Vietnam J. Agri. Sci. 2021, Vol. 19, No. 9: 1180-1189 Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam 2021, 19(9): 1180-1189
www.vnua.edu.vn

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG GIÁM SÁT VÀ CẢNH BÁO TỰ ĐỘNG MỘT SỐ THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG TRONG CÁC AO NUÔI TÔM

Đặng Thị Thúy Huyền*, Nguyễn Kim Dung

Khoa Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

**Tác giả liên hệ: huyentdh@vnua.edu.vn*

Ngày nhận bài: 16.02.2020 Ngày chấp nhận đăng: 06.07.2020

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm mục tiêu thiết kế, chế tạo hệ thống giám sát và cảnh báo tự động 03 thông số môi trường trong các ao nuôi tôm gồm độ pH, nồng độ DO và độ mặn. Khác với phương pháp đo thủ công bằng các bộ KIT, máy đo cầm tay yêu cầu nhiều nhân công, hay giám sát tự động từ mạng cảm biến với các nút đặt tại mỗi ao thường có giá thành cao, nghiên cứu này đề xuất việc sử dụng 01 trạm đo để giám sát từ xa môi trường nước của 03 ao nuôi thông qua một ứng dụng được cài đặt trên điện thoại thông minh. Mẫu nước của 03 ao được bơm lần lượt về trạm đo, tại đây, các thông số được xác định, xử lý và gửi tới giao diện giám sát trên điện thoại, đồng thời đưa ra cảnh báo kịp thời tới người quản lý thông qua tin nhắn khi các thông số này nằm ngoài ngưỡng cho phép. Nghiên cứu không chỉ ứng dụng cho môi trường ao nuôi tôm mà còn có thể áp dụng rộng rãi trong nuôi trồng thủy sản. Đây cũng là một hướng mở trong việc áp dụng tự động hóa trong sản xuất nông nghiệp, trên cơ sở đó có thể phát triển hệ thống giám sát, lưu trữ dữ liệu tự động môi trường ao nuôi góp phần đưa ra phương án quản lý ao nuôi hiệu quả nhất.

Từ khóa: Hệ thống giám sát và cảnh báo tự động, thông số môi trường ao nuôi tôm, độ pH, nồng độ DO, độ mặn.

Studies on designing and manufacturing of an automatic monitoring and warning systems for some environmental parameters in shrimp ponds

ABSTRACT

Our research was conducted to design and manufacture an automatic monitoring and warning system for shrimp ponds using three environmental parameters including pH, DO concentration, and salinity. Different from the manual measurement with KIT sets, hand-held meters requires many workers, or automatic monitoring of sensor network with nodes located in each pond often has a high cost, this study proposed the use of a measuring station to remotely monitor the water environment of ponds through an application installed on the smartphone. Water samples of ponds were pumped in turn to the measuring station, where parameters were determined, processed, and sent to the monitoring interface on a smartphone, and at the same time, providing timely warnings to the manager via text messages when these parameters are outside the allowed threshold. This research is not only applicable to the shrimp pond environment but also widely applicable in aquaculture. This is also an open direction in the application of automation in agricultural production. It is also possible to develop a monitoring system, automatic data storage of the pond environment, contributing to making the most effective management plan.

Keywords: Automatic monitoring and warning system, shrimp pond environmental parameters, pH, DO concentration, salinity.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là một trong những nước sản xuất và xuất khẩu thủy sản chính trên thế giới sang các thị trường lớn như châu Âu, Mỹ, Mexico, Trung Quốc... Ngành nuôi tôm và thủy sản Việt Nam gần đây có những bước phát triển vượt bậc, chính phủ đã quyết định con tôm nước lợ là sản phẩm quốc gia và kế hoạch đạt 10 tỷ USD xuất khẩu tôm vào năm 2025 (Thủ tướng Chính phủ, 2018)

Để nuôi tôm thành công, cần đảm bảo hàng loạt chỉ tiêu chất lượng nước như: nồng độ oxy hòa tan DO (Dissolved Oxygen), độ pH, độ mặn, nhiệt độ, tổng số ammonia nitơ TAN, NH_3, Nitrit, H_2S, độ kiềm, nồng độ khoáng chất, nồng độ nitrat, nồng độ phốt pho, mật độ vi khuẩn, mật độ tảo… phải nằm trong ngưỡng cho phép. Chỉ cần một trong số những chỉ tiêu trên đây vượt quá khỏi ngưỡng thì tôm sẽ bị ảnh hưởng, chậm lớn, giảm sức đề kháng, nhiễm bệnh và chết. Do vậy, việc kiểm soát các chỉ tiêu chất lượng nước để kịp thời xử lý nhằm đảm bảo chúng nằm trong ngưỡng cho phép là hết sức quan trọng. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đã quy định về ngưỡng của các thông số trong ao nuôi tôm (Bảng 1).

Hiện nay, hầu hết các trại nuôi trồng thủy sản của các hộ cá thể thường giám sát chất lượng nước bằng phương pháp sử dụng các bộ KIT hoặc máy đo cầm tay thực hiện 1-3 lần/ngày. Tuy nhiên, phương pháp này có nhược điểm như: không thuận tiện để đo trong đêm (đêm là thời gian dễ xảy ra rủi ro hơn ban ngày); tốn nhiều công, khó kiểm tra xem nhân viên thực hiện giám sát chính xác và đầy đủ không; việc lưu trữ dữ liệu để tổng hợp, phân tích, cải tiến quy trình hầu như không thực hiện được; không thể thực hiện cơ chế giám sát kép (giám sát lại người giám sát) và hạn chế trong việc cảnh báo.

Trong quy mô phòng thí nghiệm, Phạm Lương Hoàn & cs. (2019) đã nghiên cứu và đưa ra mô hình tự động điều khiển một số thông số môi trường cho ao nuôi tôm. Mô hình có khả năng giám sát các thông số gồm nhiệt độ nước, nhiệt độ không khí, độ pH; điều khiển quạt sục khí, mái che, điều tiết nước trung hòa độ pH để đảm bảo các điều kiện phù hợp cho tôm phát triển; các thông số nhiệt độ và độ pH được gửi tới người quản lý thông qua tin nhắn trên điện thoại di động. Tuy nhiên, mô hình hệ thống mới áp dụng cho từng ao nuôi riêng lẻ, chưa giám sát được nồng độ DO để đưa ra phương án điều khiển quạt sục khí cho phù hợp.

Dương Thái Bình & Võ Minh Trí (2016) đến từ Đại học Cần Thơ đã nghiên cứu xây dựng hệ thống thu thập dữ liệu và mô hình phân bố các chỉ số quan trọng trong ao nuôi thủy sản, trong đó, nhiệt độ ao nuôi giả lập được chọn làm thông số giám sát và sự phân tầng của nhiệt độ trong không gian ao nuôi được mô phỏng dựa trên dữ liệu thu thập thực tế. Trong nghiên cứu này, các cảm biến nhiệt độ được bố trí tại 36 điểm đo khác nhau trong 01 ao nuôi nên ghi nhận được sự biến động nhiệt độ tại ao nuôi giả lập, thông qua đồ thị 3D có thể truy cập đến từng vùng nhiệt cần quan tâm. Hệ thống này chỉ phù hợp để thực hiện các nghiên cứu và ít có khả năng áp dụng vào thực tiễn sản xuất vì khi thực hiện nhiều điểm đo như trên sẽ làm giá thành hệ thống tăng lên, trong khi thực tế không cần thiết phải giám sát quá nhiều điểm trong một ao nuôi trồng thủy sản.

Nocheski & Naumoski (2018) đã triển khai một hệ thống giám sát và điều khiển một số thông số trong môi trường ao nuôi cá áp dụng công nghệ IoT. Hệ thống này kiểm soát nhiệt độ và mức nước trong ao nuôi, điều khiển thiết bị gia nhiệt theo nhiệt độ thực tại ao nuôi, phát tín hiệu cảnh báo tới người quản lý.

Bảng 1. Chất lượng nước cấp vào ao nuôi và nước ao nuôi tôm Sú và tôm Chân trắng

Thông số	Đơn vị	Giá trị cho phép
Oxy hoà tan (DO)	mg/l	≥ 3,5
pH		7 ÷ 9, dao động trong ngày không quá 0,5
Độ mặn	‰	5 ÷ 35
Độ kiềm	mg/l	60 ÷ 180
Độ trong	cm	20 ÷ 50
NH_3	mg/l	< 0,3
H_2S	mg/l	< 0,05
Nhiệt độ	°C	18 ÷ 33

Nguồn: Bộ NN&PTNT (2014).

Các hệ thống nêu trên chỉ áp dụng được cho từng ao nuôi riêng lẻ, với quy mô nuôi trồng lớn gồm nhiều ao nuôi hoặc trang trại ương giống thủy sản có nhiều bể ương thì phương án đưa ra là không phù hợp vì cần nhiều thiết bị đo và cần hình thành một mạng cảm biến.

Saparudin & cs. (2019) đã xây dựng một hệ thống đo và giám sát nhiệt độ trong 02 ao nuôi theo thời gian thực sử dụng mạng cảm biến không dây và công nghệ IoT. Hệ thống này có thể phát triển để giám sát thêm nhiều thông số môi trường của nhiều ao nuôi như độ mặn, nồng độ DO... Với mạng cảm biến không dây được thiết kế thì tại mỗi ao sẽ đặt 1 điểm đo dẫn tới số lượng thiết bị đo tăng lên theo số lượng ao cần giám sát và cấu trúc mạng sẽ trở nên phức tạp.

Bên cạnh đó, một số trung tâm nghiên cứu đã đưa ra các hệ thống giám sát, cảnh báo và điều khiển tự động chất lượng nước nuôi trồng thủy sản. Trung tâm Phát triển Công nghệ và Thiết bị Công nghiệp Sài Gòn (CENINTEC) đã nghiên cứu và phát triển hệ thống giám sát, cảnh báo và điều khiển tự động chất lượng nước nuôi trồng thủy sản e-AQUA có thể giám sát, cảnh báo chất lượng nước tự động cho ngành thủy sản (Cenintec, 2019).

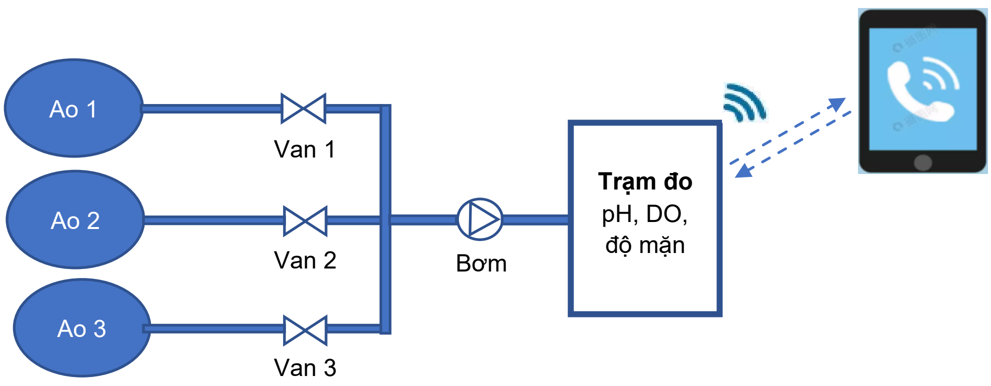
Công ty NK Engineering đã nghiên cứu và phát triển hệ thống giám sát chất lượng nước ao nuôi, giúp người nuôi có thể giám sát nước ao 24/24h qua điện thoại thông minh. Hệ thống được thiết kế có khả năng giám sát một số thông số của môi trường nuôi thủy sản như: nhiệt độ nước; độ pH, độ kiềm; độ oxy hóa khử ở tầng đáy (ORP); độ đục, độ trong của nước... (NK Engineering, 2019).

Với mục tiêu giám sát tự động các thông số chính cho nhiều ao nuôi mà chỉ cần sử dụng một điểm đo, nhóm nghiên cứu đề xuất ý tưởng nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thống giám sát và cảnh báo tự động một số thông số môi trường trong các ao nuôi tôm bằng phương pháp lấy mẫu từ các ao, đưa về một trạm đo duy nhất.

Trong phạm vi nghiên cứu này, chúng tôi thực hiện hệ thống giám sát và cảnh báo cho 03 ao nuôi tôm, các thông số giám sát gồm pH, DO và độ mặn với sơ đồ cấu trúc của hệ thống được chỉ ra trong hình 1.

Hệ thống được thiết kế gồm 01 trạm đo với 03 cảm biến đo độ pH, nồng độ DO và độ mặn. Mẫu nước từ các ao được bơm lần lượt về trạm đo theo thời gian cài đặt, trạm đo xác định các thông số, gửi tới giao diện giám sát trên điện thoại thông minh; khi các thông số vượt ngưỡng cho phép, hệ thống sẽ gửi tin nhắn cảnh báo tới điện thoại của người quản lý.

So với phương pháp mạng cảm biến phải sử dụng nhiều cảm biến do các đầu đo đặt tại mỗi ao, phương pháp lấy mẫu về 01 trạm đo cho phép giảm số lượng cảm biến trong hệ thống (do đó chi phí đầu tư giảm) mà vẫn đáp ứng yêu cầu giám sát thường xuyên các thông số môi trường của nhiều ao nuôi. Bên cạnh đó, các cảm biến tầm trung thường cho tín hiệu không ổn định khi đo trực tiếp trong môi trường nuôi do dòng chảy động, tuổi thọ điện cực giảm,... nên phương pháp bơm lần lượt mẫu nước các ao nuôi về 01 trạm đo còn có thể tạo ra môi trường thủy tĩnh đáp ứng yêu cầu về điều kiện đo của các cảm biến, đồng thời thuận lợi cho quá trình vệ sinh đầu đo từ đó tăng tuổi thọ cho thiết bị.



Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Trạm đo của hệ thống giám sát và cảnh báo tự động sử dụng 03 cảm biến đo độ pH, nồng độ DO và độ mặn. Theo ngưỡng giới hạn của các thông số môi trường ao nuôi tôm (Bảng 1), các cảm biến được lựa chọn để đáp ứng yêu cầu xác định 03 thông số: độ pH, nồng độ DO và độ mặn.

Cảm biến đo độ pH analog DFRobot có dải đo từ 0 ÷ 14pH với độ chính xác ± 0,1pH ở 25°C. Module cảm biến pH bao gồm cảm biến pH (đầu dò pH) và bảng mạch chuyển đổi tín hiệu cho phép chuyển đổi giá trị pH thành tín hiệu điện áp và có thể giao tiếp trực tiếp với bất kỳ bộ điều khiển nào.

Cảm biến đo nồng độ oxy hòa tan DO DFRobot có dải đo từ 0 ÷ 20 mg/l. Module cảm biến DO gồm đầu đo oxy hòa tan với đầu dò Galvanic và bảng mạch chuyển đổi tín hiệu dùng bộ nguồn 3,3 ÷ 5,5V, tương thích với hầu hết Arduino, đầu ra analog 0 ÷ 3V, tương thích với tất cả các bộ vi điều khiển có chức năng ADC.

Để xác định độ mặn của mẫu nước, trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng cảm biến đo độ mặn SAL-BTA có dải đo 0 ÷ 50ppt (0 ÷ 50.000ppm) với độ chính xác sử dụng hiệu chuẩn tùy chỉnh ± 1%.

Để nhận và xử lý tín hiệu từ các cảm biến, trong hệ thống sử dụng bộ điều khiển trung tâm Arduino Nano 3.0 328 Mini CH340 với vi điều khiển ATmega 328P. Ngoài ra, mạch thu phát wifi ESP8266 Uart ESP-01S AI-Thinker được sử dụng để kết nối với vi điều khiển, thực hiện chức năng truyền nhận dữ liệu qua wifi từ bộ điều khiển tới giao diện giám sát Blynk trên điện thoại thông minh; module Sim800L giao tiếp với vi điều kiển qua giao tiếp UART có chức năng gửi tin nhắn cảnh báo tới số điện thoại đăng ký.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu tổng quan về sự ảnh hưởng của các thông số môi trường đến sự phát triển của thủy sản, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng của các thông số trong ao nuôi tôm.

Nghiên cứu tìm hiểu về các cảm biến pH, nồng độ DO, độ mặn; vi điều khiển, module truyền dữ liệu không dây để làm cơ sở cho việc lựa chọn các thiết bị của hệ thống giám sát, cảnh báo.

Sử dụng phương pháp đồ họa kết hợp với các phần mềm (orcard, proteus, visual studio) để thiết kế mạch nguyên lý, mạch in, lập trình chương trình điều khiển, phần mềm giám sát, cảnh báo và lưu trữ dữ liệu.

Phương pháp thực nghiệm được áp dụng để thử nghiệm, đánh giá về quy trình hoạt động của hệ thống; độ chính xác của các thông số pH, nồng độ DO, độ mặn mà hệ thống đo được và độ tin cậy của tín hiệu cảnh báo khi các thông số này vượt ngưỡng cho phép.

(a) Cảm biến đo pH

(b) Cảm biến đo nồng độ oxy hoà tan DO

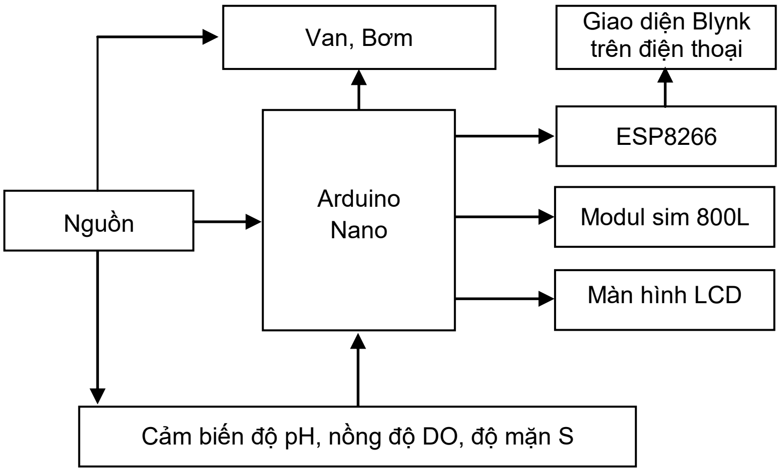
(c) Cảm biến đo độ mặn

(d) Arduino Nano 3.0 328 Mini CH340

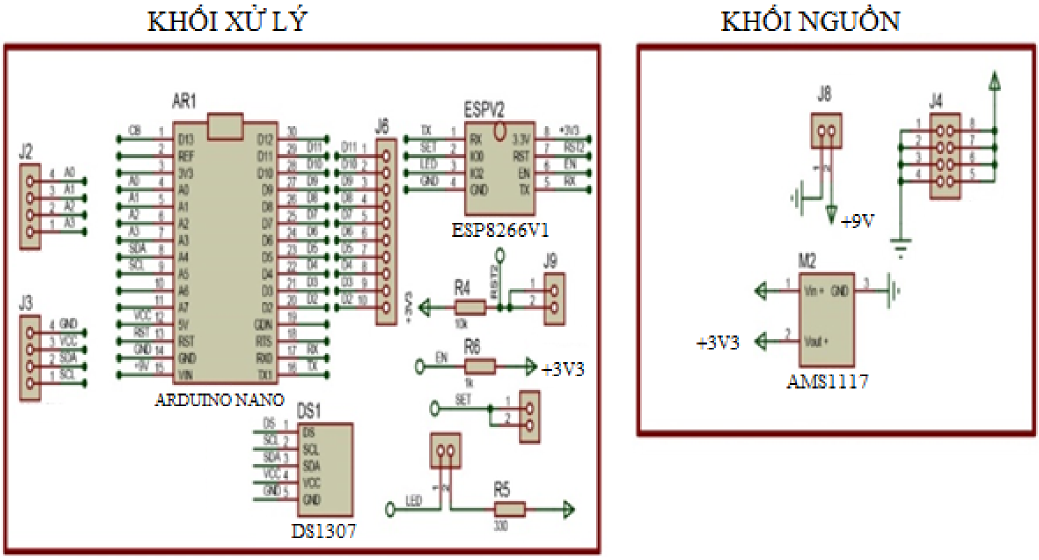
(e) ESP8266 Uart ESP-01S Ai-Thinker

(g) Module Sim800L

Hình 2. Thiết bị dùng trong hệ thống



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý hệ thống giám sát và cảnh báo



Hình 4. Sơ đồ mạch nguyên lý của hệ thống

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nguyên lý hoạt động của hệ thống giám sát và cảnh báo tự động một số thông số môi trường trong các ao nuôi tôm

Hệ thống có 2 chế độ hoạt động:

- Chế độ bằng tay (Manual): người quản lý chọn ao và thông số cần đo trên giao diện giám sát Blynk trên điện thoại để thực hiện đo, thông số đo được sẽ hiển thị trên giao diện Blynk.

- Chế độ tự động (Auto): hệ thống hoạt động theo thời gian cài đặt trước, khi đến thời điểm đo (8h, 12h và 18h), hệ thống tự động lấy mẫu nước, đo và hiển thị dữ liệu trên giao diện giám sát trên điện thoại. Nếu các thông số đo được nằm ngoài ngưỡng cho phép, hệ thống sẽ tự động gửi tin nhắn cảnh báo tới điện thoại người quản lý.

Mẫu nước được lấy lần lượt từ các ao nuôi thông qua các van và bơm vào. Sau thời gian bơm được cài đặt trước thì relay của van và bơm vào được ngắt. Các giá trị đo được từ 3 cảm biến được đưa vào các module chuyển đổi analog để chuyển đổi sang dạng điện áp.

Arduino sẽ nhận tín hiệu từ các module chuyển đổi của các cảm biến đo pH, DO, độ mặn. Tại board điều khiển, bộ xử lí sẽ tính toán để đưa ra độ pH, nồng độ DO và độ mặn. Arduino sau khi xử lí tín hiệu sẽ truyền tải thông tin đã xử lí lên server thông qua internet. ESP8266 nhận dữ liệu từ Arduino và hiển thị thông tin lên Blynk. Tất cả các bước lấy, xử lí và đưa dữ liệu lên server được thực hiện trong khoảng thời gian rất ngắn và liên tục, nhằm giúp người sử dụng luôn cập nhật nhanh chóng và kịp thời tình hình môi trường nước trong các ao nuôi.

Sau khi đo các thông số xong, mẫu nước sẽ được bơm xả ra bể xả.

Giá trị đo được sẽ được hiển thị trên LCD của hệ thống đo. Đồng thời, hệ thống còn cho phép người sử dụng theo dõi và giám sát các thông số của môi trường nước trong các ao nuôi thông qua ứng dụng Blynk trên điện thoại thông minh.

Khi độ pH, nồng độ DO hoặc độ mặn hạ thấp hơn (hoặc tăng cao hơn) ngưỡng được cài đặt, không phù hợp với môi trường nuôi tôm, hệ thống sẽ báo đến người quản lý thông qua tin nhắn cảnh báo để người quản lý có biện pháp xử lí kịp thời, tránh việc gây nguy hại đến sinh vật nuôi.

3.2. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống

Sơ đồ nguyên lý của hệ thống (Hình 4) gồm hai khối có nhiệm vụ như sau:

Khối nguồn lấy nguồn 9V sau đó hạ xuống 3,3V cấp nguồn cho ESP8266 hoạt động.

Khối xử lý bao gồm Arduino Nano có nhiệm vụ nhận tín hiệu từ các cảm biến và gửi tín hiệu điều khiển cho các relay của bơm và van. ESP8266 có nhiệm vụ nhận tín hiệu từ phía mạch đo sau đó gửi lên internet. Mạch thời gian thực DS1307 được sử dụng để xác định thời điểm hệ thống thực hiện lấy mẫu đo.

3.3. Lưu đồ thuật toán (Hình 5)

3.4. Kết quả thử nghiệm hoạt động của hệ thống

3.4.1. Thử nghiệm hệ thống tại phòng thí nghiệm

a. Thử nghiệm so sánh hệ thống chế tạo với thiết bị đo

Để đánh giá sai số của hệ thống chế tạo được với một số thiết bị đo khác, chúng tôi đo 03 mẫu nước bằng các thiết bị gồm pH KIT TEST và ống đo độ mặn, đồng thời đọc kết quả đo được trên màn hình LCD của hệ thống.

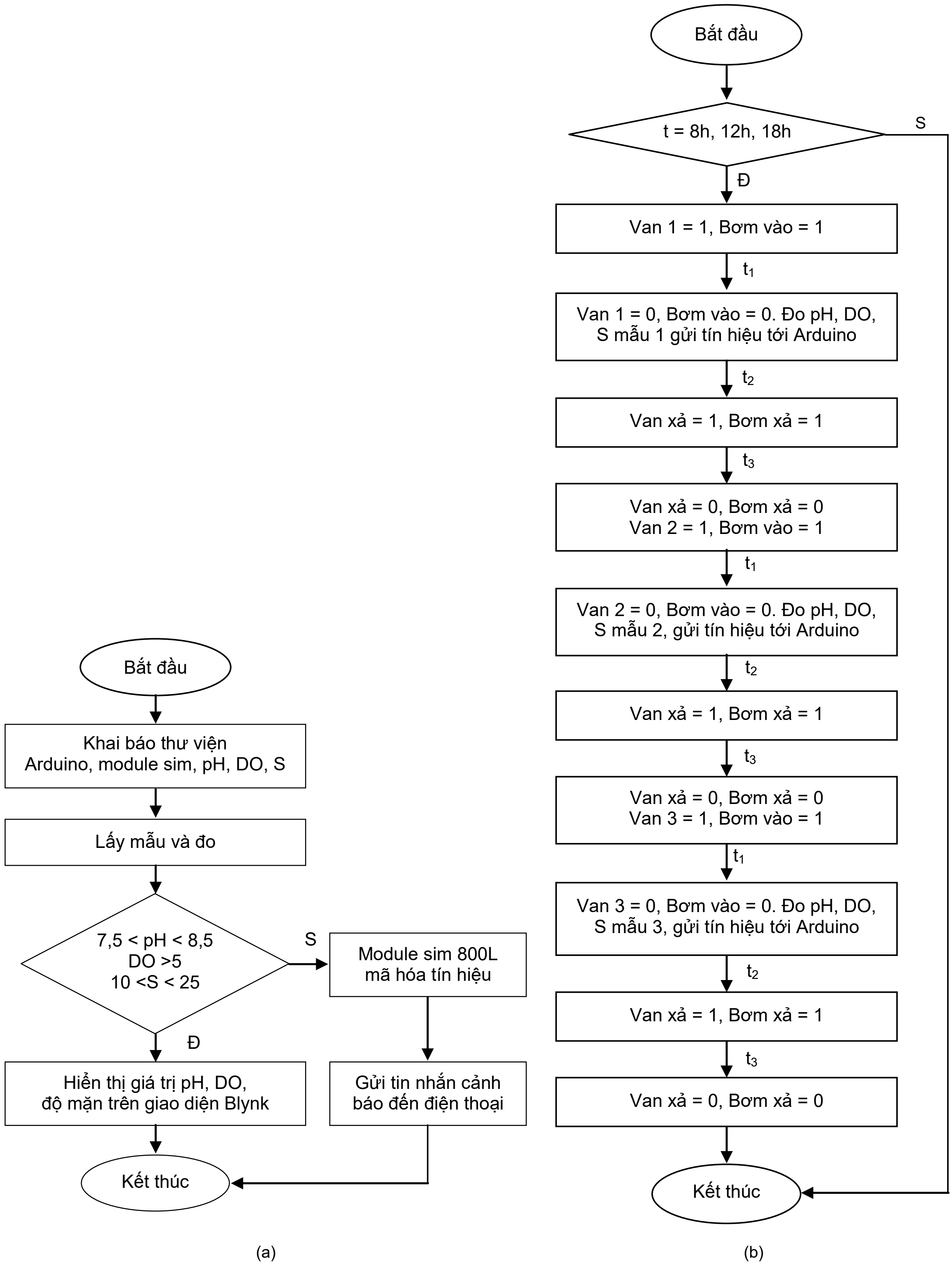
Tiến hành xử lý số liệu đo được qua 03 lần đo, chúng tôi nhận thấy độ pH mà hệ thống đo được có sai số tương đối nhỏ so với giá trị đo được bằng pH KIT TEST, sai số này dao động trong khoảng 0,42% ÷ 2,34%. Đối với số liệu độ mặn đo được, số liệu hệ thống đo và số liệu đọc trên ống đo độ mặn có sai số nằm trong khoảng 13% ÷ 15,32%. Nguyên nhân gây ra sai số về độ mặn có thể chỉ ra là do việc sử dụng thiết bị đối sánh là ống đo độ mặn với các vạch chia theo 1% có độ chính xác tương đối. Tuy nhiên, đối với ao nuôi tôm, giới hạn của các thông số môi trường nước khá rộng nên sai số này có thể chấp nhận được. Trong nghiên cứu này, do không có thiết bị tiêu chuẩn để đo nồng độ DO nên chúng tôi chưa đánh giá được sai số của hệ thống khi đo thông số này.

b. Thử nghiệm chế độ cảnh báo của hệ thống

Chế độ cảnh báo của hệ thống khi các thông số nằm ngoài ngưỡng cho phép được thử nghiệm tại phòng thí nghiệm với 3 mẫu nước thể hiện cho 3 ao.

Sau khi kết nối hệ thống với giao diện điều khiển, hệ thống sẽ gửi tin nhắn tới số điện thoại đã đăng ký để thông báo hệ thống đã sẵn sàng làm việc. Điều chỉnh các mẫu nước thử sao cho các thông số đều ở trong ngưỡng cho phép, khi ấy hệ thống sẽ gửi tin nhắn thông báo về điện thoại các thông số bình thường (Hình 6a). Để thử nghiệm chức năng cảnh báo của hệ thống, ta sẽ điều chỉnh các thông số đó trên ngưỡng hoặc dưới ngưỡng cho phép để kiểm tra tính ổn định, chính xác của phần cảnh báo: thay đổi pH của ao 1 bằng cách thêm dung dịch NaOH vào mẫu nước để pH của ao 1 tăng cao (pH > 8,5). Ngay sau đó hệ thống đã gửi tin nhắn cảnh báo về điện thoại thông báo pH của ao 1 đã thay đổi. Vì các thông số khác của ao 1, ao 2 và ao 3 không thay đổi nên hệ thống sẽ không gửi tin nhắn về (Hình 6b).Sau khi điều chỉnh mẫu nước để độ pH thay đổi trở về trong ngưỡng cho phép (7,5 < pH < 8,5), hệ thống gửi tin nhắn mới báo trạng thái bình thường về điện thoại (Hình 6c).

Trên đây là thử nghiệm trong điều kiện của phòng thí nghiệm, sự thay đổi nội dung tin nhắn theo thông số môi trường đã cho thấy sự chính xác cũng như độ ổn định khi hoạt động ở chế độ cảnh báo của hệ thống.



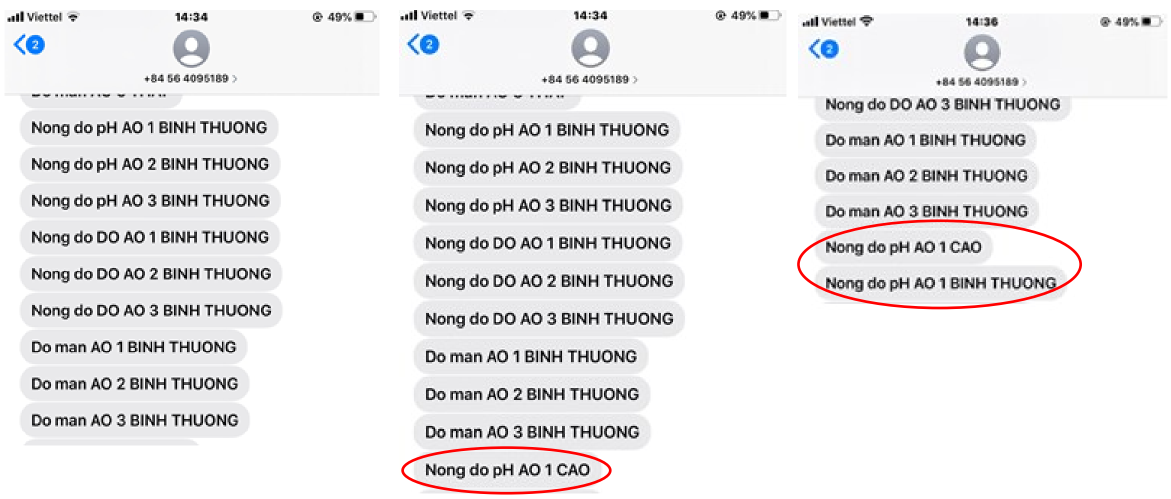
Hình 5. Lưu đồ thuật toán chương trình chính (a) và chương trình con quá trình lấy mẫu và đo (b)

Bảng 2. Kết quả đo độ pH

Giá trị pH đo được		Mẫu 1	Sai số $\lvert\Delta 1 - \Delta 2\rvert$	Sai số (%)	Mẫu 2	Sai số $\lvert\Delta 1 - \Delta 2\rvert$	Sai số (%)	Mẫu 3	Sai số $\lvert\Delta 1 - \Delta 2\rvert$	Sai số (%)
Đo bằng KIT TEST (D1)		7,7			7,5			7,1		
Bằng hệ thống đo (D1)	Lần 1	7,88	0,18	2,34	7,56	0,06	0,80	7,13	0,03	0,42
	Lần 2	7,86	0,16	2,08	7,58	0,08	1,07	7,20	0,10	1,41
	Lần 3	7,75	0,05	0,65	7,55	0,05	0,67	7,15	0,05	0,70

Bảng 3. Kết quả đo độ mặn

Giá trị độ mặn đo được		Mẫu 1	Sai số $\lvert\alpha 1 - \alpha 2\rvert$	Sai số %)	Mẫu 2	Sai số $\lvert\alpha 1 - \alpha 2\rvert$	Sai số (%)	Mẫu 3	Sai số $\lvert\alpha 1 - \alpha 2\rvert$	Sai số (%)
Bằng ống đo độ mặn (a1)		25			22			21		
Bằng hệ thống đo (a2)	Lần 1	21,19	3,81	15,24	19,14	2,86	13,00	18,22	2,78	13,24
	Lần 2	21,17	3,83	15,32	19,14	2,86	13,00	18,19	2,81	13,38
	Lần 3	21,17	3,83	15,32	19,12	2,88	13,09	18,15	2,85	13,57



(a) (b) (c)

Ghi chú: a. Các thông số trong ngưỡng cho phép b. Độ pH trong ao 1 cao hơn ngưỡng c. Độ pH trong ao 1 trong ngưỡng (sau điều chỉnh).

Hình 6. Tin nhắn báo trạng thái các thông số trong ao nuôi

3.4.2. Thử nghiệm hoạt động của hệ thống tại các ao nuôi tôm

Mẫu nước lấy từ các ao được dẫn qua đường ống đưa tới hộp chứa mẫu được thiết kế kín nhằm mục đích giảm thiểu tối đa sự xâm nhập của oxy trong không khí hòa tan vào mẫu nước gây ra sai số cho thông số DO. Tùy thuộc vào vị trí đặt trạm đo so với các ao, các khoảng thời gian bơm nước vào hộp chứa mẫu (t_1), đo (t_2) và xả nước ra (t_3) sẽ được điều chỉnh cho phù hợp với thực tế.

Sau khi cấp nguồn cho hệ thống đo, người quản lý sẽ bật ứng dụng Blynk- IoT for Arduino trên điện thoại thông minh và kết nối ứng dụng với hệ thống. Trên giao diện Blynk, chọn chế độ đo tự động hoặc bằng tay để kiểm tra các thông số: độ pH, nồng độ DO và độ mặn S của ao nuôi. Giao diện Blynk trên điện thoại và màn hình LCD của hệ thống sẽ hiển thị các giá trị đo được gồm độ pH, nồng độ DO và độ mặn (Hình 8). Ngoài ra, người dùng có thể chọn chế độ hoạt động của hệ thống hoặc chọn ao cần đo thông qua các nút được thiết kế trên giao diện.

Hình 7. Hệ thống giám sát và cảnh báo tự động môi trường ao nuôi tôm

Hình 8. Giao diện Blynk và LCD giám sát môi trường ao nuôi tôm

Bảng 4. Kết quả thử nghiệm hệ thống hoạt động ở chế độ bằng tay

Lần đo	Ao nuôi	Độ pH		Nồng độ DO		Độ mặn	
		Số liệu trên Blynk	Số liệu trên LCD	Số liệu trên Blynk	Số liệu trên LCD	Số liệu trên Blynk	Số liệu trên LCD
Lần 1	Ao 1	8,17	8,17	4,58	4,43	18,91	18,62
	Ao 2	8,46	8,48	5,60	5,54	18,27	18,23
	Ao 3	8,46	8,49	5,48	5,54	18,25	18,18
Lần 2	Ao 1	8,17	8,20	4,39	4,40	18,62	18,62
	Ao 2	8,45	8,43	5,4	5,38	18,22	18,20
	Ao 3	8,46	8,45	5,49	5,50	18,12	18,10
Lần 3	Ao 1	8,16	8,18	4,48	4,50	18,50	18,55
	Ao 2	8,43	8,44	5,32	5,30	18,21	18,20
	Ao 3	8,48	8,47	5,41	5,40	18,10	18,13

Tiến hành thử nghiệm hệ thống hoạt động ở chế độ đo “Bằng tay” và ghi lại các kết quả đo được hiển thị trên giao diện Blynk và màn hình LCD, ta có kết quả cho 3 lần đo của các ao như bảng 4.

Trên giao diện Blynk, chọn chế độ hoạt động của hệ thống ở “Tự động”, hệ thống sẽ tự động lấy mẫu và đưa ra kết quả đo theo thời gian cài đặt (Bảng 5).

Từ kết quả thử nghiệm hệ thống trong bảng 4 và bảng 5, ta có thể thấy số liệu hiển thị trên giao diện Blynk và trên màn hình LCD là xấp xỉ bằng nhau. Hệ thống làm việc ổn định ở cả hai chế độ, các thông số pH, DO và độ mặn đo được qua mạng trùng với kết quả hiển thị trên LCD đặt tại hiện trường. Các số liệu đo được cho thấy 03 thông số cơ bản của môi trường ao nuôi nằm trong ngưỡng cho phép.

Bảng 5. Kết quả thử nghiệm hệ thống hoạt động ở chế độ tự động

Lần đo	Ao nuôi	Độ pH		Nồng độ DO		Độ mặn	
		Số liệu trên Blynk	Số liệu trên LCD	Số liệu trên Blynk	Số liệu trên LCD	Số liệu trên Blynk	Số liệu trên LCD
8h	Ao 1	8,12	8,15	4,50	4,40	18,70	18,60
	Ao 2	8,48	8,50	5,50	5,45	18,20	18,15
	Ao 3	8,43	8,40	5,31	5,30	18,20	18,10
12h	Ao 1	8,17	8,20	4,39	4,35	18,61	18,62
	Ao 2	8,41	8,42	5,40	5,35	18,20	18,17
	Ao 3	8,33	8,36	5,42	5,35	18,12	18,09
18h	Ao 1	8,12	8,10	4,23	4,20	18,50	18,55
	Ao 2	8,55	8,60	5,22	5,20	18,16	18,14
	Ao 3	8,42	8,40	5,35	5,29	18,10	18,05

Hệ thống thiết kế đã đáp ứng được mục tiêu đặt ra đó là giám sát được 03 thông số của môi trường gồm độ pH, nồng độ DO và độ mặn S của 03 ao nuôi từ 01 trạm đo. Hệ thống có thể thực hiện đo theo thời gian cài đặt ở chế độ tự động và bằng tay, kết quả đo được hiển thị trên phần mềm ứng dụng trên điện thoại có kết nối internet của người quản lý. Hệ thống cũng đã thực hiện được việc gửi tin nhắn cảnh báo tới điện thoại khi các thông số đo được nằm ngoài ngưỡng cho phép.

4. KẾT LUẬN

Hệ thống giám sát và cảnh báo tự động một số thông số môi trường trong các ao nuôi tôm hoạt động ổn định trong quá trình thử nghiệm. Các chức năng hoạt động của hệ thống bao gồm chế độ điều khiển bằng tay thông qua ứng dụng trên điện thoại thông minh, chế độ chạy tự động theo thời gian cài đặt và chức năng cảnh báo bằng tin nhắn khi các thông số trong ao nuôi nằm ngoài ngưỡng cho phép ($7,5 < pH < 8,5$; $DO > 5$; $10 < S < 25$) hoạt động đúng theo yêu cầu đặt ra.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã tiến hành đánh giá so sánh kết quả đo của hệ thống với một số kỹ thuật đo thường dùng trong nuôi trồng thủy sản hiện nay, bước đầu cho thấy hệ thống có thể đáp ứng yêu cầu đo trong nuôi trồng thủy sản. Tuy nhiên hệ thống còn nhiều hạn chế. Trong thời gian tới, chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu, thử nghiệm để phát triển hệ thống có thêm đầu đo cho các thông số khác của môi trường ao nuôi; thiết kế thêm chức năng lưu trữ dữ liệu hỗ trợ cho quá trình giám sát ao nuôi trong thời gian dài; đánh giá sai số của hệ thống chế tạo được với các thiết bị đo lường tiêu chuẩn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ NN&PTNT (2014). QCVN 02-19:2014/BNNPTNT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về điều kiện nuôi thủy sản..

Cenintec (2019). Hệ thống giám sát chất lượng nước nuôi trồng thủy sản e-AQUA. Truy cập từ https://cenintec.com/e-aqua, ngày 10/11/2019.

Dương Thái Bình & Võ Minh Trí (2016). Mô hình trường 3D thông số môi trường ao nuôi thủy sản. Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ. 43a: 102-108.

Nocheski S. & Naumoski A. (2018). Water monitoring IoT system for fish farming ponds. International scientific journal “ Industry 4.0”. 2: 77-79.

NK Engineering (2019). Hệ thống giám sát môi trường nước trong nuôi trồng thủy sản. Truy cập từ http://nkengineering.com.vn/giam-sat-moi-truong-nuoc-trong-nuoi-trong-thuy-san.html, ngày 10/11/2019

Phạm Lương Hoàn, Khương Anh Sơn, Hoàng Phi Long, Phan Văn Đông, Phạm Thanh Toàn & Lê Thị Ny (2019). Thiết kế và chế tạo mô hình tự động điều khiển một số thông số môi trường cho ao nuôi tôm quy mô phòng thí nghiệm. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp. 3(2): 1389-1396

Saparudin F.A., Chee T.C., Ghafar A.S.Ab, Majid H.A. & Katiran N. (2019). Wireless water quality monitoring system for high density aquaculture application. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. 13(2): 507-513.

Thủ tướng chính phủ (2018). Quyết định số 79/QĐ-TTg ngày 18/01/2018 về việc ban hành Kế hoạch hành động quốc gia phát triển ngành tôm Việt Nam đến năm 2025.