

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC DỰA VÀO CHỈ SỐ CHẤT LƯỢNG NƯỚC: ÁP DỤNG CHO SÔNG SRÊPÔK

Nguyễn Việt Cường¹, Nguyễn Văn Hợp^{*2}

¹ Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng 2

² Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: ngvanhop@gmail.com

Ngày nhận bài: 5/9/2024; ngày hoàn thành phản biện: 8/10/2024; ngày duyệt đăng: 01/11/2024

TÓM TẮT

Phương pháp phân tích thành phần chính (PCA) được áp dụng cho dữ liệu chất lượng nước (CLN) sông Srêpôk ở tỉnh Đắk Lắk để xác định trọng số (w_i) của các thông số CLN i ($i = 1 - 10$) trong tính toán Chỉ số chất lượng nước (WQI). Dữ liệu CLN gồm 10 thông số: pH, DO, TSS, BOD5, COD, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, Fe (tổng sắt tan) và TC (tổng coliform) được quan trắc ở 3 vị trí trong 3 đợt (tháng 5, 8 và 11) năm 2020, 2021 và 6 đợt (tháng 3, 5, 6, 8, 10 và 11) năm 2022, 2023. Chất lượng nước sông Srêpôk được đánh giá qua WQI, được tính toán từ Trọng số w_i và Chỉ số thông số q_i của các thông số. Khi so sánh với VN-WQI được tính toán theo hướng dẫn của BTNMT năm 2019, WQI xây dựng được phản ánh CLN sông nhạy hơn và đại diện hơn. Chỉ số WQI đề xuất đã được áp dụng để đánh giá biến động CLN sông theo không gian (vị trí quan trắc) và thời gian (năm quan trắc).

Từ khóa: WQI, PCA, sông Srêpôk.

1. MỞ ĐẦU

Sông Srêpôk là một trong những con sông lớn ở Tây Nguyên, Việt Nam, chảy qua các tỉnh Đắk Lắk và Đắk Nông. Sông Srêpôk đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp nước cho sinh hoạt, nông nghiệp, công nghiệp, và duy trì các hệ sinh thái tự nhiên. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, sông Srêpôk đang phải đối mặt với tình trạng ô nhiễm ngày càng gia tăng do các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội. Chính vì vậy, nghiên cứu xây dựng Chỉ số Chất lượng Nước (Water Quality Index/WQI) để phục vụ quản lý môi trường sông Srêpôk trở nên vô cùng cấp thiết. Nhằm mục đích quản lý CLN và kiểm soát ô nhiễm môi trường sông Srêpôk, Trung tâm Quan trắc Tài nguyên và Môi trường (thuộc Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk) đã tiến hành quan trắc CLN sông định kỳ theo chương trình quan trắc môi trường của địa phương. Việc đánh

giá CLN chủ yếu là dựa vào việc so sánh kết quả quan trắc mỗi thông số riêng biệt với giá trị giới hạn được quy định trong QCVN 08:2023/BTNMT (viết tắt là QCVN08 - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về CLN mặt) [1].

Để đánh giá CLN sông một cách định lượng (theo thang điểm) và tổng quát (cho đa mục đích sử dụng), nhiều quốc gia trên thế giới đã áp dụng Chỉ số chất lượng nước. Hiện nay có trên 30 mô hình WQI đã và đang được áp dụng để đánh giá CLN sông [2-7]. Ở Việt Nam, đã áp dụng chỉ số VN-WQI (do Tổng cục Môi trường ban hành từ năm 2011 và được điều chỉnh lại năm 2019 [8]) nhưng chưa kiểm chứng sự phù hợp của nó trong đánh giá CLN sông trong cả nước.

Chỉ số WQI là hàm của Chỉ số thông số q_i và Trọng số w_i của các thông số CLN i [2], [3]. Trong đó, $i = 1 - n$ với n là số thông số CLN lựa chọn để tính WQI; q_i : Chỉ số thông số (subindex) thể hiện chất lượng của thông số i (thông thường $q_i = 1 - 100$) và được tính toán từ các phương trình hoặc đồ thị hoặc tra bảng (q_i càng gần 100, thông số có chất lượng càng tốt và ngược lại); w_i : Trọng số (weighting/weightage) thể hiện tầm quan trọng của thông số i , với $\sum w_i = 1$ (thông số có w_i càng lớn, càng đóng góp nhiều hay quan trọng trong WQI và ngược lại).

Tổng quát, có 02 phương pháp tính WQI [2-3]: Phương pháp (1) – WQI tính đến cả q_i và w_i và Phương pháp (2) – WQI chỉ tính đến q_i , mà không tính đến w_i , tức là coi các thông số có Trọng số bằng nhau. Tùy thuộc vào đặc điểm của sông, các thông số CLN có tầm quan trọng khác nhau, nên WQI tính theo phương pháp (1) sẽ phản ánh CLN đại diện hơn so với phương pháp (2). Chỉ số WQI đầu tiên do Quỹ vệ sinh Hoa Kỳ (US-NSF) đề xuất được tính toán từ 9 thông số CLN theo phương pháp (1) với q_i được xác định từ các đồ thị tương ứng, còn w_i được xác định dựa trên kết quả điều tra các chuyên gia theo (tức là lấy ý kiến chủ quan của cá nhân) [7], [11]. Chỉ số VN-WQI (năm 2019) được tính theo phương pháp (2) từ ≥ 9 thông số CLN [8]. Để xác định các Trọng số w_i một cách khách quan, nhiều tác giả đã áp dụng phương pháp phân tích thống kê đa biến cho các dữ liệu CLN, điển hình là phương pháp phân tích thành phần chính (PCA/Principal Component Analysis) [2-4], [9], [11]... Ở Việt Nam, những nghiên cứu áp dụng phương pháp PCA để xác định trọng số w_i khi tính toán WQI còn hạn chế [10-11]...

Bài báo này đề cập đến các kết quả nghiên cứu áp dụng phương pháp PCA để xác định Trọng số w_i và tính toán WQI theo phương pháp (1), áp dụng cho sông Srêpôk.

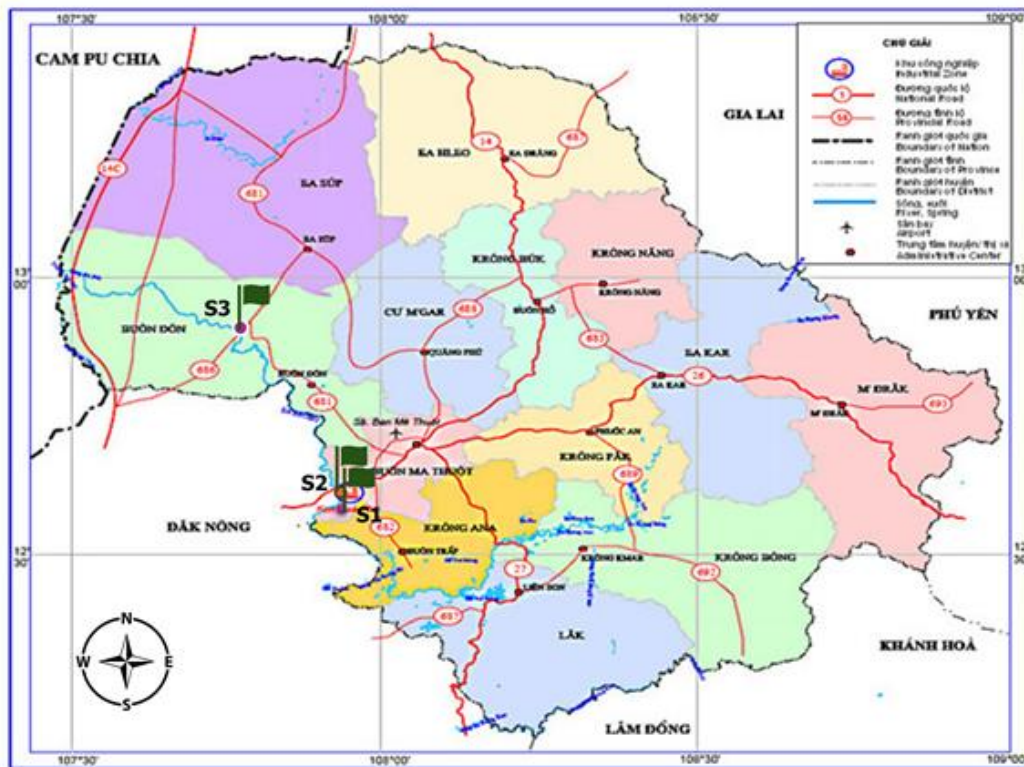
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu chất lượng nước sông Srêpôk

Dữ liệu CLN sông Srêpôk trong 4 năm (giai đoạn 2020 – 2023) được cung cấp bởi Trung tâm Quan trắc Tài nguyên và Môi trường (thuộc Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk). Tập dữ liệu gồm 13 thông số CLN: pH, tổng chất rắn lơ lửng

(TSS), oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD5), nhu cầu oxy hóa học (COD), nitơ amoni (viết tắt là N-NH₄), nitơ nitrit (N-NO₂), nitơ nitrat (N-NO₃), photpho photphat (P-PO₄), tổng sắt tan (Fe), tổng coliform (TC), clorua (Cl⁻), tổng dầu mỡ. Các thông số CLN được quan trắc tại 3 vị trí với tần suất quan trắc trong mỗi năm 2020 và 2021 là 3 đợt (tháng 5, 8 và 11); năm 2022 và năm 2023 (mỗi năm 6 đợt vào tháng 3, 5, 6, 8, 10 và 11). Các vị trí quan trắc được nêu ở Hình 1.

Do thông số nhiệt độ và độ đục không được quy định trong QCVN08, nên không được đưa vào tính WQI (trong giai đoạn 2020 – 2023, nhiệt độ nước sông chỉ dao động trong khoảng hẹp: 22,0 - 30,0°C). Như vậy, đối với sông Srêpôk, dữ liệu ‘đầu vào’ hay dữ liệu gốc cho phương pháp PCA (để xác định Trọng số w_i) gồm 10 thông số: pH, TSS, DO, BOD₅, COD, N-NH₄, N-NO₃, P-PO₄, Fe và TC. Không lựa chọn thông số liên quan đến độ muối (như TDS, hoặc độ dẫn điện hoặc Cl⁻), vì 2 lí do: (i) dữ liệu quan trắc CLN sông Srêpôk giai đoạn 2020 – 2023 (do Trung tâm Quan trắc Tài nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk cung cấp), có rất ít dữ liệu về Cl⁻; (ii) các kết quả quan trắc trong năm 2022 và 2023 cho thấy, nồng độ Cl⁻ rất thấp, khoảng 20 – 50 mg/L. Khi tính toán theo PCA, các thông số CLN (hay biến) x_{ij} (thông số i ở vị trí quan trắc j) của tập dữ liệu đầu vào được biến đổi thành biến chuẩn hóa z_{ij} : $z_{ij} = (x_{ij} - TB)/S$; Trong đó, TB và S tương ứng là trung bình số học và độ lệch chuẩn của các x_{ij} ; i là các thông số CLN (hay các biến), $i = 1 - 10$; j là các vị trí quan trắc, $j = 1 - 54$ (3 vị trí × 3 đợt × 2 năm và 3 vị trí × 6 đợt × 2 năm).



Hình 1. Các vị trí quan trắc chất lượng nước trên sông Srêpôk (2020 - 2023).

S1 (tọa độ N: 12°35'44"; E: 107°56'60"): Sông Srêpôk – thượng lưu hòng xả nước thải của KCN Tâm Thắng, TP. Buôn Ma Thuột; **S2** (tọa độ N: 12°36'45"; E: 107°55'45"): Sông Srêpôk - Cầu 14, TP. Buôn Ma Thuột; **S3** (tọa độ N: 12°53'27"; E: 107°46'53"): Vườn quốc gia Yok Đôn, huyện Buôn Đôn.

2.2. Phương pháp PCA xác định Trọng số w_i

Phương pháp PCA là phương pháp giảm dữ liệu từ không gian m chiều (mỗi chiều ứng với một biến/thông số CLN) thành không gian ít chiều hơn: k chiều ($k < m$), mỗi chiều được gọi là một thành phần chính (PC/Principal Component) - là tổ hợp tuyến tính của các biến gốc (x_{ij}), mà các PC vẫn giải thích được đa số biến động (hay phương sai) của tập dữ liệu gốc. Các PC đó trực giao với nhau và không tương quan với nhau; thường chỉ những PC đầu tiên (chẳng hạn, PC1 – PC2) giải thích hay lưu giữ đa số biến động (hay phương sai) của các biến gốc [2], [9], [11]. Để thực hiện các tính toán theo phương pháp PCA, nghiên cứu này đã sử dụng phần mềm R – phần mềm miễn phí và được áp dụng phổ biến trên thế giới: R 4.4.0 for Windows 82 megabytes, 64-bit, Size: 263.07 MB, Version: 2024.04.1+748, tải về ngày 11/5/2024. Với phần mềm R, sẽ tính được *Tải lượng bình phương* của mỗi biến trong các PC – là phương sai của mỗi biến được lưu giữ hay giải thích bởi mỗi PC. Từ *Tải lượng bình phương*, sẽ tính được *Tổng tích lũy* của phương sai mỗi biến trên các PC giữ lại – là những PC có giá trị riêng (eigen value) ≥ 1 và phương sai tích lũy của chúng $\geq 60\%$ [11]. Thông số có *Tổng tích lũy* càng lớn sẽ càng quan trọng (tức là có w_i càng lớn) trong chỉ số WQI và ngược lại. Từ *Tổng tích lũy* của mỗi biến trong các PC giữ lại, sẽ tính được Trọng số w_i của biến i theo công thức (1):

$$\text{Trọng số } w_i = (\text{Tổng tích lũy của mỗi biến}) / (\text{Tổng tích lũy của 10 biến}) \quad (1)$$

2.3. Phương pháp xác định Chỉ số thông số q_i

Hàm tuyến tính (dạng $y = a + bx$) xác định Chỉ số thông số q_i của biến i được xây dựng dựa vào QCVN08: phương trình 1 có q_i (hay y) = 1 khi biến i có chất lượng kém nhất (hay tồi nhất), tức là có kết quả quan trắc (x) \geq mức C của QCVN08; phương trình 2 có q_i (hay y) = 100 khi biến i có chất lượng tốt nhất ($x \leq$ mức A của QCVN08). Từ 2 phương trình đó, xác định được a và b . Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc giữa q_i và nồng độ/hàm lượng của biến i (x) có dạng tuyến tính – là một đường thẳng đi qua 2 điểm: 1 điểm ứng với $q_i = 1$ và 1 điểm ứng với $q_i = 100$. Từ x (kết quả quan trắc thông số i), tính được q_i từ phương trình $y = a + bx$ (nêu ở Hình 3).

Đối với thông số DO, QCVN08 quy định mức A (nước đạt yêu cầu để cấp cho sinh hoạt) phải có nồng độ DO ≥ 6 mg/L. Nồng độ DO bão hòa trong nước (ở nhiệt độ 20°C, áp suất 760 mmHg, TDS = 0 mg/L) là 9,1 mg/L. Điều đó chứng tỏ rằng, khi thực vật nước (chủ yếu là tảo) phát triển mạnh, sẽ quang hợp dẫn đến làm tăng nồng độ DO. Như vậy, khi DO lớn hơn 9 mg/L, nước có nhiều tảo, làm tăng TSS và như vậy CLN giảm xuống [11]. Ở đây chấp nhận rằng, $q_i = 100$ khi nồng độ DO nằm trong khoảng 6 – 9 mg/L, ngoài khoảng này, giá trị q_i sẽ giảm xuống và như vậy, đồ thị q_i đối

với DO có 2 nhánh. Giá trị pH được quy định trong QCVN08 đối với mức A là 6,5 – 8,5 và như vậy, ở những pH thấp hơn 6,5 và lớn hơn 8,5 (pH nước không đạt yêu cầu của mức A), giá trị q_i giảm xuống, và như vậy, đồ thị q_i đối với pH cũng có 2 nhánh. Đối với một thông số bất kỳ, khi nồng độ (x) tăng thì chất lượng của thông số giảm, dẫn đến Chỉ số thông số sẽ giảm dần và ngược lại.

2.4. Phương pháp tính WQI và đánh giá chất lượng nước dựa vào WQI

Nhiều nghiên cứu cho rằng, công thức dạng tích nhạy hơn so với công thức dạng tổng [2-3], [11] nên ở đây dùng công thức dạng tích để tính WQI:

$$WQI = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (2)$$

Đánh giá CLN sông dựa vào thang điểm WQI theo cách tương tự như hướng dẫn của Tổng cục Môi trường. Theo thang điểm WQI, CLN được chia thành 5 loại (hay 5 mức) - loại I (RẤT TỐT): WQI = 91 - 100; loại II (TỐT): 76 - 90; loại III (TRUNG BÌNH): 51 - 75; loại IV (XẤU): 26 - 50; loại V (RẤT XẤU): 1 - 25 và nếu WQI < 10, nước bị ô nhiễm rất nặng [8].

2.5. Phương pháp phân tích thống kê

Áp dụng phần mềm Microsoft-Excel với công cụ Real Statistics (version 2016) để xử lý các số liệu thực nghiệm: tính các đại lượng thống kê mô tả, kiểm định thống kê – phương pháp phân tích phương sai (ANOVA), kiểm định t theo cặp (paired-t-test)...

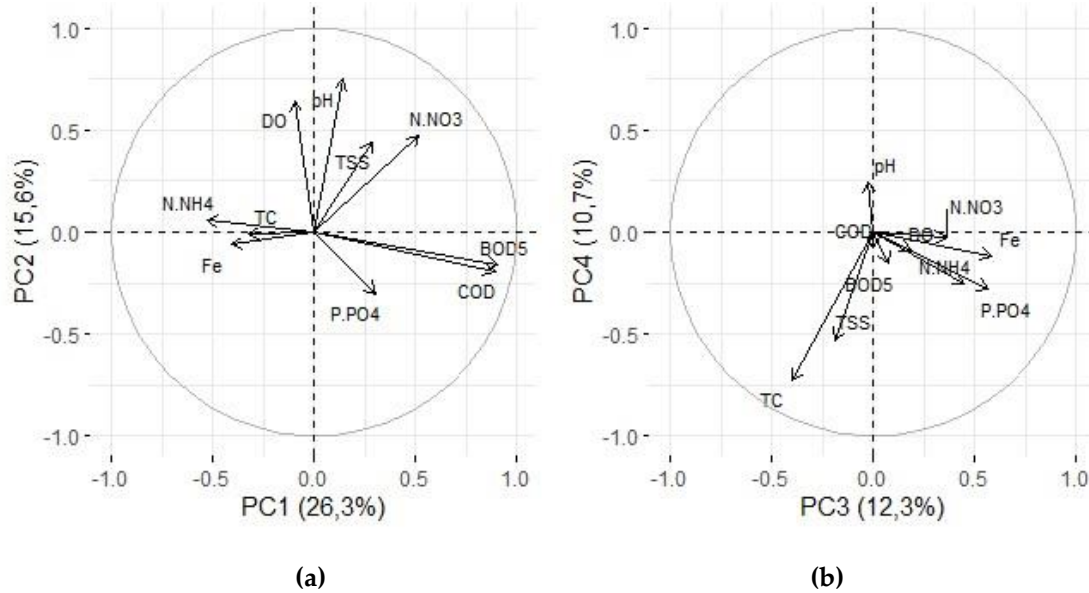
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Trọng số của các thông số chất lượng nước

Áp dụng phương pháp PCA cho tập dữ liệu gốc z_{ij} ($i = 1 - 10, j = 1 - 54$), thu được các giá trị riêng (là lượng phương sai của tập dữ liệu gốc được giải thích bởi mỗi PC_i) và phần trăm phương sai của mỗi thành phần chính (PC_i). Kết quả cho thấy, chỉ 5 thành phần chính đầu tiên ($PC1 - PC5$) có giá trị riêng lớn (khoảng ≥ 1) và đã giải thích được đa số biến động (với phương sai tích lũy của chúng là 74,2%) của tập dữ liệu gốc. Giá trị riêng và phần trăm phương sai tương ứng của các PC giữ lại như sau: $PC1 = 2,6$ (26,3%); $PC2 = 1,6$ (15,6%); $PC3 = 1,2$ (12,3%); $PC4 = 1,1$ (10,7%) và $PC5 = 0,9$ (9,3%); Các PC_i còn lại ($PC6 - PC11$) đều có giá trị riêng < 1 và chỉ giải thích 25,8% biến động của dữ liệu gốc. Phần phương sai đó được coi là biến động nền hay “nhiều nền”. Như vậy, chỉ cần dựa vào 5 PC giữ lại ($PC1 - PC5$) để tính Trọng số của các biến.

Đồ thị Tải lượng (loading plot) các thông số CLN (hay biến) trong không gian các PC ở Hình 2 cho thấy (Tải lượng là hệ số tương quan của mỗi biến với mỗi PC_i): $PC1$ giải thích tốt các biến BOD5, COD (vì hình chiếu vuông góc của chúng xuống $PC1$ lớn nhất); tương tự, $PC2$ giải thích tốt pH, DO; $PC3$ giải thích tốt P-PO4, Fe; $PC4$ giải

thích tốt TSS, TC; các thông số đóng góp nhiều vào PC5 là DO và TSS (biểu diễn trong không gian của PC5 không đưa ra ở đây). Hình 2 còn cho thấy, các biến có tương quan thuận là BOD5-COD; DO-pH; N-NO3-TSS-TC; P-PO4-N-NH4; các biến có tương quan nghịch là BOD5, COD và N-NH4, Fe (vì chúng có các mũi tên ngược chiều nhau).



Hình 2. Tải lượng của các biến trong không gian các thành phần chính:

(a) PC1 và PC2; (b) PC3 và PC4.

Phương pháp PCA tính được Tải lượng và Tải lượng bình phương của mỗi biến trong các PC giữ lại. Từ đó, theo công thức (1), tính được Trọng số của các biến (w_i) ở Bảng 1. Thông số Fe có Tổng tích lũy (các tải lượng bình phương trên các PC giữ lại) nhỏ nhất (0,53), nên nó có Trọng số thấp nhất, các thông số có Tổng tích lũy lớn nhất là TSS, BOD5, COD, TC, nên chúng có Trọng số lớn nhất (0,12).

Bảng 1. Tải lượng bình phương, Tổng tích lũy và Trọng số (w_i) của các biến (*)

Thông số	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	Tổng tích lũy của mỗi biến	Trọng số (w_i)
pH	0,0196	0,5625	0,0006	0,0610	0,0056	0,6493	0,09
DO	0,0097	0,4166	0,0358	0,0085	0,3701	0,8408	0,11
TSS	0,0822	0,1976	0,0352	0,2810	0,2834	0,8795	0,12
BOD5	0,8225	0,0257	0,0058	0,0240	0,0306	0,9086	0,12
COD	0,7946	0,0373	0,0000	0,0063	0,0361	0,8744	0,12
N-NO3	0,2647	0,2231	0,1281	0,0008	0,0540	0,6708	0,09
N-NH4	0,2754	0,0034	0,2009	0,0659	0,0366	0,5822	0,08

P-PO ₄	0,0915	0,0912	0,3209	0,0799	0,0044	0,5879	0,08
Fe	0,1676	0,0039	0,3416	0,0142	0,0032	0,5304	0,07
TC	0,1054	0,0001	0,1593	0,5303	0,1021	0,8972	0,12

Tổng tích lũy của 10 biến $\Sigma = 7,4211$ $\Sigma = 1,0$

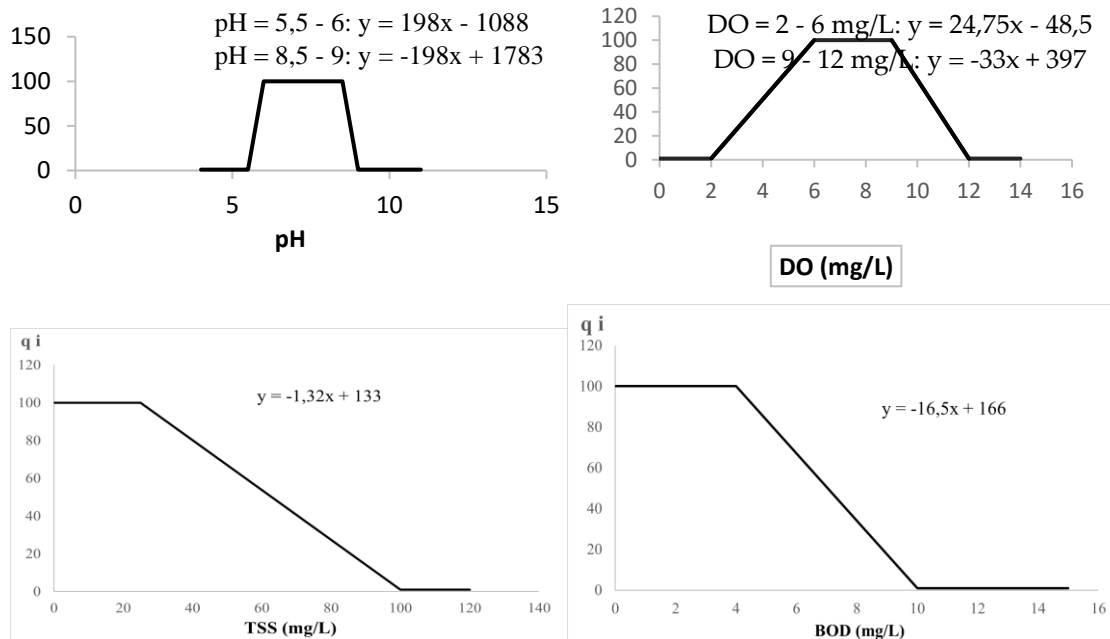
(*) Ngoại trừ giá trị w_i , số con số thập phân của các số liệu chỉ để phục vụ tính toán; Tổng tích lũy của 10 biến bằng tổng giá trị riêng của 5 PC giữ lại = 7,4211.

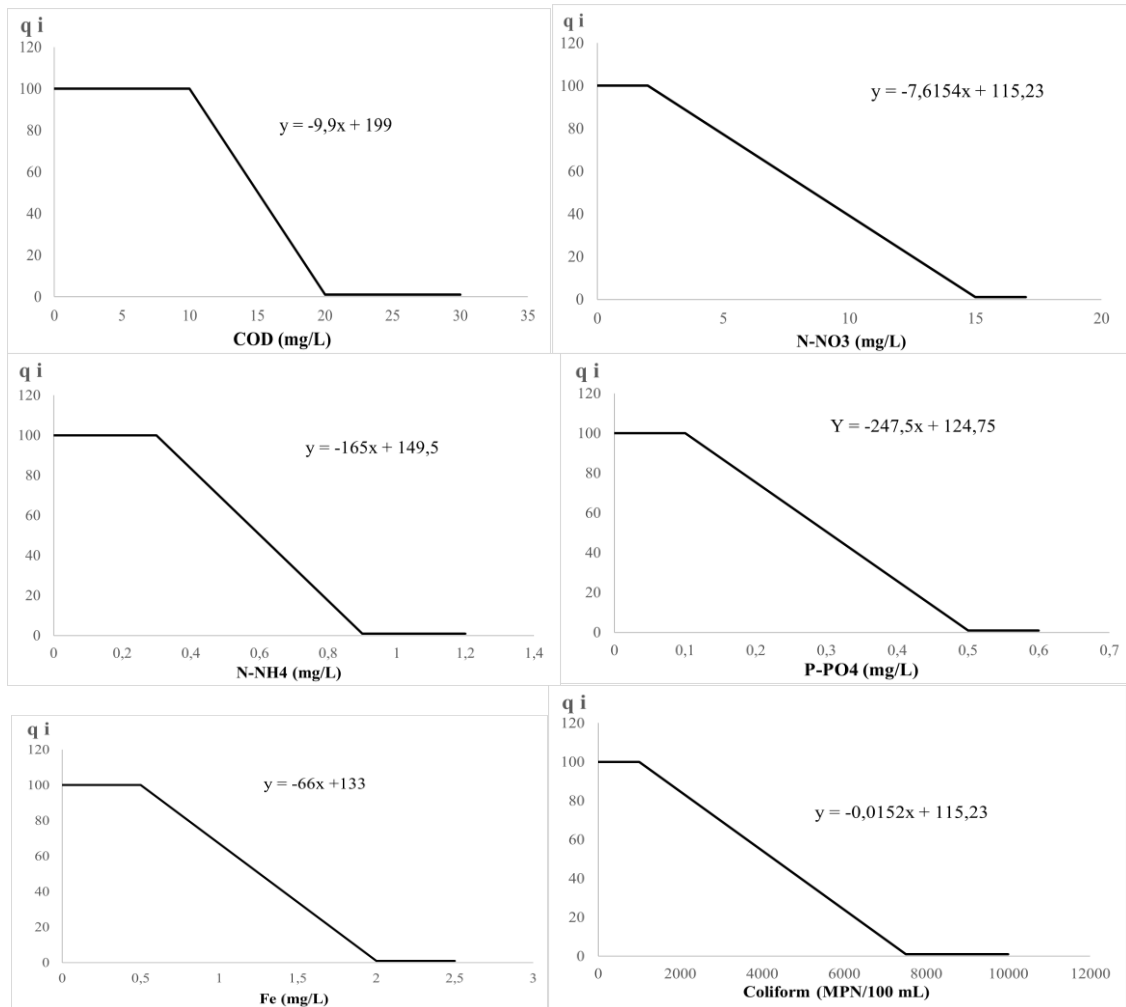
3.2. Chỉ số thông số của các thông số chất lượng nước

Đối với 06 thông số pH, DO, TSS, BOD₅, COD và TC, sử dụng QCVN08 [1] (quy định các mức chất lượng nước A, B, C, D); Mức A cũng tương tự mức A1 của QCVN08-MT:2015/BTNMT (quy định các mức chất lượng nước A1, A2, B1, B2). Đối với 03 thông số N-NO₃, N-NH₄, P-PO₄ và Fe, sử dụng QCVN08-MT:2015/BTNMT, vì QCVN08 chỉ quy định một mức và mức này tương tự mức A1 của QCVN08-MT:2015/BTNMT. Các đồ thị và phương trình tương quan giữa q (hay y) và x được nêu ở Hình 3. Từ phương trình nêu trên Hình 3 (hoặc từ đồ thị), khi biết x , sẽ xác định được q của biến.

3.3. So sánh WQI và VN-WQI

Từ dữ liệu CLN sông Srêpôk, so sánh các kết quả tính chỉ số WQI đề xuất, tính theo công thức (2), với chỉ số VN-WQI (công thức tính chỉ số VN-WQI do BTNMT ban hành năm 2019 có dạng tích và tổng, không được đưa ra đây) cho thấy (các kết quả WQI và VN-WQI nêu ở Bảng 2): các kết quả WQI và VN-WQI phản ánh CLN khác nhau với p (mức ý nghĩa thống kê) $< 0,000001$ (paired-t-test).





Hình 3. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc giữa Chỉ số thông số q (y) và nồng độ/hàm lượng (x) của 10 biến (thông số chất lượng nước).

Mặt khác, chỉ số VN-WQI phản ánh CLN sông ‘quá lạc quan’. Trong nhiều trường hợp, khi chỉ số WQI phản ánh CLN ở mức TRUNG BÌNH hoặc XẤU (do có một hoặc một số thông số vượt mức cho phép), chỉ số VN-WQI vẫn phản ánh CLN ở mức TỐT hoặc RẤT TỐT (Bảng 2). Sở dĩ vậy vì VN-WQI không tính đến TSS và do vậy, khi TSS cao (hay độ đục cao), VN-WQI vẫn phản ánh CLN ở mức TỐT/RẤT TỐT.

Bảng 2. Các kết quả WQI và VN-WQI đối với sông Srêpôk (giai đoạn 2020 - 2023)

Năm	Tháng	Vị trí	WQI	VN-WQI	Mức CLN(*)	Năm	Tháng	Vị trí	WQI	VN-WQI	Mức CLN(*)
2020	5	S1	30	88	IV/II	2021	5	S1	82	89	II/II
		S2	43	90	IV/II			S2	86	91	II/I
		S3	32	91	IV/I			S3	50	93	IV/I
	8	S1	75	71	III/III		8	S1	85	93	II/I
		S2	79	73	II/III			S2	91	95	I/I

		S3	74	67	III/III			S3	52	78	III/II
		S1	55	54	III/III			S1	85	92	II/I
	11	S2	35	53	IV/III		11	S2	77	92	II/I
		S3	21	63	V/III			S3	56	93	III/I
2022	3	S1	42	92	IV/I	2023	3	S1	97	96	I/I
		S2	87	94	II/I			S2	100	97	I/I
		S3	32	92	IV/I			S3	96	97	I/I
	5	S1	43	92	IV/I		5	S1	55	84	III/II
		S2	96	98	I/I			S2	61	82	III/II
		S3	39	88	IV/II			S3	95	97	I/I
	6	S1	99	99	I/I		6	S1	76	96	II/I
		S2	72	93	III/I			S2	67	93	III/I
		S3	34	84	IV/II			S3	90	98	II/I
	8	S1	31	87	IV/II		8	S1	91	92	I/I
		S2	42	88	IV/II			S2	50	54	IV/III
		S3	57	94	III/I			S3	56	55	III/III
	10	S1	25	91	V/I		10	S1	92	95	I/I
		S2	46	93	IV/I			S2	86	93	II/I
		S3	32	89	IV/II			S3	27	53	IV/III
	11	S1	59	91	III/I		11	S1	98	95	I/I
		S2	72	91	III/I			S2	94	92	I/I
		S3	30	83	IV/II			S3	26	65	IV/III

(*) Mức CLN ở đây là đánh giá theo WQI (đứng trước) và theo VN-WQI (đứng sau dấu /).

Khi một hoặc một thông số CLN bất kỳ có chất lượng kém (chẳng hạn $q = 10$), các thông số còn lại đều có chất lượng tốt nhất ($q = 100$), VN-WQI dao động trong khoảng hẹp 91- 93 (ứng với CLN loại RẤT TỐT). Trong khi đó, WQI dao động trong khoảng rộng hơn, 32 – 50 (ứng với CLN loại XẤU) và như thế WQI phản ánh CLN nhạy hơn VN-WQI (Bảng 3). Nói chung, do có tính đến Trọng số w_i , nên có thể cho rằng, WQI phản ánh CLN sông nhạy hơn VN-WQI và do vậy, nó được chọn để đánh giá CLN sông.

Bảng 3. So sánh chỉ số WQI và VN-WQI (*)

STT mẫu (tháng/năm)	Vị trí quan trắc	TSS (mg/L)	COD (mg/L)	N- NH4 (mg/L)	TC (MPN/ 100 mL)	WQI		VN-WQI	
						WQI	Phân loại	WQI	Phân loại
3 (5/2020)	S3	14	22	0,038	1500	32	X	91	RT
9 (11/2020)	S3	105	20	0,081	1600	21	RX	63	TB
12 (5/2021)	S3	21	19	0,096	1600	50	X	93	RT

15 (8/2021)	S3	8	16	0,03	1900	52	TB	78	T
17(11/2021)	S2	32	14	0,095	1500	77	T	92	RT
19(3/2022)	S1	8	20	0,109	2300	42	X	92	RT
31(10/2022)	S1	140	19	0,208	700	25	RX	91	RT
32(10/2022)	S2	167	15	0,163	260	46	X	93	RT
47(8/2023)	S2	20,3	13	0,134	9300	50	X	54	TB

(*) STT mẫu và thời gian lấy mẫu được trích từ Bảng 2; nồng độ TSS, COD, N-NH₄ và TC được trích từ dữ liệu gốc; ký hiệu X: XẤU; RX: RẤT XẤU; TB: TRUNG BÌNH; T: TỐT; RT: RẤT TỐT; các giá trị WQI và VN-WQI được trích từ Bảng 2;

3.4. Biến động chất lượng nước sông Srêpôk

So sánh kết quả quan trắc (dữ liệu chi tiết không đưa ra ở đây) với các giá trị được quy định trong QCVN08, đa số các trường hợp, CLN sông đạt loại A, nhưng vẫn nhiều trường hợp CLN sông chỉ đạt loại B hoặc C như các thông số TSS, BOD₅, COD, N-NO₂, N-NH₄, Fe và TC. Những lo lắng về CLN là sự tăng các chất rắn lơ lửng (TSS), sự ô nhiễm các chất hữu cơ (BOD₅, COD), các chất dinh dưỡng (N-NH₄, P-PO₄) và các vi khuẩn có nguồn gốc phân (TC), đặc biệt là vào mùa mưa (tháng 5 đến tháng 10).

Do các số liệu WQI trong mỗi đợt đều tuân theo phân bố chuẩn với mức ý nghĩa thống kê $p = 0,33 - 0,70$ (Shapiro-Wilk test), nên áp dụng phân tích phương sai (ANOVA) 1 yếu tố - yếu tố không gian (vị trí) và yếu tố thời gian (tháng), cho các kết quả WQI giai đoạn 2020 – 2023. Kết quả cho thấy:

- Theo không gian: CLN sông Srêpôk ở đầu nguồn như nhau (ở vị trí S1 và S2 có WQI trung bình tương ứng là 68 và 71, ứng với mức TRUNG BÌNH) với $p = 0,89$; nhưng CLN ở đầu nguồn cao hơn CLN ở cuối nguồn (ở vị trí S3 có WQI trung bình là 50, ứng với mức XẤU) với $p < 0,02$. Nếu chỉ xem xét các giá trị WQI riêng biệt: ở vị trí S1 và S2 có 9/18 (50%) số liệu WQI ứng với mức CLN TỐT hoặc RẤT TỐT; có 4/18 (22%) số liệu ứng với mức TRUNG BÌNH và 5/18 (28%) số liệu ứng với mức XẤU. Ở vị trí S3 chỉ có 2/18 (11%) số liệu ở mức RẤT TỐT; 1/18 (6%) số liệu mức TỐT; 5/18 (28%) số liệu mức TRUNG BÌNH; có 10/18 (65%) số liệu mức XẤU.

- Theo thời gian: Trong giai đoạn 2020 – 2023, CLN sông Srêpôk (đánh giá qua các giá trị WQI trung bình năm) khác nhau với $p = 0,004$. Giá trị WQI trung bình năm 2020 và năm 2022 như nhau với $p = 0,99$: WQI = 49 (ứng với mức chất lượng nước XẤU), $n = 9$ (năm 2020) và WQI = 52 (ứng với mức chất lượng TRUNG BÌNH), $n = 18$. Giá trị WQI trung bình năm 2021 (WQI = 74) và năm 2023 (WQI = 75) như nhau với $p = 0,99$ và đều ứng với mức chất lượng TRUNG BÌNH. Giá trị WQI trung bình năm 2021 và 2023 cao hơn so với năm 2020 và 2022 với $p = 0,017 - 0,034$.

4. KẾT LUẬN

Áp dụng phương pháp PCA để phân tích các dữ liệu CLN sông Srêpôk từ năm 2020 đến 2023, đã xác định được Trọng số (w_i) của các thông số CLN một cách khách quan, khắc phục tính chủ quan của phương pháp xác định w_i . Chỉ số thông số (q_i) của các thông số CLN được xác định dựa vào tương quan tuyến tính giữa q_i và nồng độ/hàm lượng của thông số CLN (x). Điều này thuận lợi cho người dùng chỉ số WQI. Mặt khác, trên cơ sở so sánh chỉ số WQI xây dựng được (tính toán từ w_i và q_i) với VN-WQI (chỉ tính từ q_i), đã cho phép khẳng định rằng, WQI phản ánh CLN sông nhạy hơn và phù hợp hơn VN-WQI. Chỉ số WQI xây dựng được có thể áp dụng để đánh giá CLN cho các sông khác ở khu vực Tây Nguyên.

LỜI CẢM ƠN

Các tác giả chân thành cảm ơn Trung tâm Tài nguyên và Môi trường, thuộc Sở Tài nguyên và Môi trường, tỉnh Đắk Lắk đã cung cấp dữ liệu quan trắc chất lượng nước sông Srêpôk cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023). *Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt - QCVN 08:2023/BTNMT*.
- [2] Tasneem Abbasi & S. A. Abbasi (2012). *Water Quality Indices*, Elsevier, Great Britain.
- [3] Sutadian et al. (2016). *Development of river water quality indices - a review*, Environmental Monitoring and Assessment.
- [4] Noori et al. (2018). *A critical review on the application of the National Sanitation Foundation Water Quality Index*, Environmental Pollution, Vol. 244, pp. 575-587.
- [5] Bhargava et al. (1983). Use of water quality index for river classification and zoning of Ganga river, *Environmental Pollution (Series B)*, Vol. 6, pp. 51 – 67.
- [6] Canadian Council of Ministers of the Environment (2001). *Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life*, Canada.
- [7] Ott and Wayne R. (1978). *Environmental indices - Theory and practice*, Ann Arbor Science Publishing Inc.
- [8] Bộ Tài nguyên và Môi trường - Tổng cục Môi trường (2019). *Quyết định 1460/QĐ-TCMT ngày 12/11/2019 về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng nước Việt Nam (VN- WQI)*.
- [9] Coletti et al. (2010). Water quality index using multivariate factorial analysis, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14 (5), 517 – 522.
- [10] Nguyễn Thị Quyên (2021). *Phát triển chỉ số chất lượng nước dựa vào phương pháp phân tích thành phần chính (PCA): áp dụng cho sông Hương, tỉnh Thừa Thiên Huế giai đoạn 2017- 2021*, Luận văn Thạc sỹ Hóa học, Trường Đại học Khoa học – Đại học Huế.
- [11] Hop Nguyen Van et al. (2022). *A comprehensive procedure to develop water quality index: A case study to the Huong river in Thua Thien Hue province, Central Vietnam*, Plos One.

**ASSESSMENT OF WATER QUALITY BASED ON WATER QUALITY INDEX:
APPLICATION TO THE SREPOK RIVER****Nguyen Viet Cuong¹, Nguyen Van Hop^{2*}**¹Quality Assurance and Testing Centre 2² Faculty of Chemistry, University of Sciences, Hue University**ABSTRACT**

Principal Component Analysis (PCA) was applied to the Srepok river water quality data in Dak Lak province to determine the weighting (w_i) of the water quality parameter i ($i = 1 - 10$) in the Water Quality Index (WQI) calculation. The water quality data consisting of 10 parameters: pH, DO, TSS, BOD₅, COD, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻, Fe (total dissolved iron), and TC (total coliform) were monitored at 3 sites in three sessions (May, August and November) in years of 2020, 2021 and six sessions (March, May, June, August, October and November) in years 2022, 2023. The river water quality was assessed based on the WQI calculated from the weighting (w_i) and subindex (q_i) of the parameters. Compared with VN-WQI, which was calculated according to the guideline of MONRE in 2019, the WQI established has indicated a more sensitive and representative reflection of the river water quality. The proposed index WQI was applied to evaluate spatial (monitoring site) and temporal (monitoring year) variation in the river water quality.

Keywords: WQI, PCA, Srepok river.



Nguyễn Viết Cường sinh ngày 06/03/1994 tại Quảng Bình. Ông tốt nghiệp cử nhân ngành Khoa học Môi trường tại Đại học Khoa học, Đại học Huế vào năm 2016. Hiện nay, ông công tác tại Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng 2, thành phố Đà Nẵng.

Lĩnh vực nghiên cứu: Phân tích và đánh giá chất lượng nước mặt.



Nguyễn Văn Hợp sinh ngày 02/02/1956 tại Nghệ An. Ông tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Hóa Vô cơ tại Đại học Tổng hợp Hà Nội vào năm 1977. Năm 2001, ông nhận học vị tiến sĩ chuyên ngành Hóa Phân tích tại Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc gia Hà Nội. Năm 2005, ông nhận học hàm phó giáo sư tại Việt Nam. Ông hiện đang là giảng viên cao cấp, Khoa Hóa – Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Phát triển phương pháp von-ampe hòa tan phân tích lượng vết các kim loại độc trong môi trường; Phân tích và đánh giá các kim loại độc và dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong môi trường; Phân tích và đánh giá chất lượng nước, đánh giá các nguồn ô nhiễm đất, nước và không khí.