollut Bull*. 2018;126:592-9;PMID: 28974303. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.053>.
 24. Wang Q, Wu X, Zhao B, Qin J, Peng T. Combined multivariate statistical techniques, Water Pollution Index (WPI) and Daniel Trend Test methods to evaluate temporal and spatial variations and trends of water quality at Shanchong River in the Northwest Basin of Lake Fuxian, China. *PLOS ONE*. 2015;10(3):e0118590;PMID: 25837673. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118590>.
 25. Alves DD, Riegel RP, de Quevedo DM, Osório DMM, da Costa GM, do Nascimento CA et al. Seasonal assessment and apportionment of surface water pollution using multivariate statistical methods: Sinos River, southern Brazil. *Environ Monit Assess*. 2018;190(7):384;PMID: 29884932. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6759-3>.
 26. Mir RA, Gani KM. Water quality evaluation of the upper stretch of the river Jhelum using multivariate statistical techniques. *Arab J Geosci*. 2019;12(14):445; Available from: <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4578-7>.
 27. Rakotondrabe F, Ndam Ngoupayou JR, Mfonka Z, Rasolomanana EH, Nyangono Abolo AJ, Ako Ako A. Water quality assessment in the Bétaré-Oya gold mining area (East-Cameroon): multivariate Statistical Analysis approach. *Sci Total Environ*. 2018;610-611:831-44;PMID: 28826121. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.080>.
 28. Shrestha S, Kazama F. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environ Modell Softw*. 2007;22(4):464-75; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2006.02.001>.
 29. Bhat SA, Meraj G, Yaseen S, Pandit AK. Statistical assessment of water quality parameters for pollution source identification in Sukhnag stream: an inflow stream of lake Wular (Ramsar site), Kashmir Himalaya. *J Ecosyst*. 2014;2014:1-18; Available from: <https://doi.org/10.1155/2014/898054>.
 30. Smith LI. A tutorial on Principal Components Analysis; 2002. p. 1-26; Available from: [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)38783-9](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)38783-9).
 31. Liu CW, Lin KH, Kuo YM. Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a Blackfoot disease area in Taiwan. *Sci Total Environ*. 2003;313(1-3):77-89;PMID: 12922062. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00683-6](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00683-6).
 32. Haag I, Westrich B. Processes governing river water quality identified by principal component analysis. *Hydrol Processes*. 2002;16(16):3113-30; Available from: <https://doi.org/10.1002/hyp.1091>.
 33. Lorenz M, Zeunert S, Meon G. Ecohydrological modeling of a tropical tidal catchment exposed to anthropogenic pressure; 2016;.
 34. Thảo NTB. Đề xuất các biện pháp quản lý môi trường nước mặt của TP Vinh Long; Available from: <http://mtu.edu.vn/Default.aspx?ArticleId=87780df4-9024-4118-96d1-cabdf33d83de>.
 35. Nam P. Vedan Bình Thuận gây ô nhiễm sông Phan. *Tin tức Pháp Luật*;
 36. Chi T. Xử lý nghiêm vụ xả nước thải ra sông Trà Khúc của Nhà máy cồn - rượu Quảng Ngãi. *Báo Nhân Dân*;
 37. Son M-H, Baek S-H, Joo H-M, Jang P-G, Kim Y-O. Distributional characteristics of Escherichia coli and water pollution in Gwangyang bay and Jinhae Bay, Korea. *Korean J Environ Biol*. 2011;29:162-70;.
 38. Lee H-J, Park H-K, Lee JH, Park AR, Cheon S-U. Coliform pollution status of Nakdong River and tributaries. *J Korean Soc Water Environ*. 2016;32(3):271-80; Available from: <https://doi.org/10.15681/KSWE.2016.32.3.271>.
 39. Seo M, Lee H, Kim Y. Relationship between coliform bacteria and water quality factors at weir stations in the Nakdong River, South Korea. *Water*. 2019;11(6):1171; Available from: <https://doi.org/10.3390/w11061171>.
 40. Kim GH, Yur JH. Effects of the non-point source pollution on the concentration of pathogen indicator organisms in the Geum River Basin, Republic of Korea. *KSCE J Civ Eng*. 2004;8(2):181-7; Available from: <https://doi.org/10.1007/BF02829118>.

 Open Access Full Text Article

Assessment of water quality in Hau river flowing through Vinh Long province using principal component analysis

Nguyen Thi Lan Anh¹, Thi Anh Thu Tran², Hien Than Nguyen¹, Trong Dieu Hien Le^{1,*}

ABSTRACT

Water is one of the most important and precious resources for the human life and species, a particularly important factor to ensure the successful implementation of strategies and plans for economic and social development, and to ensure national security. However, water quality is significantly degraded by global climate change and increasing over-exploitation activities. The study assessed the water quality on the Hau River, the part running through Vinh Long province, as an information source for the water resources management and protection in this river. Water quality data used in the study provided by the Department of Natural Resources of Vinh Long province at 7 sites on the Hau river. The results show that at most of the monitoring locations, temperature and pH were consistent with the lifespan of aquatic organisms. TSS parameters, and the content of nutrients and organic matter exceeded national water surface standards. Applying principal component analysis (PCA), we investigated the relationship between water quality parameters. The results of PCA analysis showed that COD, BOD₅, pH, Coliform, P-PO₄³⁻, N-NO₃⁻, TSS, and EC have the key factor on the quality in Hau river flowing through Vinh Long province mainly originating from areas of aquaculture, agricultural and industrial activities. Therefore, it is necessary to include these 8 criteria as the key criteria in the surface water quality monitoring and surveying program of the Hau river flowing through Vinh Long province.

Key words: principal component analysis, multivariate analysis, water monitoring, Hau river

¹Master of Environmental Science, University of Thu Dau Mot, 06 Tran Van On street, Thu Dau Mot City, Binh Duong, Viet Nam

²Faculty of Resources & Environment, University of Thu Dau Mot, 06 Tran Van On street, Thu Dau Mot City, Binh Duong, Viet Nam

Correspondence

Trong Dieu Hien Le, Master of Environmental Science, University of Thu Dau Mot, 06 Tran Van On street, Thu Dau Mot City, Binh Duong, Viet Nam

Email: hienltd@tdmu.edu.vn

History

- Received: 24-5-2023
- Accepted: 25-7-2023
- Published Online: 31-12-2023

DOI :

<https://doi.org/10.32508/stdjsee.v7i2.737>



Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Anh N T L, Tran T A T, Nguyen H T, Le T D H. **Assessment of water quality in Hau river flowing through Vinh Long province using principal component analysis.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.* 2023; 7(2):715-727.