

Đánh giá chất lượng nước hồ nước xanh tại xã An Sơn, huyện Thủy Nguyên, Thành phố Hải Phòng bằng chỉ số chất lượng nước (WQI), chỉ số phú dưỡng (TSI) và chỉ số ô nhiễm kim loại nặng (HPI)

Đỗ Hữu Tuấn*, Vũ Thị Mộng, Đinh Mạnh Cường

*Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN,
334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 28 tháng 9 năm 2017

Chỉnh sửa ngày 7 tháng 11 năm 2017; Chấp nhận đăng ngày 14 tháng 11 năm 2017

Tóm tắt: Hồ nước xanh tại xã An Sơn, huyện Thủy Nguyên, Thành phố Hải Phòng gần đây được phát hiện có màu xanh lam rất đẹp. Việc trả lời câu hỏi nước hồ có an toàn để sử dụng trở nên hết sức cấp thiết. Do đó nghiên cứu đã tiến hành đánh giá chất lượng nước hồ bằng việc sử dụng 3 chỉ số là chỉ số chất lượng nước WQI, chỉ số phú dưỡng TSI và chỉ số ô nhiễm kim loại nặng HPI. Kết quả cho thấy WQI có giá trị là 1, nước hồ ô nhiễm nặng do pH = 10,21 không an toàn khi sử dụng cho mục đích B1 và B2. Chỉ số TSI = 28,9 cho thấy hồ bị thiếu dinh dưỡng phản ánh qua kết quả phân tích nồng độ amoni (NH_4^+) và photphat (PO_4^{3-}) rất thấp lần lượt là <0,02 mg/l và <0,05 mg/l. Hồ không bị ô nhiễm kim loại nặng, chỉ số HPI = 3,89. Nghiên cứu cũng đã tiến hành tìm hiểu nguyên nhân dẫn tới độ pH cao và nước hồ có màu xanh lam.

Từ khóa: Chỉ số chất lượng nước, chỉ số phú dưỡng, chỉ số ô nhiễm kim loại nặng, WQI, TSI, HPI, hồ nước xanh.

1. Tổng quan

Cùng với quá trình phát triển kinh tế, vấn đề ô nhiễm môi trường, đặc biệt là môi trường nước ngày càng diễn biến phức tạp. Nhiều lưu vực sông, hồ đang bị ô nhiễm nghiêm trọng do chất thải từ các hoạt động kinh tế gây ra. Gần đây trên các phương tiện thông tin đại chúng có đưa tin một hồ nước ở khu khai thác đá tại xã An Sơn, huyện Thủy Nguyên, Thành phố Hải Phòng chuyển màu xanh và được coi là “Tuyệt Tình Cốc”. Việc này đã gây nhiều chú ý cho

người dân địa phương và du khách. Nước hồ có an toàn để sử dụng hay không là câu hỏi hết sức cấp thiết cần giải đáp để người dân và chính quyền địa phương được biết từ đó có các hoạt động quản lý phù hợp.

Để đánh giá chất lượng nước mặt ngoài việc phân tích để so sánh với quy chuẩn QCVN, chỉ số chất lượng nước WQI đã được áp dụng rộng rãi. Nhiều nghiên cứu và áp dụng WQI đã được thực hiện tại Việt Nam như việc đánh giá chất lượng nước sông Bò, sông Hương tại tỉnh Thừa Thiên Huế [1, 2], rạch Cái Sao tại An Giang [3], sông Đông Nai [4], hồ Thiên Quang, Hà Nội [5]. Các nghiên cứu áp dụng các phương pháp tính khác nhau để xác định chỉ số WQI và tập chung chủ yếu vào tính toán 1 chỉ số đơn lẻ

* Tác giả liên hệ: ĐT: 02438583305

Email: tuandh@vnu.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4147>

là WQI. Năm 2011 Bộ Tài Nguyên và Môi trường đã đưa ra cách tính thống nhất chung trong toàn quốc về đánh giá các chất lượng nước qua 10 chỉ tiêu [6]. Đánh giá chất lượng nước mặt bằng chỉ số WQI là công cụ đánh giá được áp dụng phổ biến tại các nước như Mỹ, Canada [7], Ấn Độ [8], Trung Quốc [9] và nhiều nước khác để giúp có đánh giá chung nhất về chất lượng nước mặt sông, hồ. Tuy nhiên một chỉ số đơn lẻ WQI chưa thể phản ánh đúng chất lượng nước đối với các chỉ số về kim loại nặng và phú dưỡng.

Để đánh giá mức độ phú dưỡng của hồ, chỉ số phú dưỡng TSI đã được áp dụng trong các nghiên cứu ở Việt Nam như đánh giá tình trạng phú dưỡng tại các hồ trong kinh thành Huế [10], tại Hồ Tây, Hà Nội [11]. Chỉ số phú dưỡng giúp xác định tình trạng ô nhiễm dinh dưỡng trong nước hồ và khả năng phát triển quá mức của tảo dẫn tới các hiện tượng cá chết hàng loạt. Chỉ số phú dưỡng là một trong các chỉ số quan trọng đối với việc đánh giá quản lý chất lượng nước hồ. Đối với đánh giá chất lượng nước hồ, chỉ số phú dưỡng TSI được các nhà nghiên cứu đặc biệt quan tâm như Bekteshi đã sử dụng chỉ số TSI để đánh giá mức độ phú dưỡng của hồ Shkodra ở Albania, Montenegro [12], nghiên cứu của Abdumunem và nnk về mức độ phú dưỡng của hồ Bahr Al-Najaf tại Iraq [13], hay nghiên cứu của Cigagna về mức độ phú dưỡng của hồ phía đông nam Brazil [14]. Tuy nhiên các nghiên cứu moi tập trung vào việc đánh giá mức độ phú dưỡng bằng chỉ số đơn lẻ TSI của các hồ mà chưa tính tới mức độ ô nhiễm kim loại nặng.

Nghiên cứu về nồng độ kim loại nặng trong nước mặt, tại Việt Nam đã có các nghiên cứu như nghiên cứu nồng độ một số kim loại nặng tại sông Hồng [15], trong nước tưới dùng cho chuyên canh rau tại Thái Nguyên [16]. Các nghiên cứu tập chung chủ yếu đánh giá nồng độ các kim loại nặng có vượt quá QCVN hay không mà chưa chú ý tới việc tính toán chỉ số ô nhiễm kim loại nặng HPI. Đánh giá mức độ ô nhiễm kim loại nặng trong nước bằng chỉ số ô nhiễm kim loại nặng HPI tại Việt Nam chưa được nghiên cứu đầy đủ. Để đánh giá mức độ ô

nhiễm kim loại nặng trong nước, các nghiên cứu ở nước ngoài sử dụng chỉ số HPI là công cụ đánh giá hiệu quả như nghiên cứu của Soma Giri và Abhay Kumar Singh (2014) đánh giá chất lượng nước sông Subarnarekha, Ấn Độ bằng HPI [17], nghiên cứu của Prasad và Bose (2001) sử dụng HPI đánh giá chất lượng nước mặt khu khai thác đá vôi dưới chân núi Himalayas [18], nghiên cứu của S.Moyel và nnk (2015) về áp dụng chỉ số HPI để đánh giá chất lượng nước sông Shatt Al Arab [19], Herojeet và nnk (2015) thì áp dụng HPI với các mô hình tham số hóa học để đánh giá ô nhiễm kim loại nặng tại sông Sirsa, Ấn Độ [20]. Các nghiên cứu này cũng chỉ dừng ở mức đánh giá chỉ số HPI riêng lẻ để đánh giá mức độ ô nhiễm kim loại nặng mà chưa có sự kết hợp với các chỉ số WQI và TSI.

Nếu như chỉ số WQI cho biết chất lượng nước qua các thông số cơ bản DO, nhiệt độ, BOD₅, COD, N-NH₄, P-PO₄, TSS, độ đục, tổng Coliform, pH thì chỉ số HPI sẽ cho biết mức độ ô nhiễm của các kim loại nặng, chỉ số TSI cho biết mức độ phú dưỡng của hồ. Chỉ số HPI và TSI sẽ bổ khuyết cho thiếu hụt về mặt đánh giá chất lượng nước của chỉ số WQI.

Các nghiên cứu gần đây về chất lượng nước mặt đã có một cách tiếp cận mới là kết hợp của WQI với các chỉ số về chất lượng nước khác như nghiên cứu của Amaal và nnk (2017) đã kết hợp chỉ số WQI và chỉ số ô nhiễm kim loại nặng HPI [21], Shiji và nnk (2016) đánh giá chất lượng nước qua chỉ số WQI kết hợp với các tiêu chí về sinh học [22], hoặc kết hợp với công cụ GIS của Şehnaz Şener và nnk (2017) [23]. Bên cạnh đó Hoseinzadeha và nnk (2014) đã kết hợp WQI với các chỉ số về ô nhiễm sông RPI, chỉ số chất lượng nước khu vực rừng núi FWQI [24]. Sự kết hợp của WQI với các chỉ số hoặc công cụ khác nhằm tăng cường khả năng đánh giá chi tiết hơn về chất lượng nước mặt. Nghiên cứu này sẽ tiến hành một cách tiếp cận mới đó là sự kết hợp chỉ số phú dưỡng TSI, chỉ số ô nhiễm kim loại nặng HPI và chỉ số WQI trong đánh giá chất lượng nước hồ sẽ cho kết quả đánh giá chi tiết hơn về chất lượng nước và các nguy cơ ô nhiễm

chất dinh dưỡng, kim loại nặng để trả lời câu hỏi về mức độ an toàn của nước hồ tại xã An Sơn, huyện Thủy Nguyên, Thành phố Hải Phòng.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu

Mẫu nước được lấy vào tháng 4/2017 theo TCVN 5994:1995, TCVN 6663-1:2011, bảo quản theo TCVN 6663-3:2003 và được phân tích tại Viện Hóa học, Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam theo QCVN 08-MT:2015.

2.2. Phương pháp chỉ số

2.2.1. Phương pháp tính toán chỉ số WQI

Để tính chỉ số WQI, nghiên cứu đã áp dụng phương pháp tính WQI của Bộ Tài Nguyên và Môi trường.

a. Tính toán WQI thành phần

WQI thành phần (WQISI) được tính toán cho các thông số BOD₅, COD, N-NH₄, P-PO₄, TSS, độ đục, tổng Coliform theo công thức như sau [6]:

$$WQI_{SI} = \frac{q_i - q_{i+1}}{BP_{i+1} - BP_i} (BP_{i+1} - C_p) + q_{i+1}$$

Trong đó:

BP_i: Nồng độ giới hạn dưới của giá trị thông số quan trắc được quy định trong bảng 1 tương ứng với mức i

BP_{i+1}: Nồng độ giới hạn trên của giá trị thông số quan trắc được quy định trong bảng 1 tương ứng với mức i+1

q_i: Giá trị WQI ở mức i đã cho trong bảng tương ứng với giá trị BP_i

q_{i+1}: Giá trị WQI ở mức i+1 cho trong bảng tương ứng với giá trị BP_{i+1}

C_p: Giá trị của thông số quan trắc được đưa vào tính toán.

Ghi chú: Trường hợp giá trị C_p của thông số trùng với giá trị BP_i đã cho trong bảng, thì xác định được WQI của thông số chính bằng giá trị q_i tương ứng.

Tính giá trị WQI đối với thông số DO (WQIDO): tính toán thông qua giá trị DO % bão hòa.

Bước 1: Tính toán giá trị DO % bão hòa:

- Tính giá trị DO bão hòa:

$$DO_{b\text{aohoa}} = 14,652 - 0,41022T + 0,0079910T^2 - 0,000077774T^3$$

T: nhiệt độ môi trường nước tại thời điểm quan trắc (đơn vị: °C).

- Tính giá trị DO % bão hòa: DO% bão hòa = DO hòa tan/DO bão hòa*100

DO hòa tan: Giá trị DO quan trắc được (đơn vị: mg/l)

Bước 2: Tính giá trị WQI_{DO}:

$$WQI_{SI} = \frac{q_{i+1} - q_i}{BP_{i+1} - BP_i} (C_p - BP_i) + q_i$$

Trong đó:

C_p: giá trị DO % bão hòa

BP_i, BP_{i+1}, q_i, q_{i+1} là các giá trị tương ứng với mức i, i+1 trong Bảng 2.

Bảng 1. Bảng quy định các giá trị q_i, BP_i

I	q _i	Giá trị BP _i quy định đối với từng thông số						
		BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	N-NH ₄ (mg/l)	P-PO ₄ (mg/l)	Độ đục (NTU)	TSS (mg/l)	Coliform (MPN/100ml)
1	100	≤4	≤10	≤0,1	≤0,1	≤5	≤20	≤2500
2	75	6	15	0,2	0,2	20	30	5000
3	50	15	30	0,5	0,3	30	50	7500
4	25	25	50	1	0,5	70	100	10.000
5	1	≥50	≥80	≥5	≥6	≥100	>100	>10.000

Nếu giá trị DO% bão hòa ≤ 20 thì WQI_{DO} bằng 1.

Nếu $20 < \text{giá trị DO\% bão hòa} < 88$ thì WQI_{DO} được tính theo công thức 2 và sử dụng Bảng 2.

Nếu $88 \leq \text{giá trị DO\% bão hòa} \leq 112$ thì WQI_{DO} bằng 100.

Nếu $112 < \text{giá trị DO\% bão hòa} < 200$ thì WQI_{DO} được tính theo công thức 1 và sử dụng Bảng 2.

Nếu giá trị DO% bão hòa ≥ 200 thì WQI_{DO} bằng 1.

* Tính giá trị WQI đối với thông số pH

Nếu giá trị pH $\leq 5,5$ thì WQI_{pH} bằng 1.

Nếu $5,5 < \text{giá trị pH} < 6$ thì WQI_{pH} được tính theo công thức 2 và sử dụng bảng 3.

Nếu $6 \leq \text{giá trị pH} \leq 8,5$ thì WQI_{pH} bằng 100.

Nếu $8,5 < \text{giá trị pH} < 9$ thì WQI_{pH} được tính theo công thức 1 và sử dụng bảng 3.

Nếu giá trị pH ≥ 9 thì WQI_{pH} bằng 1.

b. Tính toán WQI

Sau khi tính toán WQI đối với từng thông số nêu trên, việc tính toán WQI được áp dụng theo công thức sau [6]:

$$WQI = \frac{WQI_{pH}}{100} \left[\frac{1}{5} \sum_{a=1}^5 WQI_a \times \frac{1}{2} \sum_{b=1}^2 WQI_b \times WQI_c \right]^{1/3}$$

Trong đó:

WQI_a : Giá trị WQI đã tính toán đối với 05 thông số: DO, BOD₅, COD, N-NH₄, P-PO₄

WQI_b : Giá trị WQI đã tính toán đối với 02 thông số: TSS, độ đục

WQI_c : Giá trị WQI đã tính toán đối với thông số tổng Coliform

WQI_{pH} : Giá trị WQI đã tính toán đối với thông số pH.

Ghi chú: Giá trị WQI sau khi tính toán sẽ được làm tròn thành số nguyên.

c. So sánh chỉ số chất lượng nước đã được tính toán với bảng đánh giá

Sau khi tính toán được WQI, sử dụng bảng xác định giá trị WQI tương ứng với mức đánh giá chất lượng nước để so sánh, đánh giá, cụ thể như sau:

Bảng 2. Bảng quy định các giá trị BPi và qi đối với DO% bão hòa

I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BPi	≤ 20	20	50	75	88	112	125	150	200	≥ 200
qi	1	25	50	75	100	100	75	50	25	1

Bảng 3. Bảng quy định các giá trị BPi và qi đối với thông số pH

I	1	2	3	4	5	6
BPi	$\leq 5,5$	5,5	6	8,5	9	≥ 9
qi	1	50	100	100	50	1

Bảng 4. Mức đánh giá chất lượng nước theo chỉ số WQI [6]

Giá trị WQI	Mức đánh giá chất lượng nước	Màu
91 – 100	Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt	Xanh nước biển
76 – 90	Sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng cần các biện pháp xử lý phù hợp	Xanh lá cây
51 – 75	Sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác	Vàng
26 – 50	Sử dụng cho giao thông thủy và các mục đích tương đương khác	Da cam
0 – 25	Nước ô nhiễm nặng, cần các biện pháp xử lý trong tương lai	Đỏ

2.2.2. Phương pháp tính toán chỉ số trạng thái phú dưỡng TSI (Trophic State Index)

Để đánh giá mức độ phú dưỡng, nghiên cứu sử dụng phương pháp tính toán TSI của Carlson đưa ra năm 1977 [25].

$$TSI = \frac{TSI(SD) + TSI(Chl) + TSI(TP)}{3}$$

Trong đó:

$$TSI(SD) = 10 \left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right)$$

$$TSI(Chl) = 10 \left(6 - \frac{2.04 - 0.68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

$$TSI(TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

Kết quả TSI được đối chiếu với bảng:

2.2.3. Phương pháp tính toán chỉ số ô nhiễm kim loại nặng HPI (Heavy Metal Pollution Index)

Chỉ số ô nhiễm kim loại nặng HPI (Heavy Metal Pollution Index) áp dụng phương pháp của Mohan năm 1996 [26].

$$HPI = \frac{\sum_{i=1}^n QiWi}{\sum_{i=1}^n Wi}$$

Trong đó:

n: số lượng thông số kim loại nặng được tính.

Wi: được tính bằng $1/Si$, giá trị Si của kim loại i được lấy từ quy chuẩn QCVN về chất lượng nước mặt của Việt Nam.

Qi: hàm lượng kim loại thứ i được tính theo công thức $Qi = \frac{Ci}{Si} \times 100$; với Ci là giá trị đo được của kim loại nặng thứ i ($\mu\text{g/l}$).

So sánh chỉ số HPI đã tính với mức đánh giá ô nhiễm kim loại nặng theo chỉ số HPI với ngưỡng trên 100 là không tốt cho sức khỏe.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Kết quả phân tích chất lượng nước

Sau khi lấy mẫu nước phân tích kết quả được trình bày ở bảng 6. Kết quả cho thấy nước hồ có độ pH rất cao 10,21, so sánh với QCVN08-MT:2015 của Bộ Tài nguyên và Môi trường mục B1 cho thấy chỉ có chỉ tiêu về pH vượt quy chuẩn. Các chỉ tiêu còn lại đều nằm trong giới hạn cho phép. Đặc biệt chỉ tiêu TSS rất thấp, nhỏ hơn 0,05 mg/l đã phản ánh đúng thực tế là nước hồ rất trong, có thể nhìn xuống tận đáy hồ.

Bảng 5. Mức đánh giá phú dưỡng theo chỉ số TSI

TSI	CHL ($\mu\text{g/l}$)	SD (m)	TP ($\mu\text{g/l}$)	Trạng thái
< 30	< 0,95	>8	< 6	Thiếu dinh dưỡng
30-40	0,95-2,6	8-4	6-12	Tầng đáy của hồ nông có thể thiếu oxy
40-50	2,6-7,3	4-2	12-24	Dinh dưỡng trung bình
50-60	7,3-20	2-1	24-48	Phú dưỡng
60-70	20-56	0,5-1	48-96	Xuất hiện nhiều đám tảo trên bề mặt.
70-80	56-155	0,25-0,5	96-192	Siêu phú dưỡng (phú dưỡng cao): Tảo dày đặc
>80	>155	<0,25	192-384	Tảo nổi dày đặc trên bề mặt

Bảng 6. Kết quả phân tích nước hồ khu vực nghiên cứu

TT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Kết quả	QCVN 08-MT:2015 (B1)
1	pH	-	10,21	5,5-9
2	DO	mg/l	4,70	≥ 4
3	Nhiệt độ	$^{\circ}\text{C}$	26,7	-
4	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	< 0,05	50
5	Nhu cầu oxy sinh học (BOD ₅)	mg/l	11,5	15

6	Nhu cầu oxy hóa học (COD)	mg/l	18,4	30
7	Amoni (NH ₄ ⁺)	mg/l	< 0,02	0,9
8	Photphat (PO ₄ ³⁻)	mg/l	< 0,05	0,3
9	Tổng photpho (ΣP)	mg/l	< 0,01	-
10	Asen (As)	mg/l	0,00404	0,05
11	Cáđimi (Cd)	mg/l	0,00013	0,01
12	Chì (Pb)	mg/l	0,00332	0,05
13	Crom (Cr ⁶⁺)	mg/l	< 0,05	0,04
14	Đồng (Cu)	mg/l	0,00225	0,5
15	Kẽm (Zn)	mg/l	< 0,01	1,5
16	Niken (Ni)	mg/l	0,00194	0,1
17	Mangan (Mn)	mg/l	< 0,05	0,5
18	Sắt (Fe)	mg/l	< 0,05	1,5
19	Độ cứng (CaCO ₃)	mg/l	304,0	-
20	Ca(HCO ₃) ₂	mg/l	60,75	-
21	Clorophin a	mg/l	< 0,001	-
22	Coliform	MPN/100ml	0	7500
23	Độ đục	NTU	1	-
24	Thủy ngân	mg/l	< 0,00001	0,001

Với độ pH cao 10,21 là không an toàn khi sử dụng cho mục đích B1 và B2, điều này phản ánh bởi người dân và khách tham quan là khi tiếp xúc với nước hồ da tay chân bị ngứa, ăn mòn da. Như vậy, chính quyền địa phương cần quản lý chặt chẽ việc sử dụng nguồn nước hồ, khuyến cáo người dân không nên sử dụng nước hồ cho mục đích sinh hoạt, nông nghiệp.

3.2. Kết quả tính chỉ số WQI

Kết quả tính toán chỉ số WQI được trình bày tại bảng 7. Từ kết quả này cho ta thấy, các chỉ số thành phần BOD₅, COD, N-NH₄, P-PO₄, TSS, DO, Coliform, độ đục có chỉ số cao, ngoại trừ chỉ số pH rất thấp với giá trị là 1. Với pH độ kiềm rất cao vượt quy chuẩn, dẫn tới chỉ số WQI tổng nhận giá trị rất thấp là 1. Với chỉ số WQI thấp như vậy có thể thấy chất lượng nước hồ không phù hợp cho sử dụng nước với mục đích B1, để sử dụng nguồn nước từ hồ thì cần

phải có các biện pháp xử lý để đảm bảo giảm độ pH trong nước về ngưỡng 5,5 - 9.

Với giá trị WQI = 1 tương ứng với màu đỏ trong thang phân chia chất lượng nước. Nước bị ô nhiễm nặng cần biện pháp xử lý.

3.3. Kết quả tính chỉ số TSI

Kết quả tính toán chỉ số TSI = 28,9 cho thấy, nước hồ thiếu dinh dưỡng. Kết quả này phản ánh đúng thực tế là nồng độ amoni (NH₄⁺) và photphat (PO₄³⁻) rất thấp lần lượt là < 0,02 mg/l và < 0,05 mg/l. Với pH cao, nồng độ các chất dinh dưỡng thấp dẫn tới tảo hầu như không phát triển, kết quả phân tích cho thấy nồng độ diệp lục Chla < 0,001 mg/l.

Nước chảy vào hồ chủ yếu là nước mưa chảy tràn qua khu khai thác đá vôi. Do đó nguồn dinh dưỡng cung cấp cho hồ hạn chế vì vậy nước hồ có nồng độ chất dinh dưỡng rất thấp. Nồng độ dinh dưỡng thấp, tảo không phát triển, pH cao dẫn tới hệ động thực vật nước trong hồ không phát triển (Bảng 8).

Bảng 7. Các chỉ số WQI_{SI} thành phần và chỉ số WQI tổng

Chỉ số	BOD	COD	N-NH ₄	P-PO ₄	TSS	DO	pH	Coliform	Độ đục
WQI _{SI}	59,7	69,3	100	100	100	59,37	1	100	100
WQI	0,92								

Bảng 8. Kết quả tính chỉ số TSI

Thông số	Kết quả phân tích	TSI Thành phần	TSI nước hồ
TP	10 µg / l	37,35	
Chl	1 µg/l	30,6	28,9
Độ sâu Secchi	17,5m	18,76	

3.4. Kết quả tính chỉ số HPI

Chỉ số HPI được tính toán cho hồ thấp 3,89 (bảng 9), phản ánh đúng thực tế rằng nước hồ không bị tác động bởi các nguồn gây ô nhiễm kim loại nặng từ khu dân cư và các hoạt động công nghiệp. Từ kết quả phân tích ở bảng 9 cho thấy hồ không bị ô nhiễm kim loại nặng.

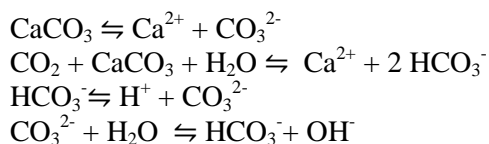
$$HPI = \frac{4,592}{1,180} = 3,89$$

Như vậy, hồ an toàn về chỉ số kim loại nặng do nguồn tiếp nhận nước chủ yếu là nước mưa chảy qua khu vực khai thác đá và các lò nung vôi. Không phát hiện ra các hoạt động công nghiệp xả thải kim loại nặng ra hồ.

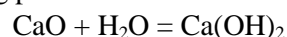
3.5. Nguyên nhân nước hồ có pH cao và có màu xanh

Nguyên nhân hồ có pH cao

Hồ được nghiên cứu, có chứa hàm lượng ba nhóm ion bicarbonat (HCO_3^-); cacbonat (CO_3^{2-}) và hydroxit (OH^-). Các ion này chuyển hóa theo các phương trình phản ứng hóa học:



Ngoài ra, xung quanh hồ có các lò nung vôi lấy đá từ mỏ khai thác đá gần kề. Các chất thải từ lò vôi bao gồm xỉ và vôi vụn không được quản lý tốt đã bị nước mưa cuốn xuống hồ góp phần làm tăng pH nước hồ.



Như vậy, nồng độ CO_3^{2-} và HCO_3^- cao, chất thải lò nung vôi chảy xuống hồ chứa CaO là nguyên nhân làm pH trong nước hồ tăng cao rõ rệt. Theo kết quả phân tích, độ cứng (CaCO_3) là 304,7 mg/l, được phân loại vào nước cứng vĩnh cửu.

Nguyên nhân nước hồ có màu xanh lam

Độ đục thấp, tổng chất rắn lơ lửng <0,05mg/l, pH cao cộng với dinh dưỡng thấp dẫn tới tảo không phát triển đã làm do nước hồ rất trong. Nước hồ rất trong và sâu, đã giúp ánh sáng mặt trời chiếu sâu xuống đáy hồ và tăng việc khuếch tán ánh sáng màu xanh lam rộng khắp hồ.

Ngoài ra, nước hồ tại đây có màu xanh đậm hơn do nước rất cứng, nồng độ CaCO_3 là 304,7 mg/l. Chính CaCO_3 trong nước đã tăng việc khuếch tán ánh sáng màu xanh lam lớn hơn nữa trong nước hồ, dẫn tới nước hồ có màu xanh lam đẹp mắt.

Bảng 9. Kết quả tính chỉ số HPI

I	Thông số	C_i (µg/L)	S_i (µg/L)	Q_i	W_i	$Q_i W_i$
1	Asen (As)	4,04	50	8,080	0,020	0,162
2	Cacdimi(Cd)	0,13	10	1,300	0,100	0,130
3	Chì (Pb)	3,32	50	6,640	0,020	0,133
4	Crom (Cr^{6+})	50	40	125,000	0,025	3,125
5	Đồng (Cu)	2,25	500	0,450	0,002	0,001
6	Kẽm (Zn)	10	1500	0,667	0,001	0,000
7	Niken (Ni)	1,94	100	1,940	0,010	0,019
8	Mangan (Mn)	50	500	10,000	0,002	0,020
9	Sắt (Fe)	50	1500	3,333	0,001	0,002
10	Thủy ngân	0,01	1	1,000	1,000	1,000

4. Kết luận

Qua nghiên cứu, phân tích chất lượng nước hồ, tính toán các chỉ số WQI, TSI và HPI cho các kết luận sau:

- Chất lượng nước hồ thấp do có độ pH rất cao 10,21 dẫn tới chỉ số WQI = 1, với độ pH cao, nước không an toàn khi sử dụng cho mục đích B1 và B2.

- Với chỉ số TSI = 28,9 cho thấy hồ thiếu dinh dưỡng, nồng độ amoni (NH_4^+) và photphat (PO_4^{3-}) rất thấp lần lượt là $<0,02 \text{ mg/l}$ và $<0,05 \text{ mg/l}$. Độ pH rất cao, nồng độ dinh dưỡng thấp dẫn tới tảo không phát triển, nồng độ diệp lục Chla $<0,001 \text{ mg/l}$.

- Hồ không bị ô nhiễm kim loại nặng với chỉ số HPI có giá trị 3,89.

- Việc kết hợp 3 chỉ số WQI, TSI và HPI trong nghiên cứu này là hoàn toàn phù hợp. Nếu chỉ sử dụng 1 chỉ tiêu đơn lẻ là WQI, TSI hay HPI thì chỉ đánh giá được một khía cạnh, việc kết hợp 3 chỉ số sẽ hỗ trợ nhau trong việc đánh giá tổng thể chất lượng nước hồ. Từ nghiên cứu này có thể nhận thấy, việc kết hợp 3 chỉ số WQI, TSI, HPI thành một chỉ số duy nhất để đánh giá chất lượng nước hồ là một hướng nghiên cứu mới.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên trong đề tài mã số TN.17.20.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Văn Hợp, Phạm Nguyễn Anh Thi, Nguyễn Mạnh Hưng, Thủy Châu Tờ, Đánh giá chất lượng nước sông Bồ ở tỉnh Thừa Thiên Huế dựa vào chỉ số chất lượng nước (WQI), Tạp chí Khoa học, Đại học Huế 58 (2010).
- [2] Nguyễn Văn Hợp, Thủy Châu Tờ, Nguyễn Hữu Nam, Đánh giá chất lượng nước sông Hương dựa vào chỉ số chất lượng nước (WQI), Tạp chí Phân tích Hoá, Lý và Sinh học 9-2 (2004) 23.
- [3] Lan T T and Long N P, Assessment of surface water quality by water quality index (WQI) at the Cai Sao canal, An Giang province, Vietnam, Livestock Research for Rural Development 23 (2011) 151.
- [4] Lê Hoàng Bảo Trân, Chế Đình Lý, Nguyễn Hiền Thân, So sánh kết quả đánh giá chất lượng nước bằng cách giá toàn diện mờ và chỉ số chất lượng nước: trường hợp nghiên cứu sông Đồng Nai, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, 17 (2014).
- [5] Trịnh Bích Liên, Phân tích đánh giá chất lượng nước hồ Thiên Quang, Hà Nội, Luận văn Thạc sỹ, Trường ĐHKHTN-ĐHQGHN (2011).
- [6] Bộ Tài nguyên và Môi trường, Quyết định số 879/QĐ-TCMT ngày 01 tháng 07 năm 2011, Tổng cục Môi trường, Hà Nội (2011).
- [7] A.Lumb, T. C. Sharma, F. Bibeault, P. Klawunn, A Comparative Study of USA and Canadian Water Quality Index Models, Water Quality, Exposure and Health 3-3 (2011) 203.
- [8] Monika Dubey, N. C. Ujjania, Kamlesh Borana, Water Quality Index (WQI) of Sarangpani Lake, Bhopal (India), Environment & Ecology, 34-4D (2016) 2475.
- [9] Wei Suna, Chunyu Xiaa, Meiyong Xua, Jun Guoa, Guoping Suna, Application of modified water quality indices as indicators to assess the spatial and temporal trends of water quality in the Dongjiang River, Ecological Indicators 66 (2016) 306.
- [10] Nguyễn Văn Hợp, Phạm Nguyễn Anh Thi, Nguyễn Hữu Hoàng, Võ Thị Bích Vân, Thủy Châu Tờ, Chất lượng nước và tình trạng phú dưỡng các hồ trong kinh thành Huế, Tạp chí Khoa học, Đại học Huế 73-4 (2012).
- [11] Nguyễn Thị Thu Hà, Bùi Đình Cảnh, Nguyễn Thiên Phương Thảo, Bùi Thị Nhị, Thử nghiệm mô hình hóa sự phân bố không gian của hàm lượng chlorophyll-a và chỉ số trạng thái phú dưỡng nước Hồ Tây sử dụng ảnh Sentinel-2A, Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội 32-2S (2016).
- [12] A.Bekteshi, A. Cupi, Use of Trophic State Index (Carlson, 1977) for Assessment of Trophic Status of the Shkodra Lake, Journal of Environmental Protection and Ecology 15-1 (2014) 359.
- [13] Mohammed J. S. A. Al-Haidarey, Ibtihal A. Abdumunem, Muhson C. Abbas, Nadhir Al-Ansari, The trophic state index of Bahr Al-Najaf depression reservoir, Iraq, Journal of Environmental Hydrology 24 (2016) 1.

- [14] Cristiano Cigagna, Daniel Marcos Bonotto, Antonio F. Monteiro Camargo, José Ricardo Sturaro, Trophic state index (TSI) and physico-chemical characteristics of a shallow reservoir in southeast Brazil, *Environmental Earth Sciences*, 75-102 (2016).
- [15] Nguyễn Thị Bích Ngọc, Lê Thị Phương Quỳnh, Nguyễn Thị Mai Hương, Nguyễn Bích Thủy, Vũ Duy An, Dương Thị Thủy, Hồ Tú Cường, Trần Thị Bích Nga, Bước đầu xác định hàm lượng một số kim loại nặng trong môi trường nước Sông Hồng, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 53-1 (2015) 64.
- [16] Trương Công Đức, Nghiên cứu đánh giá hiện trạng ô nhiễm kim loại nặng (As, Cd, Pb) trong đất, nước và rau tại một số vùng chuyên canh rau khu vực ven đô Thành phố Thái Nguyên, Luận văn Thạc sỹ, Trường ĐHKHTN-ĐHQGHN, (2014).
- [17] Soma Giri, Abhay Kumar Singh, Assessment of Surface Water Quality Using Heavy Metal Pollution Index in Subarnarekha River, India, *Water Qual Expo Health* 5 (2014) 173.
- [18] B. Prasad, J. Bose, Evaluation of the heavy metal pollution index for surface and spring water near a limestone mining area of the lower Himalayas, *Environmental Geology* 41-1 (2001) 183.
- [19] Mohammad S. Moyel, Ali H. Amteghy, Wesal F. Hassan, Enas A. Mahdi, Hussein H. Khalaf, Application and evaluation of water quality pollution indices for heavy metal contamination as a monitoring tool in Shatt Al Arab river, *Journal of International Academic Research for Multidisciplinary* 3-4 (2015).
- [20] Rajkumar Herojeet, Madhuri S. Rishi, Naval Kishore, Integrated approach of heavy metal pollution indices and complexity quantification using chemometric models in the Sirsa Basin, Nalagarh valley, Himachal Pradesh, India, *Chinese Journal of Geochemistry* 34-4 (2015) 620.
- [21] Amaal M. Abdel-Satar, Mohamed H. Ali, Mohamed E. Goher, Indices of water quality and metal pollution of Nile River, Egypt, *Egyptian Journal of Aquatic Research*, (2017).
- [22] M. Shiji, A.R. Sabitha, Kavya Prabhakar and P.S. Harikumar, Water quality assessment of Kavvayi Lake of northern Kerala, India using CCME water quality index and biological water quality criteria, *Journal of Environmental Biology* 37 (2016) 1265.
- [23] Şehnaz Şener, Erhan Şener, Aysen Davraz, Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey), *Science of the Total Environment* 584-585 (2017) 131.
- [24] Edris Hoseinzadeha, Hassan Khorsandib, Chiang Weic, Mahdi Alipourd, Evaluation of Aydughmush River water quality using the National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI), River Pollution Index (RPI), and Forestry Water Quality Index (FWQI), *Desalination and Water Treatment* (2014) 1.
- [25] Robert E. Carlson, A trophic state index for lakes, *Limnology and Oceanography*, 22-12 (1977) 361.
- [26] Amaal M. Abdel-Satar, Mohamed H. Ali, Mohamed E. Goher, Indices of water quality and metal pollution of Nile River, Egypt, *Egyptian Journal of Aquatic Research* (2017).

Evaluation of Water Quality of a Blue Lake at An Son Commune, Thuy Nguyen District, Hai Phong City by Water Quality Index (WQI), Trophic State Index (TSI) and Heavy Metal Pollution Index (HPI)

Do Huu Tuan, Vu Thi Mung, Dinh Manh Cuong

Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

Abstract: A blue lake in An Son Commune, Thuy Nguyen District, Hai Phong City has been recently discovered to have a beautifully blue color. There is an urgent need to answer the question whether the water is safe or not for using. Therefore, this research evaluated the lake water quality by combining 3 indices, Water Quality Index (WQI), Trophic State Index (TSI), and Heavy Metal Pollution Index (HPI). The results showed that WQI = 1 with pH = 10.21 indicating that the lake water is heavily polluted. It is not safe to use for B1 and B2 purposes of QCVN 08-MT:2015. TSI was 28,9, showing that this lake was oligotrophic. This result was confirmed by very low ammonium and phosphate concentrations of <0,02 mg/l and <0,05 mg/l, respectively. The lake was not polluted by heavy metals with HPI = 3,89. The reasons of high pH value and the deep blue color of the lake were also primarily studied in this research.

Keywords: Water Quality Index, Trophic State Index, Heavy Metal Pollution Index, blue lake.