

QUẢN LÝ AN TOÀN HỒ, ĐẬP VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SỐ TRONG KIỂM SOÁT CHẤT LƯỢNG NGUỒN NƯỚC PHỤC VỤ SẢN XUẤT, SINH HOẠT

ĐỒNG KIM HẠNH¹

Trường Đại học Thủy Lợi, dongkimhanh@tlu.edu.vn

Tóm tắt: Trong công tác quản lý an toàn đập, hồ chứa, vấn đề đảm bảo được chất lượng nguồn nước hồ luôn được quan tâm. Các hồ chứa ngoài nhiệm vụ chính là phục vụ nước tưới cho sản xuất thì nhiều hồ còn thêm cả nhiệm vụ cung cấp nước sinh hoạt cho các vùng lân cận. Sử dụng bài toán mô phỏng thông qua việc phân tích tương quan các chỉ số đo chất lượng nước để đưa ra những dự báo về sự phát triển tương quan giữa các thành phần gây ra ô nhiễm nguồn nước bởi vi sinh vật Coliform. Thông qua một số phân tích ban đầu để có định hướng nghiên cứu chuyên sâu về mô hình mô phỏng sử dụng mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) trong kiểm soát chất lượng nước.

Từ khoá: Chất lượng nước, Coliform, hồ Bà Râu, mạng nơ-ron nhân tạo.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo số liệu thống kê của Tổng cục Thủy lợi, cả nước ta có gần 7570 đập, hồ chứa đang vận hành khai thác với tổng dung tích hồ chứa khoảng 70,5 tỷ m³. Công tác đảm bảo an toàn trong quá trình vận hành đập, hồ chứa luôn được đặt lên hàng đầu, đặc biệt vào các mùa mưa lũ. Hàng năm, nhà nước đều cấp kinh phí để sửa chữa, nâng cấp, duy trì đảm bảo an toàn cho các hồ chứa bị hư hỏng, xuống cấp. Tuy nhiên, do số lượng hồ chứa bị hư hỏng và xuống cấp nhiều nên việc đảm bảo an toàn cho các hồ chứa vừa và nhỏ vẫn còn hạn chế. Việc chưa đảm bảo an toàn đập, hồ chứa ảnh hưởng đến công tác điều tiết, theo dõi, đánh giá chất lượng nước về hồ. Do tác động biến đổi khí hậu và nước biển dâng, lượng nước trong các sông giảm thấp cũng ảnh hưởng tới hoạt động của công trình thủy lợi. Mức nước tích trong các hồ chứa còn thấp, các hồ chứa lớn đạt khoảng 40% đến 70% so với mức thiết kế, các hồ chứa nhỏ chỉ ở mức 30% [1]. Bảo vệ nguồn nước là một trong những ưu tiên hàng đầu để phát triển bền vững. Các hồ chứa thủy điện ngoài nhiệm vụ phát điện đảm bảo cung cấp điện cho hệ thống điện quốc gia còn phối kết hợp với các hồ chứa thủy lợi cấp nước cho nhu cầu sử dụng nước sinh hoạt, nông nghiệp và sản xuất của nhân dân vùng hạ du trong mùa kiệt, góp phần giảm lũ cho hạ du trong mùa lũ.

Nguồn nước từ các hồ chứa hiện nay tương đối tốt, vẫn đủ cung cấp cho sinh hoạt và sản xuất. Tuy nhiên, nguồn nước này đang có nguy cơ ô nhiễm, chất lượng nước bị suy giảm. Theo báo cáo của sở Tài nguyên – Môi trường các tỉnh thì đều có 3 nguy cơ chính gây ô nhiễm các hồ chứa nước gồm: phát thải trong hoạt động sản xuất nông nghiệp; phát thải trong hoạt động sản xuất công nghiệp và chất thải sinh hoạt. Ngoài ra còn các nguyên nhân như nước mưa chảy tràn làm đục lòng hồ, khai thác cát đáy hồ làm xáo trộn lớp đáy hồ, tăng độ đục, khuếch tán các chất từ bùn đáy hồ vào nước,...

Đối với các hồ chứa cung cấp nước sinh hoạt thì vấn đề đảm bảo chất lượng nước là một yêu cầu cần quan tâm. Khi sử dụng nước, điểm dễ nhận ra về sự thay đổi chất lượng nước là mùi vị và màu sắc của nước cũng như nhờ việc đo đạc thường xuyên các chỉ số trong nước. Một trong những nguyên nhân gây ô nhiễm nguồn nước là do sự sản sinh quá mức của thực vật phù du, của vi sinh vật trong nước [3]. Bởi vậy nghiên cứu các yếu tố về thực vật phù du hay vi sinh vật để xác định chính xác hợp chất nào gây mùi, vị khác cho nước, gây ra sự ô nhiễm trong nguồn nước là một vấn đề vẫn được các nhà khoa học tiếp tục nghiên cứu.

Với ý tưởng để phát triển bền vững nguồn nước sử dụng cho sản xuất và sinh hoạt của các hồ chứa thủy lợi, tác giả sử dụng các kết quả đo đạc về chất lượng nước hồ chứa Bà Râu, huyện Thuận Bắc, tỉnh Ninh Thuận để phân tích, đánh giá chất lượng nước hồ và đề xuất cơ sở khoa học và giải pháp để dự báo, tìm cách cải thiện chất lượng nước hồ chứa.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trên cơ sở khảo sát các đặc điểm hiện trạng của hồ Bà Râu và sử dụng kết quả lấy mẫu nước tại hồ do Trung tâm quan trắc Tài nguyên và Môi trường Ninh Thuận thực hiện từ năm 2017 đến năm 2020 như bảng 1:

Bảng 1. Kết quả phân tích nước mặt hồ Bà Râu, huyện Thuận Bắc, tỉnh Ninh Thuận

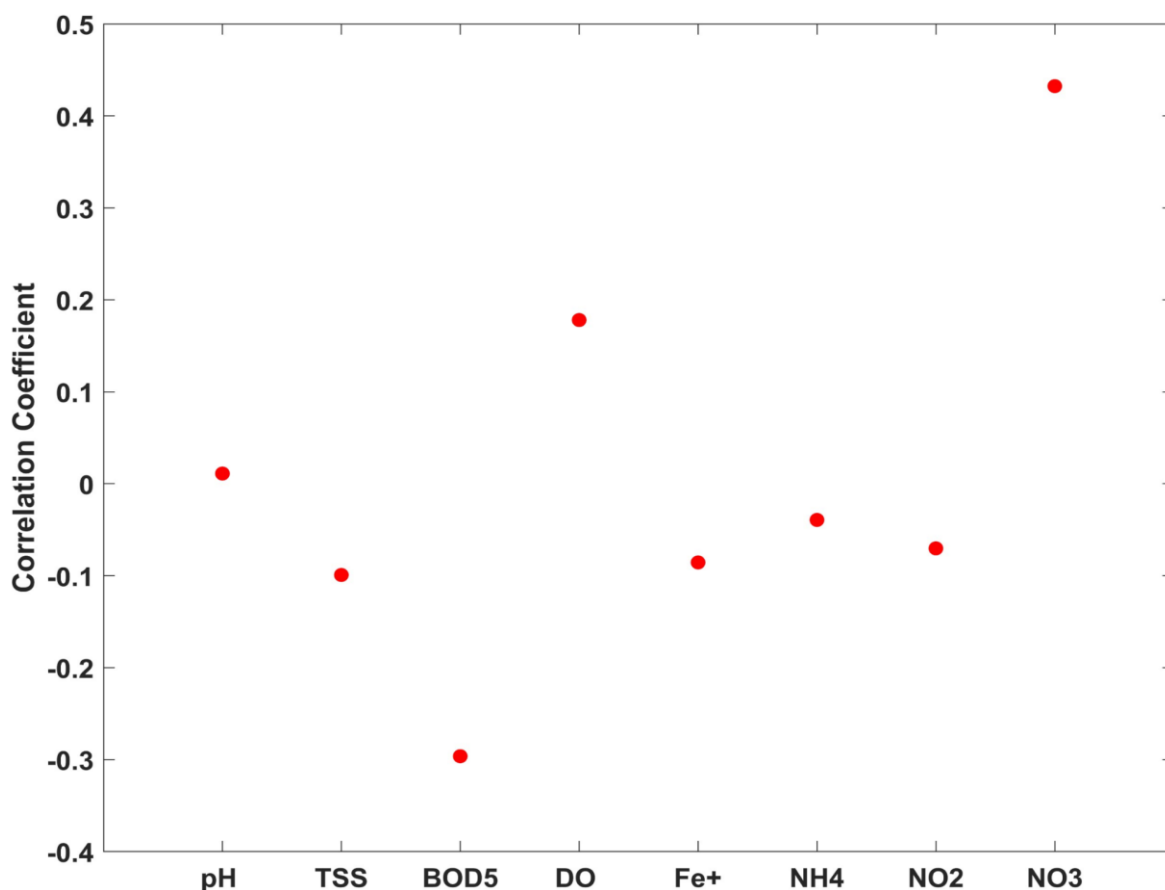
Thông số	Đơn vị	Kết quả phân tích											
		2017			2018			2019			2020		
		Tháng 3	Tháng 9	Tháng 12	Tháng 3	Tháng 9	Tháng 12	Tháng 3	Tháng 9	Tháng 12	Tháng 3	Tháng 9	Tháng 12
pH (*)	-	7	7	7.2	7.4	8.3	7.1	7.9	8	7.9	8.3	7.5	8.2
TSS (*)	mg/l	22	40	11	30	5,18	33.3	66.7	6.8	9.6	27.8	39.4	10
BOD ₅ (20 ⁰ C)*)	mg/l	16.4	10.7	4.7	2.8	28	4.9	6	6.1	4.5	5.4	6.6	1.5
DO(*)	mg/l	5.3	6.5	6.2	6.3	5.5	5.9	5.7	5.9	6.1	6.1	5.7	6.3

Fe (*)	mg/l	2.1	0.3	0.9	1.9	39.2	2.3	0.3	<0,2	0.5	0.6	1.1	0.9
N-NH ₄ ⁺ (LOQ =0,046mg/l)	mg/l	<0,0 3	0.03	KP H	0.07	0.06		<0,0 5	0.07	KP H	0.14	0.38	<0,0 5
N-NO ₂ ⁻ (*)	mg/l	0.02 4	<0,0 06	0.01	0.03 7	0.29 9	0.03 4	<0,0 06	KP H	0.01	<0,0 16	0.00 8	0.01 5
N-NO ₃ ⁻ (*) (LOQ =0,13)	mg/l	0.22	KP H	<0,2	0.39	0.38	0.24	0.21	,0,2	0.32	KP H	<0,2	0.51
ΣPhotpho LOQ=0,03)	mg/l	-	-	0.12	-	-							
P-PO ₄ ³⁻ (*) LOQ=0,02)	mg/l	-	-		-	-							
Coliform (*)	MPN /100 ml	23	93	240	230	930	24000	230	230	230	43	93	24000

Các chỉ tiêu được lựa chọn phân tích chất lượng nước hồ Bà Râu là: pH, TSS, BOD5, Fe, PO4³⁻, NO2⁻, NO3⁻, NH4⁺, DO, tổng lượng Photpho hữu cơ, Coliform... Thông qua các chỉ tiêu phân tích có thể phát hiện kịp thời và đánh giá đúng các chất gây ô nhiễm nguồn nước của hồ. So sánh theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng cấp nước cho sinh hoạt (QCVN 08-MT:2015/BTNMT) hầu hết các chỉ tiêu đều đạt yêu cầu. Tuy nhiên, có thông số về Coliform thì cần phải xem xét. Hàm lượng Coliform được cho phép là 5000MPN/100ml đối với nguồn nước A2 – là nguồn nước dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp hoặc các mục đích sử dụng như loại B1 và B2. Theo như bảng kết quả phân tích nước mặt trong 04 năm, tại Hồ Bà Râu – Huyện Thuận Bắc – Tỉnh Ninh Thuận ở dưới, có thể thấy hàm lượng Coliform trong nước vào tháng 12/2018 và tháng 12/2020 là rất cao, vượt ngưỡng cho phép gần 5 lần.

Vì khuẩn Coliform là một loại vi khuẩn gram âm kỵ khí, hình que và không có bào tử. Loại vi khuẩn này có thể tồn tại trong nhiều môi trường khác nhau như đất, nước (nước sinh hoạt, nước uống, nước nuôi trồng thủy sản), trong thức ăn và chất thải của động vật. Nó chính là thủ phạm gây nhiều bệnh nguy hiểm trên hệ tiêu hóa như tiêu chảy, mất nước dẫn tới suy thận, thậm chí là tử vong. Vì vậy, số lượng Coliform và E.coli trong nước có thể dùng để đánh giá mức độ ô nhiễm của nguồn nước. Đối với các hồ chứa, có nhiều giải pháp được nghiên cứu để giảm thiểu số lượng Coliform như khử trùng bằng ozon, tia cực tím hoặc clo hay biện pháp khoanh vùng bảo vệ vệ sinh [2]. Tuy nhiên nếu có thể xây dựng một mô hình dự báo sự ô nhiễm nguồn nước trước khi nó xảy ra sẽ mang lại việc chủ động trong quản lý an toàn nguồn nước, đặc biệt là nguồn nước hồ sử dụng cho sinh hoạt. Dựa vào nghiên cứu của bài toán mô phỏng [4] với các điều kiện biên khác nhau,

mà cụ thể ở đây là thông qua các chỉ số thực đo của hồ Bà Râu để xây dựng mô hình hồi quy để ước lượng hàm lượng Coliform có trong nguồn nước dựa trên những chỉ số chất lượng nước khác mà việc đo đạc những chỉ số đó có thể tự động hóa hay dễ dàng tiến hành bằng các thiết bị đo thông thường, chẳng hạn tổng chất rắn lơ lửng (TSS). Trong 11 chỉ số chất lượng nước được tiến hành khảo sát tại nguồn nước, hai chỉ số về tổng lượng Phospho và lượng Phosphat (PO_4^-) hòa tan hầu hết đều thấp hơn mức giới hạn định lượng (LOQ) sẽ không được đưa vào trong phân tích. Lượng Coliform trong nước sẽ được chọn là chỉ thị đầu ra của mô hình, và 8 đại lượng còn lại gồm độ pH, tổng chất rắn lơ lửng (TSS [mg/l]), Ôxy hòa tan (DO [mg/l]), chỉ số nhu cầu oxy sinh hóa (BOD_5 20°C [mg/l]), Sắt (Fe [mg/l]), Nitrit (NO_2^- [mg/l]), Nitrat (NO_3^- [mg/l]), và Amoni (NH_4^+ [mg/l]) sẽ là đầu vào của mô hình. Do kích thước dữ liệu khá bé (12 điểm) và số biến đầu vào lớn (8 biến), để tránh hiện tượng quá khớp (overfitting) có thể xảy ra khi sử dụng quá nhiều biến, trước hết, 8 chỉ số đầu vào trên sẽ được phân tích tương quan với chỉ số đầu ra Coliform để ước lượng. Kết quả phân tích tương quan giữa các biến đầu vào với hàm lượng Coliform trong nước được thể hiện như Hình 1.

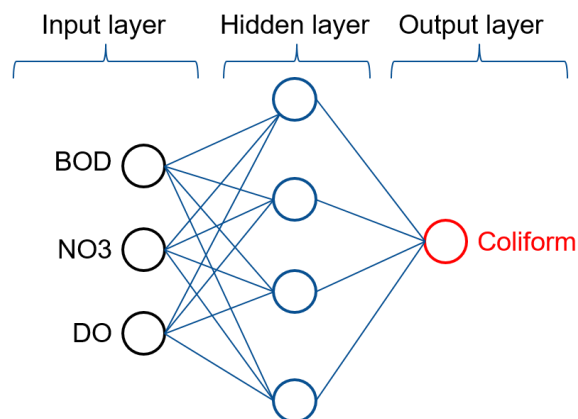


Hình 1. Hệ số tương quan giữa hàm lượng Coliform với các chỉ số chất lượng nước khác

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Từ Hình 1 mô phỏng tương quan có thể thấy rằng các chỉ số như pH, TSS, Fe, NH₄, NO₂ có tương quan khá thấp đối với lượng Coliform. Trong khi đó, hàm lượng NO₃ trong nước có tương quan lớn nhất đối với Coliform, và BOD và DO cho hệ số tương quan xấp xỉ nhau nhưng lại nghịch đảo đối với nhau. Chính vì vậy trong nghiên cứu này 4 chỉ số được chọn làm tham số đầu vào cho mô hình ước lượng Coliform sẽ gồm 3 chỉ số cho hệ số tương quan cao nhất là BOD, DO, và NO₃.

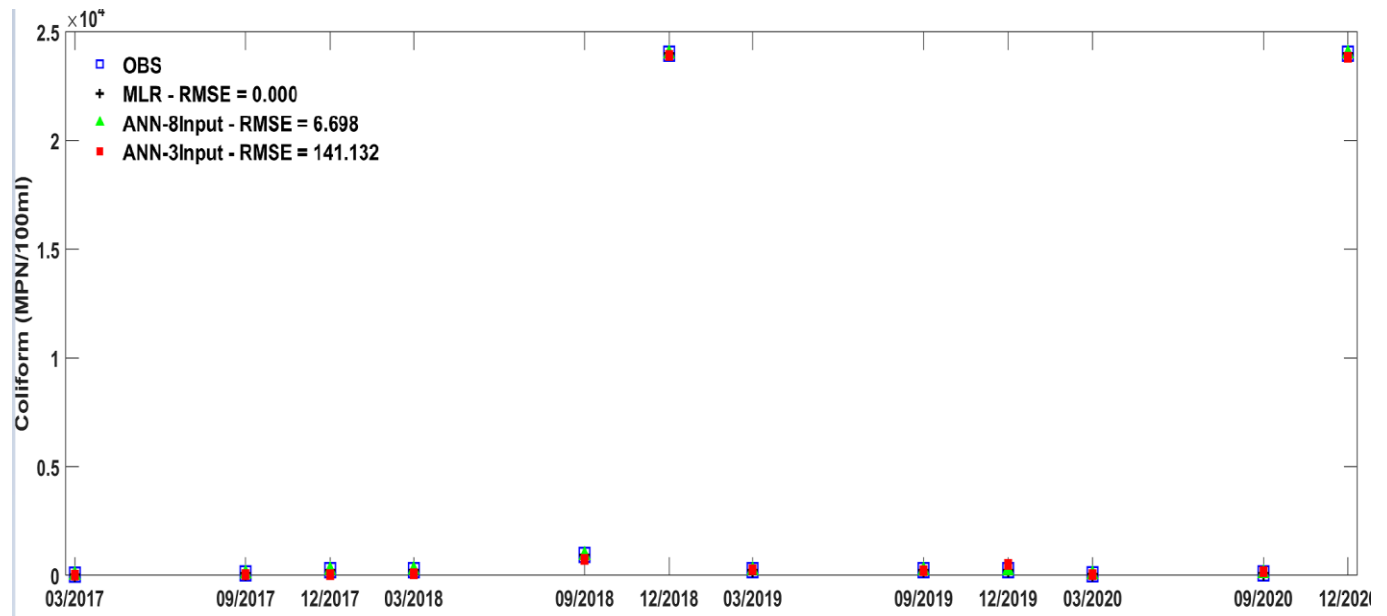
Để đánh giá sự tương quan phi tuyến giữa hàm lượng Coliform với những thông số chất lượng nước khác, ở đây, ta ứng dụng mạng nơ-ron nhân tạo (Artificial Neural Network – ANN) cho việc phân tích. Sở dĩ mô hình ANN được chọn vì tương tự với nhiều nhà nghiên cứu trước đây đã cho thấy mô hình ANN với thuật toán lan truyền ngược đã cho kết quả tốt hơn so với phương pháp hồi quy đa biến, và phương pháp này cũng đã được áp dụng tương tự với những bài toán về chất lượng nước trong đập hoặc hồ chứa [4], [5]. Trong nghiên cứu này, mô hình mạng nơ-ron ba lớp như trong Hình 2 đã được thiết lập để tiến hành phân tích cho hàm lượng Coliform trong nguồn nước từ hồ chứa. Hệ thống mạng ANN cuối cùng được chọn sẽ có 3 nút ở lớp đầu vào, 4 nút ở lớp ẩn, và một nút ở lớp đầu ra.



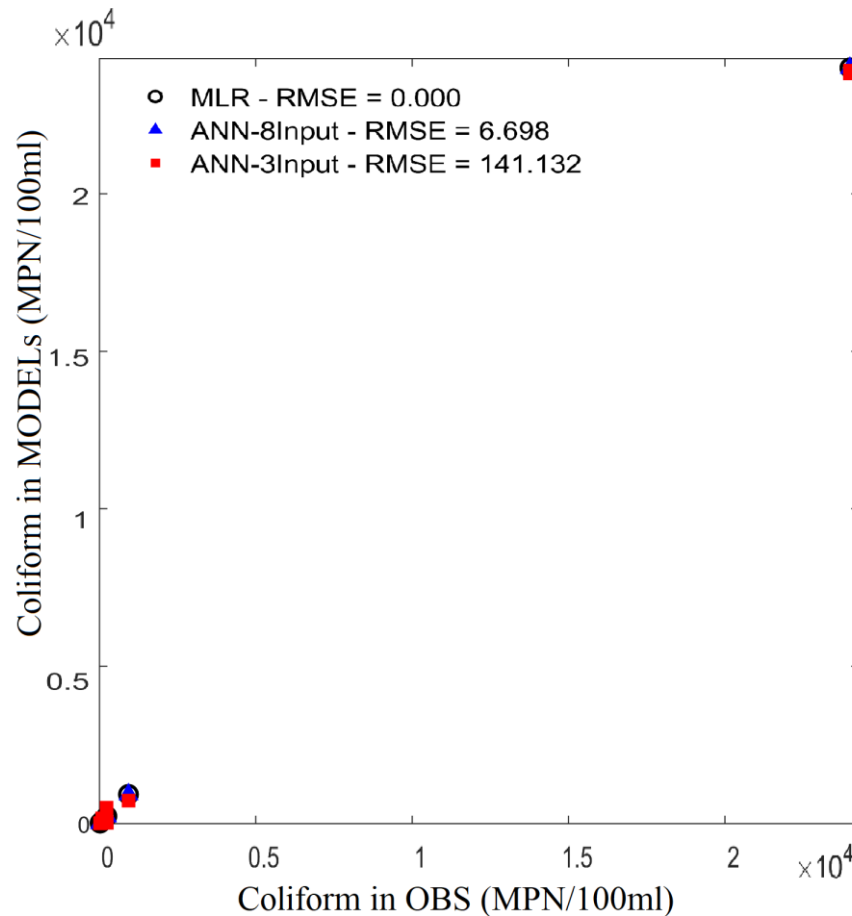
Hình 2. Mô hình mạng nơ-ron (ANN) được sử dụng

Việc chuẩn hóa theo mô hình mạng ANN đòi hỏi nguồn số liệu quan trắc phải đủ lớn. Tuy nhiên, với ý tưởng sử dụng mô hình số trong dự báo chất lượng nước hồ dùng trong sinh hoạt, hoặc với các yêu cầu thấp hơn dùng cho sản xuất tác giả đã chạy thử mô hình với số lượng các điểm quan sát của các chỉ số nhằm mang đến bức tranh tổng quan về giải pháp mới. Do bộ số liệu ít và số lượng biến đầu vào khá lớn (8 biến) nên mô hình hồi quy đa biến thể hiện rất tốt (cho dù điều này khó khẳng định vì thiếu dữ liệu để kiểm

chúng). Trong khi mô hình ANN với số biến đầu vào khác nhau cũng cho kết quả rất tốt. Và tất nhiên khi số biến đầu vào càng nhiều, sự phù hợp giữa mô hình và kết quả thực đo tăng lên. Kết quả được thể hiện trên Hình 3, 4 dưới đây.



Hình 3: Lịch sử chất lượng nước tại hồ Bà Râu theo hàm lượng Coliform (OBS), kết quả từ mô hình hồi quy đa biến-8 biến đầu vào (MLR), mô hình ANN với 8 biến đầu vào (ANN-8Input) và mô hình ANN 3 biến đầu vào (ANN-3Input). Và tương ứng với đó là sai số quân phương (RMSE).



Hình 4. So sánh giữa hàm lượng Coliform quan trắc tại hồ với kết quả thu được từ mô hình hồi quy đa biến (MLR), mô hình ANN với 8 biến đầu vào (ANN-8Input) và mô hình ANN với 3 biến đầu vào (ANN-3Input).

IV.KẾT LUẬN

Việc quản lý an toàn đập hồ chứa gắn liền với quản lý và kiểm soát tốt chất lượng nguồn nước từ hồ chứa. Trong những nghiên cứu sơ bộ này, với bộ số liệu hạn chế, bài báo đã gợi mở một phương pháp mới trong dự báo về sự ô nhiễm của nước trong hồ chứa, phân tích mối tương quan và đưa ra sự ảnh hưởng của các chỉ số đo thành phần chất chứa trong nước, chất nào ảnh hưởng nhiều, chất nào ảnh hưởng ít đến chất lượng nước của hồ chứa. Theo kết quả sử dụng mô hình ANN với số biến đầu vào khác nhau thì số biến càng lớn thì kết quả càng rõ nét. Và ở đây, ta thiếu một chuỗi dữ liệu đủ dài để kiểm chứng thêm. Vì vậy, trong nghiên cứu tiếp theo tác giả sẽ tiếp tục áp dụng phương pháp đã trình bày trên đây cho chuỗi dữ liệu dài hơn, cũng như cho phạm vi rộng hơn (của một vùng).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ NN&PTNT – Tổng cục Thủy lợi, Hệ thống thông tin phục vụ chỉ đạo, điều hành hệ thống thủy lợi toàn quốc, <http://httl.thuylvietnam.vn>
- [2]. Chi cục Tiêu chuẩn-Đo lường-Chất lượng Quảng Bình, Đánh giá tổng hợp chất lượng nước và giải pháp bảo vệ nguồn nước hồ Phú Vinh, Đề tài cấp Tỉnh, 2016.
- [3]. Phùng Thị Xuân Bình, Lê Thị Phương Quỳnh, Phạm Thị Mai Hương, Bước đầu khảo sát mật độ vi sinh vật trong nước sinh hoạt tại một số quận huyện trên địa bàn thành phố Hà Nội, Tạp chí Khoa học và công nghệ, Số 55, 2019.
- [4]. Duong Hai THUAN, Makoto UMEDA, Masahiko MATSUKAWA, and Hitoshi TANAKA, Prediction model of taste-and-odor events Kamafusa Reservoir, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser, B1 (Hydraulic Engineering), Vol. 68, No. 4, I_289-I_294, 2012.
- [5]. Recknagel, F, ANNA – Artificial Neural Network model for predicting species abundance and succession of blue-green algae, Hydrobiologia, Vol.349, pp.47-57, 1997.

SAFETY MANAGEMENT OF WATER RESOURCE AND CONTROL QUALITY OF MANUFACTURING WATER, DRINKING WATER BY PREDICTION MODEL

Abstract: Safety management of reservoirs, the issue of ensuring quality water is concerned. Water is not only produced for manufacturing, but also for drinking. Artificial neural network (ANN) is applied to a predictive model for the intermittent occurrence of pollution problem in the source of drinking water in Ba Rau Reservoir, Vietnam. The model examined in this paper is capable of forecasting of Coliform' development. Thus the model can be used as a decision-making tool for reservoir management office in measuring and treating the quality of water.

Key words: Water quality, Coliform, Ba Rau Reservoir, ANN