

Bài báo khoa học

Đánh giá mức độ phú dưỡng tại một số hồ nội thành tại quận Hai Bà Trưng, thành phố Hà Nội

Đỗ Hữu Tuấn^{1*}, Đoàn Phương Anh¹

¹ Khoa môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội; 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân Hà Nội; tuandh@vnu.edu.vn; doanphuonganh_t64@hus.edu.vn

*Tác giả liên hệ: tuandh@vnu.edu.vn; Tel.: +84-2438584995

Ban Biên tập nhận bài: 10/7/2023; Ngày phản biện xong: 31/8/2023; Ngày đăng bài: 25/10/2023

Tóm tắt: Phú dưỡng là hiện tượng ô nhiễm nước mặt điển hình tại các hồ trong thành phố gây ảnh hưởng tới mỹ quan, sức khỏe người dân sống xung quanh. Nghiên cứu tiến hành đánh giá mức độ phú dưỡng tại 5 hồ thuộc quận Hai Bà Trưng nội thành Hà Nội qua nồng độ tổng phốt pho (TP) và nồng độ diệp lục a (Chl-a), kết hợp chỉ số phú dưỡng Carlson. Kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ TP tại các hồ giao động từ 0,277 (mg/l) đến 1,322 (mg/l), nồng độ Chl-a giao động từ 0,1 đến 0,244 mg/l. Cả 5 hồ khu vực nghiên cứu gồm hồ Quỳnh (TSI = 80), hồ Thanh Nhàn (TSI = 79), hồ Bảy Mẫu (TSI = 90), hồ Hai Bà Trưng (TSI = 77), hồ Thiên Quang (TSI = 86) đều ở mức siêu phú dưỡng (Hypereutrophic TSI > 70). Nghiên cứu cho thấy các hoạt động của người dân sống xung quanh hồ là nguyên nhân chính gây phú dưỡng nước hồ.

Từ khóa: Phú dưỡng; Hồ nội thành Hà Nội; Chỉ số phú dưỡng; Ô nhiễm hồ nội thành Hà Nội.

1. Mở đầu

Cùng với sự phát triển của các đô thị, các hồ trong nội thành cũng chịu nhiều áp lực về tiếp nhận các nguồn nước xả thải vào trong hồ gây ra ô nhiễm các hồ nghiêm trọng. Phú dưỡng là một trong những loại hình ô nhiễm điển hình tại các hồ trong nội thành gây tác động xấu tới hệ sinh thái hồ, tạo ra mùi khó chịu, mất mỹ quan đô thị.

Theo nghiên cứu của Ủy ban môi trường hồ quốc tế, có tới 40-50% các hồ trên thế giới bị phú dưỡng từ những năm đầu của thập kỷ 90 [1]. Phú dưỡng là biểu hiện rõ ràng nhất của vấn đề ô nhiễm môi trường nước mặt, đặc biệt là nước hồ. Chính vì thế phú dưỡng là vấn đề môi trường được quan tâm nghiên cứu trên thế giới. Các chất ô nhiễm phát sinh trong cuộc sống phát triển hiện nay, đặc biệt là chất ô nhiễm đến từ sinh hoạt là một trong những nguyên nhân gây ra hiện tượng phú dưỡng ở các hồ trong nội thành. Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy, các hồ nội thành thường có mức độ phú dưỡng cao hơn các hồ ngoại thành, các hồ thủy lợi, thủy điện [2–6]. Điều này được xác định là do các hoạt động sinh hoạt của người dân nội thành xả nước thải chưa qua xử lý ra hồ dẫn tới nồng độ các chất dinh dưỡng tăng cao gây phú dưỡng [7]. Để đánh giá mức độ phú dưỡng, chỉ số phú dưỡng do Carlson phát triển [8] năm 1977 dựa trên 3 chỉ số phụ là chỉ số tổng phốt pho (TSI_{TP}), chỉ số về nồng độ diệp lục a (TSI_{Chla}) và chỉ số độ sâu đĩa Secchi (TSI_{SD}). Phương pháp tính chỉ số phú dưỡng Carlson đã được áp dụng rộng rãi trên thế giới để đánh giá mức độ phú dưỡng của nước hồ [6, 7, 9–11].

Tại Việt nam, nghiên cứu về mức độ phú dưỡng của các hồ cũng được tiến hành như nghiên cứu năm 2018 tại hồ Cự Chính, Hà Nội cho thấy hồ đang ở tình trạng phú dưỡng

nghiêm trọng và photpho là chất dinh dưỡng hạn chế sự phát triển của tảo còn nitơ chỉ có trong một số thời điểm trong các tháng mùa mưa [12–13]. Nghiên cứu tại hồ Hoàn Kiếm cho thấy hàm lượng Chl-a của nước hồ dao động trong khoảng 114,8 µg/l đến hơn 700 µg/l, Giá trị TSI(Chl-a) dao động ở mức từ 77 đến 95 tương ứng với mức siêu phú dưỡng [14]. Một nghiên cứu nhằm xác định hiện trạng phú dưỡng của hồ chứa Quan Sơn (Mỹ Đức) năm 2023 cho thấy hồ chứa Quan Sơn đang ở mức phú dưỡng cao với giá trị TSI > 60 [15]. Một nghiên cứu khác thực hiện tại 8 hồ trong Kinh thành Huế cho thấy hầu hết các hồ đều ở mức siêu phú dưỡng [16].

Quận Hai Bà Trưng là một quận trung tâm nội thành Hà Nội, các hoạt động phát triển kinh tế và sinh hoạt của người dân diễn ra mạnh mẽ. Các hồ trong quận Hai Bà Trưng đóng vai trò quan trọng trong việc tạo cảnh quan môi trường, điều hòa khí hậu khu vực. Các nghiên cứu về phú dưỡng tại Hà Nội nói chung và tại quận Hai Bà Trưng nói riêng còn hạn chế. Do đó việc đánh giá hiện trạng phú dưỡng của các hồ trong quận Hai Bà Trưng có ý nghĩa rất lớn đối với công tác quản lý chất lượng nước hồ trong khu vực cũng như nâng cao ý thức bảo vệ môi trường nước hồ. Các mục tiêu của nghiên cứu bao gồm: (1) Đánh giá được nồng độ của các thông số gây phú dưỡng nước hồ bao gồm tổng photpho (TP), nồng độ diệp lục a (Chl-a); (2) Đánh giá mức độ phú dưỡng các hồ thông qua chỉ số phú dưỡng Carlson.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Vị trí quan trắc

Nghiên cứu được thực hiện tại 5 hồ lớn có vai trò quan trọng trên địa bàn quận Hai Bà Trưng bao gồm: hồ Quỳnh, hồ Thanh Nhàn, hồ Bảy Mẫu, hồ Hai Bà Trưng, hồ Thiên Quang (Hình 1).

Bảng 1. Vị trí các điểm lấy mẫu nước mặt.

TT	Địa điểm	Ký hiệu mẫu	Tọa độ
1.	Hồ Quỳnh	L1	21°00'18.9"N 105°51'12.9"E
2.	Hồ Thanh Nhàn	L2	21°00'24.7"N 105°51'24.5"E
3.	Hồ Bảy Mẫu	L3	21°00'40.6"N 105°50'34.2"E
4.	Hồ Hai Bà Trưng	L4	21°00'44.7"N 105°51'21.8"E
5.	Hồ Thiên Quang	L5	21°01'03.1"N 105°50'44.9"E

2.2. Phương pháp lấy mẫu, bảo quản và phân tích mẫu

Phương pháp lấy mẫu và bảo quản thực hiện theo hướng dẫn của QCVN 08:2023/BTNMT. Mẫu nước được lấy thành 2 đợt tháng 3 và tháng 4 năm 2023. Mẫu sau khi được lấy, bảo quản và chuyển về phân tích photpho tổng số (TP) và nồng độ diệp lục a (Chl-a). Độ sâu đĩa Secchi (SD) được đo tại hiện trường khu vực nghiên cứu tại thời điểm lấy mẫu.

2.3. Phương pháp tính chỉ số phú dưỡng Carlson

Chỉ số phú dưỡng được TSI Carlson được tính toán dựa trên 3 thông số tổng photpho (TP), nồng độ diệp lục a (Chl-a), và độ sâu đĩa Secchi (SD).

$$TSI(SD) = 10 \left(6 - \frac{\ln SD}{\ln 2} \right) \quad (1)$$

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

$$TSI(TP) = 10 \left(6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right) \quad (3)$$

TSI tổng hợp được tính theo công thức:

$$TSI = \frac{TSI(SD) + TSI(Chl) + TSI(TP)}{3} \tag{4}$$

Kết quả tính toán TSI so sánh với mức phân loại phú dưỡng theo TSI của Carlson: TSI < 30 hồ thiếu dinh dưỡng, 30 ≤ TSI < 50 hồ có mức dinh dưỡng trung bình, 50 ≤ TSI ≤ 70 hồ bị phú dưỡng, TSI > 70 hồ siêu phú dưỡng.



Hình 1. Vị trí lấy mẫu khu vực nghiên cứu.

2.4. Phương pháp xử lý dữ liệu

Các kết quả quan trắc được đưa vào xử lý thống kê sử dụng phần mềm lập trình R với gói nâng cao Psych để phân tích tương quan giữa các thông số quan trắc.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Nồng độ TP, Chl-a, và SD trong nước hồ khu vực nghiên cứu

Kết quả nghiên cứu cho thấy, nồng độ TP tại 5 hồ nghiên cứu đều rất cao (Bảng 2). Trong đó 3 hồ: hồ Quỳnh, hồ Thanh Nhân, hồ Hai Bà Trưng nồng độ TP đều nằm ở mức chất lượng nước loại B (< 0,3 mg/l) theo QCVN 08:2023/BTNMT trong khi đó 2 hồ Thuyền Quang và Bảy Mẫu chất lượng nước đạt mức loại D với nồng độ TP vượt mức loại C từ 1,88 đến 2,64 lần với nồng độ lần lượt là 0,94 và 1,32 mg/l (Hình 2).

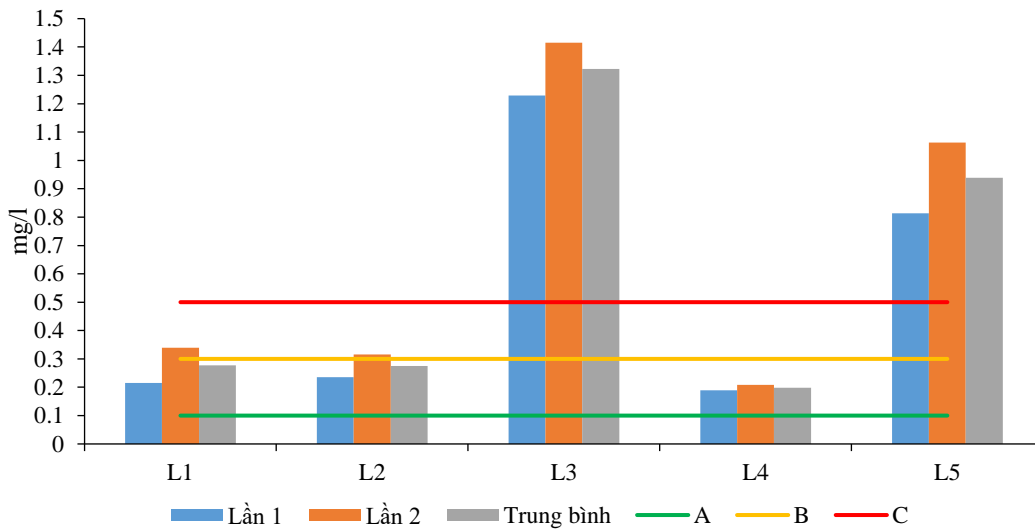
Đối với nồng độ Chl-a, cả 5 hồ đều nằm ở mức chất lượng nước loại D (Chl-a > 0,07 mg/l). Nồng độ trung bình của Chl-a tại khu vực nghiên cứu đều cao hơn từ 1,9 đến 3,5 lần so với mức chất lượng nước loại C theo QCVN 08:2023/BTNMT.

Bảng 2. Nồng độ TP, Chl-a, độ sâu SD khu vực nghiên cứu.

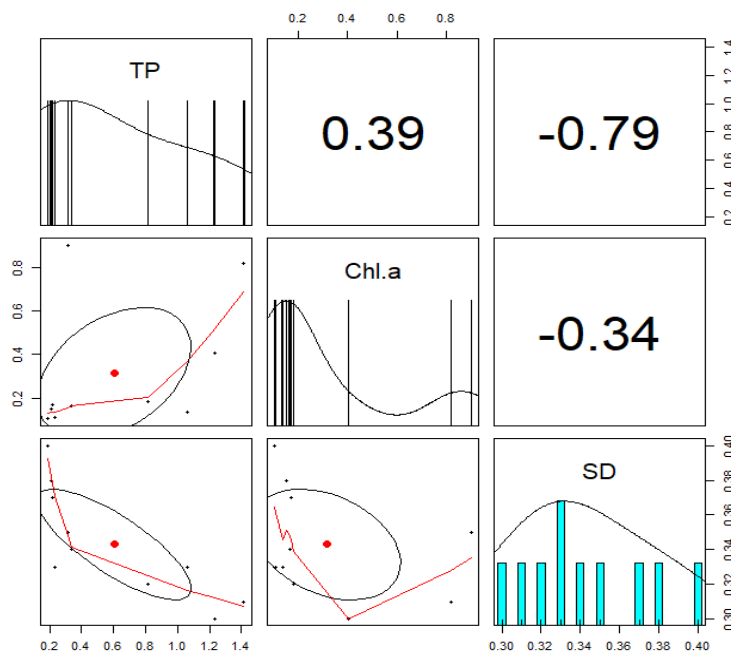
TT	Địa điểm	Lần 1			Lần 2			Trung bình		
		TP (mg/l)	Chl-a (mg/l)	SD (m)	TP (mg/l)	Chl-a (mg/l)	SD (m)	TP (mg/l)	Chl-a (mg/l)	SD (m)
1.	L1	0,215	0,172	0,37	0,339	0,166	0,34	0,277	0,169	0,355
2.	L2	0,235	0,111	0,33	0,316	0,90	0,35	0,2755	0,1005	0,34
3.	L3	1,229	0,406	0,3	1,415	0,82	0,31	1,3222	0,244	0,305
4.	L4	0,189	0,107	0,4	0,208	0,153	0,38	0,1985	0,130	0,39
5.	L5	0,814	0,183	0,32	1,063	0,137	0,33	0,9385	0,160	0,325

Trong các hồ được nghiên cứu, hồ Bảy Mẫu có nồng độ TP cao nhất trung bình 1,322 mg/l, tiếp theo là hồ Thiên Quang 0,9385 mg/l, các hồ còn lại ở mức từ 0,198 mg/l đến 0,277 mg/l. Hồ Bảy Mẫu và hồ Thiên Quang có nồng độ TP cao do các hồ này tiếp nhận nước thải từ các hoạt động của người dân xung quanh hồ. Do nồng độ TP cao dẫn tới nồng độ Chl-a của hai hồ Bảy mẫu và Thiên Quang cũng khá cao tương ứng 0,244 mg/l và 0,16 mg/l.

So sánh nồng độ TP và Chl-a trong nước mặt hồ nội thành tại khu vực nghiên cứu với một số hồ nội thành trên thế giới cho thấy các hồ nội thành nồng độ các chất dinh dưỡng đều ở mức cao. Nồng độ TP khu vực nghiên cứu giao động từ 0,1985-1,3222 mg/l, nồng độ Chl-a từ 0,1005-0,244 mg/l. Trong khi đó các hồ Hawassa tại Ethiopia nồng độ TP trung bình 0,317 mg/l, nồng độ Chl-a 0,0236 mg/l. Các hồ tại Haveri, Ấn Độ như hồ Akkamahadevi, hồ Dundibasaweshwar, hồ Mullankere, hồ Neharuhalankere và hồ Heggere đều có nồng độ TP ở mức cao tương ứng 8,26 mg/l, 4,73 mg/l, 8,94 mg/l, 4,20 mg/l, 3,04 mg/l. Nguyên nhân chính dẫn tới nồng độ TP tại các hồ trên ở Ấn Độ rất cao được xác định là do các hoạt động sinh hoạt của người dân xả trực tiếp xuống hồ không qua xử lý [17].



Hình 2. Nồng độ TP trong nước mặt khu vực nghiên cứu so với QCVN 08:2023/BTNMT với mức chất lượng nước hồ loại A, B và C.



Hình 3. Tương quan giữa TP, Chl-a, và SD trong nước hồ khu vực nghiên cứu.

Phân tích tương quan giữa nồng độ Chl-a với độ sâu của đĩa Secchi cho thấy (Hình 3), 2 thông số này tương quan nghịch với hệ số tương quan -0,34. Như vậy khi nồng độ Chl-a tăng thì độ sâu đĩa Secchi giảm. Tuy nhiên mức độ tương quan thấp ở mức -0,34 điều đó cho thấy ngoài yếu tố Chl-a ảnh hưởng tới độ sâu Secchi còn có các yếu tố khác ảnh hưởng tới độ sâu Secchi như chất rắn lơ lửng khác. Tương quan giữa TP và Chl-a là tương quan thuận, khi nồng độ TP tăng thì nồng độ Chl-a tăng (hệ số tương quan 0,39). Tuy nhiên cũng như tương quan giữa Chl-a và SD, tương quan giữa TP và Chl-a không mạnh. Như vậy ngoài TP còn yếu tố khác ảnh hưởng tới nồng độ Chl-a và điều này hoàn toàn phù hợp vì sự phát triển của tảo ảnh hưởng bởi cả nồng độ tổng nitơ trong nước. Tương quan giữa TP với SD là khá mạnh với hệ số tương quan -0,79. Khi TP tăng thì SD giảm và ngược lại. Điều này kết hợp với hệ số tương quan giữa Chl-a và SD cho thấy, trong nước hồ ngoài Chl-a ảnh hưởng tới SD còn có chất rắn lơ lửng có hàm lượng TP cao.

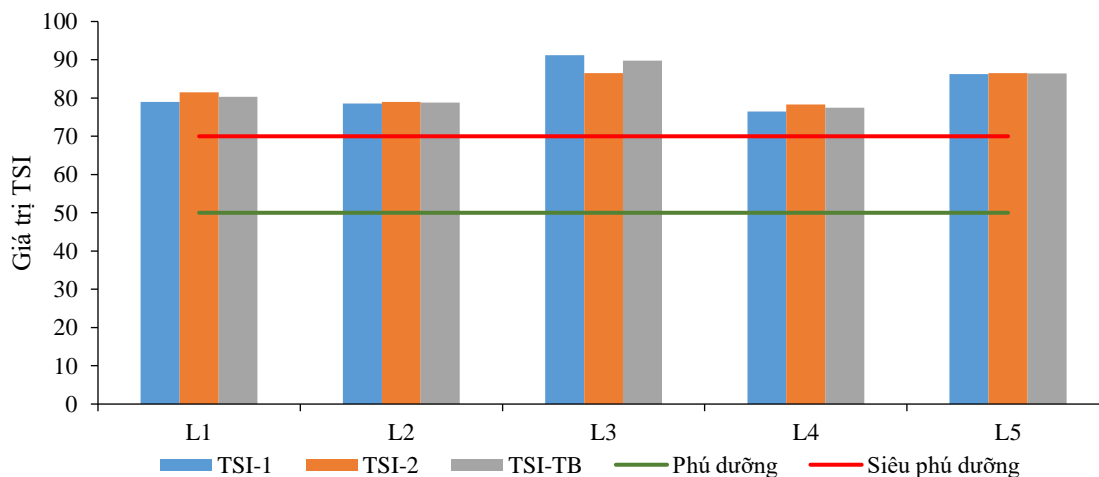
3.2. Đánh giá mức độ phú dưỡng bằng chỉ số Carlson

Kết quả nghiên cứu cho thấy, tình trạng phú dưỡng tại các hồ khu vực nghiên cứu đều ở mức phú dưỡng cao (TSI > 70). Trong đó hồ Bảy Mẫu và hồ Thuyền Quang có mức độ siêu phú dưỡng với chỉ số TSI trung bình lần lượt là 90 và 87 (Hình 4). TSI của hai hồ Bảy Mẫu và hồ Thuyền Quang cao do nồng độ TP của hai hồ đều vượt quy chuẩn nước mặt loại C từ 1,88 đến 2,64 lần.

Bảng 3. Chỉ số Carlson tại các hồ khu vực nghiên cứu.

TT	Địa điểm	Lần 1			Lần 2			TSI trung bình		
		TSI _{TP}	TSI _{Chl-a}	TSI _{SD}	TSI	TSI _{TP}	TSI _{Chl-a}		TSI _{SD}	
1.	L1	81,6	81,1	74,3	79,0	88,2	80,7	75,5	81,5	80
2.	L2	82,9	76,8	76,0	78,5	87,1	74,7	75,1	79,0	79
3.	L3	106,7	89,5	77,4	91,2	108,8	73,8	76,9	86,5	90
4.	L4	79,7	76,4	73,2	76,4	81,1	79,9	73,9	78,3	77
5.	L5	100,8	81,7	76,4	86,3	104,6	78,8	76	86,5	86

Qua điều tra khảo sát cho thấy, nước thải sinh hoạt, các hoạt động kinh doanh dịch vụ được cho là nguồn gây ô nhiễm chính tại các hồ khu vực nghiên cứu. Một số hồ tiếp nhận nước thải từ khu dân cư như hồ Quỳnh, hồ Hai Bà, hồ Bảy Mẫu gây ra hiện tượng dư thừa N, P tại đây. Nước thải từ các hoạt động dịch vụ ăn uống, vui chơi gần hồ cũng là một nguyên nhân gây ảnh hưởng lớn đến chất lượng nước. Các hồ như Thanh Nhân, Thiên Quang, Hai Bà, Bảy Mẫu đều có hiện tượng người dân đổ nước thải, phế thải xuống hồ. Nước thải không qua xử lý đổ trực tiếp xuống hồ gây các hiện tượng bốc mùi, mất cảnh quan và gây ô nhiễm cho khu vực lân cận.



Hình 4. Mức độ phú dưỡng của các hồ khu vực nghiên cứu.

So sánh mức độ phú dưỡng của các hồ trong quận Hai Bà Trưng Hà Nội với một số hồ trên thế giới (Bảng 4) cho thấy, mức độ phú dưỡng của các hồ khu vực nghiên cứu rất nghiêm trọng. Chỉ số TSI của các hồ nghiên cứu đều lớn hơn 70 mức siêu phú dưỡng (*Hypereutrophic*) trong đó có hồ Bảy Mẫu chỉ số TSI đạt 90. Trong khi đó so sánh với các hồ nội thành một số thành phố trên thế như các hồ Sharanabasaveshwara (Ấn Độ) TSI = 72, hồ Kaw của Mỹ chỉ số TSI từ 60-78.

Bảng 4. So sánh mức độ phú dưỡng của hồ khu vực nghiên cứu với một số hồ trên thế giới.

TT	Hồ	Quốc gia	TSI	Mức độ	Tài liệu tham khảo
1.	Hồ Quỳnh	Hà Nội, Việt Nam	80	Siêu phú dưỡng	
2.	Hồ Thanh Nhàn	Hà Nội, Việt Nam	79	Siêu phú dưỡng	
3.	Hồ Bảy Mẫu	Hà Nội, Việt Nam	90	Siêu phú dưỡng	
4.	Hồ Hai Bà Trưng	Hà Nội, Việt Nam	77	Siêu phú dưỡng	
5.	Hồ Thiên Quang	Hà Nội, Việt Nam	86	Siêu phú dưỡng	
6.	Dr. João Penido	Brazil	53,5	Phú dưỡng	[18]
7.	Aha	Trung Quốc	51,5	Phú dưỡng	[19]
8.	Hawassa	Ethiopia	65,4	Phú dưỡng	[11]
9.	Sharanabasaveshwara	Ấn Độ	72	Siêu phú dưỡng	[20]
10.	Dundibasaweshwar	Ấn Độ	65	Phú dưỡng	[17]
11.	Mullankere	Ấn Độ	67	Phú dưỡng	[17]
12.	Kaw	Mỹ	60-78	Phú dưỡng-Siêu phú dưỡng	[21]
13.	Niepruszewskie	Ba Lan	57,5	Phú dưỡng	[22]

4. Kết luận

Phú dưỡng hiện tượng phổ biến tại các hồ tại quận Hai Bà Trưng, Hà Nội. Nồng độ TP và Chl-a ở mức cao, nồng độ TP tại các hồ giao động từ 0,277 (mg/l) đến 1,322 (mg/l), nồng độ Chl-a giao động từ 0,1 đến 0,244 mg/l.

Cả 5 hồ khu vực nghiên cứu gồm hồ Quỳnh (TSI = 80), hồ Thanh Nhàn (TSI = 79), hồ Bảy Mẫu (TSI = 90), hồ Hai Bà Trưng (TSI = 77), hồ Thiên Quang (TSI = 86) đều ở mức siêu phú dưỡng (*Hypereutrophic* TSI >70) theo chỉ số phú dưỡng Carlson.

Nghiên cứu này mới chỉ dừng lại ở mức độ đánh giá hiện trạng phú dưỡng của các hồ, để có bức tranh tổng thể về diễn biến mức độ phú dưỡng các hồ theo thời gian, các hồ cần được quan trắc định kỳ để có chuỗi số liệu phục vụ cho công tác quản lý được tốt hơn. Các hồ trong quận Hai Bà Trưng cần có các biện pháp xử lý để giảm mức độ phú dưỡng của nước hồ.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng và lựa chọn phương pháp nghiên cứu: Đ.H.T., Đ.P.A.; Thu thập, phân tích mẫu, tính toán xử lý số liệu: Đ.P.A., Đ.H.T.; Viết bản thảo bài báo: Đ.H.T., Đ.P.A.; Chỉnh sửa bài báo: Đ.H.T.

Lời cam đoan: Đây là công trình nghiên cứu của nhóm tác giả, công trình chưa được công bố ở đâu, không sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích.

Tài liệu tham khảo

- Istvánovics, V. Eutrophication of Lakes and Reservoirs. Encyclopedia of Inland Waters, Likens, G.E. Editor. Academic Press: Oxford. 2009, pp. 157–165.
- Lucas, C.; Chalar, G.; Ibarguren, E.; Baeza, S.; De Giacomi, S.; Alvareda, E.; Brum, E.; Paradiso, M.; Mejía, P.; Crossa, M. Nutrient levels, trophic status and land-use influences on streams, rivers and lakes in a protected floodplain of Uruguay. *Limnologica* 2022, 94, 125966.
- Yu, H.; Xi, B.; Jiang, J.; Heaphy, M.J.; Wang, H.; Li, D. Environmental heterogeneity analysis, assessment of trophic state and source identification in Chaohu Lake, China. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2011, 18(8), 1333–1342.

4. El-Serehy, H.A.; Abdallah, H.S.; Al-Misned, F.A.; Al-Farraj, S.A.; Al-Rasheid, K.A. Assessing water quality and classifying trophic status for scientifically based managing the water resources of the Lake Timsah, the lake with salinity stratification along the Suez Canal. *Saudi J. Biol. Sci.* **2018**, *25*(7), 1247–1256.
5. Matthews, R.; Hilles, M.; Pelletier, G. Determining trophic state in Lake Whatcom, Washington (USA), a soft water lake exhibiting seasonal nitrogen limitation. *Hydrobiologia* **2002**, *468*(1), 107–121.
6. Liu, W.W.; Zhao, E.; Kuo, Y.M.; Jang, C.S. Identifying the relationships between trophic states and their driving factors in the Shihmen Reservoir, Taiwan. *Limnologia* **2017**, *64*, 38–45.
7. Musani, R.; Deshpande, A.; Katepaga, V.; Parveen, Z.; Chengte, M.K. Monitoring of Trophic State of Urban Lake Using Insect Biotic Index. *Biodivers. Aquat. Res.: Int. J.* **2021**, *2*(1), 1–14.
8. Carlson, R.E. A trophic state index for lakes1. *Limnol. Oceanogr.* **1977**, *22*(2), 361–369.
9. Bekteshi, A.; Cupi, A. Use of trophic state index (Carlson, 1977) for assessment of trophic status of the Shkodra lake. *J. Environ. Prot. Ecol.* **2014**, *15*, 359–365.
10. Lin, J.L.; Karangan, A.; Huang, Y.M.; Kang, S.F. Eutrophication factor analysis using Carlson trophic state index (CTSI) towards non-algal impact reservoirs in Taiwan. *Sustainable Environ. Res.* **2022**, *32*(1), 25.
11. Lencha, S.M.; Tränckner, J.; Dananto, M. Assessing the Water Quality of Lake Hawassa Ethiopia-Trophic State and Suitability for Anthropogenic Uses-Appling Common Water Quality Indices. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*(17), 8904. <https://doi.org/10.3390/ijerph18178904>.
12. Thuận, T.Đ.; Lập, B.Q. Mô phỏng kịch bản kỹ thuật để kiểm soát phú dưỡng trong hồ nông: Trường hợp với hồ Cự Chính, Hà Nội. *Tap chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi & Môi trường, Hà Nội* **2021**, *74*, 136–143.
13. Ta, D.T.; Lap, B.Q.; Nguyen, D.B.T.; Tri, D.Q.; Kandasamy, J. Application of a Genetic Algorithm for the Calibration of Eutrophication Model in an Urban Lake. *Int. J. Earth Sci. Eng.* **2019**, *12*(01), 1–15.
14. Thảo, N.T.P.; Vinh, P.Q.; Hà, N.T.T.; Linh, N.T. Giám sát biến thiên mức độ phú dưỡng của hồ Hoàn Kiếm dựa vào hàm lượng Chlorophyll-a tính toán từ ảnh Sentinel-2A. *Tap chí Khí tượng Thủy Văn* **2021**, *721*(01), 11–20.
15. Thảo, N.T.P.; Thắng, P.Đ.; Hiền, T.T.; Hà, N.T.T.; Vinh, P.Q. Đánh giá và mô hình hoá hiện trạng phú dưỡng nước hồ Quan Sơn theo không gian và thời gian. *Tap chí khí tượng thủy văn* **2023**, *748*(4), 42–52.
16. Hợp, N.V.; Thi, P.N.A.; Hoàng, N.H.; Vân, V.T.B.; Tờ, T.C. Chất lượng nước và tình trạng phú dưỡng các hồ trong kinh thành Huế. *Tap chí khoa học Đại học Huế* **2012**, *73*(4).
17. Barki, N.D.; Singa, P. Assessment of trophic state of lakes in terms of carlson's trophic state index. *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.* **2014**, *6*(7), 14297–14302.
18. Bucci, M.M.H.S.; Delgado, F.E.d.F.; de Oliveira, L.F.C. Water quality and trophic state of a tropical urban reservoir for drinking water supply (Juiz de Fora, Brazil). *Lake Reservoir Manage.* **2015**, *31*(2), 134–144.
19. Ni, M.; Ge, Q.; Li, S.; Wang, Z.; Wu, Y. Trophic state index linked to partial pressure of aquatic carbon dioxide in a typical karst plateau lake. *Ecol. Indic.* **2021**, *120*, 106912.
20. Musani, R.; Deshpande, A.; Katepaga, V.; Parveen, Z.; Chengte, M.K. Monitoring of trophic state of urban lake using insect biotic index. *Biol. Aquat. Res.: Int. J.* **2021**, *2*(1), 1–14.

21. Alemayehu, D.; Hackett, F. Water quality and trophic state of Kaw Lake. *J. Environ. Stud.* **2016**, 26(1), 7.
22. Zbierska, J.; Ławniczak, A.E.; Zbierska, A. Changes in the Trophic Status of Lake Niepruszewskie (Poland). *J. Ecol. Eng.* **2015**, 16(4), 65–73.

Assessment of eutrophication status of some inner lakes in Hai Ba Trung District, Hanoi City

Do Huu Tuan^{1*}, Doan Phuong Anh¹

¹ Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science, Vietnam National University, Hanoi; tuandh@vnu.edu.vn; doanphuonganh_t64@hus.edu.vn

Abstract: Eutrophication is a typical phenomenon of surface water pollution in lakes in the city, affecting the city beauty and health of people living around the lakes. This study conducted to evaluate the eutrophication level in 5 lakes in Hai Ba Trung district, inner Hanoi city through the concentration of total phosphorus (TP) and concentration of chlorophyll a (Chl-a), combined with the Carlson eutrophication index. Research results show that TP concentration in lakes ranges from 0.277 (mg/l) to 1.322 (mg/l), Chl-a concentration ranges from 0.1 to 0.244 mg/l. All 5 lakes in the study area, that include Quynh lake (TSI = 80), Thanh Nhan lake (TSI = 79), Bay Mau lake (TSI = 90), Hai Ba Trung lake (TSI = 77), Thien Quang lake (TSI = 86), are at the level of hypereutrophic (TSI > 70). Research also indicates that the activities of people living around the lake are the main cause of eutrophication of lake water.

Keywords: Eutrophication; Inner lakes in Hanoi; Trophic state index; Pollution in inner lakes in Hanoi.