

Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>

Measurement and automatic monitoring insulation resistance of AC/DC mixed unearthed networks



Hoang Huy Vuong^{1,*}, Minh Ngoc Pham¹, Tan Duy Ngo²

¹ Institute of Information Technology - VAST, Hanoi, Vietnam

² Space Technology Institute - VAST, Hanoi, Vietnam

ARTICLE INFO

Article history:

Received 08th Mar. 2022

Revised 19th Jun. 2022

Accepted 21st July 2022

Keywords:

Ammonia in aquaculture,
Aquatic water environment
monitoring system,
Internet of Things.

ABSTRACT

Marine industry is one of the strong sectors bringing great economic benefits in the world and especially in Vietnam. However, the control of marine aquatic environment is always a complicated problem in both solutions and implementation. Currently, monitoring systems are capable of measuring most of the indicators but still face many difficulties with special indicators such as NH_3 , H_2S , which need to integrate many specialized equipment applications, complex measurement procedures, or waiting for results from a laboratory. Therefore, the implementation is hindered and increases the investment cost. In this article, the authors apply an indirect measurement method to determine the rate of ammonia (NH_3) for an automatic monitoring system of the aquatic environment. The monitoring system will monitor the basic water indicators in the National technical regulation on aquaculture water including temperature, salinity, pH, and based on that to calculate and determine the distribution rate of NH_3 - factor major cause of losses in the marine products industry. The application of this indirect measurement method aims to directly assess the fluctuation of the Ammonia NH_3 index and contribute to the reduction of aquatic environmental monitoring models.

Copyright © 2022 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

E - mail: hoangtdhk54@gmail.com

DOI: 10.46326/JMES.2022.63 (4).10



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>

Ứng dụng phương pháp gián tiếp xác định tỷ lệ amoniac (NH_3) trong hệ thống giám sát môi trường nước thủy sản

Vương Huy Hoàng¹, Phạm Ngọc Minh¹, Ngô Duy Tân²

¹ Viện Công nghệ thông tin - VAST, Hà Nội, Việt Nam

² Viện Công nghệ vũ trụ - VAST, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 08/3/2022

Sửa xong 19/6/2022

Chấp nhận đăng 21/7/2022

Từ khóa:

Ammonia trong nuôi trồng thủy sản, Hệ thống giám sát môi trường nước thủy sản, Internet vạn vật.

TÓM TẮT

Sản xuất thủy sản là một trong những lĩnh vực thế mạnh mang lại nguồn lợi kinh tế lớn trên thế giới và đặc biệt ở Việt Nam. Tuy nhiên, việc kiểm soát được môi trường nước thủy sản luôn là một bài toán phức tạp trên cả hai mặt giải pháp và triển khai. Các hệ thống giám sát hiện nay đều có khả năng đo đạc được với đa phần các chỉ số nhưng vẫn gặp nhiều khó khăn với các chỉ số đặc biệt như NH_3 , H_2S khi tích hợp nhiều thiết bị chuyên dụng, quy trình đo phức tạp hoặc chờ đợi kết quả từ phòng thí nghiệm. Do đó, việc triển khai gặp trở ngại và làm tăng chi phí đầu tư. Trong khuôn khổ bài viết này, nhóm tác giả đưa vào ứng dụng một phương pháp đo gián tiếp để xác định tỷ lệ amoniac (NH_3) cho một hệ thống giám sát tự động môi trường nước thủy sản. Hệ thống giám sát sẽ theo dõi các chỉ số nước cơ bản trong quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước nuôi thủy sản bao gồm: nhiệt độ, độ mặn, pH và dựa vào đó để tính toán xác định tỷ lệ NH_3 - yếu tố chính gây ra thiệt hại trong ngành thủy sản hiện nay. Việc ứng dụng phương pháp đo gián tiếp này nhằm đánh giá trực tiếp biến động của chỉ số amoniac NH_3 và góp phần giảm nhẹ đối với các mô hình quan trắc môi trường nước nuôi trồng thủy sản.

© 2022 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Theo Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp của Liên hợp quốc (FAO), khoảng 75% nguồn thủy sản trên thế giới bị khai thác quá mức do việc đánh bắt tự nhiên, điều này có thể dẫn đến sự cạn kiệt hoàn toàn các kho dự trữ hiện tại vào năm 2048 (Bộ Thủy sản, 2001). Điều đó có nghĩa là trong những

năm tới, Việt Nam sẽ cần sản xuất thêm hàng triệu tấn thủy sản nuôi để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng. Tuy nhiên, với thực trạng việc canh tác công nghiệp đang chủ yếu dựa theo phương pháp truyền thống, phần lớn mới chỉ quan tâm tới xây dựng các ao, hồ, mở rộng diện tích và tận dụng khu vực ngập mặn. Do đó một thực tế trong nuôi trồng thủy sản của chúng ta là không hiệu quả, dễ bị bệnh tật và gây tổn hại đến môi trường. Điều đó đòi hỏi các phương pháp canh tác cũ nuôi trong môi trường hoang dã, phụ thuộc vào tự nhiên, giám sát môi trường nước một cách thủ công phải được nhanh

* Tác giả liên hệ

E - mail: hoangtdhk54@gmail.com

DOI: 10.46326/JMES.2022.63 (4).10

chống thay thế bằng các phương pháp và công nghệ hiệu quả hơn. Bài báo sẽ đi sâu vào lĩnh vực giám sát môi trường, một trong những yếu tố quan trọng nhất giúp mở rộng quy mô sản xuất và giảm thiểu được các vấn đề rủi ro gặp phải.

Trên thế giới, các hệ thống quan trắc môi trường nước thủy sản áp dụng công nghệ kết nối vạn vật - Internet of Things (IoT) để theo dõi khu vực nuôi với diện tích lớn. Mạng cảm biến không dây, hạ tầng máy chủ, phần mềm và internet để lưu trữ, phân tích và cảnh báo sớm các biến động của môi trường nhằm giảm thiểu rủi ro và nâng cao hiệu quả.

Ở Việt Nam, mặc dù sản xuất thủy sản là ngành mũi nhọn song việc áp dụng các hệ thống quan trắc hoặc giám sát chất lượng nước nuôi mới chỉ được các công ty hay doanh nghiệp lớn áp dụng. Đối với các hộ nuôi cá thể, hợp tác xã hay các doanh nghiệp nhỏ chiếm tỉ lệ lớn trong nước thì chủ yếu dựa vào kinh nghiệm hoặc tập huấn kỹ thuật. Việc giám sát môi trường nước nuôi được thực hiện chủ yếu bằng việc quan sát thủ công, cảm tính (dựa theo thời tiết, sự thay đổi màu sắc của nước,...) hoặc lấy mẫu nước định kỳ khiến cho hầu hết người đầu tư vào ngành này đều gặp thiệt hại do không kiểm soát chặt chẽ được môi trường nước nuôi.

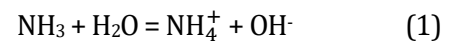
Trong khuôn khổ bài báo này một quy chuẩn mẫu được đưa ra nhằm đánh giá các chỉ số quan trọng trong lĩnh vực nuôi tôm nói riêng và thủy sản nói chung. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước cấp và nước ao nuôi tôm quy định trong QCVN02-19:2014/BNNPTNT (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2014) và Bảng 1 đã

Bảng 1. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước nuôi tôm Sú và tôm Chân trắng.

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị cho phép
1	Oxy hòa tan (DO)	mg/l	3÷3,5
2	pH		7 - 9 (dao động trong ngày không quá 0,5)
3	Độ mặn	‰	5÷35
4	Độ kiềm	mg/l	60÷180
5	Độ trong	cm	20÷50
6	NH ₃	mg/l	<0,3
7	H ₂ S	mg/l	< 0,05
8	Nhiệt độ	°C	18÷33

đưa ra các thông số và giá trị nhằm cho phép đối chiếu và theo dõi biến động của môi trường nước.

Trong các thông số đo được quy định thì chỉ số amoniac (NH₃) là yếu tố rất quan trọng ảnh hưởng lớn đến tỷ lệ sống, sinh trưởng không chỉ đối với con tôm nói riêng mà còn với các loài thủy sản khác nói chung được người nuôi rất quan tâm. Amoniac là loại khí rất độc trong nuôi trồng thủy sản. Việc đo trực tiếp amoniac thường không khả thi do đó các kết quả đo thường là tổng nồng độ amoni-nitơ (TAN) bao gồm amoniac không ion hóa (NH₃) và ion amoni (NH₄⁺) - loại ion không độc hại cho các loài tôm, cá (Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Ninh Thuận, 2018). Trong môi trường nước, NH₃ tồn tại ở trạng hợp nhất của ion amoni và ion hydroxit:



Trạng thái cân bằng phản ứng phụ thuộc vào pH, nhiệt độ và độ mặn của dung dịch. Do đó, nếu các thông số đó được xác định cùng với tổng nồng độ amoni thì nồng độ amoniac không ion hóa (NH₃) có thể được tính toán.

Trên thực tế, việc kiểm soát các thông số là hoàn toàn có thể sử dụng các thiết bị, máy móc và hóa chất để đánh giá. Tuy nhiên, việc tích hợp để kiểm soát tất cả các chỉ số vào chung một hệ thống thường gặp phải các vấn đề khó khăn như:

- Hệ thống trở nên cồng kềnh phức tạp, khó vận hành, bảo trì và bảo dưỡng với từng bộ phận.
- Việc hiệu chỉnh các thiết bị đo và phân tích thường xuyên đòi hỏi am hiểu chuyên môn, đặc biệt với NH₃, H₂S khó để đo đạc trực tiếp.
- Mức đầu tư một hệ thống đầy đủ (Hình 1) là rất lớn bởi hệ thống triển khai thực tế cần đảm bảo nhiều yếu tố như: đáp ứng điều kiện hoạt động ngoài môi trường, thuận tiện trong vận hành và sử dụng, khả năng thay thế sửa chữa.



Hình 1. Hệ thống giám sát chất lượng nước thủy sản của Campbell Scientific tại California, Hoa Kỳ.



Hình 2. Một số mô hình giám sát môi trường nước thủy sản.

Đối mặt với thách thức và yêu cầu đặt ra việc xây dựng một hệ thống giám sát môi trường nước thủy sản trở nên khó khăn hơn. Trong nước, đa phần các hệ thống chỉ giám sát được các chỉ số cơ bản như nhiệt độ, pH, ORP, EC, DO (Hình 2). Với các chỉ số như NH₃ hay H₂S thông thường sẽ được lấy mẫu và đo đạc tại phòng thí nghiệm.

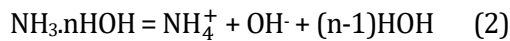
Để đánh giá cụ thể nhóm nghiên cứu đã phát triển một mô hình giám sát tự động và ứng dụng phương pháp đo gián tiếp dựa trên các chỉ số cơ bản để tính toán tỷ lệ amoniac (NH₃) nhằm đánh giá trực tiếp, kịp thời về sự biến động của NH₃ trong môi trường nước thủy sản.

2. Ứng dụng phương pháp đo gián tiếp xác định tỷ lệ amoniac NH₃ trong nước

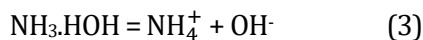
Bài báo sử dụng các nghiên cứu của Bower và Bidwell (1978); Emerson và nnk. (2011); Franklin và Edward (2019).

2.1. Biểu thức xác định tỷ lệ amoniac không ion hóa NH₃ trong nước ngọt

Cân bằng hóa học được sử dụng:



Đơn giản hóa phương trình:



Thể cân bằng không đổi:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3.\text{HOH}]} \quad (4)$$

$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_a K_b$ - hằng số cân bằng nước.
 K_a, K_b - hằng số axit, bazơ.

Thay vào (4):

$$\frac{K_w}{K_a} = \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3.\text{HOH}]} \frac{K_w}{[\text{H}^+]}$$

$$\Leftrightarrow K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{NH}_3.\text{HOH}]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$\Leftrightarrow -\log K_a = -\log[\text{H}^+] - \log \frac{[\text{NH}_3.\text{HOH}]}{[\text{NH}_4^+]} \quad (5)$$

Ta có:

$$-\log[\text{H}^+] = \text{pH}$$

$$-\log K_a = \text{p}K_a$$

Thay vào (5):

$$\Leftrightarrow \text{p}K_a = \text{pH} + \log \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3.\text{HOH}]}$$

$$\Leftrightarrow 10^{(\text{p}K_a - \text{pH})} = \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3.\text{HOH}]}$$

$$\Leftrightarrow 10^{(\text{p}K_a - \text{pH})} + 1 = \frac{[\text{NH}_4^+] + [\text{NH}_3.\text{HOH}]}{[\text{NH}_3.\text{HOH}]}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{10^{(\text{p}K_a - \text{pH})} + 1} = \frac{[\text{NH}_3.\text{HOH}]}{[\text{NH}_4^+] + [\text{NH}_3.\text{HOH}]} \quad (6)$$

Trong đó:

$[\text{NH}_3.\text{HOH}]$ - nồng độ amoniac không ion hóa, mol/l.

$[\text{NH}_4^+] + [\text{NH}_3.\text{HOH}]$ - tổng nồng độ amoni-nitơ (TAN), mol/l.

Biểu thức tính tỷ lệ amoniac không ion hóa (NH₃) được xác định (Emerson và nnk., 1975):

$$f = \frac{1}{10^{(\text{p}K_a - \text{pH})} + 1} \quad (7)$$

Biểu thức toán học được thiết lập dựa trên kết quả thực nghiệm liên quan các hằng số cân bằng và nhiệt độ. Trong phạm vi nhiệt độ 0÷50°C và phạm vi pH 6,0÷10,0:

$$\text{p}K_a = 0,0901821 + 2729,92/T_k \quad (8)$$

Trong đó:

T_k - nhiệt độ Kelvin, $T_k = ^\circ\text{C} + 273,2$.

Đơn vị:

$$f = \frac{[\text{NH}_3.\text{HOH}]}{[\text{NH}_4^+] + [\text{NH}_3.\text{HOH}]} \quad (9)$$

$$= \frac{\text{Amoni ac không ion hóa (mol/l)}}{\text{Amoni ion (mol/l)}} + (\text{mol/l})$$

Do đó, biểu thức f xác định tỷ lệ mol của NH_3 .

2.2. Biểu thức xác định tỷ lệ amoniac không ion hóa NH_3 trong nước lợ và nước mặn

Biểu thức vẫn được xác lập với mẫu nước mặn trong phạm vi 5÷35‰, dải nhiệt độ 5÷35°C.

$$pK_{a,s} = 0,0901821 + 2729,92/T_k + (0,1552 - 0,000314T_c) * (19,973S / (1000 - 1,2005S)) \quad (10)$$

Trong đó:

T_k - nhiệt độ Kelvin (K), $T_k = T_c + 273,2$;

T_c - nhiệt độ (°C);

S - độ mặn (‰).

Biểu thức tính tỷ lệ amoniac không ion hóa (NH_3) với nước mặn được xác định (Emerson và nnk., 1975):

$$f_s = \frac{1}{10^{(pK_{a,s} - pH)} + 1} \quad (11)$$

Biểu thức f_s xác định tỷ lệ mol của NH_3 .

2.3. Mối quan hệ giữa tỷ lệ và nồng độ amoniac NH_3

Các kết quả từ phòng thí nghiệm để phân tích amoniac (NH_3) thông thường dựa trên tổng TAN và được biểu diễn:

$$[\text{NH}_3 - \text{N}]_t = [\text{NH}_3 \cdot \text{HOH} - \text{N}] + [\text{NH}_4^+ - \text{N}], \text{ (mg/l)} \quad (12)$$

Tuy nhiên, dựa trên các tiêu chuẩn quốc tế cũng như tiêu chuẩn kỹ thuật Việt Nam thì để đánh giá đúng nồng độ amoniac mg/l, khi không thông qua tổng TAN, thì một tính toán chuyển đổi dựa vào khối lượng nguyên tử:

$$[\text{NH}_3 - \text{N}]_t f (17/14) = [\text{NH}_3], \text{ (mg/l)} \quad (13)$$

Mô hình trạm đo mặt nước được đưa vào thử nghiệm tại hồ Dạ Dày thuộc Viện Hàn lâm KH-CN Việt Nam (Hình 3).

Kết quả thử nghiệm 1: Với mẫu nước ngọt: nhiệt độ $T_c = 18,5^\circ\text{C}$; pH = 8,3, tổng nồng độ TAN, $[\text{NH}_3 - \text{N}]_t = 2,20 \text{ mg/l}$.

Từ biểu thức (7) xác định được $f = 0,0663$, tức chiếm 6,63% trên tổng TAN. Do đó, nồng độ NH_3 được xác định:

$$[\text{NH}_3] = 2,20 * 0,0663 * (17/14) = 0,18 \text{ mg/l}$$

Kết quả thử nghiệm 2: Với mẫu nước mặn: độ mặn $S = 20\text{‰}$ với cùng điều kiện nhiệt độ, pH và tổng nồng độ TAN.



Hình 3. Thử nghiệm tại hồ nước ngọt.

Từ biểu thức (11) xác định được $f = 0,0581$, tức chiếm 5,81% trên tổng TAN. Do đó, nồng độ NH_3 được xác định:

$$[\text{NH}_3] = 2,20 * 0,0581 * (17/14) = 0,15 \text{ mg/l}$$

2.4. Thảo luận

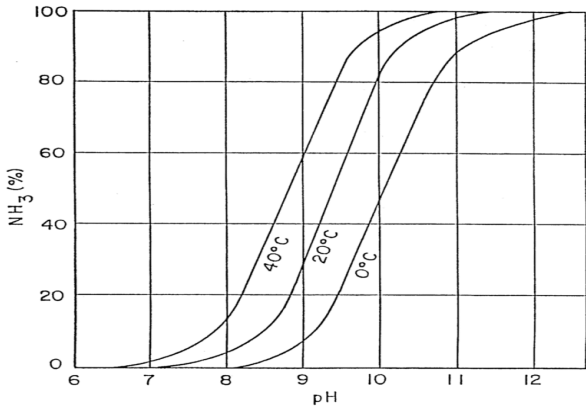
Từ các kết quả phân tích và tính toán, có thể đưa ra một số nhận xét sau:

- Xét trên phương trình cân bằng hóa học (12), nếu các kết quả đo đặc thông thường chỉ đưa ra tổng nồng độ TAN thì chưa đủ để đánh giá nồng độ amoniac (NH_3) trong môi trường nước khi còn lẫn cả ion NH_4^+ (không gây hại trong thủy sản).

- Từ biểu thức (13) cho thấy nồng độ amoniac (NH_3) tỷ lệ thuận với hàm f hay phụ thuộc vào tỷ lệ phần trăm NH_3 chiếm trên tổng nồng độ TAN của dung dịch.

- Từ các biểu thức (7) và (11) cho thấy tỷ lệ amoniac NH_3 phụ thuộc vào nhiệt độ, pH và độ mặn của môi trường nước. Trên thực tế trong môi trường nước thủy sản thì độ mặn thường được khống chế tại một giá trị cố định do nguồn nước cấp đầu vào. Do đó, hai yếu tố chính ảnh hưởng tới tỷ lệ amoniac NH_3 là nhiệt độ và pH. Các chỉ số này thay đổi do yếu tố thời tiết, thức ăn, sinh phẩm, quá trình sinh trưởng vật nuôi,...

Một kết quả thực nghiệm được thực hiện bởi Boyd, E.C. đưa ra để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ và pH trong ao nuôi thủy sản nước ngọt (Boyd và Lichtkopler, 1979).



Hình 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ và pH đến sự phân bố NH₃ trong nước.

Nhận xét: Từ kết quả thực nghiệm cho thấy tỷ lệ NH₃ trong môi trường nước có xu hướng tăng lên khi nhiệt độ hoặc pH tăng (Hình 4) và (Bảng 2).

Giới hạn áp dụng thông qua thực nghiệm: nếu giá trị phần trăm của NH₃ nằm trong khoảng tăng của pH và nhiệt độ xem tại Bảng 2 thì giá trị này có thể được tính bởi biểu thức (7) và (11). Tuy nhiên, nếu dải nhiệt độ nằm ngoài phạm vi (dưới 0°C hoặc trên 50°C) thì việc nội suy giá trị NH₃ không nên thực hiện bởi các biểu thức này (Emerson và nnk., 1975).

Thực tế đối với môi trường nước thủy sản có kiểm soát luôn nằm trong giới hạn tại Bảng 2. Các yếu tố chính ảnh hưởng tới nhiệt độ và pH gồm:

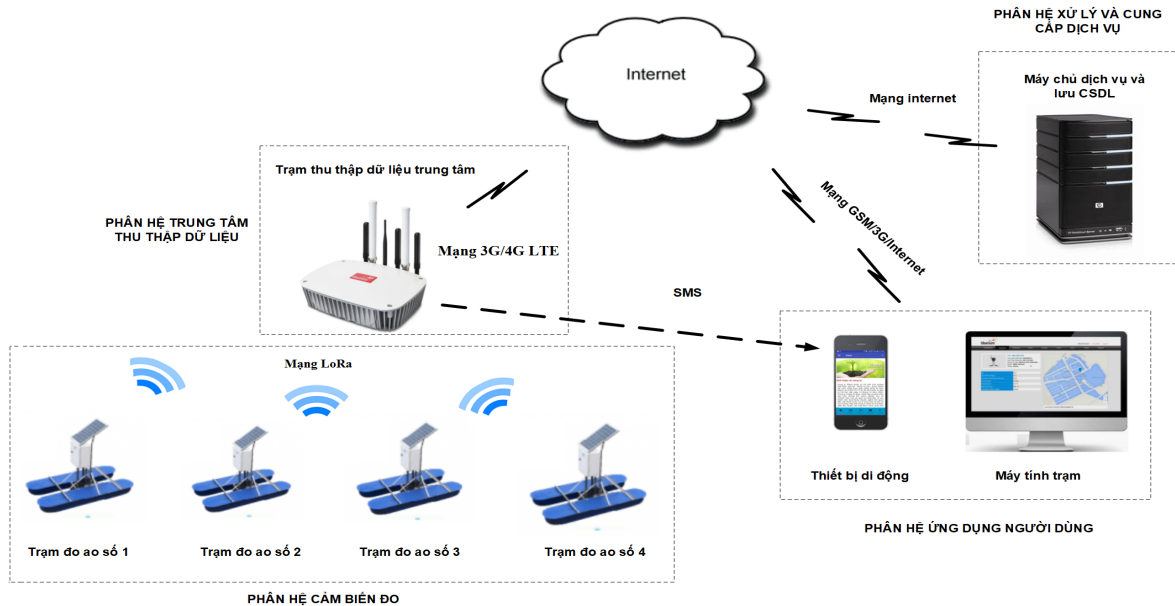
- Đối với các ao nuôi bán hoang dã tính chất đất nền gây ảnh hưởng lớn.

- Tảo và các vi sinh vật không thể thiếu trong các ao thủy sản làm biến động pH lớn khoảng 8.8÷9.1 nhất là vào buổi chiều.

- Thời tiết và khí hậu: mùa mưa kéo dài làm pH ao xuống thấp (ao ngoài trời).

Bảng 2. Phần trăm NH₃ trên tổng TAN trong ao nuôi với nhiệt độ 8 - 32°C và pH từ 6÷10,2.

pH	Nhiệt độ						
	8	12	16	20	24	28	32
6,0	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
6,5	0,05	0,07	0,09	0,13	0,17	0,22	0,27
7,0	0,16	0,22	0,29	0,40	0,53	0,70	1,01
8,0	1,6	2,1	2,9	3,8	5,0	6,6	8,8
8,2	2,5	3,3	4,5	5,9	7,7	10,0	13,2
8,4	3,9	5,2	6,9	9,1	11,6	15,0	19,5
8,6	6,0	7,9	10,6	13,7	17,3	21,8	27,7
8,8	9,2	12,0	15,8	20,1	24,9	30,7	37,8
9,0	13,8	17,8	22,9	28,5	34,4	41,2	49,0
9,2	20,4	25,8	32,0	38,7	45,4	52,6	60,4
9,4	30,0	35,5	42,7	50,0	56,9	63,8	70,7
9,6	39,2	46,5	54,1	61,3	67,6	73,6	79,3
9,8	50,5	58,1	65,2	71,5	76,8	81,6	85,8
10,0	61,7	68,5	74,8	79,9	84,0	87,5	90,6
10,2	71,9	77,5	82,4	86,3	89,3	91,8	93,8



Hình 5. Phát triển mô hình giám sát môi trường nước thủy sản dựa trên nền tảng Internet of Things.

- Chế độ cho ăn, vệ sinh ao và sử dụng sinh phẩm.

Do đó, để giảm tỷ lệ NH₃ (hay nồng độ NH₃) cần có biện pháp giảm nhiệt độ hoặc pH của môi trường nước nuôi.

Ngoài ra, để lấy được các chỉ số của môi trường đối với các hệ thống quan trắc trực tiếp cũng còn phụ thuộc vào các yếu tố như: cách đo, vị trí đo, điều kiện thời tiết từng vùng,... Tuy nhiên, các hệ thống quan trắc có thể sử dụng phương pháp đo gián tiếp này để đánh giá một cách nhanh chóng khả năng biến động của nồng độ amoniac (NH₃) trong nước và hỗ trợ người nuôi đưa ra quyết định can thiệp thông qua hai chỉ số là nhiệt độ và pH. Một mô hình hệ giám sát chất lượng nước thủy sản áp dụng phương pháp gián tiếp xác định tỉ lệ amoniac (NH₃) đã được đưa vào triển khai (Hình 5).

3. Hệ thống giám sát môi trường nước nuôi thủy sản dựa trên nền tảng Internet of Things (IoT)

3.1. Trạm giám sát tự động

Thiết kế của một trạm giám sát trên mặt nước được thiết kế như Hình 6, các chỉ số môi trường nước ao nuôi được đặt nổi trên mặt nước.

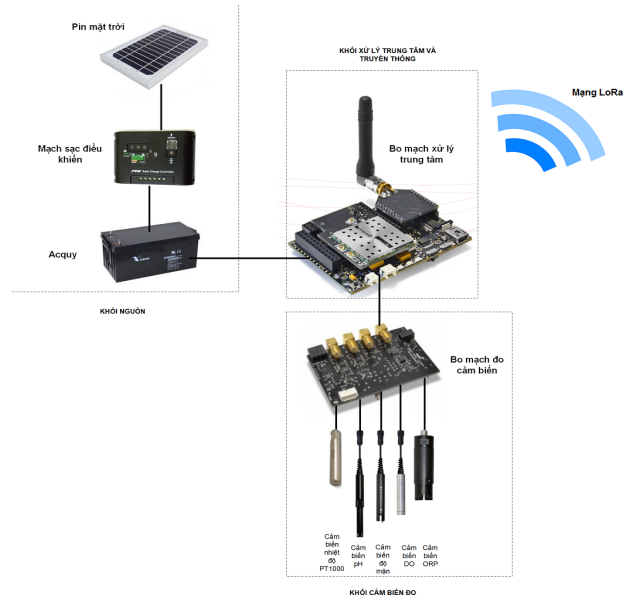
Mô hình trạm giám sát tự động môi trường nước (Hình 7) được mô tả qua cấu trúc thiết kế trạm bao gồm:

- Khối nguồn;
- Khối cảm biến đo;
- Khối xử lý trung tâm và truyền thông.

Trạm đo tích hợp cảm biến và thiết bị phân tích để thu thập 5 chỉ số môi trường chính: nhiệt độ, pH, độ mặn (EC), oxy hòa tan (DO) và thế oxy hóa khử



Hình 6. Mô hình trạm đo trên mặt nước.



Hình 7. Cấu trúc trạm giám sát tự động.

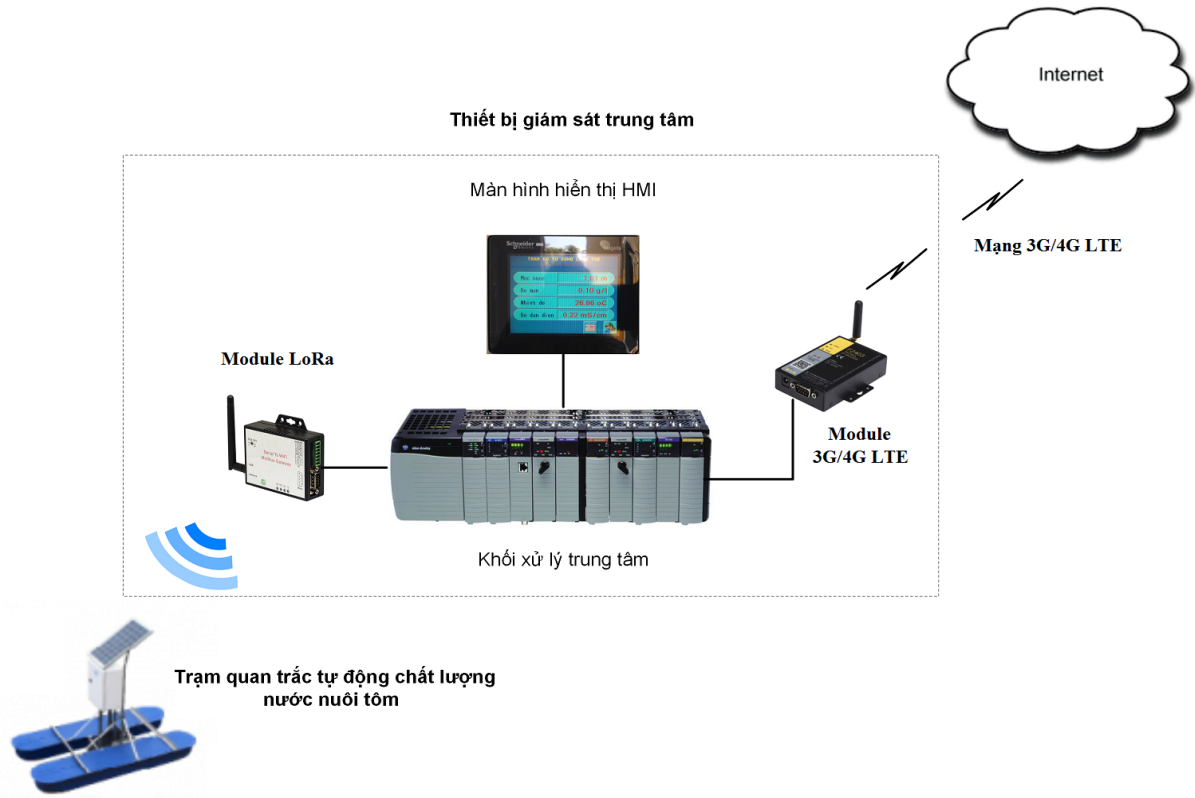
(ORP). Theo đó, dựa vào các giá trị nhiệt độ, pH và độ mặn để dàng đo đạc để nội suy tỷ lệ phân bố NH₃ có trong nước.

3.2. Trạm thu thập và xử lý dữ liệu trung tâm

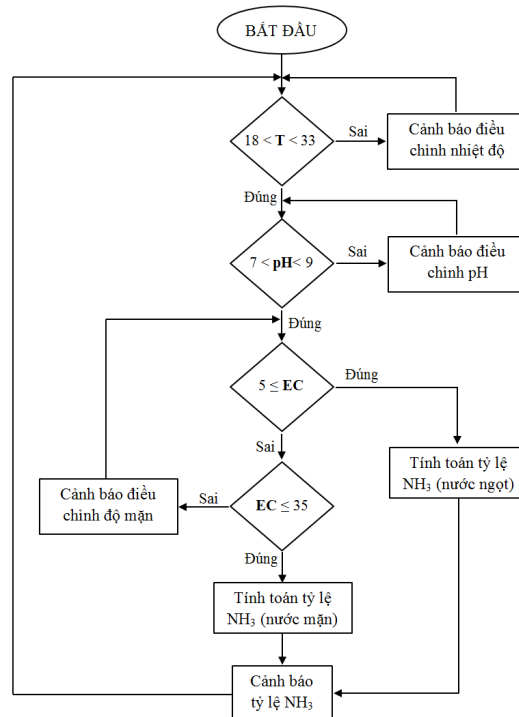
Thiết kế và cấu trúc của trạm giám sát và thu thập dữ liệu được đặt trên cạn nhằm lưu trữ và xử lý dữ liệu gửi về từ các trạm đo mặt nước qua mạng LoRa (các Hình 8, 9).



Hình 8. Trạm thu thập và xử lý dữ liệu.



Hình 9. Cấu trúc trạm thu thập và xử lý dữ liệu.



Hình 10. Lưu đồ quy trình tính toán tỷ lệ amoniac NH₃ của hệ thống.

Bộ xử lý dữ liệu trung tâm hỗ trợ lập trình tính toán hàm nội suy xác định tỷ lệ amoniac (NH₃) dựa trên lưu đồ (Hình 10), hỗ trợ bởi môi trường lập trình Node-RED (Hình 11).

Màn hình HMI hỗ trợ theo dõi dữ liệu trực tiếp và cài đặt các chức năng cảnh báo.

Mỗi trạm thu thập và xử lý dữ liệu trung tâm có khả năng quản lý tối đa 100 trạm đo mặt nước.

Việc lưu trữ và tính toán dữ liệu được thực hiện nhanh chóng. Mỗi phiên dữ liệu bao gồm: nhiệt độ, pH, DO, ORP, EC và tỷ lệ NH₃ nội suy gửi lên Web Server được cập nhật mỗi 60 s/lần (Hình 12). Do đó, việc giám sát được thực hiện liên tục thay vì theo dõi thủ công, lấy mẫu bằng tay hoặc định kỳ.



Hình 11. Lập trình xử lý dữ liệu.

#ID	Tên tham số	Ngày	Giờ	Giá trị hiện tại	Đơn vị	Ngưỡng dưới	Ngưỡng trên
53101	NH3 (nội suy)	2021-12-30	16:26:22	1.5	%	0	3.5
53102	Nhiệt độ	2021-12-30	16:26:20	19.7002	°C	20	30
53103	Độ mặn	2021-12-30	16:26:18	32.56	‰	0.5	40
53104	Thế Oxy hóa khử	2021-12-30	16:26:16	97.8	mV	100	250
53105	Oxy hòa tan	2021-12-30	16:26:14	5.3	mg/L	5	0
53106	pH	2021-12-30	16:26:12	7.6	-	6	8
53107	NH3 (nội suy)	2021-12-30	16:24:22	1.5	%	0	3.5
53108	Nhiệt độ	2021-12-30	16:24:20	19.7585	°C	20	30

Hình 12. Dữ liệu theo dõi trên Web Server.

4. Kết luận

Amoniac NH₃ là một chỉ số có tác động rất xấu đến chất lượng nước trong ngành thủy sản nhưng lại khó để đo đạc một cách trực tiếp. Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm tác giả đưa ra một ứng dụng của phương pháp đo gián tiếp tỷ lệ amoniac NH₃ áp dụng cho các hệ thống quan trắc hoặc giám sát môi trường nước thủy sản thông qua việc giám sát các chỉ số cơ bản như nhiệt độ, pH và độ mặn. Việc áp dụng phương pháp này nhằm đánh giá một cách kịp thời, nhanh chóng và liên tục sự biến động của amoniac NH₃, đồng thời góp phần giảm cấu trúc của một trạm đo.

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành với sự tài trợ của đề tài “Nghiên cứu ứng dụng và triển khai hệ thống giám sát chất lượng nước nuôi tôm phục vụ phát triển nông nghiệp công nghệ cao bền vững tại tỉnh Ninh Thuận dựa trên nền Internet of Things (IoT) và điện toán đám mây (Cloud Computing)”, Viện Công nghệ thông tin - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, mã số: UDNGDP.01/20-21.

Những đóng góp của các tác giả

Vương Huy Hoàng - Xây dựng phương pháp luận và thử nghiệm hệ thống, tính toán xử lý số liệu. Phạm Ngọc Minh - Thực hiện viết tổng quan và tính toán xử lý số liệu. Ngô Duy Tân - Thực hiện tính toán số liệu và chỉnh sửa, viết đánh giá.

Tài liệu tham khảo

- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. (2014). Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về cơ sở nuôi tôm nước lợ - điều kiện bảo đảm vệ sinh thú y, bảo vệ môi trường và an toàn thực phẩm. QCVN02-19: 2014/BNNPTNT.
- Bộ Thủy sản. (2001). Quy chuẩn ứng xử cho nghề cá có trách nhiệm. Trung tâm Thông tin KHKT và kinh tế thủy sản - Bộ Thủy sản.
- Bower, C. E., & Bidwell, J. P. (1978). Ionization of Ammonia in Seawater: Effects of Temperature, pH, and Salinity. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 35(7), 1012-1016
- Boyd, E. C., & Lichtkopler, F. (1979). Water quality management in pond fish culture. International Centre for Aquaculture, Agricultural Experiment Station. *Research and Development series*, 22.

Emerson, K., Russo, R. C., Lund, R. E., & Thurston, R. V. (1975). Aqueous ammonia equilibrium calculations: effect of pH and temperature. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 32(12), 2379-2383.

Franklin, D. A., & Edward, L. L. (2019). Ammonia toxicity and adaptive response in marine fishes.

Indian Indian Journal of Geo-Marine Sciences, 48(3), 273-279.

Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Ninh Thuận. (2018). Nghiên cứu Amoni và Amoniac trong sản xuất Postlarvae. <https://ninhthuan.gov.vn>.