

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC HỒ AN DƯƠNG, TỈNH HẢI DƯƠNG SỬ DỤNG CHỈ SỐ CHẤT LƯỢNG VÀ CÁC CHỈ SỐ Ô NHIỄM NƯỚC

Nguyễn Minh Anh, Nguyễn Thu Hằng, Bùi Thị Huyền,
Nguyễn Hoàng Mỹ, Cao Thị Huệ, Cao Trường Sơn*
Học viện Nông nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá chất lượng nước hồ An Dương, tỉnh Hải Dương từ 2019 - 2020. 12 mẫu nước mặt đã được lấy trên hồ vào mùa mưa (9/2019) và mùa khô (2/2020) để phân tích các thông số chất lượng nước. Chỉ số chất lượng nước (WQI), chỉ số ô nhiễm tổng hợp (CPI) và chỉ số ô nhiễm hữu cơ (OPI) đã được sử dụng để đánh giá chất lượng nước hồ. Phân tích Pearson, T-test và Cluster được tính toán để đánh giá mối tương quan của nồng độ các chất ô nhiễm trong nước hồ, sự biến động chất lượng nước hồ theo không gian và thời gian. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Chất lượng nước hồ trong mùa mưa còn tốt có thể dùng để cấp nước sinh hoạt. Tuy nhiên, trong mùa khô chất lượng nước bị ô nhiễm bởi các thông số TSS, PO_4^{3-} , NH_4^+ , COD và BOD_5 . Có sự khác biệt về chất lượng nước hồ theo không gian và thời gian. Trong đó, quá trình pha loãng chất ô nhiễm trong mùa mưa và gia tăng chất thải của chim, cò trong mùa khô là hai yếu tố dẫn tới chất lượng nước trong mùa mưa tốt hơn trong mùa khô. Theo không gian chất lượng nước hồ phân thành các điểm ít biến động và biến động. Sự phân chia này phụ thuộc vào phân bố nguồn thải xung quanh hồ và vị trí các cống dẫn nước vào hồ.

Từ khóa: Chỉ số chất lượng nước; chỉ số ô nhiễm nước; chất lượng nước; đánh giá; hồ An Dương

Ngày nhận bài: 19/6/2020; Ngày hoàn thiện: 30/8/2020; Ngày đăng: 31/8/2020

ASSESSMENT OF AN DUONG LAKE WATER QUALITY IN HAI DUONG PROVINCE USING A WATER QUALITY INDEX AND WATER POLLUTION INDECIES

Nguyen Minh Anh, Nguyen Thu Hang, Bui Thi Huyen,
Nguyen Hoang My, Cao Thi Hue, Cao Truong Son*
Vietnam National University of Agriculture

ABSTRACT

This study was carried out to assess water quality of An Duong lake in Hai Duong province in the period from 2019 to 2020. 12 surface water samples were taken on the lake in rainy season (9/2019) and dry season (2/2020) to analyze water quality parameters. Water quality index (WQI), comprehensive pollution index (CPI) and organic pollution index (OPI) were used to assess water quality of the lake. Pearson, T-test and Cluster analysis were calculated to evaluate the correlation among concentration of pollutants in the lake water and the fluctuation in water quality of the lake over time and space. The results showed that: water quality of the lake in rainy season is still good for domestic use. However, in dry season, water quality is polluted by the parameters of TSS, PO_4^{3-} , NH_4^+ , COD and BOD_5 . There is a difference in water quality of the lake over time and space. In which, the process of diluting concentration of pollutants in rainy season and increasing the waste of birds and storks in dry season are two factors that lead to water quality of the lake in the rainy season better than in the dry season. According to space, water quality of the lake is divided into points with little fluctuation and fluctuation. This division depends on the distribution of waste sources around the lake and the location of culverts that drain water into the lake.

Keywords: An Duong Lake; assessment; water quality; water quality index; water pollution Index

Received: 19/6/2020; Revised: 30/8/2020; Published: 31/8/2020

* Corresponding author. Email: caotruongson.hua@gmail.com; ctson@vnua.edu.vn

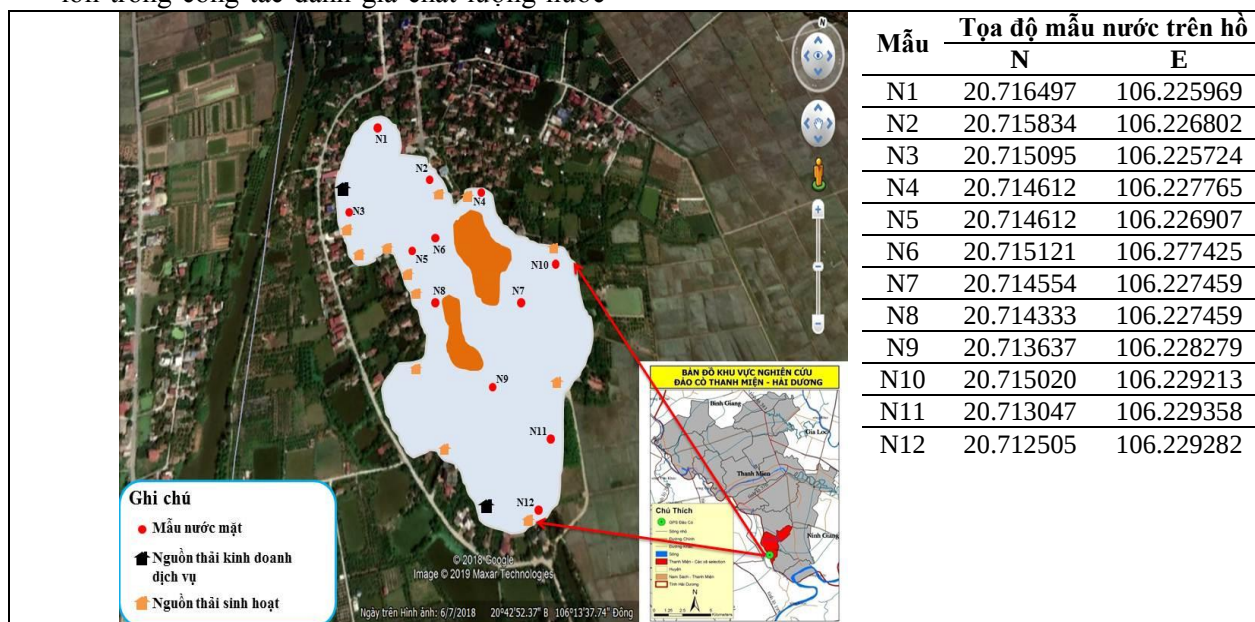
1. Mở đầu

Trong những năm qua chất lượng các hồ nước ở nước ta có dấu hiệu ô nhiễm bởi các nguyên nhân khác nhau. Có thể kể đến như: hồ Ba Bể (Bắc Kạn) bị ô nhiễm do nước thải khai thác quặng đổ ra suối và chảy vào hồ; hồ Thác Bà (Yên Bái), hồ Trị An (Đồng Nai) chất lượng nước hồ bị suy giảm do nước thải sinh hoạt chứa chất hữu cơ đổ xuống sông và theo dòng chảy đổ vào hồ; hồ Tây (Hà Nội) bị ô nhiễm do tiếp nhận nước thải sinh hoạt của các khu dân cư xung quanh [1]; hồ Cẩm Sơn tại Bắc Giang chất lượng nước bị suy giảm, đặc biệt là trong mùa khô do chịu tác động của nguồn thải nông nghiệp và sinh hoạt từ các khu vực lân cận [2]. Điều này cho thấy việc theo dõi, đánh giá chất lượng nước hồ nhằm kịp thời đưa ra những giải pháp bảo vệ môi trường là nhiệm vụ cần thiết. Các chương trình quan trắc chất lượng nước tại các hồ lớn, có ý nghĩa quan trọng đã được thiết lập trong mạng lưới quan trắc chất lượng nước quốc gia và địa phương [3]. Tuy nhiên, một điểm yếu lớn trong công tác đánh giá chất lượng nước

của Việt Nam là mới dừng ở việc theo dõi và so sánh nồng độ các thông số đơn lẻ với quy chuẩn môi trường nên chưa đưa ra được cái nhìn khái quát nhất về hiện trạng ô nhiễm nước hồ [4], việc ứng dụng tính toán các chỉ số chất lượng nước mới chỉ được áp dụng tại các mạng lưới quan trắc quốc gia [3]. Trong khi đó, tại các địa phương các chỉ số chất lượng nước, chỉ số ô nhiễm và phân tích thống kê chưa được ứng dụng để phân tích và dự báo xu hướng chất lượng nước. Trong nghiên cứu này chúng tôi đã sử dụng chỉ số chất lượng nước (WQI), chỉ số ô nhiễm nước tổng hợp (CPI), chỉ số ô nhiễm chất hữu cơ (OPI) và các phân tích thống kê để đánh giá chất lượng nước của hồ An Dương, tỉnh Hải Dương trong giai đoạn 2019 – 2020. Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá thực trạng, diễn biến chất lượng nước hồ, từ đó đưa ra những cảnh báo kịp thời góp phần bảo vệ môi trường cho khu vực hồ An Dương.

2. Địa điểm và Phương pháp nghiên cứu

2.1. Địa điểm nghiên cứu



Hình 1. Vị trí các nguồn thải và điểm lấy mẫu nước trên hồ

Hồ An Dương thuộc huyện Thanh Miện, tỉnh Hải Dương. Cách thủ đô Hà Nội 80 km về phía Đông, có tọa độ địa lý $20^{\circ}42'53''$ vĩ độ Bắc, $106^{\circ}13'41''$ kinh độ Đông (Hình 1). Hồ An Dương là khu vực có mật độ đa dạng sinh học cao của tỉnh Hải Dương [5]. Hồ có diện tích trên 7.000 m², giữa hồ An Dương có hai hòn đảo nhỏ là nơi cư trú của khoảng hơn 50 loài chim, trong đó có

hiều loài chim quý cần được bảo vệ. Tuy nhiên, trong những năm gần đây chất lượng nước hồ đang có xu hướng bị suy giảm do tác động của các nguồn thải khác nhau. Việc theo dõi, đánh giá chất lượng nước hồ trở thành nhiệm vụ quan trọng của tỉnh Hải Dương trong việc bảo tồn, lưu giữ cảnh quan thiên nhiên và bảo vệ các loài chim quý hiếm nơi đây.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

* *Lấy mẫu nước hồ*: 12 mẫu nước mặt đã được lấy tại độ sâu 20 cm so với mặt nước

vào mùa mưa (9/2019) và mùa khô (2/2020). Quy trình lấy mẫu nước hồ tuân thủ theo TCVN 5994:1995 của Bộ Tài nguyên và Môi trường (TN&MT). Vị trí các điểm lấy mẫu nước trên hồ được chỉ ra trong hình 1.

* *Phân tích các chỉ tiêu môi trường*: Các thông số như: Nhiệt độ nước (t°), DO, độ đục và pH được đo ngay sau quá trình lấy mẫu bằng máy đo t° /pH/DO/Độ đục cầm tay. Các thông số còn lại được phân tích trong phòng thí nghiệm theo các phương pháp phân tích hiện hành của Bộ TN&MT (Bảng 1).

Bảng 1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu chất lượng nước

Thông số	Phương pháp phân tích	TCVN
TSS	Khối lượng lọc qua cái lọc sợi thủy tinh	TCVN 6625:2000
BOD ₅	Nuôi cấy trong tủ ổn định ở nhiệt độ 20°C trong vòng 5 ngày	TCVN 6625:2000
COD	Chuẩn độ lượng dư K ₂ Cr ₂ O ₇ bằng dung dịch muối Mohr	TCVN 6491:1999
NH ₄ ⁺	Sử dụng máy so màu UV/VIS tại bước sóng 410 nm	TCVN 6179-1:1996
PO ₄ ³⁻	Sử dụng máy so màu UV/VIS tại bước sóng 660 nm	TCVN 6202:2008
Coliform	Lọc màng, đếm khuẩn lạc có phản ứng oxydaza âm tính là vi khuẩn coliform	TCVN 6187-2:1996

* *Đánh giá chất lượng nước*:

Tính toán Chỉ số chất lượng nước tổng hợp (WQI): WQI được tính theo công thức [3] như sau:

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

Trong đó:

WQI_a: Giá trị WQI tính cho 5 thông số: DO, BOD₅, COD, NH₄⁺, PO₄³⁻

WQI_b: Giá trị WQI tính cho 2 thông số: TSS, độ đục

WQI_c: Giá trị WQI tính cho thông số Coliform

WQI_{pH}: Giá trị WQI tính cho thông số pH.

Điểm WQI dao động từ 0 – 100 điểm và được phân chia thành 5 mức chất lượng (bảng 2).

Bảng 2. Các mức chất lượng nước theo điểm số WQI

Mức	Điểm WQI	Mục đích sử dụng
1	91 – 100	Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt
2	76 – 90	Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải có biện pháp xử lý phù hợp
3	51 – 75	Sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác
4	26 – 50	Sử dụng cho mục đích giao thông thủy và các mục đích tương đương khác
5	0 – 25	Nước ô nhiễm nặng cần các biện pháp xử lý

Chỉ số ô nhiễm tổng hợp (Comprehensive Pollution Index-CPI): được sử dụng để đánh giá mức độ ô nhiễm của một thủy vực dựa trên các thông số quan trắc [6]. Công thức tính:

$$CPI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n PI_i$$

Trong đó: CPI – Chỉ số ô nhiễm tổng hợp; n – số chỉ tiêu chất lượng nước theo dõi; PI_i – Chỉ số ô nhiễm của thông số thứ i được tính theo công thức:

$$PI_i = \frac{Ci}{Si}$$

Trong đó: Ci nồng độ đo được của thông số thứ i trong môi trường nước; Si – Ngưỡng giới hạn cho phép của thông số thứ i quy định trong quy chuẩn môi trường. Các thông số sử dụng để tính toán CPI trong nghiên cứu này gồm: TSS, PO_4^{3-} , NH_4^+ , COD, BOD_5 và Coliform. CPI của nước được chia làm 5 mức đánh giá theo điểm số: từ 0 – 0,20 điểm (Sạch); từ 0,21 – 0,40 điểm (Khá sạch); từ 0,41 – 1,00 điểm (Ô nhiễm nhẹ); từ 1,01 – 2,00 điểm (Ô nhiễm trung bình); và $\geq 2,01$ điểm (Ô nhiễm nặng).

Chỉ số ô nhiễm hữu cơ (Organic Pollution Index - OPI): là chỉ số đánh giá mức độ ô nhiễm chất hữu cơ của một thủy vực dựa trên kết quả quan trắc của bốn thông số chất lượng nước gồm: COD, DO, DIN (Nitơ vô cơ hòa tan) và DIP (Phốt pho vô cơ hòa tan) [7]. Công thức tính:

$$\text{OPI} = \frac{\text{COD}}{\text{COD}_s} + \frac{\text{DIN}}{\text{DIN}_s} + \frac{\text{DIP}}{\text{DIP}_s} - \frac{\text{DO}}{\text{DO}_s}$$

Trong đó: COD, DO, DIN và DIP là nồng độ của các thông số đo đạc trong thủy vực. COD_s , DO_s , DIN_s và DIP_s là ngưỡng giới hạn của các thông số quy định trong quy chuẩn môi trường. Trong nghiên cứu này, nồng độ của DIN được tính bằng nồng độ của NH_4^+ và của DIP được tính bằng nồng độ của PO_4^{3-} trong nước. OPI được chia thành 4 mức chất lượng nước theo điểm số: Rất tốt (<0 điểm), Tốt (0 – 1 điểm), Ô nhiễm (1 – 4 điểm) và Ô nhiễm nặng (4 – 5 điểm).

* Xử lý số liệu

Phân tích T-test được sử dụng để đánh giá sự khác biệt nồng độ chất ô nhiễm và chất lượng nước giữa hai mùa mưa và mùa khô. Trong khi đó, phân tích Pearson được sử dụng để xác định tương quan của các thông số chất lượng nước và phân tích Cluster được sử dụng để xác định sự khác biệt về mức độ ô nhiễm giữa các điểm lấy mẫu.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Chất lượng nước hồ An Dương

Khu vực hồ An Dương có các nguồn thải chính gồm: nước thải sinh hoạt từ 27 hộ dân với 160 nhân khẩu đang sống xung quanh hồ; nước thải từ 10 cơ sở kinh doanh dịch vụ (quy mô nhỏ) và nguồn thải từ phân của cò, vạc

sống trên hai đảo cò, số lượng ước tính vào khoảng 18.000 - 19.000 con [5]. Các nguồn thải này có đặc trưng chung là chứa nhiều hợp chất hữu cơ dễ phân hủy (các hợp chất của nitơ và phốt pho), không được xử lý và thải bỏ trực tiếp vào hồ. Đây là nguồn áp lực và nguyên nhân chính ảnh hưởng xấu đến chất lượng nước của hồ. Kết quả phân tích chất lượng nước hồ An Dương trong mùa mưa và khô được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3 cho thấy nồng độ các thông số chất lượng nước trong mùa mưa là thấp hơn so với trong mùa khô. Đặc biệt nồng độ trung bình của COD, BOD, TSS, NH_4^+ và PO_4^{3-} trong mùa khô đã vượt quá ngưỡng cho phép của QCVN08-Cột A2. Các thông số này đều có mối tương quan khá mật thiết với nhau, đặc biệt là các thông số: BOD, COD, NH_4^+ và PO_4^{3-} (Bảng 4). Kết quả này tương đồng với một số nghiên cứu về đánh giá chất lượng nước hồ của các nhà khoa học trên thế giới [8]; [9] và tại Việt Nam [10]; [2]. Bên cạnh đó, giá trị SD của các mẫu khá lớn (lớn hơn giá trị trung bình) cho thấy mức độ biến động cao của nồng độ các thông số ô nhiễm tại các vị trí lấy mẫu khác nhau trên hồ, nội dung này sẽ được phân tích kỹ hơn trong phần biến động nước hồ theo không gian ở phần phía dưới.

* Chỉ số chất lượng nước (WQI)

Kết quả tính toán chỉ số WQI cho hồ An Dương được chỉ ra trong bảng 5. WQI bình quân trong mùa mưa đạt 93,57 điểm – mức nước sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt. Cụ thể, có 10/12 vị trí lấy mẫu có điểm số WQI xếp ở mức 1 (chiếm 83,3%) và 2/12 vị trí lấy mẫu (16,7%) xếp ở mức 2. Trong khi đó, điểm WQI bình quân trong mùa khô chỉ đạt 59,27 điểm – mức nước sử dụng cho tưới tiêu thủy lợi. Trong đó, cả 12 mẫu nước trong mùa khô có điểm WQI thuộc mức 3 chất lượng nước dùng cho tưới tiêu. Như vậy, chất lượng nước hồ mùa mưa tốt hơn mùa khô.

* Chỉ số ô nhiễm tổng hợp (CPI)

Kết quả tính toán chỉ số ô nhiễm tổng hợp cho thấy, giá trị CPI bình quân trong mùa mưa là 0,64 điểm (mức nước khá sạch), trong khi đó CPI mùa khô đạt 11,45 điểm (mức nước ô nhiễm nặng). Cụ thể trong mùa mưa, tại các

vị trí lấy mẫu có 2 mẫu đạt mức 2 (Khá sạch), 8 mẫu đạt mức 3 (Ô nhiễm nhẹ) và 2 mẫu đạt mức 4 (Ô nhiễm trung bình). Ngược lại, trong mùa khô 100% các vị trí lấy mẫu có CPI thuộc mức 4 (Ô nhiễm nặng).

* *Chỉ số ô nhiễm hữu cơ (OPI)*

Tương tự CPI, chỉ số OPI trong mùa mưa của

hồ đạt bình quân là -0,36 điểm xếp ở mức nước rất tốt. Trong đó có 8/12 điểm có OPI xếp mức 1 (Rất tốt) và 4/12 mẫu xếp mức 2 (Tốt). Ngược lại, trong mùa khô tất cả 12/12 điểm lấy mẫu có OPI ở mức 4 - mức bị ô nhiễm nặng (Bảng 7).

Bảng 3. Kết quả phân tích chất lượng nước hồ An Dương

Thông số		Khoảng biến động	Trung bình	Độ lệch chuẩn	QCVN08: Cột A2
pH	Mùa mưa	6,64 – 7,23	7,00***	0,18	6 – 8,5
	Mùa khô	6,34 – 6,83	6,62***	0,17	
DO (mg/L)	Mùa mưa	7,25 – 13,52	9,72***	2,05	5
	Mùa khô	7,56 – 8,2	7,94***	0,20	
Nhiệt độ (oC)	Mùa mưa	19,7 – 20,6	20,13***	0,31	-
	Mùa khô	17,2 – 18,5	17,86***	0,41	
Độ đục (NTU)	Mùa mưa	6,8 – 12,2	9,44**	1,70	-
	Mùa khô	9,4 – 12	10,73**	0,97	
TSS (mg/L)	Mùa mưa	6,2 – 12,5	9,99***	2,15	30
	Mùa khô	243 – 345	287***	31,97	
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Mùa mưa	0,001 – 0,245	0,08*	0,08	0,2
	Mùa khô	0,002 – 0,38	0,14*	0,15	
NH ₄ ⁺ (mg/L)	Mùa mưa	0,012 – 0,02	0,02***	0,03	0,3
	Mùa khô	4,52 – 33,38	15,04***	9,46	
COD (mg/L)	Mùa mưa	8,3 – 27	16,55***	6,64	15
	Mùa khô	17,82 – 100,98	59,15***	22,74	
BOD (mg/L)	Mùa mưa	4,2 – 24	11,4***	7,58	6
	Mùa khô	11,5 – 52,5	25,99***	11,44	
Coliform (MNP/100ml)	Mùa mưa	10,2 – 2350	287,97*	659,48	5.000
	Mùa khô	9,3 – 2400	290,69*	670,52	

Ghi chú: * = $P < 0,10$; ** = $P < 0,05$; *** = $P < 0,01$

Bảng 4. Phân tích Pearson - Tương quan giữa nồng độ các thông số chất lượng nước hồ

	pH	DO	T°	Độ đục	TSS	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	COD	BOD	Coliform
pH	1	-0,49	-0,36	-0,25	-0,14	-0,65	0,75	0,71	0,63	0,29
DO	-0,21	1	0,09	0,62	0,22	0,55	-0,26	-0,50	-0,43	0,21
T°	-0,85	-0,16	1	0,06	-0,28	-0,16	-0,38	-0,27	-0,31	-0,31
Độ đục	-0,79	-0,01	0,81	1	-0,24	0,58	0,20	-0,18	-0,12	0,38
TSS	0,00	0,33	-0,19	-0,41	1	0,14	0,10	0,11	0,23	0,19
PO ₄ ³⁻	-0,84	0,16	0,66	0,62	-0,06	1	-0,42	-0,49	-0,35	-0,12
NH ₄ ⁺	0,51	-0,34	-0,31	-0,30	-0,58	-0,32	1	0,78	0,78	0,36
COD	0,24	-0,32	-0,15	-0,28	-0,27	-0,13	0,62	1	0,98	0,41
BOD	0,04	-0,11	-0,09	0,06	-0,41	0,19	0,42	0,78	1	0,44
Coliform	0,05	0,03	0,05	0,44	-0,38	-0,21	-0,16	-0,55	-0,34	1

Ghi chú: “X” - mùa khô; “X” - mùa mưa; (+): Tương quan dương (giá trị cùng tăng, cùng giảm); (-): Tương quan âm (Giá trị này tăng thì giá trị kia giảm).

Bảng 5. Kết quả tính Chỉ số chất lượng nước (WQI)

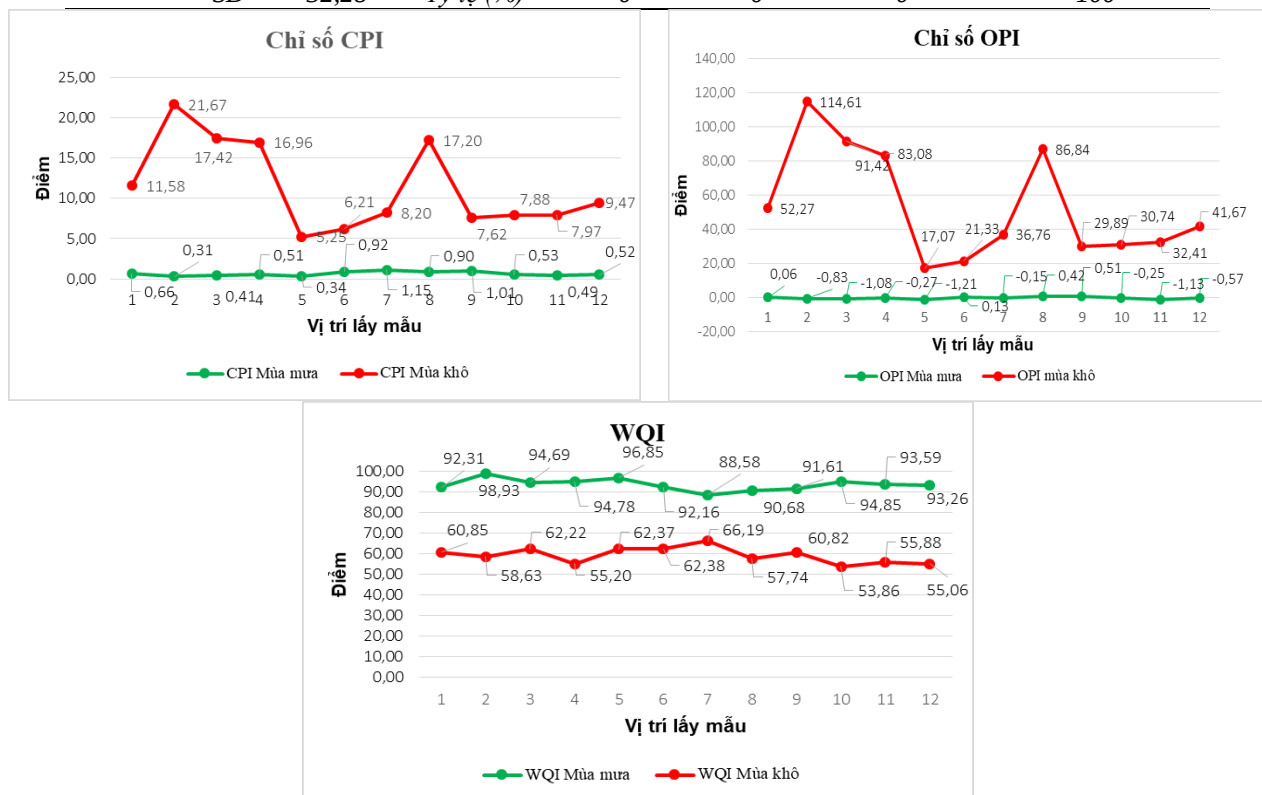
Mùa	Giá trị	Điểm WQI	Chất lượng nước theo WQI					
			Mức 1	Mức 2	Mức 3	Mức 4	Mức 5	
Mưa	TB	93,52	Số điểm	10	2	0	0	0
	SD	2,77	Tỷ lệ (%)	83,3	16,7	0	0	0
Khô	TB	59,27	Số điểm	0	0	12	0	0
	SD	3,80	Tỷ lệ (%)	0	0	100	0	0

Bảng 6. Kết quả tính Chỉ số ô nhiễm tổng hợp – CPI

Mùa	Điểm CPI	Chất lượng nước theo CPI						
			Nước sạch	Khá sạch	Ô nhiễm nhẹ	Ô nhiễm trung bình	Ô nhiễm nặng	
Mưa	TB	0,64	Số điểm	0	2	8	2	0
	SD	0,28	Tỷ lệ (%)	0	16,65	66,70	16,65	0
Khô	TB	11,45	Số điểm	0	0	0	0	12
	SD	5,42	Tỷ lệ (%)	0	0	0	0	100

Bảng 7. Kết quả tính chỉ số ô nhiễm hữu cơ – OPI

Mùa		Điểm OPI	Chất lượng nước theo OPI				
			Rất tốt	Tốt	Ô nhiễm	Ô nhiễm nặng	
Mưa	TB	-0,36	Số điểm	8	4	0	0
	SD	0,60	Tỷ lệ (%)	66,7	33,3	0	0
Khô	TB	53,17	Số điểm	0	0	0	12
	SD	32,28	Tỷ lệ (%)	0	0	0	100

**Hình 2. So sánh chỉ số WQI, CPI và OPI trong mùa mưa và mùa khô của các mẫu nước hồ An Dương**

3.2. Biến động chất lượng nước hồ theo không gian và thời gian

* Theo mùa

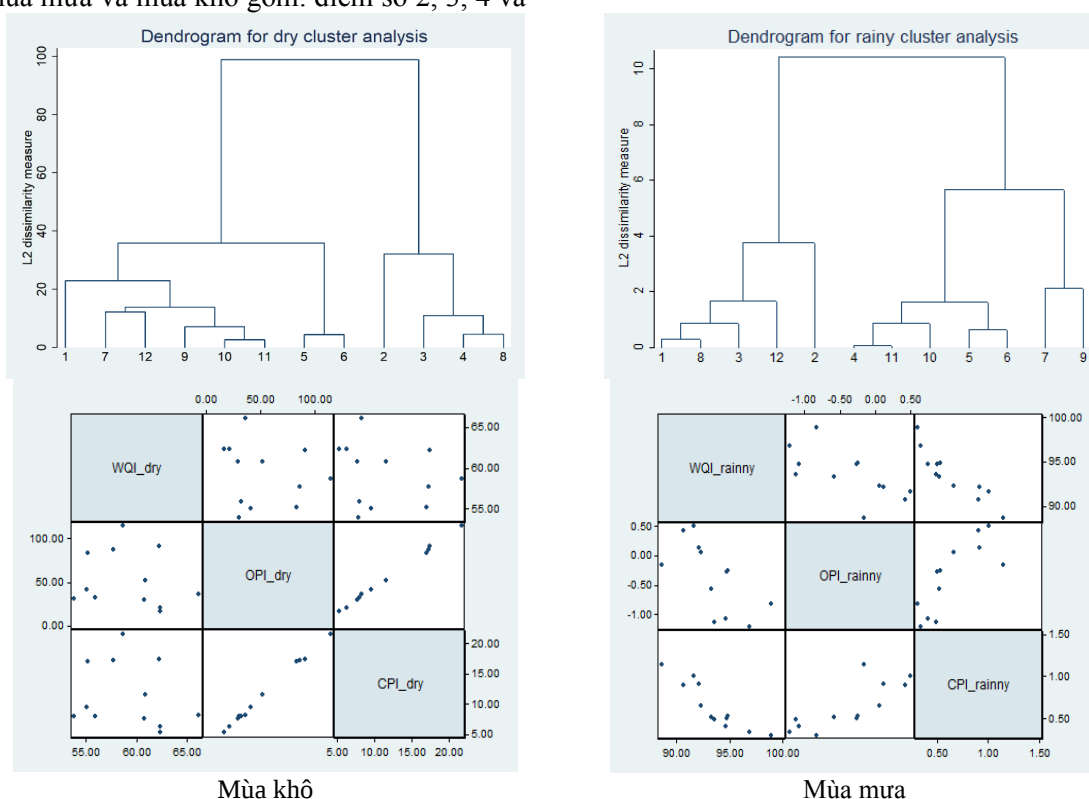
Chất lượng nước hồ An Dương trong mùa mưa tốt hơn so với mùa khô, thể hiện thông qua chỉ số WQI mùa mưa tốt hơn so với mùa khô ở tất cả các vị trí lấy mẫu. Trong khi đó, các chỉ số CPI và OPI mùa mưa thấp hơn so với mùa khô (Hình 2). Đây là kết quả của hiện tượng pha loãng chất ô nhiễm trong hồ khi mùa mưa lượng nước hồ luôn cao hơn so với mùa khô [10]; [2]. Thêm vào đó, mùa khô là thời điểm các loài chim di cư từ phương Bắc về cư trú tại khu vực hồ An Dương để tránh rét dẫn đến mật độ chim, cò tại khu vực này đạt mức cao nhất [5]; [11]. Mật độ chim, cò cao đồng nghĩa với việc chất thải từ phân của chúng tăng lên làm gia tăng chất ô nhiễm trong hồ.

* Theo không gian

Kết quả phân tích Cluster cho thấy có sự khác biệt về chất lượng nước giữa các vị trí lấy mẫu (Bảng 8 và hình 3). Một cách tổng thể có thể chia 12 vị trí lấy mẫu nước trên hồ làm 2 loại cụ thể: loại 1 các điểm có chất lượng nước ổn định (gồm 10 điểm: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 và 11) và loại 2 các điểm có chất lượng nước thay đổi (gồm 2 điểm: 1 và 12).

Các điểm có chất lượng nước ổn định được chia làm 3 nhóm nhỏ: nhóm 1 – các điểm luôn có chất lượng nước thấp nhất trong cả mùa mưa và mùa khô gồm: điểm số 2, 3, 4 và

8 đây đều là các điểm phân bố gần các nguồn thải (Hình 1). Nhóm 2 – các điểm có chất lượng nước luôn xếp loại tốt nhất trong cả mùa mưa và mùa khô gồm 2 điểm: 7 và 9, hai điểm này nằm giữa hồ và không chịu tác động trực tiếp của các nguồn thải. Cuối cùng là nhóm điểm có chất lượng nước luôn xếp ở mức trung bình trong cả mùa khô và mùa mưa gồm 4 điểm: 5, 6, 10 và 11, các điểm này chịu tác động của nguồn thải nhưng nguồn thải không tập trung như các điểm ở nhóm 1 (Hình 1).



Hình 3. Phân tích Cluster cho các điểm lấy mẫu nước hồ trong mùa mưa và mùa khô

Bảng 8. Phân nhóm các điểm lấy mẫu nước hồ trong mùa mưa và mùa khô

Mùa	Cluster	WQI	OPI	CPI	Phân hạng*	Chất lượng nước	Điểm lấy mẫu nước
Mùa khô	1	60,8	52,3	11,6	3		1
	2	58,4	34,3	8,2	2		7, 9, 10, 11 và 12
	3	62,4	19,2	5,7	1		5 và 6
	4	58,6	114,6	21,7	5		2
	5	58,4	87,1	17,2	4		3, 4 và 8
Mùa mưa	1	91,7	0,3	0,9	5		1, 3, 8 và 12
	2	88,6	-0,2	1,1	4		2
	3	94,4	-0,7	0,5	3		4, 5, 6 10 và 11
	4	96,9	-1,2	0,3	2		7
	5	98,9	-0,8	0,3	1		9

Ghi chú: (*) Chất lượng nước giảm dần từ 1 đến 5

Các điểm có chất lượng nước biến đổi: mùa khô xếp ở nhóm có chất lượng nước tốt nhất nhưng mùa mưa lại xếp ở nhóm có chất lượng nước thấp nhất gồm 2 điểm: 1 và 12. Hai điểm này mặc dù không nằm trong khu vực chịu tác động lớn của các nguồn thải nhưng nằm ở hai khu vực cống dẫn nước vào hồ (Hình 1). Vào mùa mưa đây là các điểm nhận nước từ các khu vực khác (nước mưa chảy tràn) nên chất lượng nước sẽ bị tác động lớn (giảm chất lượng), trong khi đó ở mùa khô lượng nước chảy vào hồ từ các khu vực khác rất hạn chế nên hai điểm này sẽ có chất lượng nước tốt hơn.

4. Kết luận

Kết quả tính toán các chỉ số chất lượng nước (WQI), ô nhiễm tổng hợp (CPI), ô nhiễm hữu cơ (OPI) đã cho thấy chất lượng nước của Hồ An Dương còn tốt trong mùa mưa (sử dụng được cho mục đích cấp nước sinh hoạt) nhưng trong mùa khô chất lượng nước bị suy giảm (chỉ dùng được cho tưới tiêu thủy lợi). Chất lượng nước trong mùa mưa tốt hơn trong mùa khô khi chỉ số WQI của tất cả các điểm lấy mẫu trong mùa mưa đều cao hơn so với trong mùa khô. Ngược lại, điểm số CPI và OPI tại các vị trí lấy mẫu trong mùa mưa đều thấp hơn so với mùa khô. Phân tích Pearson cho thấy có mối quan hệ mật thiết của nồng độ các thông số chất lượng nước hồ với nhau, đặc biệt là các thông số: BOD, COD, DO, NH_4^+ và PO_4^{3-} . Trong khi đó, phân tích cụm Cluster cho thấy sự khác biệt về mức độ ô nhiễm của các vị trí lấy mẫu nước trên hồ. Cụ thể các điểm lấy mẫu nước trên hồ (không gian) được chia làm 2 nhóm: ít biến động và biến động. Sự thay đổi này phụ thuộc vào phân bố các nguồn thải quanh hồ và khu vực cống dẫn nước vào hồ. Các kết quả này cho thấy tính khả thi và hữu ích khi sử dụng các chỉ số chất lượng, chỉ số ô nhiễm và phân tích thống kê trong đánh giá và dự báo chất lượng nước ở cấp độ địa phương trong thời gian tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. T. L. V. Hoang, N. C. Le, Q. D. Bach, T. K. A. Nguyen, V. T. Nguyen, T. G. Nguyen, and K. A. Ngo, "State Assessment of the water quality of West Lake," (In Vietnamese), *Journal of climate change science*, no. 8/2018, pp. 58-62, 2018.
- [2]. T. S. Cao, T. B. Nguyen, T. K. A. Tong, V. D. Nguyen, and T. D. Pham, "Water quality assessment of Cam Son lake in Lucngan district of Bacgiang province," (In Vietnamese), *Journal of Agriculture and Rural Development*, no. 7/2019, pp. 22-27, 2019.
- [3]. Vietnam Environment Administration, *Decision No. 879 QD-TCMT dated July 1, 2011 on issuing the manual for calculating water quality index* (In Vietnamese), Hanoi, 2011.
- [4]. T. S. Cao, T. H. G. Nguyen, P. T. Trieu, H. N. Nguyen, T. L. Nguyen, and H. C. Vo, "Assessment of Cau river water quality assessment using a combination of water quality and pollution indices," *Journal of Water quality Supply: Research and Technology – Aqua*, vol. 69, no. 2, pp. 160-172, 2020, doi: <https://doi.org/10.2166/aqua.2020.122>.
- [5]. Hai Duong Department of Natural Resources and Environment, *Surveying on biodiversity state and building an action plan for biodiversity of Haiduong province in period from 2011 to 2015, orienting over to 2020*, (In Vietnamese), Hai Duong, 2013.
- [6]. S. Liu, and J. P. Zhu, "Comparison of several methods of environment quality evaluation using complex indices," *Environ. Monit.*, vol. 4, no. 5, pp. 33-37, 1999.
- [7]. J. W. Molly, R. A. Ted, P. Matthew, W. B. David, J. L. Jonathon, K. John, and N. Mari, "An assessment of water quality in two Great Lakes connecting channels," *Journal of Great Lakes Research*, vol. 45, no. 5, pp. 901-911, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2019.08.001>.
- [8]. V. Prachi, and G. Rajiv, "Water quality assessment of natural lakes and its importance: An overview," *Material Today: Proceedings*, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.092>. [Accessed May, 20, 2020].
- [9]. J. W. Molly, R. A. Ted, P. Matthew, W. B. David, J. L. Jonathon, K. John, and N. Mari, "An assessment of water quality in two Great lakes connecting channels," *Journal of Great Lakes Research*, vol. 45, no. 5, pp. 901-911, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2019.08.001>.
- [10]. V. V. Duong, "Study on measures to treat water pollution in An Duong Lake, Chi Lang Nam Commune, Thanh Mien District, Hai Duong Province," M. S. thesis, University of Natural Science, 2013.
- [11]. Y. Tran, *Research environmental characteristics and ecological system of Stork Garden to serve conservation and development of eco-tourism*, Hanoi, 2010.