

MÔ PHỎNG KỊCH BẢN KỸ THUẬT ĐỂ KIỂM SOÁT PHÚ DƯỠNG TRONG HỒ NÔNG: TRƯỜNG HỢP VỚI HỒ CỰ CHÍNH, HÀ NỘI

Tạ Đăng Thuần¹, Bùi Quốc Lập²

Tóm tắt: Hiện nay có nhiều biện pháp kỹ thuật nhằm mục đích kiểm soát quá trình phú dưỡng trong các hồ nông ở đô thị. Tuy vậy việc đánh giá hiệu quả cũng như chỉ ra ưu, nhược điểm của các biện pháp kỹ thuật nhằm kiểm soát phú dưỡng trong hồ rất khó khăn thậm chí không thể. Trong bài báo này một mô hình phú dưỡng đã được tập thể tác giả phát triển trước đây được sử dụng để mô phỏng và đánh giá các kịch bản sục khí, nạo vét trầm tích và sử dụng hóa chất diệt tảo trong hồ Cự Chính đang bị phú dưỡng nghiêm trọng. Kết quả chạy mô hình cho thấy ưu điểm của các biện pháp như nạo vét trầm tích giúp giảm thiểu lượng photpho vô cơ hòa tan (DIP) lên tới 61,07 % trong khi biện pháp sục khí giúp tăng nồng độ oxy trong nước lên 24,9% và hóa chất diệt tảo làm giảm 16,45% nồng độ sinh khối tảo trong hồ. Việc thực hiện các kịch bản mô phỏng đã cung cấp các cơ sở khoa học tin cậy để đánh giá hiệu quả của các biện pháp kiểm soát phú dưỡng trong hồ Cự Chính nói riêng và các hồ nông ở nội thành Hà Nội nói chung.

Từ khóa: Mô hình phú dưỡng, kịch bản mô phỏng, hồ Cự Chính, Hà Nội

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ao hồ đóng vai trò rất quan trọng trong việc tạo cảnh quan, điều hòa khí hậu và là nơi cư trú của nhiều động, thực vật nước, bên cạnh chức năng điều hòa, tiêu thoát nước mưa cho thành phố Hà Nội và đa số chúng là các hồ nông có độ sâu từ 1.5-4.0 (m) (Nguyễn Ngọc Lý, 2015). Những năm gần đây, cùng với quá trình phát triển kinh tế và đô thị hóa diễn ra nhanh của Thủ đô, lượng các chất ô nhiễm trong đó có các chất dinh dưỡng có nguồn gốc từ nước thải sinh hoạt và các dòng chảy tràn đô thị tập trung vào hồ ngày càng gia tăng. Để khắc phục tình trạng này những năm gần đây, thành phố Hà Nội đã quan tâm đầu tư các công trình xử lý nước thải nhằm kiểm soát nguồn xả, hạn chế nước thải trực tiếp đổ ra ao hồ. Tuy vậy nhiều hồ vẫn đang phải đối mặt với tình trạng phú dưỡng (Ngọc và nnk, 2017; Nguyen Duc Viet et al., 2017; Pham Thi Hong et al., 2018) gây bùng phát thực vật thủy sinh bao gồm tảo trôi nổi tự do,

tảo bám dính hay cộng sinh và thực vật nước có rễ hay còn gọi là hiện tượng nở hoa trong nước, dẫn đến làm tăng hàm lượng các chất lơ lửng, chất hữu cơ, làm suy giảm lượng oxy hòa tan trong nước nhất là ở tầng đáy (Bùi Tá Long, 2011). Có nhiều biện pháp được đưa ra để có thể kiểm soát quá trình phú dưỡng như làm giàu oxy trong nước hồ (Trần Đức Hạ, 2009), nạo vét trầm tích đáy hồ (Zikun Xing et al, 2014) hay sử dụng hóa chất hoặc chế phẩm sinh học để tiêu diệt thực vật nổi (Qian et al., 2010) và cũng đã có một số biện pháp được sử dụng để kiểm soát tình trạng phú dưỡng ở một số hồ của Hà Nội.

Hiện nay mô hình toán nói chung và mô hình phú dưỡng nói riêng với nhiều ưu điểm như cho kết quả tính toán nhanh, giá thành rẻ, dễ dàng thay đổi để phù hợp với các yêu cầu bài toán. Thêm vào đó chúng đưa ra các kết quả dự báo để từ đó đề xuất các biện pháp quản lý phù hợp cải thiện chất lượng nước nhằm đáp ứng chất lượng mục tiêu sử dụng cũng như bảo tồn bền vững chất lượng nước (Lê Minh Thành, 2015; Odum H.T, Odum E.P, 2000; Dowd, 2005). Ngoài ra, chúng khắc phục khó khăn trong việc tiến hành các thí

¹ Khoa Công nghệ Hóa học & Môi trường, Đại học Sư phạm kỹ thuật Hưng Yên

² Khoa Hóa và Môi trường, Đại học Thủy lợi

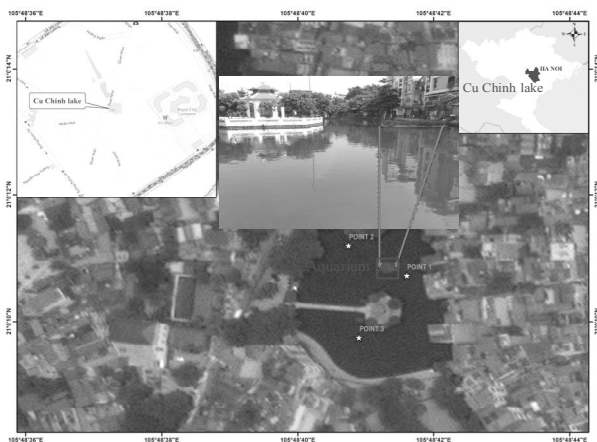
nghiệm trực tiếp với môi trường tự nhiên do chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố cùng tác động, gây nhiều kết quả khảo sát và trong nhiều trường hợp việc tiến hành thí nghiệm với môi trường tự nhiên là không thể (Chin, 2013).

Theo nghiên cứu của Thuần và Lập (2018) thì hồ Cự Chính là một hồ nông ở nội đô Hà Nội đang ở tình trạng phú dưỡng nghiêm trọng và phốt pho là chất dinh dưỡng hạn chế sự phát triển của tảo. Vì vậy với mục đích xem xét hiệu quả các phương án kiểm soát tình trạng phú dưỡng, một số kịch bản được mô phỏng trong mô hình phú dưỡng hồ. Bên cạnh đó, bài báo cũng tập trung đánh giá, làm rõ hiệu quả, ưu nhược điểm của các kịch bản mô phỏng trong mô hình phú dưỡng đối với hồ Cự Chính- Hà Nội.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Đối tượng nghiên cứu

Hồ Cự Chính là một hồ nằm ở phía Tây Nam nội thành Hà Nội ở 21°00' độ vĩ bắc, 105°48' độ kinh đông. Là một hồ nhỏ, nông có diện tích mặt nước khoảng 4000m², độ sâu trung bình khoảng 1,5 -1,7 m. Hồ ít có sự trao đổi nước với bên ngoài, không có nước thải sinh hoạt đổ trực tiếp vào hồ mà chỉ có lượng nước mưa rơi trên bề mặt hồ và lượng nước chảy tràn trong khuôn viên của hồ.



Hình 1. Vị trí của hồ Cự Chính-Hà Nội
(Tạ Đăng Thuần, 2019)

2.2 Lấy mẫu, phân tích và đánh giá chất lượng nước

Mẫu nước được lấy trong khoảng từ 9-10h từ tháng 5/2017 đến tháng 3/2018 với số lượng mẫu thu thập là 16 mẫu theo tiêu chuẩn TCVN 6663-1:2011 hướng dẫn lấy mẫu nước hồ tự nhiên. Mẫu đại diện được trộn từ 3 điểm trong hồ với độ sâu khoảng 20 cm dưới mực nước hồ (Hình 1) và được lọc bằng giấy lọc GF/F. Phần mẫu nước lọc được bảo quản riêng biệt trong chai nhựa polyethylene để phân tích các chất dinh dưỡng. Một lượng thể tích nước nhất định được thu và cố định bởi dung dịch Lugol nhằm xác định mật độ tế bào thực vật nổi (TVN) (Thủy và nnk, 2012).

Các thông số pH, nồng độ oxy hòa tan (DO) (mg/l), độ dẫn điện (EC) (μ S/cm) và nhiệt độ nước ($^{\circ}$ C) được đo trực tiếp tại hiện trường bằng máy đo nhanh YSI 556-MPS. Các chỉ tiêu: NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P, tổng phốt pho (TP), tổng Nitơ (TN), Chlorophyll-a (Chl.a) được xác định bằng phương pháp so màu trên máy DR 2800 (Hach, Mỹ) và UV-V630 theo các tiêu chuẩn hiện hành của Bộ Tài nguyên và môi trường, tổng cacbon hữu cơ (TOC), cacbon hữu cơ hòa tan (DOC) được phân tích trên máy TOC-VE (Shimadzu, Nhật Bản). Số lượng tế bào được đếm trên buồng đếm Utermoh dưới kính hiển vi đảo ngược. Xác định thành phần loài được thực hiện dưới kính hiển vi Olympus BX51 (Thủy và nnk, 2012).

Kết quả phân tích chất lượng nước được trình bày trong nghiên cứu của Thuần và Lập (2018) cho thấy:

- Giá trị pH trong hồ chủ yếu ở mức kiềm, là môi trường thích hợp thúc đẩy sự phát triển của thực vật nổi và gây nở hoa tảo (Zhao, 2004). Nồng độ DO có giá trị trung bình là 4.6mg/l có độ biến thiên lớn, đa số không đáp ứng yêu cầu theo quy chuẩn cho phép QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột A2 trừ một số thời điểm cuối mùa khô, có ảnh hưởng xấu đến đời sống của động thực vật thủy sinh trong hồ. Sự gia tăng nhiệt độ, đặc biệt vào mùa hè gây sụt giảm DO bởi độ hòa tan oxy tỷ lệ nghịch với nhiệt độ nước.

- Nồng độ các thông số NH₄-N, NO₂-N, PO₄-P lớn hơn tiêu chuẩn cho phép, không thích hợp cho việc bảo tồn động thực vật nước và có sự biến đổi

theo mùa, chủ yếu tăng về mùa mưa và giảm về mùa khô.

- Kết quả đánh giá mức độ phú dưỡng cho thấy phốt pho chủ yếu là chất dinh dưỡng giới hạn sự phát triển của tảo còn ni tơ chỉ có một số thời điểm trong các tháng mùa mưa.

Trạng thái phú dưỡng của hồ đánh giá theo chỉ số TSI(TN), TSI(TP), TSI(Chl.a) và nồng độ TN,TP cho thấy mức độ phú dưỡng trong hồ luôn duy trì ở trạng thái siêu phú dưỡng ngoại trừ với nồng độ Chl.a ở mức độ phú dưỡng. Điều này chứng tỏ hồ đang ở mức ô nhiễm hữu cơ rất cao.

- Thực vật nổi trong hồ chiếm ưu thế bởi tảo lục và vi khuẩn lam với những chỉ điển hình là chỉ thị sinh học của ô nhiễm hữu cơ như Scenedesmus và nở hoa trong nước như Microcystis, Anabaena. Mật độ tế bào tảo trong hồ có sự dao động lớn có giá trị cao hơn vào mùa mưa.

2.3 Mô hình toán

Với giả thiết hồ nông có sự pha trộn hoàn toàn, ít bị ảnh hưởng bởi gió và nguồn bổ sung chất dinh dưỡng chủ yếu là từ khí quyển. Một mô hình phú dưỡng đã được phát triển dựa trên sự kết hợp của các quá trình động học của nồng độ sinh khối các nhóm TVN chiếm ưu thế bao gồm tảo lục, vi khuẩn lam và tảo silic, động vật phù du và các quá trình sinh hóa chất dinh dưỡng dưới sự tác động bởi các yếu tố môi trường như nhiệt độ nước, cường độ bức xạ ánh sáng mặt trời (Thuan Dang Ta et al., 2019).

Mô hình phú dưỡng hồ sử dụng phương pháp Runge-Kutta bậc 4 và bậc 5 để giải hệ phương trình vi phân thường và được lập trình bằng phần mềm MATLAB phiên bản 2016a. Quá trình hiệu chỉnh mô hình sử dụng thuật toán di truyền (Genetic Algorithm-GA) để tối ưu giá trị bộ tham số của mô hình thông qua hàm mục tiêu là giá trị trung bình sai số quân phương (Root mean square error-RMSE) của các biến trạng thái (Tạ Đăng Thuần, 2019).

Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình cho thấy, giá trị mô phỏng và thực đo các biến nồng độ sinh khối của các nhóm TVN, nồng độ oxy hòa tan (DO) được đánh giá bằng các chỉ số sai số hệ số NSE (the Nash Sutcliffe efficiency), tỷ lệ giữa

sai số quân phương và độ lệch chuẩn của số liệu thực đo RSR (RMSE-observations standard deviation ratio) và chỉ số phần trăm sai số PBIAS (Percent BIAS) cho kết quả tốt (Thuan Dang Ta et al., 2019; Tạ Đăng Thuần, 2019; Lap and Thuan, 2020). Trên cơ sở mô hình đã được phát triển, một số kịch bản được đưa vào mô phỏng để đánh giá hiệu quả của chúng.

2.4 Các kịch bản mô phỏng

Như đã đề cập ở trên thì một số biện pháp kỹ thuật thường được sử dụng để giảm thiểu mức độ phú dưỡng trong hồ nông ở đô thị bao gồm: (1) Quá trình làm giàu oxy trong nước hồ; (2) Nạo vét trầm tích đáy hồ và (3) Sử dụng hóa chất hoặc chế phẩm sinh học để diệt TVN.

(1) Làm giàu oxy trong cột nước hồ

Quá trình tự làm sạch hồ đô thị có thể được tăng cường bằng biện pháp làm thoáng nhân tạo hay là cấp oxy cưỡng bức nhằm bổ sung thêm oxy để vi khuẩn tiếp tục oxy hoá các chất hữu cơ, hỗ trợ cho quá trình phục hồi chất lượng nước hồ. Hiện nay có nhiều biện pháp làm thoáng nhân tạo để cấp oxy cho nguồn nước như biện pháp động học, cơ khí, thủy động lực học, khí nén hoặc biện pháp tổng hợp bao gồm các quá trình sục khí, khuấy trộn...nhằm kiểm soát quá trình phú dưỡng trong hồ (Trần Đức Hạ, 2009). Trong mô hình mô phỏng, việc bổ sung nồng độ oxy hòa tan vào cột nước được thực hiện bằng cách điều chỉnh hệ số khuếch tán oxy từ khí quyển (Ka).

(2) Nạo vét trầm tích đáy hồ

Việc nạo vét trầm tích trong hồ rất hữu ích nếu nguồn dinh dưỡng giải phóng từ trầm tích chiếm một phần đáng kể trong tổng số chất dinh dưỡng cung cấp cho sự tăng trưởng của TVN (Zikun, 2014). Giải pháp này mang lại hiệu quả cao do loại bỏ được gần như toàn bộ chất ô nhiễm tích tụ ra khỏi hồ. Điều kiện lý tưởng để áp dụng phương pháp này là trường hợp không yêu cầu bảo vệ động thực vật thủy sinh của hồ trong quá trình nạo vét. Tuy nhiên, biện pháp này thường chỉ áp dụng cho các hồ nhỏ, đặc biệt là các hồ nội thành bởi vì vấn đề lớn nhất của giải pháp này là việc xử lý bùn cặn nạo vét (ô nhiễm các kim loại nặng gây độc, với yêu cầu

cần diện tích lớn cho bãi chôn lấp bùn) và dễ gây ra hiện tượng phát pho tái hoà nhập tức thời vào nước hồ, làm thay đổi môi trường sống thủy sinh. Ngoài ra, giải pháp này tương đối tốn kém và không thể giải quyết hoàn toàn vấn đề suy giảm chất lượng nước nếu tiếp tục tồn tại nhiều chất dinh dưỡng từ các nguồn đổ vào hồ (Trần Đức Hạ, 2009). Trong phạm vi mô hình mô phỏng sự trao đổi giữa cột nước và trầm tích đáy bằng sự khuếch tán chất dinh dưỡng đóng vai trò quan trọng. Vì vậy, ta có thể đánh giá tác động của giải pháp nạo vét hoàn toàn đáy hồ đã được thử nghiệm bằng cách thiết lập nồng độ chất dinh dưỡng ban đầu trong trầm tích bằng không hay không có sự trao đổi chất dinh dưỡng giữa cột nước và trầm tích.

(3) Sử dụng hóa chất hoặc chế phẩm sinh học để diệt TVN

Các phương pháp xử lý hóa học với việc bổ sung các chất để diệt hoặc ngăn chặn sự phát triển của TVN như sunfat đồng, được coi là giải pháp kinh tế và hiệu quả để kiểm soát vi khuẩn lam (Qian et al., 2010). Như vậy, việc sử dụng chế phẩm diệt TVN có thể được thực hiện trong mô hình mô phỏng bằng cách tăng giá trị tham số tỷ lệ chết không bởi ăn mồi của các nhóm TVN. Trên cơ sở tham số tỷ lệ chết giả định như vậy, các chuyên gia sinh học có thể xác định được liều lượng thích hợp của các hóa chất được sử dụng để ức chế sự phát triển của tảo.

Thêm vào đó biện pháp nhằm giảm thiểu nồng độ sinh khối TVN và chất dinh dưỡng bằng việc bổ cập hoặc thay nguồn nước ô nhiễm bằng nguồn nước ngầm vào hồ. Nồng độ sinh khối của TVN và chất dinh dưỡng sẽ giảm khi tiến hành pha loãng bằng cách bơm nước sạch vào hồ hoặc bơm nước có nồng độ ô nhiễm cao ra khỏi hồ và được thay bằng nước sạch. Tùy vào thể tích pha loãng hoặc thay thế mà xác định được giá trị ban đầu của nồng độ sinh khối của TVN và chất dinh dưỡng trong mô hình.

Khía cạnh được đánh giá chủ yếu khi mô phỏng các kịch bản là sự biến đổi sinh khối TVN, nồng độ oxy hòa tan và phát pho vô cơ hòa tan

(Dissolved inorganic phosphorus-DIP) trong hồ. Nhận thấy thông số nồng độ chất diệp lục-Chlorophyll a (Chl.a) là thông số điển hình để lượng hóa sinh khối TVN cũng như đánh giá phú dưỡng nên trong kết quả kịch bản mô phỏng quy đổi nồng độ sinh khối carbon (mg/l) sang nồng độ Chl.a ($\mu\text{g/l}$) thông qua giá trị tham số tỷ lệ Chl.a/carbon của mỗi nhóm TVN.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

- Kết quả tính toán mô hình theo kịch bản làm giàu oxy trong cột nước

Trong mô hình, việc bổ sung nồng độ oxy hòa tan vào nước bằng cách điều chỉnh thử nghiệm tăng gấp đôi giá trị hệ số khuếch tán oxy từ khí quyển (K_a) với giá trị mới là $K_a = 2 \times 0,47 = 0,94$ ($\text{mg/m}^2 \times \text{ngày}$).

- Kết quả tính toán mô hình theo kịch bản nạo vét trầm tích đáy hồ

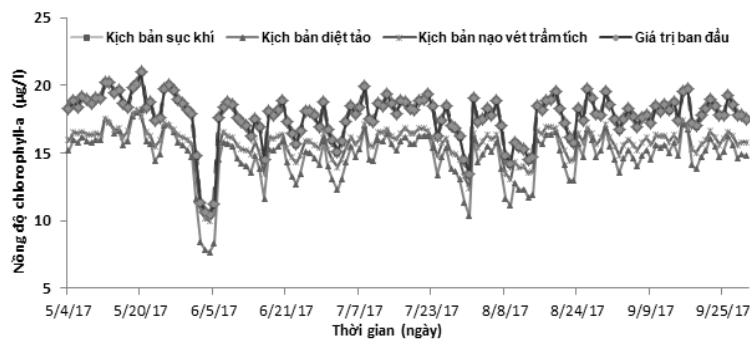
Trong mô hình, kịch bản mô phỏng việc nạo vét trầm tích đáy hồ được thử nghiệm bằng việc thay đổi giá trị các tham số liên quan đến chúng như hệ số trao đổi phát phát giữa cột nước và bề mặt trầm tích ở 0°C (α_{14}), hệ số trao đổi $\text{NH}_4\text{-N}$ giữa cột nước và bề mặt trầm tích ở 0°C (α_{15}) và tỷ lệ suy giảm DO ở bề mặt trầm tích ở 0°C (α_{19}). Trong trường hợp giả thiết lượng trầm tích được thu dọn hết thì các tham số nêu trên được thiết lập giá trị bằng 0.

- Kết quả tính toán mô hình theo các kịch bản sử dụng hóa chất để diệt TVN

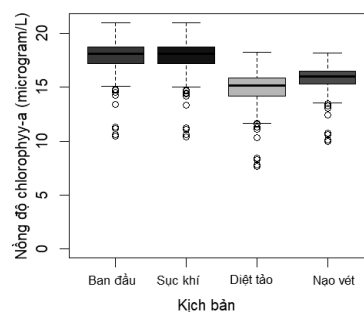
Trong mô hình phú dưỡng hồ, tác động của việc sử dụng hóa chất để diệt TVN được thể hiện trong mô hình bằng cách thử nghiệm tăng gấp hai lần giá trị các tham số tỷ lệ chết không bởi ăn mồi của các nhóm TVN trong kết quả hiệu chỉnh mô hình. Như vậy giá trị tham số tỷ lệ chết không bởi ăn mồi mới của các nhóm tảo lục ($\alpha_{5,1}$), vi khuẩn lam ($\alpha_{5,2}$) và tảo silic ($\alpha_{5,3}$) có giá trị gấp hai lần giá trị cũ lần lượt là:

$\alpha_{5,1} = 2 \times 0,094 = 0,188$ (ngày^{-1}); $\alpha_{5,2} = 2 \times 0,1 = 0,2$ (ngày^{-1}) và $\alpha_{5,3} = 2 \times 0,019 = 0,038$ (ngày^{-1}).

Kết quả so sánh giữa giá trị nồng độ sinh khối TVN, nồng độ oxy hòa tan và DIP trong hồ ban đầu với các kịch bản quản lý được thể hiện trong Hình 2, Hình 3, Hình 4 và Bảng 1,2.

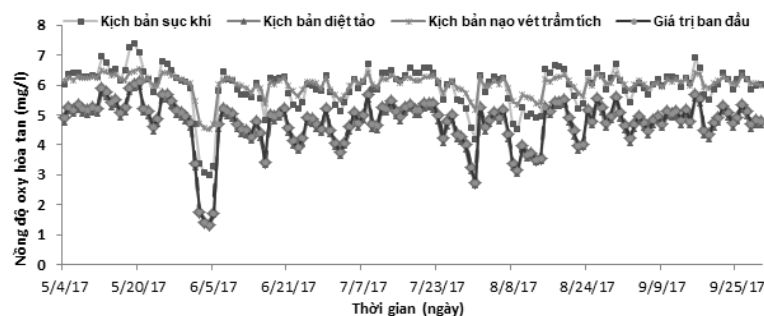


a)

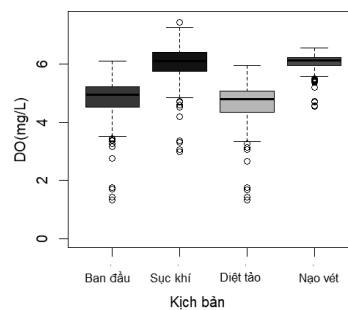


b)

Hình 2. Kết quả so sánh giữa giá trị ban đầu với kịch bản mô phỏng của nồng độ sinh khối TVN

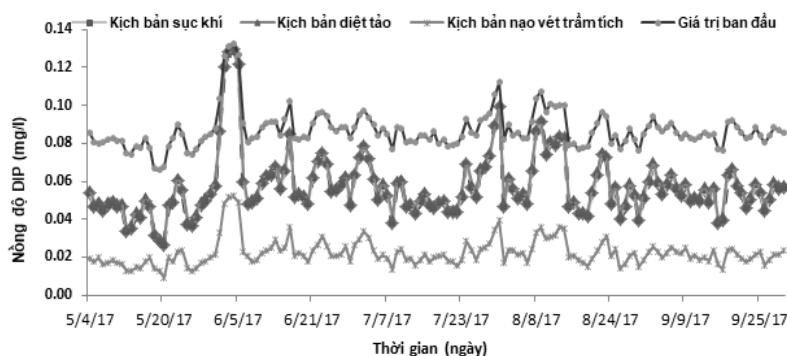


(a)

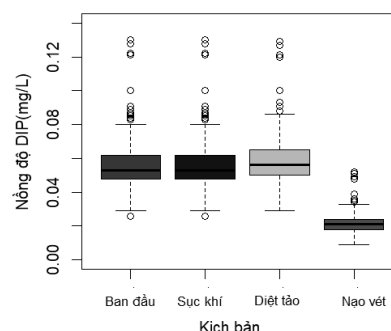


(b)

Hình 3. Kết quả so sánh giữa giá trị ban đầu và kịch bản mô phỏng của DO



(a)



(b)

Hình 4. Kết quả so sánh giữa giá trị ban đầu với kịch bản mô phỏng của nồng độ DIP

Bảng 1. Thống kê mô tả giá trị các thông số của các kịch bản mô phỏng

Kịch bản	DIP (m/g/L)	DO (mg/L)	Chlorophyll-a (µg/L)
Ban đầu			
Trung bình (độ lệch chuẩn)	0,0573 (0,017)	4,76 (0,797)	17,7 (1,76)
Trung vị [min; max]	0,053 [0,026; 0,13]	4,94 [1,33; 6,1]	18,1 [10,5; 21,0]
Sục khí			
Trung bình (độ lệch chuẩn)	0,0573 (0,017)	5,95 (0,706)	17,7 (1,78)
Trung vị [min; max]	0,053 [0,026; 0,13]	6,1 [2,99; 7,41]	18,1 [10,4; 21,0]
Nạo vét			
Trung bình (độ lệch chuẩn)	0,0223 (0,007)	6,02 (0,345)	15,7 (1,32)
Trung vị [min; max]	0,021 [0,009; 0,052]	6,11 [4,53; 6,54]	16,0 [10,0; 18,2]
Diệt tảo			
Trung bình (độ lệch chuẩn)	0,0594 (0,0164)	4,61 (0,772)	14,8 (1,81)
Trung vị [min; max]	0,056 [0,029; 0,129]	4,79 [1,34; 5,94]	15,2 [7,64; 18,2]

Bảng 2. Hiệu quả, ưu nhược điểm của kịch bản mô phỏng đến nồng độ sinh khối TVN, oxy hoà tan và DIP trung bình ở hồ Cự Chính

Kịch bản	Độ biến thiên (%)			Ưu điểm	Nhược điểm
	Sinh khối TVN	DO	DIP		
Làm giàu oxy	- 0,1	+ 24,9	+ 0,01	Cải thiện đáng kể nồng độ DO trong nước hồ.	Tác động không đáng kể cho nồng độ sinh khối TVN và DIP của hồ.
Nạo vét trầm tích	-11,35	+ 27,8	- 61,07	Giúp giảm tương đối lớn nồng độ DIP, độ sinh khối TVN đồng thời cải thiện DO trong hồ.	Tốn kém, khó áp dụng thường xuyên so với một số biện pháp kỹ thuật khác.
Hóa chất diệt TVN	- 16,45	- 3,24	+ 3,8	Giúp giảm tương đối lớn nồng độ sinh khối TVN.	Mùi, mùi vị và chất độc vẫn có thể tồn tại trong nước; Có thể gây ra những thay đổi đối với các quá trình khác trong hồ.

Kết quả đối với kịch bản làm giàu oxy trong hồ được biểu thị trong Hình 2, 3 và 4 cho thấy hoạt động sục khí giúp cho DO tăng đáng kể nhưng hầu như không giúp giảm thiểu nồng độ sinh khối TVN và DIP. Độ biến thiên của nồng độ sinh khối TVN là -0,1% trong khi đó của DIP là 0,01%. Mức tăng nồng độ DO trong hồ lên đến +24,9%. Đây là mức tăng khá lớn và cho thấy hiệu quả của phương pháp này với việc cải thiện nồng độ DO trong nước hồ. Thực tế hiện nay nhiều hồ ở Hà Nội đã và đang áp dụng biện pháp này như một cách hữu hiệu giúp cải thiện chất lượng nước tạo điều kiện thuận lợi cho sự sinh trưởng và phát triển của động thực vật thủy sinh giúp tăng khả năng tự làm sạch của hồ. Biện pháp này nên được tiếp tục thực hiện và mở rộng trong tương lai gần trong khi các phương pháp khác vẫn đang được thử nghiệm và đánh giá cụ thể trong thực tế.

Kết quả mô phỏng đối với kịch bản nạo vét trầm tích cho thấy việc giả sử giảm tối đa lượng chất dinh dưỡng giải phóng từ bề mặt trầm tích vào cột nước giúp làm giảm nồng độ DIP (chất dinh dưỡng cho sự phát triển của TVN) lên tới 61,07% và gián tiếp góp phần giảm sinh khối TVN 11,35%. Nguyên nhân do nồng độ DIP trong nước hồ được đóng góp từ phần khuếch tán từ bề mặt trầm tích chiếm tỷ trọng lớn nhất từ 50,1-74,31% và có sự biến đổi tỷ lệ thuận với giá trị của nhiệt độ nước. Bên cạnh đó nguồn bổ sung DIP từ quá trình bài tiết của thực vật nổi có tỷ trọng biến đổi ổn định từ 14,7-21,7% (Thuần và Lập, 2019). Trong khi đó nồng độ oxy hòa tan trong cột nước tăng khá lớn là 27,8% do không

phải tiêu tốn một lượng lớn cho quá trình oxy hóa các chất dinh dưỡng ở bề mặt trầm tích. Tuy vậy giải pháp nạo vét trầm tích thường là tốn kém và có thể phá vỡ sự ổn định của hệ sinh thái nước hồ. Do đó, cần phải cân nhắc trong từng trường hợp cụ thể.

Kết quả mô phỏng kịch bản sử dụng hóa chất diệt TVN (khi tăng tỷ lệ chết của TVN) cho thấy sinh khối TVN giảm 16,45% cùng với DO giảm 3,24% và nồng độ DIP tăng 3,8%. Nguyên nhân là do khi diệt tảo thì một phần oxy hòa tan trong hồ bị tiêu tốn để phân hủy xác tảo đồng thời quá trình đó cũng bổ sung thêm lượng chất dinh dưỡng trong hồ do xác tảo phân hủy trong đó có DIP. Mặc dù có tác động đến việc kiểm soát TVN tương đối lớn, nhưng có những hạn chế tiềm năng của giải pháp kỹ thuật này như hiệu ứng theo thời gian như mùi, mùi vị và độc tính không mong muốn liên quan đến việc sử dụng hóa chất có thể gây ra những thay đổi bất lợi cho các quá trình khác của hồ và sự ổn định hệ sinh thái là những vấn đề cần tiếp tục quan tâm.

Tóm lại với các kịch bản mô phỏng cho thấy với việc sử dụng các biện pháp như nạo vét trầm tích và hóa chất diệt TVN có tác động khá lớn giúp giảm thiểu nồng độ sinh khối TVN trong khi biện pháp sục khí có ảnh hưởng hạn chế. Trong khi đó đối với nồng độ DO thì biện pháp nạo vét trầm tích có giúp cải thiện lớn nhất rồi đến biện pháp sục khí còn sử dụng hóa chất diệt TVN làm giảm DO do phân hủy nhiều xác của TVN hơn nhưng mức giảm không đáng kể. Đối với nồng độ DIP thì biện pháp nạo vét trầm tích giúp làm giảm

đáng kể nồng độ của chúng góp phần hạn chế sự sinh trưởng và phát triển của TVN. Mặc dù biện pháp sử dụng hóa chất mang lại hiệu quả kinh tế nhưng vẫn còn những mối lo ngại đến hệ sinh thái hồ khi áp dụng biện pháp này.

Trong thực tế ở Hà Nội, hiện nay các biện pháp được áp dụng rộng rãi cho nhiều hồ đô thị như biện pháp sục khí và sử dụng hóa chất diệt TVN. Các biện pháp đó mặc dù còn một số hạn chế cần khắc phục nhưng đã phần nào thu được những kết quả khá tích cực, góp phần cải thiện chất lượng nước hồ nói chung và giảm thiểu mức độ phú dưỡng nói riêng. Còn biện pháp nạo vét trầm tích được sử dụng ít hơn do tốn kém cũng như khó thực hiện trong nhiều trường hợp. Chỉ nên khuyến khích sử dụng biện pháp này trong trường hợp lớp trầm tích dày làm giảm độ sâu của hồ đồng thời làm suy giảm khả năng tự làm sạch của hồ dẫn đến gia tăng nồng độ ô nhiễm. Vì vậy trong mỗi trường hợp cụ thể mà ta có thể phân tích để lựa chọn các biện pháp khác nhau cho phù hợp với mục tiêu đề ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Dương Thị Thủy, Hồ Tú Cường, Đặng Đình Kim, Lê Thị Phương Quỳnh (2012) *"Biến động hàm lượng độc tố microcystin trong môi trường nước hồ Hoàn Kiếm"*, Tạp chí sinh học 34(1), tr. 94-98.
- Lê Minh Thành (2015) *Mô hình hóa sự thay đổi nồng độ oxy trong môi trường nước dưới tác động của lớp bùn đáy*. Viện Hóa học (Luận án tiến sĩ hóa học).
- Nguyễn Ngọc Lý (2015) *Báo cáo hồ Hà Nội 2015*. Nhà xuất bản phụ nữ.
- Nguyễn Thị Bích Ngọc, Vũ Duy An, Lê Thị Phương Quỳnh, Nguyễn Bích Thủy, Lê Đức Nghĩa, Dương Thị Thủy, Hồ Tú Cường (2017) *"Đánh giá mức độ phú dưỡng của một số hồ nội thành Hà Nội"*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, 55(1), tr. 84-92.
- Tạ Đăng Thuần (2019) *Nghiên cứu phát triển mô hình toán mô phỏng quá trình phú dưỡng ở các vùng nước tĩnh nông, ứng dụng cho hồ Cự Chính-Hà Nội*, Trường Đại học Thủy lợi (Luận án Tiến sĩ môi trường đất và nước).
- Tạ Đăng Thuần, Bùi Quốc Lập (2018), *"Một số đặc điểm phú dưỡng ở một hồ nông nội đô Hà Nội"*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, 61, tr. 52-61.
- Tạ Đăng Thuần, Bùi Quốc Lập (2019), *Phân tích sự biến đổi theo mùa các yếu tố ảnh hưởng tới sự sinh trưởng của tảo ở một hồ nội đô Hà Nội sử dụng mô hình phú dưỡng*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, 64, tr. 60-68.
- Trần Đức Hạ (2009) *"Các giải pháp tổng hợp cải thiện môi trường nước hồ đô thị"*, Tạp chí KHCN Xây dựng, 4, tr. 23-28.
- Lap, B.Q and Thuan, T.D (2020), *"Analysis of the principal factors affecting the algae growth in an urban eutrophic shallow lake by an ecosystem model"*, Water, Air & Soil Pollution, 231 (11), tr. 1-17
- David A. Chin (2013), *Water-Quality Engineering in Natural Systems: Fate and Transport Processes in the Water Environment*, 2nd ed.: John Wiley & Sons, Inc.,.
- Dowd, M. (2005), *"A bio-physical coastal ecosystem model for assessing environmental effects of marine bivalve aquaculture"*. Ecological Modelling, 183, tr. 323-346.

4. KẾT LUẬN

Các kịch bản kỹ thuật được mô phỏng trong nghiên cứu này cho thấy mỗi biện pháp đều đem lại những hiệu quả về mặt định lượng ở các mức độ khác nhau, làm căn cứ để có thể so sánh hiệu quả giữa các biện pháp được thực hiện. Biện pháp nạo vét trầm tích giúp giảm thiểu lượng DIP lên tới 61,07 % trong khi các biện pháp khác gần như không có tác động thay đổi. Biện pháp sục khí giúp tăng nồng độ oxy trong nước lên 24,9% và sử dụng hóa chất diệt tảo làm giảm 16,45% nồng độ sinh khối tảo.

Vì vậy, việc thực hiện các kịch bản mô phỏng là cơ sở khoa học mang tính định lượng, đồng thời là tham khảo hữu ích để đánh giá hiệu quả của các biện pháp kiểm soát phú dưỡng trong hồ Cự Chính nói riêng và các hồ nông ở nội thành Hà Nội nói chung. Việc khuyến cáo áp dụng kịch bản kỹ thuật nào cần phải căn cứ vào từng trường hợp hồ cụ thể để có thể đưa ra kịch bản phù hợp.

- Nguyen Duc Viet, Nguyen Anh Bac, Hoang Thi Thu Huong (2016) *"Dissolved Oxygen as an Indicator for Eutrophication in Freshwater Lakes"* in Proceedings of International Conference on Environmental Engineering and Management for Sustainable Development, pp. 1-6.
- Odum H.T, Odum, E.C (2000) *Modeling for All Scales: an Introduction to System Simulation*. London: Academic Press.
- Pham Thi Hong, Doan Thi Ngoc Anh, Dao Thi Nha, Dao Hoang Hai, Hoang Thi Thu Huong (2018) *"Metal bioaccumulation in fishes and macro zooplankton in some lakes in Hanoi,"* Vietnam Journal of Science and Technology, 56(2C), tr. 96-103.
- Zikun Xing, Lloyd H.C. Chua, Jörg Imberger (2014) *"Evaluation of Management Scenarios for Controlling Eutrophication in a Shallow Tropical Urban Lake,"* International Journal of Environmental Pollution and Remediation, 2(2), tr. 66-72.
- Qian, H., Yu, S., Sun, Z., Xie, X., Liu, W., Fu, Z. (2010), *"Effects of copper sulfate, hydrogen peroxide and N-phenyl-2-naphthylamine on oxidative stress and the expression of genes involved photosynthesis and microcystin disposition in Microcystis aeruginosa"*, Aquatic Toxicology, 99, tr. 405-412.
- Thuan Dang Ta, Lap Quoc Bui, Thanh Dang Binh Nguyen, Tri Quang Doan, Jaya Kandasamy (2019), *"Application of a Genetic Algorithm for the Calibration of Eutrophication model in an Urban Lake"*, International Journal of Earth Sciences and Engineering, 12(1), tr. 1-15.
- Zikun Xing, Lloyd H.C. Chua, Jörg Imberger (2014), *"Evaluation of Management Scenarios for Controlling Eutrophication in a Shallow Tropical Urban Lake"*, International Journal of Environmental Pollution and Remediation, 2(2), tr. 66-72.
- Zhao, S. (2004). *Mechanisms of Lake Eutrophication and technologies for controlling in China*. Advance in Earth Sciences, 19(1), tr. 138-140.

Abstract:

SIMULATION OF TECHNICAL SCENARIOS FOR CONTROLLING EUTROPHICATION IN SHALLOW LAKES: A CASE STUDY OF CU CHINH LAKE, HANOI

Today, there are many technical measures with the aim of controlling eutrophication in shallow lakes in urban areas. However, evaluating the effectiveness as well as pointing out the advantages and disadvantages of technical measures to control the eutrophication in the lakes is usually very difficult or even impossible. In this paper, a eutrophication model previously developed by the authors is used to simulate and evaluate scenarios of aeration, dredging of sediments and the use of algaecide in Cu Chinh Lake which is severely eutrophic. The simulation results show the advantages of measures such as sediment dredging reduces dissolved inorganic phosphorus (DIP) by up to 61.07% while aeration increases dissolved oxygen concentration in water by 24.9% and the use of algaecide reduces the concentration of algae biomass in the lake by 16.45%. The implementation of simulation scenarios has provided a reliable scientific basis to evaluate the effectiveness of eutrophication control measures in Cu Chinh Lake in particular and shallow lakes in the inner city of Hanoi in general.

Keywords: Eutrophication model, simulation scenario, Cu Chinh Lake, Hanoi

Ngày nhận bài: 07/6/2021

Ngày chấp nhận đăng: 30/6/2021