

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH ECOLAB TRONG MÔ PHỎNG DIỄN TOÁN CHẤT LƯỢNG NƯỚC TRONG KÊNH THỦY LỢI

Trần Tuấn Thạch

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Nhiều hệ thống thủy lợi ở Việt Nam đang phải đối mặt với nguy cơ ô nhiễm nguồn nước mặt do tác động của các hoạt động do con người gây ra, đặc biệt là ô nhiễm chất dinh dưỡng. Do đó, việc nghiên cứu đánh giá diễn biến chất lượng nước mặt là rất cần thiết nhằm đưa ra biện pháp quản lý nguồn nước một cách hiệu quả. Trong nghiên cứu này, diễn toán chất lượng nước trong hệ thống kênh thủy lợi của hồ Núi Cốc được mô phỏng ứng dụng mô hình sinh thái MIKE Ecolab. Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định dựa vào kết quả quan trắc năm 2020 và 2023. Kết quả hiệu chỉnh và hiệu chỉnh mô hình cho thấy mô hình Ecolab cho kết quả mô phỏng phù hợp với số liệu thực đo về các chỉ tiêu BOD, DO, NO_3^- , và PO_4^{3-} với hệ số (R^2 và hệ số NASH > 0,7), trong khi các chỉ số NO_2^- , NH_4^+ và Total coliform cho kết quả tương đối phù hợp với số liệu thực tế với chỉ số RMSE nhỏ so với giá trị thực đo. Nghiên cứu đã đưa ra bộ thông số của mô hình Ecolab cho hệ thống kênh núi cốc (hệ số khuếch tán-AD, và các thông số liên quan đến phản ứng sinh hóa trong môi trường nước). Với bộ thông số được thiết lập mô hình có thể được sử dụng để mô phỏng chất lượng nước theo các kịch bản xả thải khác nhau, đánh giá khả năng tiếp nhận nguồn thải cũng như phân tích diễn biến chất lượng nước trên toàn tuyến kênh tưới Núi Cốc.

Từ khóa: Chất lượng nước mặt, hệ thống thủy lợi, mô hình Ecolab, chất dinh dưỡng.

Summary: Irrigation systems in Vietnam have faced the risk of surface water pollution from wastewater, especially nutrient pollution. Therefore, the evaluation of the water quality surface is critical to provide effective solutions for water resource management. In this study, the water quality analysis in the irrigation systems of Nui Coc reservoir is simulated through the ecological model MIKE Ecolab. The model is calibrated and validated based on observation results in 2020 and 2023. The model calibration and validation results for the Ecolab model are found to give simulation results consistent with the observed data in terms of BOD, DO, NO_3^- , and PO_4^{3-} with coefficients (R^2 and NASH coefficient > 0.7), while NO_2^- , NH_4^+ and Total coliform give compatible results with observed data with a small RMSE index is compared with the observed value. The study has provided some research information on the parameters of the Ecolab model (dispersion-AD parameter and other parameters related to biochemical reactions in the water environment of irrigation systems). Based on the established set of model parameters, the model can be used to simulate water quality dynamics with different wastewater flow scenarios and evaluate water quality in the Nui Coc canal.

Keywords: Water quality surface, Irrigation systems, Ecolab model, eutrophication.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Chất lượng nước trong hệ thống thủy lợi phục vụ tưới, tiêu đang bị ảnh hưởng do nguồn nước thải từ các hoạt động kinh tế của con người, đặc biệt là tình trạng ô nhiễm chất hữu cơ. Môi trường nước có nhiều chất dinh dưỡng làm tiêu

hao lượng lớn Oxy cung cấp cho các phản ứng sinh hóa phân hủy chất hữu cơ dẫn đến tình trạng yếm khí, qua đó làm ảnh hưởng đến môi trường sống của sinh vật thủy sinh. Đối với hệ thống thủy lợi, chất lượng của nguồn nước tưới có thể ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm đầu ra vì nguồn nước tưới bị ô nhiễm dẫn đến việc tích lũy các yếu tố độc hại trong sản phẩm như trong rau, củ, thóc,... Do đó, việc đánh giá chất lượng môi trường nước mặt

Ngày nhận bài: 10/4/2024

Ngày thông qua phản biện: 02/5/2024

Ngày duyệt đăng: 23/5/2024

nói chung và hệ thống thủy lợi nói riêng là rất quan trọng và cần thiết nhằm đưa ra cảnh báo cũng như quản lý môi trường nước một cách hữu hiệu hơn. Đánh giá chất lượng nước trong hệ thống thủy lợi thường được thực hiện thông qua việc quan trắc chất lượng nước tại các vị trí đo trong hệ thống. Mức độ ô nhiễm chất lượng nước hiện nay được phân tích dựa trên quy chuẩn “*Quy chuẩn quốc gia về chất lượng nước - QCVN 08:2023*” [1], đối với nước cấp phục vụ mục đích sản xuất nông nghiệp thì chất lượng nước phải đạt ngưỡng B. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước mặt (ao, hồ, sông, kênh,...) trong quy chuẩn chủ yếu liên quan đến chất dinh dưỡng bao gồm: Nhu cầu oxy sinh hóa (Biochemical oxygen demand-BOD), Nồng độ Oxy hòa tan (Dissolved oxygen-DO), Phốt pho (Total Phosphorus, TP), Nitơ (Total Nitrogen, TN), Coliform,...vv. Trong môi trường nước, Nitơ chủ yếu tồn tại dưới dạng $\text{NH}_4\text{-N}$ (Ammonia-nitrogen), $\text{NO}_2\text{-N}$ (Nitrite-nitrogen), và $\text{NO}_3\text{-N}$ (Nitrate-nitrogen), trong khi Phốt pho tồn tại chủ yếu dưới dạng $\text{PO}_4\text{-P}$ (Phosphate-phosphorus). Do đặc thù của hệ thống thủy lợi phục vụ tưới, tiêu trên diện tích rộng (chiều dài của các tuyến sông/kênh lớn) nên việc phân tích chất lượng nước đòi hỏi số lượng vị trí quan trắc nhiều, dẫn đến chi phí cao. Vì vậy, bên cạnh việc quan trắc thì mô phỏng diễn toán chất lượng nước cho phép xác định được mức độ ô nhiễm trên toàn tuyến sông/kênh trong điều kiện hiện trạng cũng như kịch bản xả thải khác nhau. Một số nghiên cứu đã áp dụng mô hình chất lượng nước để mô phỏng diễn biến chất lượng nước mặt như: MIKE Ecolab, SWAT, QUAL2K, ...vv. Các mô hình SWAT và QUAL2K có thể mô phỏng chất lượng nước trên các lưu vực sông, tuy nhiên, số liệu yêu cầu đầu vào phức tạp như: số liệu DEM, bản đồ sử dụng đất,...vv. Do đó, việc ứng dụng các mô hình này để mô phỏng diễn toán chất lượng nước trong hệ thống thủy lợi thường gặp nhiều khó khăn (số liệu về DEM về sử dụng đất khó thu thập). Mô hình MIKE Ecolab được phát triển bởi DHI (Viện thủy lực Đan Mạch),

trong đó mô đun Ecolab được tích hợp vào mô hình thủy lực vì thế được sử dụng phổ biến và rộng rãi hơn do nó dễ áp dụng và yêu cầu số liệu đầu vào đơn giản hơn. Mô hình này có thể mô phỏng chất lượng nước mặt trên hồ/sông/kênh theo 1 chiều (1D-MIKE 11), 2 chiều (2D-MIKE 21) và 3 chiều (3D-MIKE 3). Mô hình MIKE Ecolab đã được nghiên cứu ứng dụng nhiều ở Việt Nam và trên thế giới. Nghiên cứu của tác giả (J. Liang) [2], đã sử dụng MIKE 11 Ecolab để mô phỏng chất lượng nước bao gồm các chỉ tiêu BOD, COD, Ammonia, và TP cho lưu vực sông Beijing của Trung Quốc phục vụ cho quản lý chất lượng nước. Ở Việt Nam, một số nghiên cứu tập trung vào ứng dụng mô hình Ecolab mô phỏng chất lượng nước trên sông lớn [3, 4], như: Tác giả Quách Thái Dương mô phỏng chất lượng nước trên lưu vực sông Sài Gòn-Đông Nai với các chỉ tiêu đánh giá bao gồm (TSS, BOD, NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , và Coliform); Nghiên cứu của Trần Hữu Thế đánh giá khả năng tiếp nhận nguồn nước thải của sông Cẩm Giàng, Hải Dương từ các khu công nghiệp với các chỉ tiêu diễn toán chất lượng nước gồm (TSS, COD, BOD, và PO_4^{3-}). Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE Ecolab trong mô phỏng chất lượng nước mặt nhưng chưa có nhiều nghiên cứu mô phỏng chất lượng nước trong hệ thống thủy lợi, đặc biệt là hệ thống tưới, nơi mà một số tuyến kênh được kiên cố hóa bề mặt nên quá trình trao đổi chất và quá trình khuếch tán cũng khác so với điều kiện sông thiên nhiên. Vì vậy, trong nghiên cứu này, tác giả ứng dụng mô hình MIKE Ecolab để mô phỏng chất lượng nước trong kênh của hệ thống thủy lợi hồ Núi Cốc. Quá trình diễn toán chất lượng nước tập trung chủ yếu vào nồng độ và quá trình sinh hóa liên quan bao gồm (BOD, DO, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , và Coliform). Mô hình được kiểm định và hiệu chỉnh với số liệu quan trắc thực tế trong 2 năm nhằm đưa ra bộ thông số chỉ tiêu chất lượng nước hợp lý đối với hệ thống kênh tưới hồ Núi Cốc.

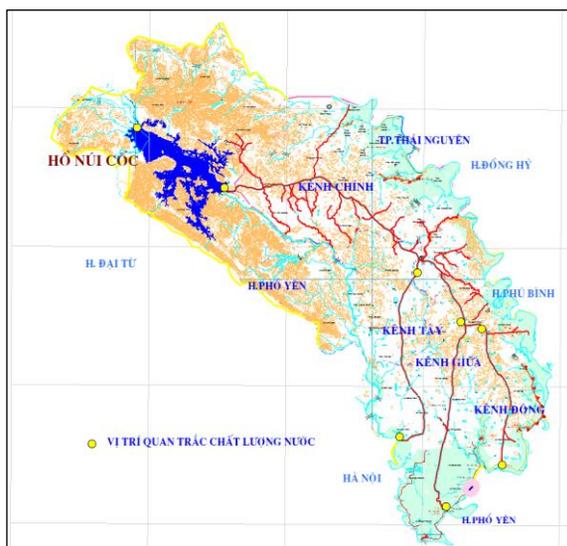
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

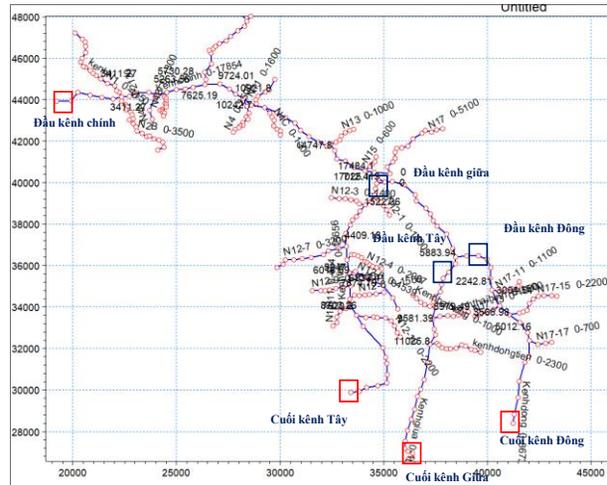
Hệ thống thủy lợi hồ Núi Cốc được xây dựng vào năm 1973÷1982, là hồ chứa nước nhân tạo lớn nhất tỉnh Thái Nguyên, có dung tích thiết kế 176 triệu m³. Hiện nay hồ thủy lợi Núi Cốc cấp nước tưới cho diện tích đất nông nghiệp trên các huyện Phổ Yên, Phú Bình, Đồng Hỷ và một phần TP Thái Nguyên thông qua hệ thống kênh tưới chính. Hệ thống kênh tưới chính bao gồm: Kênh chính có chiều dài 18km, có kích thước mặt đáy kênh 6m với lưu lượng chảy 23m³/s; Kênh nhánh cấp 1 có tổng chiều dài 43,1km (kênh Tây, kênh Giữa và kênh Đông). Theo thiết kế, kênh chính của hệ thống thủy lợi hồ Núi Cốc có nhiệm vụ cung cấp nước tưới cho 12.000 ha lúa 2 vụ, 4.000 ha rau màu vụ đông, 1.000 ha chè (04 xã vùng đồi). Bên cạnh đó, nước lấy từ hệ thống kênh chính và kênh cấp 1 còn có nhiệm vụ cung cấp nước sinh hoạt cho Thành phố Thái nguyên và các khu công nghiệp trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu diễn biến chất lượng nước trong kênh là bài toán có liên quan đến các chu trình sinh hóa diễn ra trong sông/kênh, do đó không chỉ sử dụng mô đun truyền tải khuếch tán (AD) mà còn phải kết hợp với mô đun sinh hóa Ecolab [5].



Hình 1: Bản đồ hệ thống thủy lợi Núi Cốc- Tỉnh Thái Nguyên



Hình 2: Sơ đồ mạng lưới mô hình MIKE-Ecolab hệ thống kênh tưới hồ Núi Cốc

Mô đun truyền tải khuếch tán (AD) được dùng để mô phỏng vận chuyển một chiều các chất huyền phù hoặc hòa tan (phân hủy) trong lòng dẫn. Phương trình truyền tải - khuếch tán:

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -AKC + C_2q \quad (1)$$

Mô đun sinh thái Ecolab mô tả diễn biến chất lượng nước trong sông/kênh. Do trong môi trường nước xảy ra rất nhiều các quá trình trao đổi phức tạp nên việc mô phỏng các quá trình này là rất khó và cho sai số lớn. Các quá trình biến đổi sinh hóa trong môi nước được mô hình hóa và đưa vào mô đun chất lượng nước Ecolab tích hợp trong mô hình nền MIKE 11. Mô đun Ecolab có thể tính toán 13 thông số chất lượng nước với 6 cấp độ khác nhau, mô phỏng và biểu diễn những quá trình chuyển hóa giữa các thành phần có liên quan, bao gồm: 1) Quá trình tiêu thụ và sản sinh Oxy: quá trình khếch tán từ không khí, quá trình hô hấp và quang hợp của sinh vật dưới nước, tiêu thụ oxy để hóa Ammonia thành Nitrate sau đó là N₂. 2) Nhu cầu oxy sinh hóa (Biological Oxygen Demand-BOD): bao gồm BOD lơ lửng và BOD hòa tan, các quá trình phân rã BOD và chuyển hóa giữa các hợp phần BOD; 3) Photpho (P): bao gồm Orthophosphate và Particulate Phosphorus, các quá trình sản sinh do phân rã BOD, tiêu hao photpho do sinh vật hấp thụ; 4) Amonia

(NH_4^+): quá trình phân hủy chất hữu cơ, tiêu hao do chuyển thành Nitrate, do thực vật và vi khuẩn hấp thụ; 5) Nitrate (NO_3^-): sinh ra do quá trình chuyển hóa từ Ammonia (NH_4^+) sang Nitrate (quá trình Nitrification), chuyển hóa thành N_2 , và các quá trình chuyển hóa ngược lại; 6) Coliform: mô phỏng các dạng của Coliform (Fecal Coliform và Total Coliform), quá trình coliform chết đi và bổ sung từ các nguồn thải.

2.3 Thiết lập mô hình Ecolab

a) Thiết lập sơ đồ mạng lưới mô hình

Sơ đồ mạng lưới mô phỏng chất lượng nước của hệ thống kênh tưới hồ Núi Cốc bao gồm: tuyến kênh Chính, kênh Đông, kênh Tây và kênh Giữa lấy nước từ hồ Núi Cốc. Số liệu mặt cắt địa hình tuyến kênh mô phỏng được lấy từ mặt cắt dọc và ngang tuyến kênh (theo số liệu thiết kế tuyến kênh sau khi nâng cấp cải tạo). Toàn bộ tuyến kênh được kiên cố hóa, mặt cắt tuyến kênh hình thang với thông số của các tuyến kênh chính như sau: Kênh Chính dài 17,854km, bề rộng đáy 6,0m, độ dốc $1.10^{-4} \div 8.10^{-4}$; Kênh Tây dài 15,655km, bề rộng đáy $1,2 \div 1,8$ m, độ dốc $1.10^{-4} \div 2,5.10^{-3}$; Kênh Giữa dài 18,727km, bề rộng đáy 2,0m, độ dốc $1.10^{-4} \div 4.10^{-3}$; Tuyến kênh Đông dài 8,637km, bề rộng đáy $1,2 \div 1,5$ m, độ dốc $2.10^{-4} \div 3.10^{-3}$.

b) Điều kiện biên và thông số mô hình

Biên thượng lưu: Lưu lượng $Q \sim t$, các thông số chất lượng nước đầu vào (DO , BOD_5 , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , Total Coliform) của các đợt quan trắc tại vị trí đầu kênh chính.

Biên hạ lưu: Chiều sâu mực nước trong kênh theo quan hệ $Q \sim h$, các thông số chất lượng nước đầu vào (DO , BOD_5 , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , Total Coliform) của các đợt quan trắc tại các vị trí (Cuối kênh Tây, Cuối Kênh Giữa và Cuối kênh Đông).

Biên kiểm tra: Thông số chất lượng nước (DO , BOD_5 , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , Total Coliform) của các đợt quan trắc tại vị trí Đầu kênh Tây (trên kênh chính).

Biên nhập lưu: Lưu lượng lấy ra từ kênh chính vào kênh nhánh $Q_{yc} \sim t$. Lưu lượng được xác định dựa trên tính toán nhu cầu nước cho cây

trồng sử dụng phần mềm Cropwat 8.0. Biên nhập lưu còn có các vị trí điểm xả thải vào hệ thống kênh, trong đó Kênh Chính (có 18 điểm xả thải với 4 điểm xả thải lớn), Kênh Tây (có 30 điểm xả thải với 2 điểm xả thải lớn), Kênh Giữa (có 3 điểm xả thải với 2 điểm xả thải lớn), Kênh Đông (có 38 điểm xả thải với 1 điểm xả thải lớn). Do số lượng điểm xả thải nhiều nhưng lưu lượng không lớn so với lưu lượng kênh (không có số liệu đo chi tiết về lưu lượng thải tại các điểm diện) nên trong nghiên cứu giả thiết về lưu lượng và chất lượng nước thải bình quân theo quy mô hộ gia đình. Nghiên cứu lựa chọn mô đun Ecolab with nutrients để mô phỏng chất lượng nước bao gồm các thông số oxy hòa tan (DO); Nhu cầu oxy sinh học (BOD); Total Coliform; Phosphate (PO_4^{3-}), Ammonia (NH_4^+); Nitrite (NO_2^-); Nitrate (NO_3^-); Total Coliform. Mô hình có 42 thông số phản ánh các quá trình cân bằng sản sinh và tiêu thụ oxy, quá trình chuyển hóa chất dinh dưỡng (Nitơ, photpho), quá trình phân hủy...vv trong nước. Bộ thông số được xác định trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình chất lượng nước (bằng phương pháp cổ điển Trial and Error). Độ tin cậy của mô hình được đánh giá thông qua chỉ số hệ số tương quan (R^2), độ lệch chuẩn của sai số bình phương (RMSE - Root Mean Square Error), hệ số NASH (NASH - Sutcliffe coefficient).

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_0^i - X_t^i)^2}{N}} \quad (2)$$

$$\text{NASH} = \frac{\sum_{i=1}^N (X_0^i - X_t^i)^2}{\sum_{i=1}^N (X_0^i - \bar{X}_0)^2} \quad (3)$$

Trong đó: X_0^i : là số liệu thực đo; X_t^i : Kết quả mô phỏng; \bar{X}_0 : Giá trị trung bình thực đo; N số lượng mẫu quan trắc.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả hiệu chỉnh mô hình

Số liệu quan trắc chất lượng nước tại các (Đầu kênh Chính, Đầu kênh Tây, Cuối kênh Tây, Cuối kênh Giữa, và Cuối kênh Đông) trong năm 2020 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình. Trong năm 2020, quá trình quan trắc mẫu chất lượng nước được tiến hành trong 5 đợt (10/3, 4/6, 25/6, 11/7, 1/8). Kết quả mô

phòng chất lượng nước trên kênh chính Núi Cốc tại điểm biên kiểm tra Đầu kênh Tây (trên kênh chính) cho thấy, các chỉ tiêu BOD, DO, NO_3^- , và PO_4^{3-} cho kết quả mô phỏng phù hợp so với giá trị quan trắc ($R^2 > 0,78$; $\text{NASH} > 0,71$). Đối với chỉ tiêu NH_4^+ , NO_2^- , và Total coliform mặc dù kết quả mô phỏng ít chính xác hơn với giá trị R^2 ($0,64 \pm 0,68$) $< 0,7$ và NASH ($0,61 \pm 0,65$) $< 0,7$ nhưng giá trị RMSE rất nhỏ so với giá trị thực đo (khoảng $0,01 \pm 0,02$ mg/l cho 2 chỉ tiêu NH_4^+ , NO_2^-). Kết quả mô phỏng và thực đo của chỉ tiêu Total coliform với chỉ số $R^2 = 0,82$, $\text{NASH} = 0,62$, $\text{RMSE} = 268 \text{MNP}/100\text{ml}$ với độ lệch cao hơn so với các chỉ tiêu khác, tuy nhiên trong môi trường chất lượng nước thì sai số này vẫn chấp nhận được do Coliform ảnh hưởng nhiều bởi nguồn xả theo diện từ các hộ gia đình. Kết quả sau khi hiệu chỉnh bộ thông số mô hình MIKE Ecolab (**Bảng 3**) được sử dụng để kiểm định lại mô hình cho thời đoạn quan trắc năm 2023.

Bảng 1: So sánh giữa chỉ số thực đo và kết quả mô phỏng (Hiệu chỉnh mô hình)

TT	Chỉ tiêu	R^2	NASH	RMSE
1	BOD ₅ (mg/l)	0,95	0,86	2,36
2	DO (mg/l)	0,79	0,72	0,23
3	NH_4^+ (mg/l)	0,68	0,65	0,02
4	NO_2^- (mg/l)	0,64	0,61	0,005
5	NO_3^- (mg/l)	0,98	0,73	0,04
6	PO_4^{3-} (mg/l)	0,78	0,71	0,08
7	TotalColiform (MNP/100m)	0,82	0,62	268

3.2 Kết quả kiểm định mô hình

Số liệu quan trắc chất lượng nước tại các vị trí trên tuyến kênh trong năm 2023 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình. Trong năm 2023, quá trình quan trắc mẫu chất lượng nước được tiến hành trong 8 đợt (10/2, 27/2, 14/3, 05/4, 25/4, 16/5, 1/7, 17/7). Kết quả mô phỏng diễn biến chất lượng nước trên kênh chính Núi Cốc trong năm 2023 cho thấy, hầu hết các chỉ tiêu về BOD₅, NH_4^+ , DO, và NO_3^- cho sai số nhỏ giữa thực đo và tính toán ($R^2 > 0,85$ và $\text{NASH} > 0,7$). Các chỉ tiêu về NO_2^- , PO_4^{3-} , và

Total coliform cho kết quả mô phỏng tương đối chính $R^2 > 0,73$ và $\text{NASH} > 0,56$. Tương tự như đã phân tích ở trên đối với các chỉ số có giá trị quan trắc nhỏ thì sai số mô phỏng có độ chính xác thấp như NO_2^- . Chỉ tiêu Total coliform phụ thuộc vào yếu tố và nguồn thải biến động nên việc mô phỏng chính xác là rất khó trong mô hình Ecolab. Dựa trên kết quả kiểm định mô hình sau khi hiệu chỉnh nhận thấy, mô hình MIKE Ecolab cho thấy sai số giữa kết quả tính toán và thực đo nhỏ, như vậy mô hình chất lượng nước đã xây dựng bộ thông số tương đối phù hợp để mô phỏng diễn biến trên lượng nước trên kênh hệ thống thủy lợi của hồ Núi Cốc.

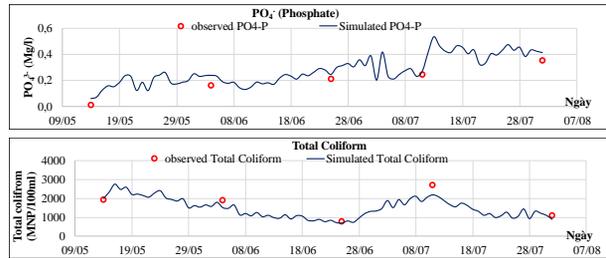
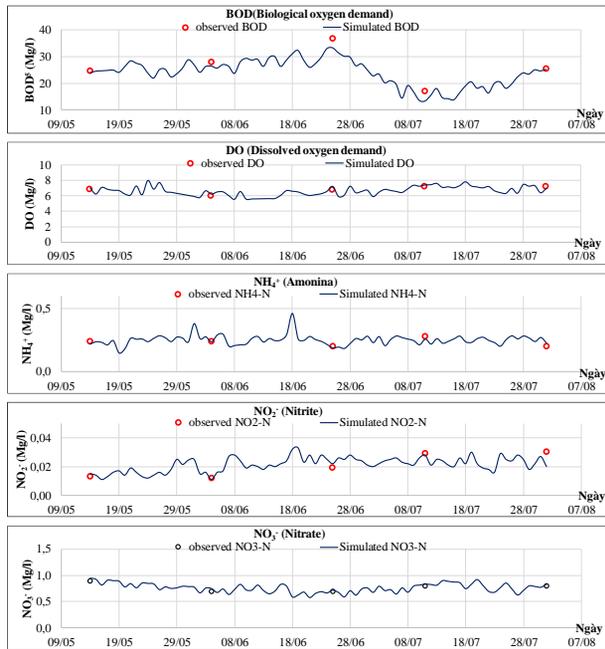
Bảng 2: So sánh giữa chỉ số thực đo và kết quả mô phỏng (Kiểm định mô hình)

TT	Chỉ tiêu	R^2	NASH	RMSE
1	BOD ₅ (mg/l)	0,87	0,78	1,03
2	DO (mg/l)	0,86	0,70	0,33
3	NH_4^+ (mg/l)	0,98	0,89	0,19
4	NO_2^- (mg/l)	0,85	0,56	0,011
5	NO_3^- (mg/l)	0,94	0,76	0,65
6	PO_4^{3-} (mg/l)	0,77	0,63	0,18
7	TotalColiform (MNP/100m)	0,73	0,61	158

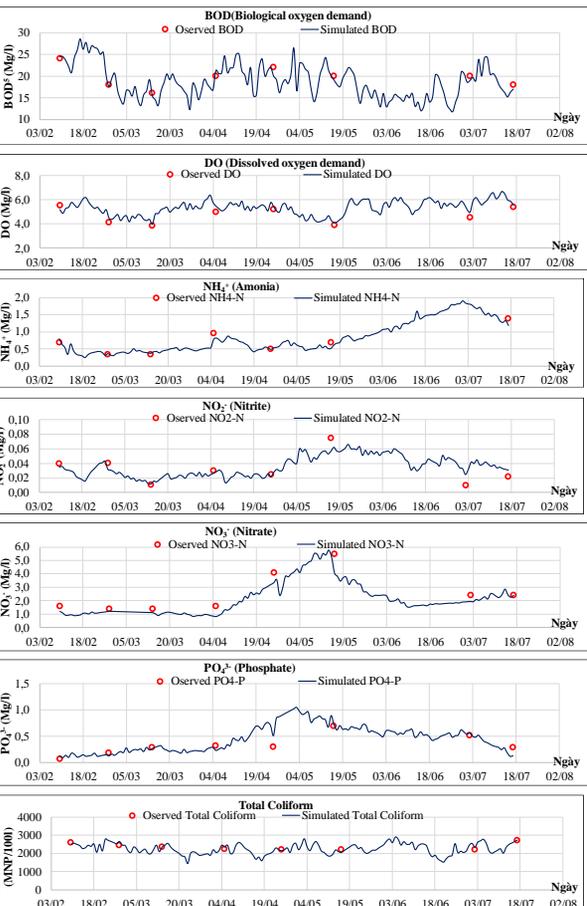
4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này tập trung vào ứng dụng mô hình MIKE-Ecolab để mô phỏng diễn toán chất lượng nước trong hệ thống kênh tưới của hồ Núi Cốc. Mô đun Ecolab tích hợp trong mô hình MIKE 11 được hiệu chỉnh sử dụng số liệu các đợt quan trắc chất lượng nước trên kênh năm 2020. Bộ thông số của mô hình sau khi hiệu chỉnh được kiểm định để mô phỏng chất lượng nước cho các đợt quan trắc năm 2023. Kết quả hiệu chỉnh mô hình chất lượng nước cho thấy, mô hình cho sai số nhỏ giữa số liệu quan trắc và tính toán về chỉ tiêu BOD, DO, NO_3^- , và PO_4^{3-} cho kết quả mô phỏng phù hợp so với giá trị quan trắc ($R^2 > 0,79$; $\text{NASH} > 0,72$). Các chỉ tiêu khác bao gồm NH_4^+ và NO_2^- mức độ chính xác nhỏ hơn do nồng độ các chất này trong các đợt quan trắc rất nhỏ dẫn đến sai số

do mô phỏng lớn. Chỉ tiêu Total coliform cho sai số khá lớn so với các chỉ tiêu khác, tuy nhiên đối với các mô hình chất lượng nước thì kết quả mô phỏng chỉ tiêu có độ nhạy lớn như coliform thì kết quả đó có thể chấp nhận được. Bộ thông số mô hình sau hiệu chỉnh được dùng để mô phỏng chất lượng nước cho các đợt quan trắc năm 2023 với kết quả cho thấy, độ chênh lệch giữa kết quả thực đo và mô phỏng tương đối thấp về mặt chỉ tiêu BOD, DO, NH_4^+ , NO_3^- , và PO_4^{3-} , các chỉ tiêu NO_2^- và Total coliform cho độ lệch lớn hơn nhưng đối với môi trường nước có các phản ứng sinh hóa phức tạp thì đây là kết quả chấp nhận được. Với bộ thông số mô hình (hệ số khuếch tán AD, thông số chất lượng nước) mô hình có thể được sử dụng để mô phỏng chất lượng nước theo các kịch bản xả thải khác nhau và đánh giá diễn biến chất lượng nước trên toàn tuyến kênh.



Hình 3: So sánh giữa thực đo và mô phỏng chất lượng nước tại điểm Đầm Kênh Tây (Hiệu chỉnh)



Hình 4: So sánh giữa thực đo và mô phỏng chất lượng nước tại điểm Đầm Kênh Tây (Hiệu chỉnh)

Bảng 3: Bộ thông số MHIKE Ecolab được lựa chọn để hiệu chỉnh MHIKE 11

N01	Quá trình sinh hóa	Đơn vị	Giá Trị
1	BOD Processes: 1st order decay rate at 20 deg. celsius	per day	0.1
5	Oxygen processes: Maximum oxygen production, m2	per day	0.05
8	Oxygen processes: Temperature coefficient, respiration	dimensionless	1.08
10	Oxygen processes: Sediment Oxygen Demand per m2	per day	0.5

N01	Quá trình sinh hóa	Đơn vị	Giá Trị
13	Nitrification: 1st order decay rate at 20 deg. C	per day	0.05
14	Nitrification: 1st order decay rate at 20 deg. C	per day	1
17	Nitrification: Oxygen demand by nitrification, NH ₄ to NO ₂	O ₂ /g NH ₄ -N	3.42
20	Ammonia: Ratio of ammonium released by BOD decay	NH ₄ -N/g BOD	0.3
21	Ammonia processes: Amount of NH ₃ -N taken up by plants	g N/g DO	0.066
22	Ammonia processes: NH ₃ -N taken up by bacteria	g N/g DO	0.109
24	Nitrate processes: 1st order denitrification rate at 20 deg.	per day	0.1
25	Nitrate processes: temperature coefficient denitrification	dimensionless	1.16
26	Phosphorus processes: Phosphorus in dissolved BOD	g P/g BOD	0.06
27	Phosphorous processes: PO ₄ -P taken up by plants	g P/g DO	0.0091
36	Coliform: 1st order decay 20 deg. C, fresh, dark (fecal)	per day	0.2
37	Coliform: 1st order decay 20 deg. C, fresh, dark (total)	per day	0.3
No2	Quá trình khuếch tán	Đơn vị	Giá Trị
1	Hệ số khuếch tán AD	m ² /s	7

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ tài nguyên và môi trường, 2023, QCVN 08:2023/BTNMT, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt, Cục Kiểm soát ô nhiễm môi trường, Bộ tài nguyên và môi trường
- [2] J. Liang, Q. Yang, T. Sun, J. D. Martin, H. Sun, Lei Li, 2015, *MIKE II model-based water quality model as a tool for the evaluation of water quality management plans*, Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua (2015) 64 (6): 708–718. <https://doi.org/10.2166/aqua.2015.048>
- [3] Quách Thái Dương, *Ứng dụng mô hình chất lượng nước MIKE-ECOLAB mô phỏng chất lượng nước khu vực hạ lưu sông Sài Gòn -Đồng Nai theo các kịch bản biến đổi khí hậu*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn 2024, 759, 16-31; doi:10.36335/VNJHM.2024(759).16-31 <http://tapchikttv.vn>
- [4] Trần Hữu Thế, 2022, *Nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE II đánh giá chất lượng nguồn tiếp nhận nước thải từ khu công nghiệp ra sông Cấm Giàng, Hải Dương*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn 2022, 744(1), 67-80; doi:10.36335/VNJHM.2022(744(1)).67-80 <http://tapchikttv.vn>
- [5] DHI, *Practical Guideline for MIKE II Water Quality Model*, <https://www.mikepoweredbydhi.com/download/product-documenta>