**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HỒ CHÍ MINH**

**KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**

**BỘ MÔN ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG**

**TRƯƠNG HỒNG PHÚC**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ**

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUAN TRẮC TỰ ĐỘNG**

**MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM**

**DESIGN AUTOMATIC MONITORING SYSTEM**

**OF THE SHRIMP WATER ENVIRONMENT**

**THẠC SĨ NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN & TỰ ĐỘNG HÓA**

**TP. HỒ CHÍ MINH, 2019**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HỒ CHÍ MINH**

**KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**

**BỘ MÔN ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG**

**TRƯƠNG HỒNG PHÚC – 1770039**

**LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP**

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUAN TRẮC TỰ ĐỘNG**

**MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM**

**THẠC SĨ NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN & TỰ ĐỘNG HÓA**

**GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN**

**TS. TRƯƠNG ĐÌNH CHÂU**

**PGS.TS. PHẠM NGỌC TUẤN**

**TP. HỒ CHÍ MINH, 2019**

|  |  |
| --- | --- |
| TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HỒ CHÍ MINH  **KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**  **BỘ MÔN: ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG** | CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  Độc lập - Tự do - Hạnh phúc |
|  | *TP. HCM, ngày….tháng 06 năm 2019* |

**NHẬN XÉT ĐỀ CƯƠNG LUẬN VĂN**

**CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tên luận văn:** | | |
| **THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUAN TRẮC TỰ ĐỘNG**  **MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM** | | |
| **Nhóm Sinh viên thực hiện:** | | **Cán bộ hướng dẫn:** |
| TRƯƠNG HỒNG PHÚC | 1770039 | TS. TRƯƠNG ĐÌNH CHÂU  PGS.TS PHẠM NGỌC TUẤN |
|  |  |  |
| **Đánh giá Luận văn**   1. Về cuốn báo cáo:   Số trang Số chương  Số bảng số liệu Số hình vẽ  Số tài liệu tham khảo Sản phẩm  Một số nhận xét về hình thức cuốn báo cáo:   1. Về nội dung luận văn: 2. Về tính ứng dụng: 3. Về thái độ làm việc của sinh viên:   **Đánh giá chung:** Luận văn đạt/không đạt yêu cầu của một luận văn tốt nghiệp kỹ sư, xếp loại Giỏi/ Khá/ Trung bình  **Điểm từng sinh viên:**  TRƯƠNG HỒNG PHÚC**: ………../10** | | |
|  | | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Người nhận xét**  (Ký tên và ghi rõ họ tên) |

**ĐỀ CƯƠNG LUẬN VĂN CHI TIẾT**

|  |  |
| --- | --- |
| **TÊN ĐỀ TÀI:**  **THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUAN TRẮC TỰ ĐỘNG**  **MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM** | |
| **Cán bộ hướng dẫn: TS. TRƯƠNG ĐÌNH CHÂU**  **PGS.TS PHẠM NGỌC TUẤN** | |
| **Thời gian thực hiện:** Từ ngày 11/02/2019 đến ngày 01/06/2019 | |
| **Học viên thực hiện:**  **TRƯƠNG HỒNG PHÚC – 1770039** | |
| **Nội dung đề tài:**  **Mục tiêu:** Thiết kế hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm nhằm cung cấp thông tin về giá trị của các tiêu chí chất lượng nước và cảnh báo, hỗ trợ ra quyết định cho người nuôi tôm.  **Phạm vi:** Cho các cở sở, doanh nghiệp, hộ nuôi tôm.  **Đối tượng:** Các ao, bể nuôi tôm.  **Phương pháp thực hiện:** Áp dụng kỹ thuật công cụ của IOT và công nghệ điện toán đám mây  **Kết quả mong đợi:** Hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm, sử dụng được cho các ao, bể nuôi tôm. | |
| **Xác nhận của Cán bộ hướng dẫn** | TP. HCM, ngày 04 tháng 06 năm 2019  **Sinh viên** |

**LỜI CẢM ƠN**

Trong suốt thời gian học tập tại trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TPHCM. Ban giám hiệu nhà trường, Bộ môn kỹ thuật điều khiển & Tự động hóa đã tạo điều kiện cho em học tập, thực hành cũng như toàn thể các Thầy Cô đã tận tình giảng dạy truyền đạt khối kiến thức và kinh nghiệm quý báu cho chúng em để làm hành trang vững chắc đầy tự tin khi bước vào đời. Để bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc em xin chân thành cảm ơn tất cả Quý Thầy Cô.

Để hoàn thành luận văn tốt nghiệp của mình, em đã trãi qua không ít khó khăn, tuy nhiên nó chính là động lực để giúp em hoàn thành tốt luận văn của mình. Em xin cảm ơn Thầy Trương Đình Châu đã tận tình truyền đạt những kiến thức quý báu cũng như tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất cho tôi trong suốt quá trình học tập nghiên cứu và cho đến khi thực hiện đề tài luận văn.

Xin chân thành bày tỏ lòng biết ơn đến Trung Tâm Phát Triển Công Nghệ Và Thiết Bị Công Nghiệp Sài Gòn – CENITEC. PGS.TS Phạm Ngọc Tuấn và các anh em trung tâm đã không ngừng hỗ trợ và tạo mọi điều kiện tốt nhất cho tôi trong suốt thời gian nghiên cứu và thực hiện luận văn.

Em cũng xin cảm ơn gia đình của mình luôn luôn động viên và giúp em có những điều kiện tốt nhất về vật chất và tinh thần để em hoàn thành quá trình học tập tại trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TpHCM. Bên cạnh gia đình, em cũng cảm ơn những người bạn cùng làm chung luận văn và cùng giúp đỡ nhau những lúc gặp khó khăn, đưa ra những lời khuyên bổ ích để em có thể hoàn thành luận văn của mình.

Cuối cùng, em xin chúc các Thầy, Cô sức khỏe, hạnh phúc và thành công trong sự nghiệp “trồng người” của mình.

Hồ Chí Minh, Ngày 10/06/2019

Học viên

*Trương Hồng Phúc*

TÓM TẮT ĐỀ CƯƠNG LUẬN VĂN

THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUAN TRẮC TỰ ĐỘNG

MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM

**Yêu cầu**

Kết nối nhà máy dựa trên công nghệ điện toán đám mây.

Quản lí, giám sát, theo dõi dữ liệu các nhà máy tập trung dựa vào điện toán đám mây.

Quản lí, giám sát, các nhà máy thông qua internet (Web, app)

**Thời gian thực hiện đề tài (Từ ngày 11/02/2019 đến 01/06/2019)**

* Tuần 1: Nghiên cứu tổng quan hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi trồng thủy hải sản.
* Tuần 2: Xác định các yêu cầu về chức năng và kỹ thuật của hệ thống quan trắc.
* Tuần 3: Thiết kế cấu hình và thành phần
* Tuần 4: Thiết kế cấu hình và thành phần
* Tuần 5: Thiết kế phần cứng
* Tuần 6: Thiết kế giải thuật
* Tuần 7: Thi công phần cứng.
* Tuần 8: Lập trình phần mềm
* Tuần 9: Lập trình phần mềm
* Tuần 10: Tích hợp phần cứng và phần mềm
* Tuần 11: Thử nghiệm
* Tuần 12: Viết báo cáo, và thuyết minh
* Tuần 13: Chỉnh sửa và báo cáo.
* Tuần 14: Báo cáo luận văn.

MỤC LỤC

[Chương 1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN HỆ THỐNG QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM 1](#_Toc5137747)

[1.1. Bối cảnh của ngành công nghiệp thủy sản Việt Nam 1](#_Toc5137748)

[1.1.1. Nhu cầu thủy sản thế giới 1](#_Toc5137749)

[1.1.2. Tình hình nuôi trồng thủy sản 1](#_Toc5137750)

[1.1.3. Cơ hội và thách thức cho ngành nuôi trồng thủy sản Việt Nam 2](#_Toc5137751)

[1.1.3.1. Cơ hội đầu tư vào nuôi trồng thủy sản 2](#_Toc5137752)

[1.1.3.2. Ngành nuôi tôm Việt Nam đang phát triển nhanh 3](#_Toc5137753)

[1.1.3.3. Cơ hội và thách thức cho ngành nuôi tôm 3](#_Toc5137754)

[1.2. Số hóa trong công, nông nghiệp 5](#_Toc5137755)

[1.2.1. Giới thiệu 5](#_Toc5137756)

[1.2.2. Xây dựng SCADA với điện toán đám mây 6](#_Toc5137757)

[1.2.3. Tìm hiểu về IOT 7](#_Toc5137758)

[1.2.3.1. Giới thiệu về IOT 7](#_Toc5137759)

[1.2.3.2. Xu hướng và tính chất của The Internet of Things 8](#_Toc5137760)

[1.3. Nông nghiệp chính xác 9](#_Toc5137761)

[1.3.1. Nông nghiệp chính xác là gì? 9](#_Toc5137762)

[1.3.2. Các thành phần của nông nghiệp chính xác 10](#_Toc5137763)

[1.3.3. Mục tiêu và ý nghĩa của nông nghiệp chính xác 10](#_Toc5137764)

[1.3.4. Số hóa để tối ưu hóa sản xuất nông nghiệp Việt Nam 11](#_Toc5137765)

[1.3.5. Nuôi tôm chính xác 12](#_Toc5137766)

[1.3.6. Hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm 13](#_Toc5137767)

[Chương 2. XÁC ĐỊNH CÁC YÊU CẦU VỀ CHỨC NĂNG VÀ KỸ THUẬT CỦA HỆ THỐNG QUAN TRẮC 15](#_Toc5137768)

[2.1. Giới thiệu 15](#_Toc5137769)

[2.2. Những yếu tố chính tác động và ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường nước nuôi tôm 15](#_Toc5137770)

[2.2.1. Amonia NH3 16](#_Toc5137771)

[2.2.2. Hydrosunfua (H2S) 18](#_Toc5137772)

[2.2.3. Độ pH 22](#_Toc5137773)

[2.2.4. Độ mặn 24](#_Toc5137774)

[2.2.5. Độ kiềm 24](#_Toc5137775)

[2.2.6. Nhiệt độ 25](#_Toc5137776)

[2.2.7. Độ trong 28](#_Toc5137777)

[2.2.8. Ôxy hoà tan (DO) 30](#_Toc5137778)

[2.3. Chức năng của hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm 38](#_Toc5137779)

[2.4. Các tiêu chuẩn về 8 yếu tố trong quan trắc tự động trong nuôi tôm 39](#_Toc5137780)

[2.5. Nhận xét 40](#_Toc5137781)

[Chương 3. THIẾT KẾ CẤU HÌNH VÀ THÀNH PHẦN 42](#_Toc5137782)

[3.1. Nguyên lí chung 42](#_Toc5137783)

[3.1.1. Giới thiệu 42](#_Toc5137784)

[3.2. Nguyên lí hoạt động 42](#_Toc5137785)

[3.3. Thành phần cơ bản 43](#_Toc5137786)

[3.4. Hoạt động của hệ thống 44](#_Toc5137787)

[3.5. Nhận xét 44](#_Toc5137788)

[Chương 4. THIẾT KẾ PHẦN CỨNG 45](#_Toc5137789)

[4.1. Xây dựng phương án thiết kế cho hệ thống quan trắc môi trường nước 45](#_Toc5137790)

[4.1.1. Bình đo 45](#_Toc5137791)

[4.1.2. Cảm biến 46](#_Toc5137792)

[4.1.3. Đánh giá lựa chọn phương án 49](#_Toc5137793)

[4.2. PLC 50](#_Toc5137794)

[4.2.1. PLC S7-1200 50](#_Toc5137795)

[4.2.2. PLC MODICON M241 51](#_Toc5137796)

[4.2.3. Chọn PLC 52](#_Toc5137797)

[Chương 5. THIẾT KẾ GIẢI THUẬT VÀ PHẦN MỀM 53](#_Toc5137798)

[5.1. Phát triển ứng dụng web 53](#_Toc5137799)

[5.1.1. Giới thiệu 53](#_Toc5137800)

[5.1.2. Ưu điểm 53](#_Toc5137801)

[5.1.3. Khuyết điểm 53](#_Toc5137802)

[5.2. Phát triển ứng dụng App 54](#_Toc5137803)

[5.2.1. Phát triển ứng dụng Androi 54](#_Toc5137804)

[5.2.2. Phát triển ứng dụng IOS 54](#_Toc5137805)

[5.2.3. Ưu điểm của App 54](#_Toc5137806)

[5.2.4. Nhược điểm của App 55](#_Toc5137807)

[5.3. Nhận xét 55](#_Toc5137808)

[Chương 6. THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG 56](#_Toc5137809)

[6.1. Kết quả thực hiện 56](#_Toc5137810)

[6.1.1. Mô hình thực hiện 56](#_Toc5137811)

[6.1.2. Kết quả mong muốn 56](#_Toc5137812)

[6.2. Nội dung luận văn 56](#_Toc5137813)

[Chương 7. KẾT LUẬN, NHẬN XÉT VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN 59](#_Toc5137814)

[7.1. Kết quả thực hiện 59](#_Toc5137815)

[7.1.1. Mô hình thực hiện 59](#_Toc5137816)

[7.1.2. Kết quả mong muốn 59](#_Toc5137817)

[7.2. Nội dung luận văn 59](#_Toc5137818)

DANH MỤC HÌNH VẼ

[Hình 2.1 Các quá trình hình thành H2S trong thủy vực 19](#_Toc4947878)

[Hình 2.2 Ảnh hưởng của pH đến mức độ sinh sống [8]. 24](#_Toc4947879)

[Hình 2.3 *Sự phân tầng nhiệt độ trong ao hồ.* 26](#_Toc4947880)

[Hình 3.1 Nội dung của luận văn 42](#_Toc4947881)

[Hình 4.1 Bình đo nằm ngang và các cảm biến 44](#_Toc4947882)

[Hình 4.2 Bình đo nằm đứng và các cảm biến 45](#_Toc4947883)

[Hình 4.3 Cảm biến đo pH theo nguyên lý hóa (phương pháp màng thủy tinh) 45](#_Toc4947884)

[Hình 4.4 Đo pH sử dụng điện cực màng thủy tinh 46](#_Toc4947885)

[Hình 4.5 Cảm biến nguyên lý quang học 47](#_Toc4947886)

[Hình 4.6 PLC S7-1200 50](#_Toc4947887)

DANH MỤC BẢNG

[*Bảng 2.1 Môi trường nước ao trong quá trình nuôi tôm đảm bảo các chỉ tiêu* 16](#_Toc4947859)

[*Bảng 2.2 Độc tính tương đối của H2S với các loại khí độc khác* 21](#_Toc4947860)

[*Bảng 2.3 Nguyên nhân và dấu hiệu khi tôm bị ảnh hưởng loại độc tố H2S* 21](#_Toc4947861)

[*Bảng 2.4 Nhiệt độ tối ưu và ngưỡng nhiệt độ gây chết trên một số loài thủy sản* 27](#_Toc4947862)

[*Bảng 2.5. Mức bão hòa oxy trong nước (mg/l) ở* ***các*** *nhiệt độ và độ mặn khác nhau* 32](#_Toc4947863)

[*Bảng 2.6. Nồng độ oxy hòa tan nguy kịch và oxy hòa tan gây chết ở một số loài (mg/L)* 35](#_Toc4947864)

[*Bảng 2.2 Giá trị cho phép đối với 8 yếu tố trong quan trắc tự động* 39](#_Toc4947865)

[*Bảng 2.3 Chất lượng nước cấp vào ao nuôi và nước ao nuôi tôm sú và tôm chân trắng* 40](#_Toc4947866)

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

PLC Programble Logic Control

SCADA Supervisory Control and Data Acquisition

HTML HyperText Markup Language

WinCC Windows Control Center

HMI Human Machine Interface

VPS Virtual Private Server

MQTT Message Queuing Telemetry Transport

WWW World Wide Web

TÓM TẮT ĐỀ CƯƠNG LUẬN VĂN

THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUAN TRẮC TỰ ĐỘNG

MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM

**Yêu cầu**

Kết nối nhà máy dựa trên công nghệ điện toán đám mây.

Quản lí, giám sát, theo dõi dữ liệu các nhà máy tập trung dựa vào điện toán đám mây.

Quản lí, giám sát, các nhà máy thông qua internet (Web, app)

**Thời gian thực hiện đề tài (Từ ngày 11/02/2019 đến 01/06/2019)**

* Tuần 1: Nghiên cứu tổng quan hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi trồng thủy hải sản.
* Tuần 2: Xác định các yêu cầu về chức năng và kỹ thuật của hệ thống quan trắc.
* Tuần 3: Thiết kế cấu hình và thành phần
* Tuần 4: Thiết kế cấu hình và thành phần
* Tuần 5: Thiết kế phần cứng
* Tuần 6: Thiết kế giải thuật
* Tuần 7: Thi công phần cứng.
* Tuần 8: Lập trình phần mềm
* Tuần 9: Lập trình phần mềm
* Tuần 10: Tích hợp phần cứng và phần mềm
* Tuần 11: Thử nghiệm
* Tuần 12: Viết báo cáo, và thuyết minh
* Tuần 13: Chỉnh sửa và báo cáo.
* Tuần 14: Báo cáo luận văn.

# GIỚI THIỆU TỔNG QUAN HỆ THỐNG QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG NƯỚC NUÔI TÔM

## Bối cảnh của ngành công nghiệp thủy sản Việt Nam

### Nhu cầu thủy sản thế giới

Nhu cầu tiêu thụ thủy sản của thế giới có tốc độ tăng trưởng ngày càng cao trong bối cảnh chính phủ của các nước khuyến cáo người dân giảm bớt ăn thịt thú có chân, đặc biệt là thịt đỏ và tăng cường ăn thủy sản để có lợi cho sức khỏe. Tiêu thụ thủy sản trên đầu người hàng năm ở Châu Âu, Bắc Mỹ, Đông Á đạt mức 20 kg vào năm 2014.

Đến năm 2030, dự kiến thế giới cần 232 triệu tấn thủy sản trong tình hình tổng sản lượng đánh bắt thủy sản của thế giới có xu hướng giảm dần. Vì vậy nuôi trồng thủy sản, dù chỉ mới bắt đầu có sản lượng đáng kể từ vài thập kỷ qua, phải gánh vác một nhiệm vụ đảm bảo 62% lượng tiêu thụ thủy sản vào năm này. Ngành nuôi trồng thủy sản đang trở nên ngày càng quan trọng trong tương lai.

Theo dự báo của Chương trình Phát triển Liên Hiệp Quốc (UNDP), nhu cầu tiêu thụ trên toàn cầu đối với con tôm sẽ đạt khoảng 6,55 triệu tấn vào năm 2020, trong khi nguồn cung chỉ đạt 4,49 triệu tấn, thiếu hụt khoảng 2,06 triệu tấn.

### Tình hình nuôi trồng thủy sản

Ngành nuôi trồng thủy sản thế giới đã phát triển với những bước nhảy nhanh trong hai thập niên vừa qua, đóng góp hơn 50% sản lượng thủy sản của thế giới. Với mức dự báo tăng trưởng của đánh bắt thủy sản là 3%, nuôi trồng thủy sản là 33% trong các năm 2010 – 2021.

Dự báo đến năm 2020, nuôi trồng thủy sản sẽ đạt sản lượng 160 triệu tấn và đến năm 2030 là 180 triệu tấn trong khi đó khai thác, đánh bắt chỉ đáp ứng 85 triệu tấn (2020) và 80 triệu tấn (2030).

Theo báo cáo “Tình trạng ngành khai thác, đánh bắt và nuôi trồng thủy sản thế giới năm 2018” của FAO, Việt Nam là nước xuất khẩu thủy sản đứng hàng thứ ba (7,32 tỷ USD) sau Na Uy (10,77 tỷ USD) và Trung Quốc (20,13 tỷ USD). Xu hướng của sản xuất thủy sản thế giới là tỷ lệ đánh bắt thủy sản ngày càng giảm đi (53% năm 2016 và 46% năm 2030) và tỷ lệ nuôi trồng sẽ ngày càng tăng lên (47% năm 3016 và 53% năm 2030).

Từ thập niên 1970, Jacques-Yves Cousteau, nhà sinh thái học, nhà nghiên cứu biển và các dạng sinh vật sống trong nước nổi tiếng người Pháp đã phát biểu: “Với biển chúng ta phải nuôi trồng như nông dân chứ không phải đánh bắt. Văn minh là nuôi trồng chứ không phải đánh bắt”.

### Cơ hội và thách thức cho ngành nuôi trồng thủy sản Việt Nam

#### Cơ hội đầu tư vào nuôi trồng thủy sản

Peter Drucker, chuyên gia hàng đầu về tư vấn quản trị và kinh tế học đã từng phát biểu: “Nuôi trồng thủy sản, chứ không phải Internet, cho thấy cơ hội đầu tư tài chính hứa hẹn nhất trong thế kỷ 21”. Đầu tư cho nuôi trồng thủy sản trên thế giới dự kiến vào khoảng 100 tỷ USD trong thập niên tới theo tổ chức Liên minh thủy sản toàn cầu.

Các chuyên gia nhận định để lôi kéo nhà đầu tư, chỉ có một con đường: giới thiệu hiệu quả tài chính mang lại từ ngành nuôi trồng thủy sản đang mở rộng, được tổ chức tốt và có trách nhiệm với một nền tảng công nghệ vững chắc và thị trường toàn cầu đang ngày càng lớn.

Trong các loại thủy sản nuôi ở Việt Nam, con tôm được đặc biệt quan tâm vì có giá trị cao, có thể được nuôi công nghiệp, thâm canh, siêu thâm canh với qui mô lớn và khả năng ứng dụng công nghệ cao. Xu thế của ngành thủy sản thế giới mang lại nhiều cơ hội cho ngành nuôi tôm Việt Nam

#### Ngành nuôi tôm Việt Nam đang phát triển nhanh

Sản lượng tôm sản xuất của Việt Nam có sự gia tăng nhanh chóng và triển vọng trở thành một ngành kinh tế quan trọng không chỉ phục vụ nhu cầu trong nước mà còn mang lại doanh thu xuất khẩu lớn. Năm 2017, xuất khẩu tôm của Việt Nam đạt 3,85 tỷ USD tăng 22,3 % so với năm 2016 với sản lượng 701.000 tấn, trên diện tích 721.000 ha, được xem là một kỳ tích. Đồng bằng Sông Cửu Long được mệnh danh là “vựa” thủy sản của cả nước với đóng góp gần 67% sản lượng nuôi trồng, 65% giá trị kim ngạch xuất khẩu, đưa Việt Nam đứng vào hàng thứ tư về nuôi tôm trên thế giới.

#### Cơ hội và thách thức cho ngành nuôi tôm

* **Những cơ hội lớn cho ngành nuôi tôm bao gồm:**

Ngành thủy sản nước ta đã mở rộng được đầu ra khi thâm nhập được hơn 160 thị trường trên thế giới. Thủy sản là một trong những ngành có cơ hội phát triển lớn khi Việt Nam ký kết các hiệp định thương mại với một số quốc gia (Hàn Quốc, Liên minh kinh tế Á – Âu, …), sắp tới là CPTPP và EVFTA.

Hiện nay, mức tăng trưởng sản lượng tôm trên thế giới thấp hơn mức tăng trưởng của nhu cầu (sản lượng tôm dự báo tăng 4 – 5% trong khi nhu cầu dự báo tăng 7 – 8%). Cơ hội phát triển nuôi tôm là để đáp ứng sự thiếu hụt của thế giới khoảng 2 triệu tấn thủy sản vào năm 2020. Trong khi đó, xuất khẩu tôm của Việt Nam có xu hướng tăng, kim ngạch xuất khẩu tôm năm 2015 là 3 tỷ USD, năm 2016 là 3,1 tỷ USD và tăng đột phá ở năm 2017 với kim ngạch đạt 3,85 tỷ USD, năm 2018 là 3.55 tỷ USD, dự kiến năm 2019 là 4 tỷ USD và mục tiêu năm 2025 là 8,4 tỷ USD). Như vậy đây sẽ là cơ hội lớn cho ngành nuôi tôm Việt Nam.

Có thể tăng vượt bậc năng suất nuôi tôm nhờ ứng dụng công nghệ cao. Ví dụ: theo báo cáo của Viện nghiên cứu nuôi trồng thủy sản 2, năng suất nuôi tôm thẻ chân trắng năm 2014 của Việt Nam trung bình là 3,62 tấn/ha/năm, nhưng có trang trại nuôi tôm siêu thâm canh ứng dụng công nghệ cao ở Bạc Liêu đạt năng suất 240 tấn/ha/năm. Tôm lớn có giá bán cao hơn khoảng 1,5 lần so với tôm nhỏ. Với diện tích nuôi trồng thủy sản là 1,1 triệu ha, trong đó có gần 100.000 ha nuôi tôm thẻ chân trắng, tăng diện tích nuôi trồng không được nhiều nên tăng mật độ nuôi để tăng năng suất và sản lượng tôm sẽ là hướng đi tất yếu.

* **Những hạn chế, bất cập, thách thức của ngành nuôi tôm**

Một số hạn chế, bất cập, thách thức của ngành nuôi tôm Việt Nam hiện nay như sau:

* Cơ sở hạ tầng kém phát triển.
* Chịu tác động nặng nề của biến đổi khí hậu.
* Thiếu điện, có nơi phải dùng cả điện sinh hoạt để nuôi tôm.
* Chưa áp dụng rộng rãi các tiêu chuẩn Việt Nam và quốc tế để phát triển bền vững.
* Quản lý chất lượng và an toàn thực phẩm còn hạn chế.
* Môi trường nước đầu vào để nuôi tôm ngày càng ô nhiễm do các chất thải công nghiệp và nông nghiệp chưa được xử lý. Độ mặn của nước đầu vào biến đổi thất thường do tác động của xâm nhập mặn và do lượng nước ngọt ngày càng giảm từ các đập thủy điện ngày càng nhiều ở thượng nguồn Sông Mê Kông.
* Dịch bệnh, năm 2012, cả nước có hơn 100 000 ha bị dịch bệnh (gần 15% diện tích nuôi tôm), trong đó Đồng bằng sông Cửu Long chiếm đa số. Thiếu nguồn tôm giống chất lượng cao, theo đó chỉ có 20% số cơ sở sản xuất tôm giống sử dụng nguồn tôm bố mẹ sạch bệnh.
* Sử dụng kháng sinh tràn lan nên gây nguy cơ kháng kháng sinh cho người dùng và bị hạn chế nhập khẩu vào các nước.
* Thiếu mô hình nuôi tôm mang lại hiệu quả kinh tế cao và bền vững. Tỷ lệ nuôi tôm thành công của Việt Nam chỉ đạt 33% - 35%, trong khi ở Indonesia, Ấn Độ, Thái Lan, … tỷ lệ nuôi thành công tới 70% - 80%.
* Do đó, chi phí sản xuất cao.

Những hạn chế, bất cập, thách thức nêu trên cho thấy hệ thống nuôi tôm mở không còn phù hợp với ngành nuôi tôm Việt Nam do một số nhược điểm: không xử lý triệt để nước thải nuôi tôm trong khi ai cũng biết “nuôi tôm là nuôi nước”; phụ thuộc vào thời tiết, khí hậu; nuôi trong ao có diện tích lớn (thể tích nước hàng ngàn mét khối) nên không kiểm soát và xử lý kịp thời trước những biến động của các thông số môi trường nước; sử dụng rất nhiều nước để thay nước cho các ao; không cách ly được khi có dịch bệnh xảy ra ở khu vực lân cận;…

## Số hóa trong công, nông nghiệp

### Giới thiệu

Số hoá trong công, nông nghiệp là một quá trình tất yếu trong nền sản xuất hiện đại và có tác động to lớn đến kinh tế và đời sống xã hôi. “Internet of Things” (“IoT”) chính là điều kiện tiên quyết cho quá trình số hoá, gắn liền với một trong những xu hướng lớn nhất hiện nay trong lĩnh vực công nghiệp: Gia tăng các thiết bị, máy móc và sản phẩm gắn liền với tự động và mạng.

PLC là thiết bị điều khiển phổ biến trong các nhà máy hiện nay tại Việt Nam cũng như trên thế giới. Việc kết nối PLC với mạng internet, mà cụ thể là dịch vụ điện toán đám mây là con đường nhanh nhất và khả thi nhất cho quá trình số hoá diễn ra.

Các giao thức truyền thông phổ biến dùng cho lĩnh vực IoT hiện nay là:

MQTT (Message Queue Telemetry Transport)

CoAP (Constrained Applications Protocol)

AMQP (Advanced Message Queue Protocol)

DDS (Data Distribution Service)

XMPP (Extensible Messaging và Presence Protocol)

### Xây dựng SCADA với điện toán đám mây

SCADA dựa trên nền tảng đám mây đã cho thấy làm giảm đáng kể chi phí liên quan đến một hệ thống SCADA truyền thống. Bằng cách chuyển sang điện toán đám mây, các chi phí liên quan đến thay thế phần cứng đã lỗi thời như máy tính chạy Windows 7, Windows 10 sẽ biến mất vì ứng dụng chạy trong môi trường ảo. Nhà cung cấp điện toán đám mây cập nhật phần cứng, và quá trình này không ảnh hưởng tới việc cài đặt đối với người dùng.

Chi phí phần cứng liên quan cũng có thể được thanh toán hàng tháng thay vì chi phí trả trước lớn. Người dùng trả tiền để tăng dung lượng lưu trữ khi họ cần. Ví dụ: họ không cần phải mua một máy chủ lớn với bản quyền SQL server 30.000 USD để có thể sử dụng lưu trữ dữ liệu trong 10 năm tới. Họ có thể thay thế mở rộng lưu trữ dữ liệu từng bước, mà không phải mua thêm phần cứng và phần mềm.

Việc sử dụng cơ sở hạ tầng điện toán đám mây trước đây thường cho phép triển khai và nâng cấp theo ngày hơn là hàng tháng. Các nguồn tài nguyên máy tính có thể được thêm vào nhanh chóng khi thêm các dự án SCADA được đưa lên mạng, hoặc nếu giải pháp không phù hợp hoặc không hoạt động có thể giảm nguồn tài nguyên. Chi phí cấm của phần cứng và thay đổi nền tảng phần cứng được loại bỏ, không còn cứng nhắc với người dùng.

Nhiều ứng dụng SCADA của nước và nước thải dựa vào việc giám sát từ xa các thiết bị quan trọng và xử lý thông qua trình duyệt web, điện thoại thông minh và các thiết bị di động khác. Sử dụng một giải pháp lưu trữ tự do với quyền truy cập được cung cấp bởi một ISP duy nhất có thể gây ra vấn đề nếu nhà cung cấp dịch vụ gặp phải sự gián đoạn. Điện toán đám mây cung cấp nhiều kết nối Internet, cung cấp độ tin cậy cao hơn và làm như vậy một cách hiệu quả về chi phí

### Tìm hiểu về IOT

#### Giới thiệu về IOT

IoT là thuật ngữ dùng để chỉ các đối tượng có thể được nhận biết cũng như chỉ sự tồn tại của chúng trong một kiến trúc mạng tính kết nối. Cụm từ này được đưa ra bởi Kevin Ashton vào năm 1999. Ông là một nhà khoa học đã sáng lập ra Trung tâm Auto-ID ở đại học MIT. IoT sau đó cũng được dùng nhiều trong các bài báo của các hãng và nhà phân tích.

Tháng 6/2009, Ashton cho biết rằng hiện nay máy tính, Internet - gần như phụ thuộc hoàn toàn vào con người để chuyển tải dữ liệu. Gần như tất cả trong số 50 petabyte dữ liệu đang có trên Internet (2009) đều được ghi lại hoặc tạo ra bởi con người chúng ta, thông qua các các thức như gõ chữ, nhấn nút, chụp ảnh, quét mã vách...

Con người chính là nhân tố quyết định trong thế giới Internet hiện nay. Thế nhưng con người lại có nhiều nhược điểm: chúng ta chỉ có thời gian hạn chế, khả năng tập trung và độ chính xác cũng ở mức thấp so với máy móc. Điều đó có nghĩa là chúng ta không giỏi trong việc thu thập thông tin về thế giới xung quanh, và đây là một vấn đề lớn.

Máy tính có khả năng giúp con người thu thập tất cả những dữ liệu về mọi thứ xung quanh, chúng ta có thể "theo dõi và đếm mọi thứ, giúp giảm hao phí, chi phí và lỗ. Chúng ta sẽ biết chính xác khi nào các vật dụng cần phải sửa chữa, thay thế, khi nào chúng còn mới và khi nào thì chúng hết hạn sử dụng. Chưa kể đến việc chúng ta có thể kiểm soát chúng mọi lúc mọi nơi. IoT có tiềm năng thay đổi thế giới, giống như cách mà Internet đã thay đổi cuộc sống của chúng ta.

#### Xu hướng và tính chất của The Internet of Things

Sự thông minh và tự động trong điều khiển thực chất không phải là một phần trong ý tưởng về IoT. Các máy móc có thể dễ dàng nhận biết và phản hồi lại môi trường xung quanh. Trong thời gian gần đây người ta bắt đầu nghiên cứu kết hợp hai khái niệm IoT và autonomous control lại với nhau. Tương lai của IoT có thể là một mạng lưới các thực thể thông minh có khả năng tự tổ chức và hoạt động riêng lẻ tùy theo tình huống, môi trường, đồng thời chúng cũng có thể liên lạc với nhau để trao đổi thông tin, dữ liệu.

Việc tích hợp trí thông minh vào IoT còn có thể giúp các thiết bị, máy móc, phần mềm thu thập và phân tích các dấu vết điện tử của con người khi chúng ta tương tác với những thứ thông minh, từ đó phát hiện ra các tri thức mới liên quan tới cuộc sống, môi trường, các mối tương tác xã hội cũng như hành vi con người.

Kiến trúc dựa trên sự kiện: Các thiết bị máy móc trong IoT sẽ phản hồi dựa theo các sự kiện diễn ra trong lúc chúng hoạt động theo thời gian thực. Một mạng lưới các sensor chính là một thành phần đơn giản của IoT.

Là một hệ thống phức tạp: Trong một thế giới mở, IoT sẽ mang tính chất phức tạp bởi nó bao gồm một lượng lớn các đường liên kết giữa những thiết bị, máy móc, dịch vụ với nhau, ngoài ra còn bởi khả năng thêm vào các nhân tố mới.

Vấn đề không gian, thời gian: Trong IoT, vị trí địa lý chính xác của một vật nào đó là rất quan trọng. Hiện nay, Internet chủ yếu được sử dụng để quản lí thông tin được xử lý bởi con người. Do đó những thông tin như địa điểm, thời gian, không gian của đối tượng không mấy quan trọng bởi người xử lí thông tin có thể quyết định các thông tin này có cần thiết hay không, và nếu cần thì họ có thể bổ sung thêm.

Trong khi đó, IoT về lý thuyết sẽ thu thập rất nhiều dữ liệu, trong đó có thể có dữ liệu thừa về địa điểm và việc xử lí dữ liệu đó được xem như không hiệu quả. Ngoài ra, việc xử lí một khối lượng lớn dữ liệu trong thời gian ngắn đủ để đáp ứng cho hoạt động của các đối tượng cũng là một thách thức hiện nay.

## Nông nghiệp chính xác

### Nông nghiệp chính xác là gì?

Ngày càng có nhiều định nghĩa về nông nghiệp chính xác và tính đa dạng của các định nghĩa này giúp chúng ta có hiểu biết toàn diện hơn về nền nông nghiệp này.

Nông nghiệp chính xác là một khái niệm quản lý nông nghiệp dựa trên việc giám sát, đo lường và đáp ứng sự biến đổi trong và ngoài đồng ruộng, ao nuôi, trang trại.

Nông nghiệp chính xác là một nghệ thuật và khoa học sử dụng các kỹ thuật mang tính đổi mới sáng tạo, phù hợp với từng nơi nuôi trồng để quản lý sự biến đổi về không gian và thời gian bằng cách dùng các công nghệ thích hợp nhằm nâng cao hiệu quả, hiệu suất và khả năng sinh lợi của sản xuất nông nghiệp đồng thời đảm bảo trách nhiệm đối với môi trường.

Nông nghiệp chính xác là hệ thống sản xuất nông nghiệp nhằm đáp ứng chính xác yêu cầu của cây trồng, vật nuôi, thị trường, tránh lãng phí sử dụng phân bón, thuốc hóa học, thức ăn, qua đó góp phần bảo vệ môi trường, tiết kiệm năng lượng, giảm số lao động, chi phí, cuối cùng tăng lợi nhuận cho nông dân.

Nông nghiệp chính xác là một hình thức cải tiến sản xuất nông nghiệp bằng cách ứng dụng công nghệ hiện đại để tăng cao năng suất và giảm thiểu ảnh hưởng đến môi trường bằng cách sử dụng công nghệ thông tin để xử lý các dữ liệu có liên quan đến tình trạng vụ mùa, qua đó người nông dân có thể nắm bắt các thông tin và đưa ra các quyết định xử lý cần thiết, đúng thời điểm và chính xác. Tất cả các thao tác (kề cả quản lý) được máy móc thực hiện một cách tự động với tốc độ xử lý dữ liệu tối ưu, có độ tin cậy và tính ổn định cao.

### Các thành phần của nông nghiệp chính xác

Nông nghiệp chính xác có ba thành phần chính:

* Khối thu thập thông tin với quy mô và tần suất chính xác.
* Khối xử lý và diễn giải các dữ liệu thu thập được một cách chính xác.
* Khối thực hiện việc kiểm soát và quản lý đáp ứng với quy mô và thời gian chính xác

### Mục tiêu và ý nghĩa của nông nghiệp chính xác

Mục tiêu của nông nghiệp chính xác bao gồm:

* Về mặt nông học: chính xác về nông học nhằm nâng cao hiệu quả đầu vào/ năng suất, bao gồm việc lựa chọn chủng loại và giống thích nghi hơn với môi trường sống của thực vật hoặc động vật.
* Về mặt môi trường: giảm thiểu những rủi ro đối với sức khoẻ con người và môi trường (đặc biệt là giảm thải ra môi trường nitrat, phosphate, thuốc trừ sâu và các loại hóa chất độc hại khác).
* Về mặt kinh tế: tăng sản lượng, trong khi giảm tiêu thụ năng lượng và hóa chất, từ đó gia tăng lợi nhuận.
* Về mặt hỗ trợ ra quyết định: để quản lý trang trại tốt hơn (trước những biến đổi của môi trường ảnh hưởng đến sản xuất) nhằm tối ưu hoá năng suất, đầu tư và lợi nhuận, và duy trì nguồn lực (môi trường, con người, đất, nước, …) bền vững.

Nông nghiệp chính xác mang lại hình ảnh người nông dân của thời đại cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, biết ứng dụng các công nghệ hiện đại vào quản lý trang trại của mình.

Về mặt kỹ thuật và kinh tế, chính xác ở đây có nghĩa là:

* Chính xác về giá trị bằng số của các yếu tố đầu vào: thông số môi trường nuôi trồng, thông số chất lượng nước, …
* Chính xác về giá trị bằng số của các thông số quá trình, thông số công nghệ: lượng nước cần tưới, lượng phân cần bón, lượng thuốc cần xịt, lượng thức ăn/ lượng khoáng chất cần cung cấp, thời gian trồng/ nuôi, thời gian thu hoạch, thời gian vận chuyển, …
* Chính xác về giá trị bằng số của các thông số vận hành thiết bị: tốc độ vòng quay, nhiệt độ, vận tốc, quãng đường di chuyển, phạm vi hoạt động, …
* Chính xác về giá trị của các dữ liệu, thông tin được thu thập, xử lý, phân tích, dự báo.
* Chính xác về các giá trị đầu ra: năng suất, thông số đặc trưng của chất lượng, doanh thu, chi phí, giá trị gia tăng tạo ra, thông số an toàn và môi trường, ...

### Số hóa để tối ưu hóa sản xuất nông nghiệp Việt Nam

Chuyển đổi số không chỉ có thể và cần áp dụng cho công nghiệp mà còn có thể áp dụng cho nông nghiệp Việt Nam. Đối với nông nghiệp, có thể số hóa:

• Các yếu tố đầu vào trong sản xuất nông nghiệp.

• Các thông số của quá trình sản xuất và vận hành.

• Các yếu tố đầu ra: năng suất, tổng doanh thu (doanh thu + doanh thu gia tăng từ chế biến bán thành phẩm, xử lý chất thải), tổng chi phí, tổng lợi nhuận, thông số an toàn và môi trường.

Giải pháp tối ưu hóa sản xuất nông nghiệp là đo lường, giám sát và điều khiển (duy trì, điều chỉnh) các yếu tố đầu vào và các thông số của quá trình sản xuất đảm bảo luôn đạt yêu cầu nhằm đạt các giá trị đầu ra tốt nhất.

Nghiên cứu, phát triển và ứng dụng rộng rãi các công nghệ của nông nghiệp chính xác một cách hiệu quả và tiến đến nuôi tôm chính xác trong điều kiện Việt Nam là hướng đi tất yếu.

### Nuôi tôm chính xác

Nuôi tôm chính xác kế thừa các nội dung của nông nghiệp chính xác, sử dụng các công nghệ của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư (Internet, Di động, Dữ liệu lớn, M2M và cảm biến, Điện toán đám mây, Khoa học phân tích, Robot, Trí tuệ nhân tạo, ...) để giám sát và điều khiển:

- Tất cả giai đoạn sinh trưởng và phát triển của tôm một cách chính xác và được số hóa.

- Đảm bảo tính bền vững về kinh tế (có lãi, ổn định), xã hội (công bằng, tập trung cho quyền lợi của nông dân), môi trường (xanh, sạch, hữu cơ, sinh thái).

**Nuôi tôm chính xác cần quan tâm:**

- Quan sát và giám sát tôm vì chúng luôn thể hiện các hành động khác nhau theo từng thời điểm.

- Khả năng nhận biết và đáp ứng các nhu cầu sinh lý của tôm nhằm đảm bảo tôm sinh trưởng và phát triển tốt nhất, vì tôm không chỉ có nhu cầu sống mà còn có nhu cầu thể hiện bản năng của chúng.

**Nuôi tôm chính xác cần đảm bảo:**

- Các thay đổi tức thời của tôm phải được đo bằng hệ thống cảm biến.

- Có thể dự đoán sự thay đổi tình trạng của tôm thông qua số liệu thu được từ hệ thống cảm biến.

- Có thể giám sát và điều khiển trực tiếp từ xa.

Nuôi tôm chính xác cần có một nền tảng công nghệ nuôi tôm phù hợp, đó chính là hệ thống nuôi trồng thủy sản tuần hoàn.

**Một số ứng dụng điển hình của nuôi tôm chính xác**

Giám sát số lượng và sinh khối tôm

Cho ăn chính xác

Robot

Chuỗi khối

Giám sát môi trường nước nuôi tôm

### Hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm

Hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm sử dụng công nghệ cảm biến, Internet, công nghệ dữ liệu và thiết bị di động để giám sát các chỉ tiêu môi trường nước nuôi thủy sản.

Đối với giám sát môi trường nước nuôi tôm tôm, những chỉ tiêu môi trường nước nuôi tôm biến đổi nhanh (thay đổi liên tục trong ngày) như: nồng độ oxy hòa tan; nhiệt độ; độ pH; Những chỉ tiêu này nhất thiết cần được theo dõi, giám sát suốt ngày đêm nên phải giám sát tự động và trực tuyến (online). Ngoài ra, một số chỉ tiêu khác như: TAN, NH3, nitrit, H2S, độ kiềm, độ mặn, nồng độ khoáng chất, nồng độ nitrat, nồng độ phốt pho, mật độ vi khuẩn, mật độ tảo, … có tốc độ biến đổi không nhanh, có thể được thực hiện giám sát bằng dụng cụ (kit) đo hay máy đo cầm tay, định kỳ, rồi nhập vào thiết bị di động, để giảm chi phí đầu tư cho hệ thống giám sát.

# XÁC ĐỊNH CÁC YÊU CẦU VỀ CHỨC NĂNG VÀ KỸ THUẬT CỦA HỆ THỐNG QUAN TRẮC

## Giới thiệu

Chất lượng nước là yếu tố quan trọng nhất để đảm bảo các loài thủy sản sinh trưởng tốt và giảm dịch bệnh. Nhiều chỉ tiêu về chất lượng nước biến động liên tục trong ngày (nhiệt độ, pH, nồng độ ô xy hòa tan...) và khi chúng vượt ra ngoài ngưỡng cho phép sẽ khiến thủy sản chết ngay hay nếu không chết thì cũng không tăng trưởng bình thường được nữa.

Đối với ngành thủy sản nói chung và ngành nuôi tôm nói riêng thì việc giám sát, theo dõi những biến động bất thường của các thông số về môi trường chất lượng nước như: nhiệt độ, pH, độ kiềm, độc tố, ... là những yếu tố quyết định trực tiếp đến năng suất và chất lượng của tôm. Điều đó đòi hỏi có các hệ thống quan trắc tự động và xử lý môi trường ao nuôi tôm tiến tiến, để có thể biết được những thay đổi bất lợi đến sức khỏe của tôm. Qua đó có những biện pháp kịp thời xử lý tránh những hậu quả ảnh hưởng đến năng suất sau này.

Hệ thống quan trắc và xử lý nước nuôi tôm sẽ giúp cho người nuôi nắm bắt được các thông số môi trường nuôi vào bất kỳ thời điểm nào trong ngày thông qua các thiết bị di động thông minh một cách nhanh chóng và kịp thời mà không cần phải có mặt tại khu vực nuôi trồng. Từ đó mang lại hiệu quả rõ rệt trong công tác xử lý và khắc phục sự cố một cách kịp thời, dồng thời tăng năng suất, bảo đảm an toàn thực phẩm, giảm sử dụng các hóa chất kháng sinh cấm vào quá trình nuôi.

## Những yếu tố chính tác động và ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường nước nuôi tôm

Theo [1], 8 yếu tố cần giám sát trong môi trường ao nuôi tôm được mô tả trong bảng 1.

*Bảng 2.1 Môi trường nước ao trong quá trình nuôi tôm đảm bảo các chỉ tiêu*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Chỉ tiêu** | **Đơn vị** | **Mức tối ưu** | **Giới hạn cho phép** |
| 1 | NH3 | mg/l | < 0,1 | < 0,3 |
| 2 | H2S | mg/l | < 0,03 | < 0,05 |
| 3 | pH |  | 7,5 – 8,5  8,0 – 8,3 | 7 ÷ 9, dao động trong ngày không quá 0,5 |
| 4 | Nhiệt độ | 0C | 20 – 30 | 18 – 33 |
| 5 | Độ mặn | ‰ | 10 – 25 | 5 – 35 |
| 6 | Ôxy hoà tan (DO) | mg/l | > 4 | ≥ 3,5 |
| 7 | Độ trong | cm | 30 – 35 | 20 – 50 |
| 8 | Độ kiềm | mg/l | 80 – 120 | 60 – 180 |

### Amonia NH3

Khái niệm

Ammoniac NH3 được hình thành trong ao do sự phân hủy protein trong thức ăn thừa và xác chết thủy sinh vật và chất thải của tôm, cá bởi vi khuẩn. Lượng amoniac mà tôm, cá thải ra có thể tính toán gần đúng theo công thức sau:

Ammonia là chất khí nhưng rất dễ hòa tan vào nước.



Do đó trong môi trường nước ammonia ở hai dạng: ammonium NH4+ (ion hóa) hay ammonia NH3 (không ion hóa). Tỷ lệ ammonia không ion hóa có trong nước phụ thuộc vào pH và nhiệt độ theo mối quan hệ tỷ lệ thuận.

Tác động

NH3 là yếu tố quan trọng có ảnh hưởng lớn đến tỷ lệ sống, sinh trưởng đối với thủy sinh vật. Tác dụng độc hại của NH3 đối với cá là khi hàm lượng NH3 trong nước cao, cá khó được bài tiết NH3 từ máu ra môi trường ngoài. NH3 trong máu và các mô tăng làm pH máu tăng dẫn đến rối loạn những phản ứng xúc tác của enzyme và độ bền vững của màng tế bào, làm thay đổi độ thẩm thấu của màng tế bào đưa đến cá chết vì không điều khiển được quá trình trao đổi muối giữa cơ thể và môi trường ngoài. NH3 cao cũng làm tăng tiêu hao oxy của mô, làm tổn thương mang và làm giảm khả năng vận chuyển oxy của máu. Độ độc của NH3 đối với một số loài giáp xác cũng đã được nghiên cứu, ở nồng độ 0,09 mg/l NH3 làm giảm sự sinh trưởng của tôm càng xanh, ở nồng độ 0,45 mg/l làm giảm 50% sự sinh trưởng của các loài tôm he [3].

Ở hàm lượng dưới mức gây chết NH3 cũng có ảnh hưởng xấu đến thủy sinh vật:

- Nó gia tăng tính mẫn cảm của động vật đối với những điều kiện không thuận lợi của môi trường như sự dao động của nhiệt độ, thiếu oxy.

- Ức chế sự sinh trưởng bình thường.

- Giảm khả năng sinh sản, giảm khả năng chống bệnh

Hàm lượng NH3 và NO2 cao trong môi trường nước gây độc trên tôm nuôi, biểu hiện rõ nhất là tôm chậm tăng trưởng, giảm ăn, nổi đầu, chết dần hàng ngày, nếu tính trạng kéo dài tôm sẽ giảm sức đề kháng, tích tụ NH3 và NO2 nhiều trong cơ thể và dẫn đến dễ nhiễm bệnh khác như phân trắng, EMS, hội chứng gan tụy cấp, đen mang, đốm trắng, hoại tử cơ, v.v…

Tuy nhiên, hạn chế lớn nhất của quá trình này là nhóm vi khuẩn nitrat hóa có tốc độ phát triển rất chậm và đấy là vấn đề hết sức quan trọng. Khi NH3 bắt đầu hiện diện thì quần thể vi khuẩn oxy hóa ammonium bắt đầu phát triển, tuy nhiên chúng cần đến 02 tuần để đạt trạng thái ổn định. Bên cạnh đó, các nhóm vi khuẩn nitrat hóa là nhóm vi khuẩn hiếu khí bắt buộc, điều này có nghĩa là oxy đóng vai trò quan trọng trong quá trình nitrat hóa, trong khi đó quá trình biến đổi NH3 thành nitrit thì cần hàm lượng oxy nhỏ hơn nhiều. Chính vì vậy, khi hàm lượng oxy bị hạn chế, NH4+ vẫn có thể bị oxy hóa chuyển sang NO2-, nhưng chúng sẽ tích lũy trong nước ao, kết quả là hàm lượng NO2- tăng cao và gây độc cho tôm. Quá trình này thường xảy ra trong ao thiếu oxy do không được sục khí đầy đủ hoặc có sự tồn tại những khu vực yếm khí (góc chết) trong ao.

### Hydrosunfua (H2S)

Khái niệm

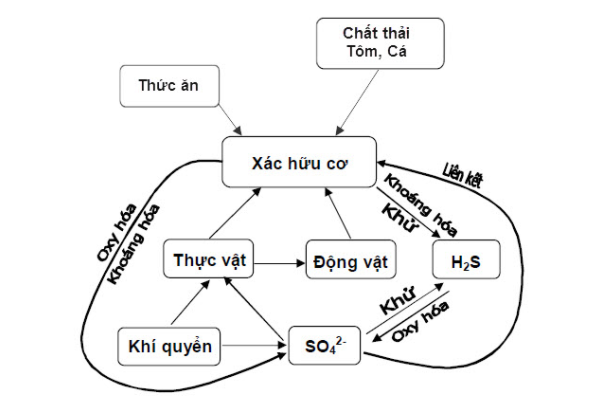
Hydro sunfua là loại khí tan trong nước có mùi trứng thối. Trong điều kiện yếm khí, có hai dạng sunfua trong nước: HS- và S2-. H2S ở trong nước ngoài trạng thái khí tự do, còn tồn tại các dẫn xuất của nó, khi có sự phân ly:



Các ion HS- và S2- có mặt trong nước với hàm lượng lớn khi pH > 10. Trong đó chỉ có dạng khí H2S là chất độc, độc tính của nó có quan hệ với pH:

Ở nhiệt độ 24 độ C, pH = 5 thì 99,1% H2S ở dạng khí gây độc; pH = 8 thì chỉ có 8% H2S ở dạng khí gây độc.

Khí H2S được hình thành trong các ao nuôi tôm, cá là do quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ chứa lưu huỳnh hoặc quá trình phản sunphat hóa với sự tham gia của các vi khuẩn yếm khí.



Hình 2.1 Các quá trình hình thành H2S trong thủy vực

Tác động

Trước hết, H2S sẽ cản trở tôm sử dụng oxy trong ao. Do vậy, nếu tôm tiếp xúc với H2S trong thời gian ngắn sẽ làm tôm suy yếu, hoạt động chậm chạp và dễ nhiễm bệnh. Hoặc cũng trong thời gian ngắn, nhưng tôm nuôi tiếp xúc với lượng lớn H2S sẽ xảy ra hiện tượng chết hàng loạt. Vì các mô mềm như mang, ruột, thành dạ dày và gan tụy của tôm đều bị tổn thương. H2S cũng làm cho tôm bị stress, giảm sức đề kháng và tăng nguy cơ nhiễm bệnh.

* + Gây thối nước ở nồng độ cao.
  + Giảm sự sinh sản của tôm, cá dù ở một lượng rất nhỏ nhưng nếu hiện diện trong một thời gian liên tục.
  + Độc tính của H2S gây kìm hãm quá trình trao đổi chất của tế bào, giảm oxy trong máu.

Những biểu hiện của thủy động vật khi H2S cao trong ao nuôi:

* + Cá/tôm gia tăng hoạt động đóng mở nắp mang, biểu hiện này dễ nhầm lẫn với hiện tượng thiếu oxy trong ao.
  + Tình trạng nặng hơn, cá tôm sẽ ngưng hô hấp và dẫn đến chết.

Mức độ gây hại của H2S:

* + Giảm tăng trưởng khi hàm lượng H2S trong ao nuôi là 0,003 – 0,011 ppm.
  + Gây chết 0,8 ppm đối với cá bột ở pH 6,8; nhiệt độ 25 – 30 độ C; 1,0 ppm đối với cá bột ở pH 7,0; nhiệt độ 25 – 30 độ C; 1,3 ppm đối với cá giống; 1,4 ppm đối với cá trưởng thành.
  + Ngưỡng H2S an toàn cho tôm sú là 0,033 ppm và trên cá là 0,002 ppm. Đối với tôm post thẻ chân trắng (cảm nhiễm LC50 trong 48 giờ) thì ngưỡng H2S an toàn lên đến 0,0087 ppm và đối với tôm thẻ nhỏ thì ngưỡng chịu đựng lên đến 0,0185 ppm.

Tôm sú thường sống tập trung ở đáy ao. Đây là nguyên nhân khiến tôm bị stress (sốc) và yếu, dễ bị cảm nhiễm vi khuẩn Vibrio, hoặc nghiêm trọng hơn là tôm sẽ bị chết do H2S (hội chứng tháng nuôi đầu). Đối với TTCT thì ít nghiêm trọng hơn, bởi hầu hết hoạt động của tôm diễn ra trong các tầng nước, nhưng tôm cũng có thể yếu và mẫn cảm với bệnh. Nếu tôm đang lột xác hoặc đang tìm thức ăn dưới đáy sẽ dễ bị ảnh hưởng bởi H2S. Khi bị nhiễm độc tôm có hiện tượng bơi lờ đờ trên mặt nước hoặc chết trong giai đoạn nuôi 25 - 45 ngày.

Khi hàm lượng H2S nhiều, ao sẽ xuất hiện những bọt bong bóng lâu tan nổi trên mặt nước. Nền đáy chuyển màu đen và có mùi thối. Thỉnh thoảng tôm giảm ăn mạnh vào buổi sáng, tôm chết rải rác, kiểm tra tôm, vỏ có màu sẫm, hồng hoặc đen.

Những ao có diện tích rộng, khi mưa, sẽ tạo sự phân tầng nước (trên ngọt, dưới mặn) ngăn cản sự luân chuyển ôxy từ trên xuống dưới làm cho nền đáy thiếu ôxy khiến cho quá trình phân hủy kỵ khí diễn ra, tạo nhiều H2S. Đồng thời gió lớn sinh ra các đợt sóng mạnh trên mặt nước, cũng như tạo ra luồng nước ở dưới đáy ao làm nền đáy ao bị khuấy động gây bong tróc lớp bùn mỏng trên mặt đáy, khí độc H2S thoát ra gây nhiễm độc nước khắp khu vực đáy ao làm tôm có thể chết sau khi mưa.

Nền đáy ao nuôi sẽ bị xáo trộn do những hoạt động của người nuôi lội xuống ao, thu tỉa tôm, sửa quạt nước, … làm gia tăng cục bộ sự thoát của khí H2S tích tụ từ nền đáy vào nước. Trong vụ nuôi, khi tảo phát triển mạnh đến thời điểm nào đó tảo sẽ tàn, quá trình phân hủy xác tảo sẽ tiêu tốn nhiều ôxy và gia tăng lượng H2S, gây stress cho tôm, khiến tôm nhiễm độc nặng hơn.

*Bảng 2.2 Độc tính tương đối của H2S với các loại khí độc khác*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Chất khí** | **Hàm lượng (ppm)** | **Mức độ gây độc (X lần)** |
| H2S | 0,02 | 1000 |
| NH3 | 2 | 100 |
| NO2 | 20 | 1 |

*Bảng 2.3 Nguyên nhân và dấu hiệu khi tôm bị ảnh hưởng loại độc tố H2S*

|  |  |
| --- | --- |
| Dấu hiệu | Nguyên nhân |
| Mềm vỏ | Tiếp xúc với H2S trong thời gian dài, tôm bị stress và giảm khả năng tiêu thụ thức ăn. |
| Đen mang | Tôm tiếp xúc với H2S khi tôm tìm kiếm thức ăn ở đáy. |
| Màu sắc bất thường trên mang và cơ thể tôm | Stress sau thời gian tiếp xúc khá dài với H2S. |
| Chết sau khi lột xác | Khi tôm lột xác, cần rất nhiều oxy và ở rất gần nền đáy. Nếu hàm lượng H2S quá cao thì tôm sẽ chết sau khi lột. |
| Tôm tiêu thụ ít thức ăn hơn ở cử đầu tiên vào buổi sáng | Vào buổi sáng, hàm lượng DO và pH nước sẽ thấp nhất và lượng H2S khá cao, ảnh hưởng đến quá trình hấp thu thức ăn |
| Bệnh phân trắng (WFD) | Độc tố H2S sẽ kích thích các mô mềm trong ruột tôm để phóng thích ra chất béo và chất nhầy  Lưu ý: WFD cũng được gây ra bởi nhiều nguyên nhân khác, không chỉ do H2S |
| Phát hiện mùi trứng thối | Bọt khí (H2S) nổi ở giữa ao. Nước khi thay có màu đen và mùi trứng thối đặc trưng. |
| Hiện tượng tảo nở hoa đột ngột | H2S tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình phóng thích phosphate tự do vào nước, việc này sẽ làm cho tảo phát triển trong vòng 2 – 3 ngày. |
| Hàm lượng ammonia và nitrite cao | H2S tiêu diệt vi khuẩn có lợi nitrite hóa. |

### Độ pH

Khái niệm

pH (potential hydrogenii) được định nghĩa là - log của nồng độ ion H+ có trong nước ([H+]).

pH là chỉ số đo đặc trưng về độ axit (chua) hoặc độ kiềm (chát) của nước. pH thấp chứa nhiều axit và pH cao chứa nhiều kiềm và pH = 7 được gọi là trung tính. Trong vùng có pH rất cao hay rất thấp, các loại thuỷ động vật không sống được.

pH là một trong những nhân tố môi trường có ảnh hưởng rất lớn trực tiếp và gián tiếp đối với đời sống thủy sinh vật như: sinh trưởng, tỉ lệ sống, sinh sản và dinh dưỡng. pH thích hợp cho thủy sinh vật là 6,5 - 9. Khi pH môi trường quá cao hay quá thấp đều không thuận lợi cho quá trình phát triển của thủy sinh vật. Tác động chủ yếu của pH khi quá cao hay quá thấp là làm thay đổi độ thẩm thấu của màng tế bào dẫn đến làm rối loạn quá trình trao đổi muối - nước giữa cơ thể và môi trường ngoài.

Các yếu tố ảnh hưởng đến sự thay đổi pH:

* Sự tồn tại các trạng thái khác nhau của cacbonic.
* Sự hô hấp và quang hợp của thủy sinh vật.
* Các chất thải hữu cơ tích tụ trong ao.
* Chất đất.

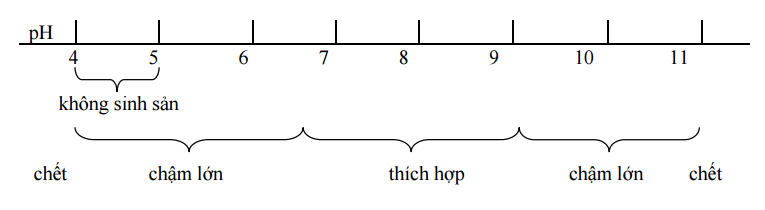
Tác động

Ảnh hưởng của pH đến tôm, cá trong ao:

* pH < 5 sẽ làm giảm khả năng vận chuyển oxi của hemoglobin.
  + Mang tiết ra nhiều chất nhầy.
  + Da và phần ngoài cơ thể tiết ra nhiều nhớt.
  + Một số vùng trên da trở nên đỏ.

Giảm khả năng đề kháng của cá, tôm đối với bệnh, nhất là bệnh vi khuẩn.

* pH > 9 sẽ làm cho các tế bào ở mang và các mô của tôm bị phá hủy
* pH tăng cao sẽ tăng tính độc của NH3 đối với tôm, cá nuôi
* Nếu tôm, được chuyển từ vùng nước này tới vùng nước khác có sự sai khác lớn về pH, tôm cá sẽ sốc pH và chết.
* Ảnh hưởng mang tính chất sinh lý của pH đối với tôm, cá nuôi là duy trì sự cân bằng pH của máu trong cơ thể. Khi pH giảm xuống thấp (pH<5) sẽ làm giảm khả năng vận chuyển oxy của hemoglobin, hậu quả là mang tiết ra nhiều chất nhầy, da và phần ngoài cơ thể tiết ra nhiều nhớt, một số vùng da trở nên đỏ, đồng thời làm giảm khả năng đề kháng của cá, tôm đối với bệnh, nhất là bệnh vi khuẩn. Khi pH tăng cao (pH > 9) sẽ làm cho các tế bào ở mang và các mô của tôm bị phá hủy.



Hình 2.2 Ảnh hưởng của pH đến mức độ sinh sống [8].

### Độ mặn

Khái niệm

Hàm lượng tổng cộng của các chất rắn vô cơ hòa tan (tính theo gam, trong điều kiện chân không) có trong 1 kg nước biển (cũng ở trong điều kiện chân không) ở điều kiện tất cả cacbonat CO32- chuyển sang oxit, số đương lượng của ion Br- và I- được thay thế bằng số đương lượng ion Cl-, tất cả các chất hữu cơ bị oxy hóa, phần bã được sấy khô ở 480 độ C đến trọng lượng không đổi, được gọi là độ mặn.

### Độ kiềm

Khái niệm

Độ kiềm là số đo khả năng trung hòa acid của nước. Độ kiềm của nước tự nhiên do muối của các acid yếu gây nên, mặc dù các chất kiềm yếu và kiềm mạnh cũng có thể gây ra độ kiềm. Bicarbonate là dạng độ kiềm chủ yếu vì chúng được tạo thành từ một khối lượng đáng kể khí carbonic có mặt trong đất và không khí, ta có thể xem phương trình



Độ kiềm của nước được hiểu là khả năng thu nhận acid (H+) của nước do sự có mặt của các bazơ trong đó. Khi đưa acid vào nước, pH của nước giảm, mức độ giảm pH của nước phụ thuộc vào loài và nồng độ bazơ trong nước.

Độ kiềm trong nước ít có tác động trực tiếp đến đời sống của các loài thủy động vật mà tác động lên các yếu tố có liên quan và ảnh hưởng trực tiếp hơn cũng như ảnh hưởng đến trạng thái của ao hồ, ví dụ sự phát triển của thủy thực vật (tảo). Yếu tố tác động gián tiếp chính có thể kể ra là: ảnh hưởng tới pH, ảnh hưởng tới sinh trưởng của thủy thực vật và đặc tính của kim loại nặng trong nước.

### Nhiệt độ

Khái niệm

Nhiệt độ là đại lượng biểu thị trạng thái nhiệt của nước. Nước trong ao nuôi được cung cấp nhiệt từ các nguồn sau

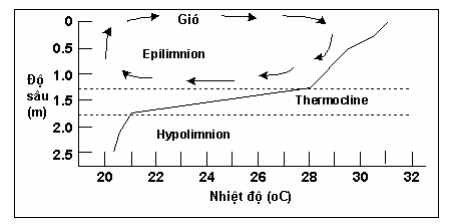
* Bức xạ nhiệt của mặt trời.
* Sự tỏa nhiệt từ đất.
* Từ các phản ứng hóa học và từ sự phân hủy các chất hữu cơ trong nước và nền đáy ao.

Quy luật biến động

* Biến động theo mùa.
* Biến động theo ngày.
* Buổi sáng nhiệt độ cao nhất: thời gian từ 2 – 5 h.
* Buổi chiều nhiệt độ cao nhất: thời gian từ 14 – 16 h.
* Nhiệt độ trung bình: thời gian 10 h.

Sự phân tầng nhiệt độ trong ao hồ

* Trong ao hồ có khả năng xảy ra sự phân tầng nhiệt độ bởi vì năng lượng được hấp thu nhanh ở bề mặt nước và tầng nước ấm phía trên nhẹ hơn tầng nước lạnh phía dưới. Do sự phân bố nhiệt độ khác nhau ở các độ sâu khác nhau và sự tác động của gió chỉ có ảnh hưởng trên bề mặt, một ao hồ có khả năng phân chia thành ba tầng nhiệt độ khác nhau.
* Tầng mặt (epilimnion): Tương đối ấm và chiếm một độ sâu giới hạn so với độ sâu ao hồ.
* Tầng thứ hai (thermocline), tầng biến nhiệt: tầng xảy ra sự giảm nhiệt độ nhanh chóng khi độ sâu gia tăng.
* Tầng thứ ba (hypolimnion): tiếp theo tầng thermocline đến đáy ao, ở đây càng xuống sâu nhiệt độ giảm ít hơn.



Hình 2.3 *Sự phân tầng nhiệt độ trong ao hồ.*

**Tác động**

Nhiệt độ ảnh hưởng tăng trưởng, trao đổi chất, sức ăn, khả năng kháng bệnh, sinh sản, tỷ lệ sống của các loài thủy sinh vật và còn ảnh hưởng đến độ hòa tan của các chất khí có trong nước, năng suất sinh học sơ cấp, độ độc của một số hợp chất trong nước.

Tôm, cá có thể chịu đừng sự thay đổi nhiệt độ 0,2 độ C /phút, nhưng khi nhiệt độ thay đổi đột ngột 3 hay 4 độ C hoặc vượt quá giới hạn thích ứng sẽ gây sốc, thậm chí làm tôm, cá chết.

* Thay đổi tốc độ trao đổi chất.
* Rối loạn hô hấp.
* Làm mất cân bằng pH máu.
* Làm thay đổi chức năng điều hành áp suất thẩm thấu.

Nhiệt độ tối ưu trong nuôi tôm sú 28 – 30 độ C, nhiệt độ thích hợp cho tôm thẻ 25 -30 độ C.

Tôm sú có thể chịu được nhiệt độ 28 °C nhưng tôm phát triển tương đối chậm, trên 30°C tôm phát triển nhanh hơn nhưng rất dễ mắc bệnh. Nhiệt độ không nên thay đổi đột ngột, nhiệt độ trong ngày nếu biến động hơn 3 oC – 5 oC sẽ làm cho tôm giảm ăn. Nếu nhiệt độ thấp hơn 25 oC tôm sẽ ăn giảm hoặc ngưng ăn, tôm sẽ lớn chậm hoặc không lớn.

*Khoảng nhiệt độ thích hợp*

Là khoảng nhiệt độ nơi mà các động vật có thể sống sót, tăng trưởng. Nhiệt độ trên hoặc dưới khoảng nhiệt độ này sẽ dẫn đến tử vong ở cá/tôm.

Khoảng nhiệt độ thích hợp của từng loài tùy thuộc vào:

Di truyền: Các loài khác nhau hay chủng loài khác nhau của cùng một loài có thể có khả năng chịu lạnh hay nóng khác nhau.

Quá trình chịu nhiệt: động vật được thích ứng với nhiệt độ cao hơn thì có khả năng chịu đựng nhiệt độ cao hơn và thấp hơn giới hạn hoặc ngược lại.

Giai đoạn sống: động vật ở giai đoạn trưởng thành, trứng, ấu trùng và ấu niên có thể có những yêu cầu khác nhau về nhiệt độ. Khi sinh sản động vật sẽ chịu đựng mức nhiệt độ thường thấp hơn nhiệt độ tăng trưởng tối ưu.

Khoảng nhiệt độ thích hợp cho thủy sinh vật còn phụ thuộc vào hàm lượng ammonia, độ mặn, oxy trong nước. Khi hàm lượng của những yếu tố này nằm ngoài khoảng thích hợp cho động vật thì chúng cũng không có khả năng chịu đựng khi gặp nhiệt độ khắc nghiệt.

*Bảng 2.4 Nhiệt độ tối ưu và ngưỡng nhiệt độ gây chết trên một số loài thủy sản*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Loài** | **Nhiệt độ tối ưu**  **(**oC) | **Ngưỡng nhiệt độ gây chết** | |
| **Ngưỡng thấp (**oC) | **Ngưỡng cao (**oC) |
| Cá hồi | 12 – 16 | 6 – 7 | 23 – 26 |
| Cá chép | 23 – 27 | 0 – 10 | 31 – 36 |
| Cá tra | 26 – 30 | 0 – 10 | 35 – 40 |
| O. mossambicus | 28 – 34 | 4 | 40 |
| O. niloticus | 31 – 36 | 12 |  |
| Tôm sú | 28 – 33 | 15 | 35 |
| Tôm nước ngọt | 29 – 31 | 10 – 14 | 35 |
| Cá lăng nha Mystus wyckioides | 28 – 32 | 24 | 36 |
| Cá bống tượng | 15 – 41 | 26 | 32 |

Nhiệt độ cao

Khi nhiệt độ tăng cao vượt quá giới hạn (trên 320C đối với tôm và trên 350C đối với một số loài cá, như rô phi, chép, tráp, vược…) sẽ gây stress cho vật nuôi, khiến chúng phải tiêu tốn nhiều năng lượng cho quá trình hô hấp, cơ thể sẽ khó thích nghi được với môi trường mới; Từ đó, dẫn đến sức đề kháng giảm và có nguy cơ bị các vi khuẩn, virus thường trực trong nước tấn công gây bệnh.

Nhiệt độ thấp

Khi nhiệt độ hạ thấp (gió mùa, mưa), quá trình trao đổi chất của tôm, cá sẽ giảm, dẫn đến sức ăn cũng giảm theo, kéo dài thời gian lột xác của tôm và làm chậm tăng trưởng ở cá. Khi nhiệt độ xuống thấp quá ngưỡng giới hạn, một số loài có sức đề kháng kém sẽ bỏ ăn và chết, đặc biệt là tôm, cá giai đoạn còn nhỏ (cá bột, hương, giống, tôm post). Nếu nhiệt độ hạ thấp kéo dài, vật nuôi sẽ có xu hướng di chuyển xuống đáy ao để tránh rét, nguy cơ tiếp xúc với khí độc và nấm sẽ rất cao.

### Độ trong

**Khái niệm**

Ở tất cả các loại nước, sông hay nước ao hồ đều có vật chất lơ lững tạo nên độ đục của nước. Hàm lượng vật chất lơ lững cao là do xói mòn đất, hoạt động của máy móc cơ khí với một cường độ lớn, những hành động phá rừng làm phá hủy đất, và việc đổ các chất thải công nghiệp, chất thải của các xưởng chế biến và chất thải sinh hoạt. Ngoài ra, các vật chất hữu cơ hòa tan, hay sự phong phú của tảo cũng góp phần tạo nên độ đục của nước.

Độ trong suốt của nước là khả năng ánh sáng mặt trời xuyên qua nó, khả năng cản những tia năng mặt trời của nước gọi là độ đục. Hai tính chất này tỉ lệ nghịch với nhau và phụ thuộc vào lượng keo khoáng, vật chất hữu cơ lơ lững, sự phát triển của tảo, sóng gió thủy triều và lượng nước mưa đổ vào thủy vực. Ở những thủy vực khác nhau, nguyên nhân gây ra độ đục khác nhau.

**Tác động**

Độ trong thấp làm giảm ánh sáng mặt trời xâm nhập vào trong nước qua đó ức chế sự tăng trưởng của thực vật phù du, giảm sản xuất ôxy trong ao. Ở tôm, nếu độ trong thấp có thể gây ra chênh lệch nhiệt độ và phân tầng ôxy hòa tan trong ao nuôi. Nó cũng có thể gây ra tắc nghẽn mang tôm hoặc gây chấn thương trực tiếp đến các mô của tôm.

Độ trong quá cao, nước nghèo dinh dưỡng, sinh vật phù du kém phát triển sẽ hạn chế thành phần thức ăn tự nhiên của cá, tôm làm giảm năng suất nuôi trong ao. Đối với các ao nuôi nước quá trong sẽ làm cá nuôi trở nên nhạy cảm, sợ và bỏ ăn. Đặc biệt, với các ao ương giống sẽ làm giảm tỷ lệ sống trong khi ương một cách đáng kể do thiếu hụt lượng thức ăn tự nhiên.

Độ đục cao làm giảm ánh sáng mặt trời xâm nhập vào trong nước qua đó ức chế sự tăng trưởng của thực vật phù du, giảm sản xuất ôxy trong ao. Khi độ đục quá cao, sẽ làm cho cá hô hấp khó khăn do lượng phù sa lắng tụ trên nền đáy, bao phủ trên mang cá, cường độ bắt mồi giảm. Cá sẽ bị thiếu ôxy và nổi đầu vào lúc sáng sớm. Điều này có thể dẫn đến tỷ lệ tăng trưởng kém, nếu bùn nhiều quá mức có thể gây kích ứng mang cá, dập trứng cá và gây chết ngạt ở các cộng đồng động vật thủy sinh. Ở tôm, nếu độ đục cao có thể gây ra chênh lệch nhiệt độ và phân tầng ôxy hòa tan trong ao nuôi. Nó cũng có thể gây ra tắc nghẽn mang tôm hoặc gây chấn thương trực tiếp đến các mô của tôm. Ngược lại, nếu độ trong quá cao, nước nghèo dinh dưỡng, sinh vật phù du kém phát triển sẽ hạn chế thành phần thức ăn tự nhiên của cá, tôm làm giảm năng suất nuôi trong ao. Đối với các ao nuôi nước quá trong sẽ làm cá nuôi trở nên nhạy cảm, sợ và bỏ ăn. Đặc biệt, với các ao ương giống sẽ làm giảm tỷ lệ sống trong khi ương một cách đáng kể do thiếu hụt lượng thức ăn tự nhiên.

Giá trị độ trong nhỏ hơn 20 cm thì ao đục. Nếu ao đục do phytoplankton, sẽ nảy sinh vấn đề thiếu Oxy vào buôi sáng sớm, độ pH ao nuôi sẽ tăng cao (pH>9) vào buổi trưa nắng. Nếu do đục vô cơ (đục phù sa), năng suất ao sẽ không cao.

* 30 – 40 cm: Nếu độ trong do phytoplankton, tình trạng ao tốt.
* 45 – 60 cm: Phytoplankton nghèo nàn.
* >60 cm: Nước quá trong, năng suất ao giảm và nảy sinh vấn đề gây hại của tảo đáy.

### Ôxy hoà tan (DO)

**Khái niệm**

Oxy hòa tan là yếu tố môi trường nước quan trọng chi phối quá trình hô hấp, điều hòa trao đổi chất và các quá trình sinh lý khác của sinh vật sống trong nước.

Oxy có được trong ao là do các nguyên nhân sau:

* Oxy hòa tan có sẵn trong nước cấp vào ao.
* Oxy từ không khí hòa tan vào nước.
* Oxy có được do hoạt động quang hợp của thủy sinh thực vật.

Quy luật biến đổi của oxy hòa tan trong nước ao nuôi.

* Sự biến đổi ngày đêm:

Đối với những ao nuôi không có hoạt động tăng oxy nhân tạo, sự biến đổi lượng oxy hòa tan giữa ngày và đêm ở nước tầng trên sẽ rất rõ rệt. Trong trường hợp bình thường, buổi chiều cao hơn sáng sớm, ban ngày cao hơn ban đêm. Vào ban ngày, oxy sẽ tăng lên do quá trình quang hợp của tảo, cho đến lúc trước khi mặt trời lặn sẽ đạt đến giá trị cao nhất, ban đêm do tảo không tiến hành được quá trình quang hợp mà những hoạt động tiêu hao oxy lại vẫn diễn ra bình thường, do vậy mà oxy hòa tan trong nước sẽ giảm đi, cho đến lúc bình minh trước khi mặt trời mọc sẽ ở mức thấp nhất. Nhưng kéo theo độ sâu tầng nước tăng lên, đặc biệt là dưới độ sâu cân bằng giữa quang hợp và hô hấp, sự biến đổi oxy hòa tan giữa ngày và đêm sẽ có xu hướng giảm đi hoặc ngưng trệ.

* Biến đổi theo mùa:

Sau khi hòa vào trong nước cùng với muối, oxy sẽ phân tán theo các hướng khác nhau. Sự phân bố oxy hòa tan trong nước biểu hiện trạng thái giảm dần theo chiều thẳng từ trên xuống dưới. Điều này chủ yếu có liên quan tới sự chênh lệnh về nhiệt độ và ánh sáng mặt trời mà mỗi tầng nước khác nhau nhận được. Do sự hấp thu của nước và tảo trong nước, tia sáng mặt trời chiếu xuống nước sẽ yếu dần theo độ sâu, cho tới một độ sâu nhất định mà ánh sáng không thể chiếu xuống được, trở thành những vực nước tối và không có ánh sáng, tảo chỉ có thể sinh trưởng được ở những tầng nước có ánh sáng và thực hiện chức năng quang hợp giải phóng oxy, còn quá trình tiêu hao oxy vẫn diễn ra ở bất kì độ sâu nào. Từ đó, oxy hòa tan trong nước có hiện tượng tầng trên cao mà tầng dưới thì thấp, phân bố thẳng giảm dần không đều. Hiện tượng này thường thấy ở những ao nước sâu vào thời kì nhiệt độ cao.

* Biến đổi theo chiều thẳng đứng:

Sau khi hòa vào trong nước cùng với muối, oxy sẽ phân tán theo các hướng khác nhau. Sự phân bố oxy hòa tan trong nước biểu hiện trạng thái giảm dần theo chiều thẳng từ trên xuống dưới. Điều này chủ yếu có liên quan tới sự chênh lệnh về nhiệt độ và ánh sáng mặt trời mà mỗi tầng nước khác nhau nhận được. Do sự hấp thu của nước và tảo trong nước, tia sáng mặt trời chiếu xuống nước sẽ yếu dần theo độ sâu, cho tới một độ sâu nhất định mà ánh sáng không thể chiếu xuống được, trở thành những vực nước tối và không có ánh sáng, tảo chỉ có thể sinh trưởng được ở những tầng nước có ánh sáng và thực hiện chức năng quang hợp giải phóng oxy, còn quá trình tiêu hao oxy vẫn diễn ra ở bất kì độ sâu nào. Từ đó, oxy hòa tan trong nước có hiện tượng tầng trên cao mà tầng dưới thì thấp, phân bố thẳng giảm dần không đều. Hiện tượng này thường thấy ở những ao nước sâu vào thời kì nhiệt độ cao.

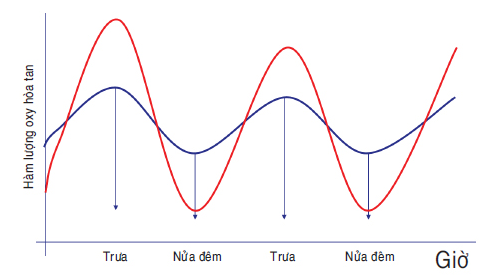
**Tác động của các yếu tố khác đến hàm lượng oxy hòa tan**

* Áp suất: Áp suất riêng phần của oxy phụ thuộc vào hỗn hợp khí và áp suất bên trong các phản ứng sinh học.
* Nhiệt độ: Độ hòa tan của oxy từ không khí vào nước bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ. Độ hòa tan của oxy sẽ giảm trong nước nóng và tăng trong nước lạnh hơn. Điều này xảy ra là do oxy có khả năng len lỏi vào giữa các mối nối hydro bên ngoài của các phân tử nước mà không buộc chúng tách ra. Sau đo oxy được lồng trong các phân tử nước mà có thể giữ chúng vào khá yếu.
* Độ mặn: Các ion hòa tan trong nước biển có ảnh hưởng đến sự hòa tan của oxy. Độ hòa tan của oxy trong nước tỷ lệ nghịch với độ mặn của nước.
* Ngoài ra, diện tích mặt tiếp xúc giữa ao và không khí, tốc độ gió, … cũng ảnh hưởng đến sự hòa tan của oxy hòa tan từ không khí vào nước.

*Bảng 2.5. Mức bão hòa oxy trong nước (mg/l) ở các nhiệt độ và độ mặn khác nhau*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Độ mặn**  **Nhiệt độ** | **Nước ngọt** | **7,5** | **11** | **15** | **36** |
| 20 | 9,1 | 8,7 | 8,5 | 8,3 | 7,4 |
| 22 | 8,8 | 8,4 | 8,2 | 8,0 | 7,1 |
| 24 | 8,4 | 8,1 | 7,9 | 7,7 | 6,9 |
| 26 | 8,1 | 7,8 | 7,7 | 7,5 | 6,6 |
| 27 | 8,0 | 7,6 | 7,6 | 7,3 | 6,5 |
| 28 | 7,8 | 7,5 | 7,5 | 7,2 | 6,4 |
| 29 | 7,7 | 7,4 | 7,4 | 7,1 | 6,3 |
| 30 | 7,6 | 7,3 | 7,2 | 7,0 | 6,2 |

*Nguồn: FAO (2002)*

**

**Tác động**

**a) Tích cực**

Cung cấp khí oxy cần thiết cho hoạt động sống của động vật thủy sản

Nhìn từ quan điểm năng lượng học và sinh vật hóa học, động vật bắt mồi để chuyển hóa năng lượng trong thức ăn thành năng lượng đáp ứng cho hoạt động sống của động vật và có thể trực tiếp lợi dụng được, còn khí oxy hô hấp vào là điều kiện bảo đảm thông qua phản ứng sinh hóa trên cấp độ phân tử để cuối cùng đi đến thực hiện chuyển hóa này. Một khi bị thiếu khí oxy, quá trình phản ứng sinh hóa này sẽ bị chấm dứt, động vật sẽ chết. Trong thực tiễn, mọi người nhận thức khá rõ về việc tăng oxy có thể giải quyết vấn đề nổi đầu và dự phòng nổi ao của vật nuôi, nhưng chính vì như thế mà rất nhiều người nuôi chỉ coi đó như một biện pháp “cứu mạng”, vẫn chưa nhận thức được nguy hại của oxy thấp gây ra cho môi trường nước và vật nuôi thủy sản.

Có lợi cho sự sinh sôi phát triển của vi sinh vật hiếu khí, thúc đẩy phân giải các chất hữu cơ

Vi sinh vật hiếu khí đóng vai trò rất quan trọng đối với phân giải các chất hữu cơ trong nước. Trong điều kiện có oxy, các chất thải động vật, thức ăn dư thừa, xác sinh vật (bao gồm cả tảo chết) cùng với căn bã hữu cơ sẽ được các enzyme ngoại bào do vi sinh vật sản sinh ra phân giải thành các chất hữu cơ có tính hòa tan, cuối cùng sẽ trở thành những chất vô cơ đơn giản tham gia vào tuần hoàn vật chất mới, từ đó loại bỏ được ô nhiễm hữu cơ trong nước.

Khí oxy có thể oxy hóa trực tiếp các chất độc hại trong nước và dưới đáy ao; giảm hoặc loại bỏ độc tính của nó. Khí oxy có tính oxy hóa rất mạnh, có thể oxy hóa các chất có độc tính mạnh như H2S, NO2- lần lượt biến thành Sulfate, Nitrata,v.v..

Oxy hòa tan trong nước đầy đủ giúp cải thiện nâng cao khả năng chịu đựng của vật nuôi đối với các nhân tố bất lợi của môi trường (như NH3, NO2-,…), tăng cường sức chống chịu trước sự đe dọa của môi trường. Những động vật sống trong môi trường oxy thấp kéo dài, sức miễn dịch sẽ giảm, khả năng kháng bệnh kém. Nghiên cứu cho thấy rõ, khi tình trạng thiếu oxy hòa tan trong nước kéo dài, nguy cơ phát sinh bệnh do vi khuẩn rất dễ dàng tăng lên.

**b) Tiêu cực**

Oxy hòa tan là một trong những yếu tố chất lượng nước quan trọng nhất và dễ phát sinh vấn đề nhất trong nuôi trồng thủy sản; lượng oxy hòa tan thực tế trong nước chịu sự ảnh hưởng chung của các nhân tố sinh học, vật lí và hóa học mà thay đổi theo thời gian. Khi hàm lượng oxy hòa tan trong nước không đủ, trước hết sẽ trực tiếp sản sinh ra những ảnh hưởng bất lợi đối với vật nuôi; tiếp đó, thông qua tác động đến các chỉ tiêu sinh học và hóa học trong môi trường nước sẽ ảnh hưởng gián tiếp đến vật nuôi, gây nguy hại cho sinh trưởng, sinh sôi và thậm chí là sự sống còn của vật nuôi ở mức độ khác nhau. Nhẹ thì làm suy giảm chất lượng nước, sinh trưởng phát triển chậm; nặng thì xuất hiện nổi đầu, chết nổi và cuối cùng dẫn đền chết hàng loạt.

Oxy trong nước thấp dưới một mức độ nào đó, chuyển hóa sinh lí và sinh trưởng phát triển của vật nuôi bắt đầu chịu những ảnh hưởng bất lợi; nhưng sẽ không dẫn đến tử vong; nồng độ oxy hòa tan thời điểm này được gọi là oxy hòa tan nguy kịch (Critical Dissolved Oxygen). Nếu oxy tiếp tục giảm, đến mức thấp nhất không thể đáp ứng được nhu cầu sinh lí, vật nuôi sẽ ngạt thở mà chết, nồng độ oxy hòa tan thời điểm đó được gọi là oxy hòa tan gây chết (Lethal Dissolved Oxygen). Oxy hòa tan nguy kịch và oxy hòa tan gây chết biến đổi khác nhau tùy thuộc vào chủng loài và quy cách động vật và chịu ảnh hưởng của nhiệt độ nước, độ mặn và các yếu tố môi trường khác; ví dụ: nhiệt độ nước tăng cao thì oxy hòa tan gây chết của động vật sẽ giảm đi.

*Bảng 2.6. Nồng độ oxy hòa tan nguy kịch và oxy hòa tan gây chết ở một số loài (mg/L)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Chủng loài động vật** | **Nồng độ nguy kịch** | **Nồng độ gây chết** |
| Cá nước lạnh | 5,0 – 6,0 | 2,5 – 3,5 |
| Cá nước ấm | 4,0 – 5,0 | 1,0 – 2,0 |
| Tôm | 3,0 – 4,0 | 0,5 – 1,0 |

Ảnh hưởng trực tiếp đối với tôm nuôi

Khi tôm bị bênh thiếu oxy dấu hiệu đầu tiên là nổi đầu, dạt vào bờ, chết từ rải rác đến hàng loạt, đăc biệt lượng tôm chết tập trung vào sáng sớm. Tôm bỏ ăn vì không xuống đáy ao bắt mồi do nồng độ oxy hòa tan ở đấy thấp hơn. Kiểm tra thấy mang tôm chuyển từ màu trắng ngà sang màu hồng.



Hình 2.4 Tôm bị nổi đầu do thiếu oxy



Hình 2.5. Mang tôm chuyển sang màu hồng do thiếu oxy

Khi hàm lượng oxy thấp, tôm sẽ ăn ít hoặc ăn chậm và dẫn đến dư thừa thức ăn trong ao, điều này sẽ làm biến đổi các yếu tố chất lượng nước, tích tụ khí độc, các yếu tố này sẽ tác động ngược trở lại tôm nuôi làm cho chúng yếu dần đi và dễ nhiễm các loại bệnh do vi khuẩn gây ra, đặc biệt là bệnh phân trắng. Hàm lượng oxy thấp cũng làm cho tỷ lệ sống thấp, chậm tăng trưởng và hệ số thức ăn cao. Thời gian nuôi một vụ tôm sẽ kéo dài và chi phí để xử lý những khó khăn gặp phải sẽ tăng cao.

Hàm lượng oxy càng thấp thì tốc độ bắt mồi của tôm càng chậm. Chẳng hạn với hàm lượng oxy trên 04 ppm, sau 60 phút, tôm ăn hết thức ăn. Với hàm lượng oxy thấp hơn 02 ppm, sau 60 phút lượng thức ăn còn thừa lại đến 45.27%. Hàm lượng oxy trong ao đầy đủ tôm sẽ bắt mồi nhanh hơn, chính vì thế trong những ao nuôi tôm có hệ thống cung cấp oxy tốt, tôm thường ăn nhanh và hết vó trước thời gian kiểm tra vó qui định mặc dù lượng thức ăn trong ngày (hoặc cữ ăn) đã được tính toán chính xác. Trong trường hợp này, nếu người nuôi nghĩ rằng tôm thiếu thức ăn và cung cấp thêm nhiều thức ăn hơn trong lần cho ăn kế tiếp hoặc ngày hôm sau thì lượng thức ăn sẽ trở nên dư thừa. Vì vậy, nếu như đã tính toán lượng thức ăn đúng thì người nuôi không cần phải gia tăng lượng thức ăn thêm nữa.

*Bảng 2.7. Ảnh hưởng của hàm lượng oxy đến tốc độ bắt mồi, tăng trưởng và tỷ lệ số của tôm chân trắng [6].*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Hàm lượng oxy hòa tan (ppm)** | **% thức ăn còn lại** | | | |
| Thời gian (phút) | 15 | 30 | 45 | 60 |
| > 4 (ppm) | 21,03 | 2,6 | 0 | 0 |
| 2 – 4 (ppm) | 56,10 | 13,22 | 0 | 0 |
| <2 | 84,28 | 73,31 | 59,27 | 45,27 |

Hàm lượng oxy càng cao thì tốc độ tăng trưởng của tôm nuôi càng nhanh. Việc duy trì DO đầy đủ và ổn định càng có ý nghĩa ở giai đoạn sau của vụ nuôi. Thí nghiệm trên được thực hiện với tôm nuôi có trọng lượng ban đầu khoảng 7,6 gram/con. Ở điều kiện DO > 04 ppm và DO = 02 – 04 ppm, tốc độ tăng trưởng của tôm nuôi sau 30 ngày thử nghiệm lần lượt là 16,0 gram/con và 15,64 gram/con, khác biệt này không lớn lắm, tuy nhiên ở ngày thứ 60, tốc độ tăng trưởng khác biệt đáng kể, tôm nuôi đạt trọng lượng bình quân 28,16 gram/con ở điều kiện DO > 04 ppm và chỉ đạt 25,01 gram/con ở điều kiện DO = 02 – 04 ppm.

*Bảng 2.8. Ảnh hưởng của oxy hoà tan đến tốc độ tăng trưởng của tôm chân trắng [6]*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ngày tuổi** | **Tỷ lệ sống (%)** | | |
| *Hàm lượng oxy hòa tan* | *D.O > 4 ppm* | *D.O 2 – 4 ppm* | *D.O < 2 ppm* |
| 0 | 7,67 | 7,62 | 7,68 |
| 10 | 10,40 | 9,54 | 8,91 |
| 20 | 12,80 | 11,74 | 11,05 |
| 30 | 16,00 | 15,64 | 14,32 |
| 40 | 18,94 | 18,12 | 17,22 |
| 50 | 25,26 | 23,13 | 23,01 |
| 60 | 28,16 | 25,01 | 25,09 |

## Chức năng của hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm

Quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm là quá trình theo dõi có hệ thống về môi trường nước nuôi, các yếu tố tác đông lên môi trường nước nhằm cung cấp thông tin phục vụ đánh giá hiện trạng, diễn biến chất lượng và các tác động xấu đối với môi trường nước nuôi tôm.

Quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm là quá trình theo dõi, giám sát các thông số chất lượng môi trường nước (độ pH, độ kiềm, các khí độc, ...) thông qua các thiết bị, phương tiện tự động, giúp cá nhân, cơ quan quản lý nắm rõ, chủ động với những yếu tố có thể xảy ra với môi trường nước nuôi tôm.

Chức năng của hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm:

• Góp phần xác định các thay đổi hoặc diễn biến chất lượng môi trường (qua các thông số) liên tục theo thời gian và không gian.

• Giúp xác định nhanh, phát hiện sớm các vấn đề về chất lượng nước (nước bị ô nhiễm gì? Ô nhiễm như thế nào? Mức độ ra sao? Nguyên nhân chính là gì?).

• Giúp kiểm soát quá trình sản xuất và vấn đề mi trường của các ao nuôi.

• Cảnh báo kịp thời khi có vấn đề xấu xảy ra.

## Các tiêu chuẩn về 8 yếu tố trong quan trắc tự động trong nuôi tôm

Các tiêu chuẩn này được xác định theo thông tư số 22/2014/TT- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (BNNPTNT): Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về điều kiện nuôi thủy sản.

*Bảng 2.9 Chất lượng nước cấp vào ao nuôi và nước ao nuôi tôm*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Thông số** | **Đơn vị** | **Giá trị cho phép** |
| 1 | Ôxy hoà tan (DO) | mg/l | ≥ 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 | NH3 | mg/l | < 0,3 |
| 7 | H2S | mg/l | < 0,05 |
| 8 | Nhiệt độ | oC | 18 ÷ 33 |

Để giảm chi phí đầu tư, 7 chỉ tiêu ô xy hòa tan, nhiệt độ, pH, độ mặn, độ kiềm, nồng độ NH3, H2S được đo tập trung bằng cách hút nước từ điểm cần đo tới máy đo. Riêng chỉ tiêu có thể có sai số lớn sau khi nước di chuyển trên đường ống từ điểm cần đo tới máy đo như độ trong sẽ được đo bằng cảm biến, được lắp đặt ngay tại điểm lấy mẫu trong ao.

Khi theo dõi quá trình biến động của môi trường nước nuôi tôm, hệ thống quan trắc phải luôn luôn cung cấp những số liệu cần thiết thông qua các cảm biến.

Yêu cầu kỹ thuật của hệ thống quan trắc tự động:

* Quan trắc tự động được 8 thông số theo tiêu chuẩn QCVN 02 – 19: 2014/BNNPTNT.
* Ứng dụng những công nghệ mới như công nghệ web, công nghệ di động, công nghệ IoT giúp đơn giản hóa và nâng cao hiệu quả vận hành.
* Ứng dụng cho những ao nuôi nhỏ, vừa và lớn, dễ dàng trong việc vận hành, hiệu chuẩn và bảo trì.
* Giảm số lượng cảm biến cần sử dụng, có thể dùng để đo nhiều ao với nhiều điểm đo, làm giảm đáng kể chi phí đầu tư trên một ao nuôi.

## Nhận xét

Như vậy, để hoàn thành tốt đề tài này phải kiểm soát được 8 thông số của môi trường nước nuôi tôm. Báo cáo đã trình bày một số kết quả về xác định các yêu cầu về chức năng và kỹ thuật của hệ thống quan trắc tự động và xử lý môi trường nước nuôi tôm cụ thể là xác định 8 yếu tố chính tác động tới môi trường nước nuôi tôm, đưa ra các yêu cầu về chức năng và kỹ thuật cho cá hệ thống quan trắc và xử lý môi trường nước nuôi tôm:

* Những yếu tố chính tác động và ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường nước nuôi tôm.
* Chức năng của hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm.
* Yêu cầu kỹ thuật của hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm.

# THIẾT KẾ CẤU HÌNH VÀ THÀNH PHẦN

## Nguyên lí chung

### Giới thiệu

Hệ thống đề xuất là một tổ hợp hệ thống hoàn chỉnh, thiết kế gọn nhẹ, dễ vận chuyển và lắp đặt. Một hệ thống có thể đo cùng lúc cho 4 ao nuôi bố trí tương đối gần nhau. Về vận hành, hệ thống cần được tính toán lưu lượng nước, tiết diện ống, sao cho sự chênh lệch số liệu đo được với thực tế là thấp nhất. Về nguyên tắc hoạt động, nước được bơm lên bồn chứa được bố trí bên trong hệ thống, nơi có các đầu dò đo các chỉ số: pH, nhiệt độ, oxy hòa tan (DO), NH3, H2S, độ mặn, độ đục, ... Các giá trị đo được thu thập và xử lý. Sau đó, các kết quả sẽ được chuyển về trung tâm xử lý và các thiết bị di động có cài đặt phần mềm thông qua thiết bị phát wifi (sử dụng 3G hoặc Internet). Từ phần mềm đã được cài đặt sẵn, người sử dụng có thể truy cập và xem thông tin bất cứ lúc nào. Trong những trường hợp khẩn cấp, khi kết quả đo vượt ngoài biên độ giá trị cài đặt (quá cao hoặc quá thấp so với giá trị chấp nhận được), thì thông tin sẽ được thông báo tức thì dưới dạng tin nhắn qua thiết bị cầm tay và báo còi ngay tại nơi đặt hệ thống.

Về vận hành, hệ thống cần được tính toán lưu lượng nước, tiết diện ống, sao cho sự chênh lệch số liệu đo được với thực tế là thấp nhất.

Về nguyên tắc hoạt động, nước được bơm lên bồn chứa được bố trí bên trong hệ thống, nơi có các đầu dò đo các chỉ số: pH, nhiệt độ, oxy hòa tan (DO), NH3, H2S, độ mặn, độ trong, ... Các giá trị đo được thu thập và xử lý. Sau đó, các kết quả sẽ được chuyển về trung tâm xử lý và các thiết bị di động có cài đặt phần mềm thông qua thiết bị phát wifi (sử dụng 3G hoặc Internet). Từ phần mềm đã được cài đặt sẵn hoặc giao diện web người sử dụng có thể truy cập và xem thông tin bất cứ lúc nào.

Trong những trường hợp khẩn cấp, khi kết quả đo vượt ngoài biên độ giá trị cài đặt (quá cao hoặc quá thấp so với giá trị chấp nhận được), thì thông tin sẽ được thông báo tức thì và báo còi ngay tại nơi đặt hệ thống.

## Nguyên lí hoạt động

Để đo nước từ một vụ trí nào đó trong hồ, người sử dụng điều khiển cho PLC kích hoạt bơm hút nước từ van ở vị trí đó, thông qua smartphone được kết nối với wifi module. Nước đến bình đo được đo 6 thông số trên bằng cảm biến, và nước tiếp tục được bơm sang thiết bị đo thực hiện các phương pháp đo. Thông số nước được các cảm biến gửi về PLC, PLC có nhiệm vụ xử lí các tin hiệu đo được từ cảm biến. Sau đó, PLC tiến hành gửi giữ dữ liệu lên server thông qua wifi module và đồng thời được hiển thị trên màn hình smartphone. Nước sau khi đo xong thông qua van xả được xả ra môi trường, bình đo và cảm biến được làm sạch. Trong trường hợp bơm tụt áp, van mồi được kích hoạt để mồi nước bơm.



Hình 3.1 Nguyên lý của hệ thống quan trắc

## Thành phần cơ bản

Cấu hình cơ bản của một hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm được thể hiện ở 3.2 và bao gồm các bộ phận sau đây:

* Van: Các van hút nước tại vị trí cố định trong hồ (Mép hồ, tâm hồ, giữa mép và tâm hồ).
* Van mồi: Mồi nước cho máy bơm.
* Van xả: Xả nước sau quá trình đo.
* Động cơ: bơm nước từ các van đo vào bình.
* Bình đo: Chứa nước được máy bơm lên để tiến hành đo thông số bên trong bình lắp sẵn các cảm biến đo pH, nhiệt độ, oxy hòa tan (DO), NH3, H2S, độ măn, độ đục, độ kiềm.
* Các cảm biến: đo các thông số của nước được bơm lên từ hồ. Dữ liệu đo sẽ được truyền về PLC.
* PLC: Thu nhận và xử lý các dữ liệu truyền về từ cảm biến, rơ le áp rồi tải lên Server. Nhận lệnh từ người điều khiển thông qua Smartphone và Wifi module, sau đó điều khiển hoạt động các thiết bị.
* Server: Lưu trữ dữ liệu.
* Wifi module: Kết nối giữa Server, smartphone và PLC.
* Smartphone: Hiển thị dữ liệu từ Server đến người dùng, cho phép người dùng tương tác với hệ thống thông qua App.

## Hoạt động của hệ thống

Để giảm chi phí đầu tư, 7 chỉ tiêu ô xy hòa tan, nhiệt độ, pH, độ mặn, độ kiềm, nồng độ NH3, H2S được đo tập trung bằng cách hút nước từ điểm cần đo tới máy đo. Riêng các chỉ tiêu có thể có sai số lớn sau khi nước di chuyển trên đường ống từ điểm cần đo tới máy đo như độ trong sẽ được đo bằng cảm biến, được lắp đặt ngay tại điểm lấy mẫu trong ao.

Sơ đồ bố trí của các thiết bị đo và các cụm chính của hệ thống được thể hiện trên hình 3.1.

Hoạt động của cảm biến đo độ trong: Định kỳ, PLC đọc dữ liệu đo được từ các cảm biến độ trong tuần tự từ các điểm lấy mẫu trên các ao, hiển thị dữ liệu và chuyển dữ liệu về cơ sở dữ liệu nằm ở trung tâm dữ liệu để lưu trữ và đáp ứng nhu cầu truy cập từ xa và thống kê của người dùng.

## Nhận xét

Hệ thống quan trắc tự động môi trường nước nuôi tôm được đề xuất có các đặc điểm như sau:

* Quan trắc tự động được 8 thông số theo tiêu chuẩn.
* Ứng dụng những công nghệ mới như công nghệ web, công nghệ di động, công nghệ IoT giúp đơn giản hóa và nâng cao hiệu quả vận hành.
* Ứng dụng cho những ao nuôi nhỏ, vừa và lớn, dễ dàng trong việc vận hành, hiệu chuẩn và bảo trì.
* Giảm số lượng cảm biến cần sử dụng, có thể dùng để đo nhiều ao với nhiều điểm đo, làm giảm đáng kể chi phí đầu tư trên một ao nuôi.

# THIẾT KẾ PHẦN CỨNG

## Xây dựng phương án thiết kế cho hệ thống quan trắc môi trường nước

### Bình đo

Có 2 phương án để bố trí bình:

Phương án 1: Bố trí bình đo nằm ngang

Hình 4.1 Bình đo nằm ngang và các cảm biến

Ở phương án bố trí này, mẫu nước cần đo được bơm qua các ống dẫn đến van đi vào bình đo. Các ống dẫn được bố trí đi vào bình đo theo phương ngang. Tại đây mẫu nước sẽ lưu lại một khoảng thời gian được xác định trước. Các cảm biến thực hiện nhiệm vụ đo các thông số của nước. Sau đó nước được xả ra ngoài đồng thời bình đo được làm sạch. Các quá trình này được điều khiển bằng tay hoặc tự động.

*Ưu điểm, nhược điểm*

* Ưu điểm

+Bố trí dễ dàng trong tủ đo.

+Không gian bố trí cảm biến lớn nên có thể gắn được nhiều cảm biến.

* Nhược điểm

+ Mẫu nước bơm lên bị xáo trộn dẫn đến thay đổi các thông số nước

Phương án 2: Bố trí bình đo nằm dọc

Hình 4.2 Bình đo nằm đứng và các cảm biến

Ở phương án bố trí này, mẫu nước cần đo được bơm qua các ống dẫn đi vào bình đo. Các ống dẫn được bố trí đi vào bình đo theo phương đứng. Tại đây mẫu nước sẽ lưu lại một khoảng thời gian được xác định trước. Các cảm biến thực hiện nhiệm vụ đo các thông số của nước. Sau đó nước được xả ra ngoài đồng thời bình đo được làm sạch.

Ưu điểm, nhược điểm:

Ưu điểm:

+ Mẫu nước bơm vào được bơm từ dưới lên do đó không bị xáo trộn nên giữ nguyên được các thông số nước.

Nhược điểm:

+ Khó bố trí trong tủ đo.

+ Không gian bố trí cảm biến ít nếu đường kính bình đo nhỏ.

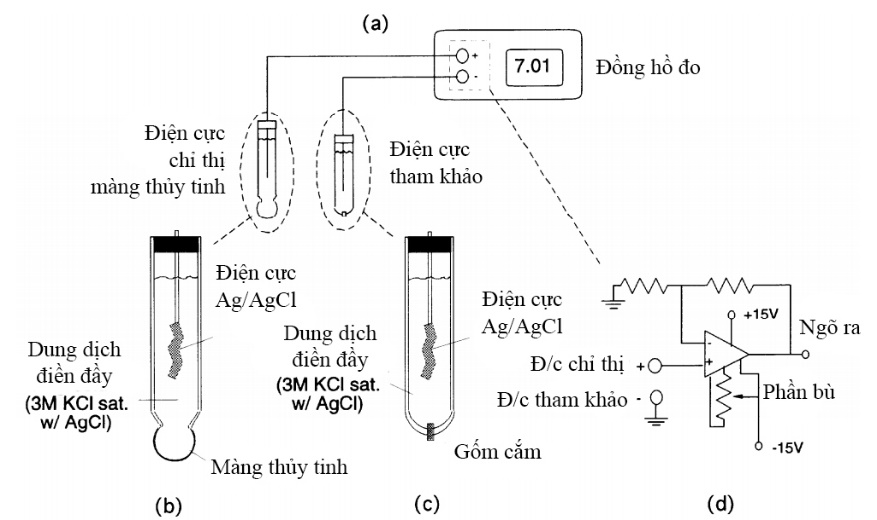
### Cảm biến

Phương án 1: Cảm biến nguyên lý hóa (phương pháp màng thủy tinh)



Hình 4.3 Cảm biến đo pH theo nguyên lý hóa (phương pháp màng thủy tinh)

Sơ đồ cấu tạo:



(a) hệ thống đo gồm pH mét, điện cực chỉ thị và điện cực mẫu;

(b) cấu trúc điện cực chỉ thị;

(c) cấu trúc điện cực mẫu;

(d) mạch khuếch đại

Hình 4.4 Đo pH sử dụng điện cực màng thủy tinh

Nguyên lý hoạt động:

Chuyển đổi dùng ở đây được gọi là chuyển đổi gavanic. pH mét có nhiệm vụ đo điện áp giữa hai điện cực: điện cực chỉ thị màng thủy tinh và điện cực mẫu (điện cực so sánh); cả hai điện cực này được nhúng vào trong dung dịch cần đo pH.

Khi nhúng hai điện cực: điện cực mẫu và điện cực chỉ thị vào dung dịch cần đo pH thì xuất hiện các mức điện thế khác nhau.

Chức năng chính của pH mét là đo điện áp màng hay điện áp giữa hai điện cực: điện cực màng thủy tinh và điện cực mẫu có độ chính xác đến 0,1 mV hoặc cao hơn nữa.

Phần lớn các pH mét thương mại đều có vi xử lý làm nhiệm vụ đo pH chuyển đổi, bù nhiệt độ, hiệu chỉnh lại độ nghiêng của đường thẳng quan hệ giữa điện áp và pH.

Ưu điểm, nhược điểm:

Ưu điểm:

+ Giá thành rẻ hơn so với đầu đo sử dụng nguyên lý quang.

+ Phổ biến trên thị trường.

Nhược điểm:

+ Cần bảo quản trong dung dịch đệm sau khi sử dụng.

+ Sau một thời gian sử dụng phải tiến hành thay đầu dò nếu muốn đảm bảo độ chính xác.

+ Phải thường xuyên căn chỉnh mới đạt được độ chính xác cao.

+ Dễ bị nhiễm các ion dẫn đến sai số trong quá trình đo.

+ Thời gian ổn định để đọc được các thông số đo lâu hơn so với các đầu đo sử dụng nguyên lý quang.

+ Dễ bị dao động nếu có tác động trong quá trình đo.

Phương án 2: Cảm biến nguyên lý quang học



Hình 4.5 Cảm biến nguyên lý quang học

Nguyên lý hoạt động:

Một đầu đo sử dụng nguyên lý quang học bao gồm 2 đèn LED màu xanh và màu đỏ, diode quang học. Nắp cảm biến được phủ một hợp chất phát quang và bảo vệ bằng một lưới ma trận.

Bắt đầu quá trình đo, đèn LED màu xanh sẽ phát ánh sáng xanh tới màng sensor có phủ vật liệu phát quang để kích thích và làm phát ra ánh sáng màu đỏ. Khi có sự hiện diện oxy trong nước thời gian để phát ra ánh sáng sẽ ngắn và cường độ yếu hơn hơn so với khi không có oxy. Một diode quang học sẽ đo cường độ và thời gian này, một đèn LED màu đỏ khác sẽ phát ánh sáng màu đỏ đến lớp màng và cũng được đo bằng diode quang cường độ phản xạ để so sánh làm chuẩn với cường độ ánh sáng đỏ phát ra từ lớp vật liệu. Thời gian chênh lệch sẽ tỉ lệ với nồng độ oxy hòa tan.

Ưu điểm, nhược điểm:

Ưu điểm:

+ Đầu đo sử dụng nguyên lý quang không cần dung dịch thay thế, giảm chi phí bảo trì thay thế màng và thay thế dung dịch điện phân.

+ Thời gian đầu đo sử dụng nguyên lý quang nhanh

+ Đầu đo sử dụng nguyên lý quang không cần hiệu chuẩn thường xuyên, chỉ cần 1 hoặc 2 lần trong năm, so với phương pháp khác là hàng tháng.

+ Đầu đo sử dụng nguyên lý quang không bị nhiễu do các ion như ion kim loại nặng hoặc sulfide.

+ Độ chính xác cao hơn đầu đo sử dụng nguyên lý hóa học.

Nhược điểm:

+ Giá thành mắc.

+ Không phổ biến bằng đầu đo nguyên lý hóa học.

+ Cần giữ đầu đo sạch mới có thể cho chính xác.

### Đánh giá lựa chọn phương án

Phương án thiết kế hệ thống quan trắc môi trường nước.

Yêu cầu của việc giám sát môi trường nước là phải đảm bảo được độ chính xác và độ tin cậy của việc đo các thông số chất lượng nước. Đồng thời mẫu nước đo phải đạt được yêu cầu giữ nguyên được các thông số như nước trong hồ, tránh bị xáo trộn nhằm tránh sự thay đổi các thông số, đặc biệt là nồng độ oxy hòa tan trong nước.

Như vậy, nếu sử dụng phương án bố trí bình đo nằm ngang, nước bơm vào sẽ bị xáo trộn. Từ đó có thể làm thay đổi thông số về nồng độ oxy hòa tan trong nước dẫn đến sự không chính xác trong kết quả đó, ảnh hưởng lớn đến việc theo dõi và khắc phục sự cố trong ao nuôi trồng thủy sản.

Nếu sử dụng phương án đầu đo nguyên lý hóa học sẽ có thể cho kết quả đo không chính xác vì nước ao nuôi trồng thủy sản có thể chứa các ion dẫn tới sự nhiễm điện. Mặt khác, sau một thời gian sử dụng đầu đo nguyên lý hóa học cần phải thay đầu dò, thời gian căn chỉnh khi sử dụng đầu đo nguyên lý hóa học rất thường xuyên, cũng như đầu đo phải được ngâm thường xuyên trong dung dịch bảo quản. Những đầu trên dẫn đến sự bất tiện và tốn chi phí cho người sử dụng.

Đối với phương pháp bố trí bình đo đứng và sử dụng đầu đo theo nguyên lý quang học sẽ đảm bảo được sự ổn định cho mẫu đo do nước được bơm dần dần từ dưới lên, đầu đo sử dụng nguyên lý quang học tuy có giá thành cao hơn, song không cần thay thế đầu dò, không cần thường xuyên bảo quản trong dung dịch đệm cũng như căn chỉnh lại mới đạt được độ chính xác.

Theo những phân tích trên và qua quá trình thực nghiệm tại trang trại nuôi tôm thực nghiệm, đề xuất sử dụng phương án bố trí bình đo đứng và các cảm biến theo nguyên lý quang học.

## PLC

### PLC S7-1200

S7-1200 là một loại PLC của hãng SIEMENS ngoài ra còn có các dòng khác như: S7-200, S7-300, S7-1500. Trong luận văn, sử dụng PLC SIEMENS S7-1200 1214C DC/DC/DC

CPU cung cấp một cổng PROFINET để giao tiếp qua một mạng PROFINET. Các *module* truyền thông là có sẵn dành cho việc giao tiếp qua các mạng RS232 hay RS485.

****

Hình 4.6 PLC S7-1200

Bộ phận kết nối nguồn.

② Các bộ phận kết nối nối dây của người dùng

③ Các LED trạng thái dành cho I/O tích hợp

④ Bộ phận kết nối PROFINET (phía trên của CPU).

Các kiểu CPU khác nhau cung cấp một sự đa dạng các tính năng và dung lượng giúp cho người dùng tạo ra các giải pháp có hiệu quả cho nhiều ứng dụng khác nhau.

### PLC MODICON M241

Bộ điều khiển logic Modicon M241: là tiêu chuẩn cho các thiết bị điều khiển nhỏ gọn

Bộ điều khiển logic Modicon M241 là thiết bị có sự giao tiếp tốt nhất trong phân khúc với 5 cổng tích hợp. Nó cung cấp cho bạn các tính năng kỹ thuật hiện đại và CANopen cho phép liên kết đến 63 thiết bị, trong khi giảm thời gian và chi phí lắp đặt.

Truy cập không giới hạn thông qua Ethernet - mọi lúc mọi nơi và đơn giản hóa việc bảo trì với bất kỳ thiết bị di động nào thông qua các trang giám sát được thiết kế trực tiếp bên trong EcoStruxure Machine Expert và được lưu trữ trong máy chủ web của PLC.

Ưu điểm: Đạt được hiệu suất chuẩn trong khi tăng lợi nhuận với Modicon M241 thông qua:

- Lập trình trực quan các ứng dụng có sẵn và các khối chức năng.

-Tích hợp tất cả các đặc điểm và tính năng đê thiết kế và xây dựng một hệ thống với lợi luận nhiều hơn.

-Thiết bị có tính linh hoạt và khả năng mở rộng, cho phép nâng cấp dễ dàng để đạt được hiệu suất cao hơn

-Kết nối mọi nơi thông qua Ethernet, truy cập không dây, web sever để đơn giản hóa việc tích hợp và bảo trì máy

### Chọn PLC

Lựa chọn phần cứng đáp ứng theo các tiêu chí đáp ứng được

+ Các yêu cầu chức năng

+ Yêu cầu kỹ thuật

+ Độ ổn định, tin cậy

+ Giá thành của PLC

Cả 2 PLC S7 1200 và PLC Modicon M241 đều đáp ứng được các tiêu chí về chức năng, yêu cầu kỹ thuật, độ ổn định.

# THIẾT KẾ GIẢI THUẬT VÀ PHẦN MỀM

## Phát triển ứng dụng web

### Giới thiệu

Khái niệm application là ứng dụng - một loại chương trình có khả năng làm cho máy tính thực hiện trực tiếp một công việc nào đó người dùng muốn thực hiện

Ban đầu, các website chỉ bao gồm text, hình ảnh và video, liên kết với nhau thông qua các link. Tác dụng của website là lưu trữ và hiển thị thông tin. Người dùng chỉ có thể đọc, xem, click các link để di chuyển giữa các page.

Về sau, với sự ra đời của các ngôn ngữ server: Nodejs, … các website đã trở nên “động” hơn, có thể tương tác với người dùng. Từ đây, người dùng có thể dùng web để “thực hiện một công việc nào đó bằng máy tính“, do đó web app ra đời.

Web app là những ứng dụng chạy trên web. Thông qua web app, người dùng có thể thực hiện một số công việc: tính toán, chia sẻ hình ảnh, mua sắm … Tính tương tác của web app cao hơn website rất nhiều.

Ngôn ngữ để tạo ra giao diện web là HTML, CSS, Javascript.

### Ưu điểm

* Không phụ thuộc vào hệ điều hành

### Khuyết điểm

* Phải luôn đảm bảo kết nối ổn định
* Không tính cá nhân hóa.
* Khó khăn trong việc gửi thông báo đến người dung, chỉ khi nào người dùng đăng nhập vào mới xem được thông báo.

## Phát triển ứng dụng App

### Phát triển ứng dụng Androi

Android là một hệ điều hành dựa trên nền tảng Linux được thiết kế dành cho các thiết bị di động có màn hình cảm ứng như điện thoại thông minh và máy tính bảng.

Android ra mắt vào năm 2007 cùng với tuyên bố thành lập Liên minh thiết bị cầm tay mở: một hiệp hội gồm các công ty phần cứng, phần mềm, và viễn thông với mục tiêu đẩy mạnh các tiêu chuẩn mở cho các thiết bị di động. Chiếc điện thoại đầu tiên chạy Android được bán vào năm 2008.

Android có mã nguồn mở và Google phát hành mã nguồn. Chính mã nguồn mở cùng với một giấy phép không có nhiều ràng buộc đã cho phép các nhà phát triển thiết bị, mạng di động và các lập trình viên nhiệt huyết được điều chỉnh và phân phối Android một cách tự do.

Những yếu tố này đã giúp Android trở thành nền tảng điện thoại thông minh phổ biến nhất thế giới và được các công ty công nghệ lựa chọn khi họ cần một hệ điều hành không nặng nề, có khả năng tinh chỉnh, và giá rẻ chạy trên các thiết bị công nghệ cao thay vì tạo dựng từ đầu.

Ngôn ngữ lập trình ứng dụng Androi là Java.

### Phát triển ứng dụng IOS

iOS (trước đây là iPhone OS) là hệ điều hành trên các thiết bị di động của Apple. Đây là hệ điều hành phổ biến thứ 2 trên toàn cầu, sau Android.

Ngôn ngữ lập trình IOS là Swift

### Ưu điểm của App

* Có tính cá nhân hóa hơn
* Dễ dàng trong việc gửi thông báo đến người dùng .
* Sử dụng các tính năng của thiết bị di động
* Khả năng hoạt động ngoại tuyến

### Nhược điểm của App

* Phụ thuộc vào hệ điều hành, tuy nhiên hiện tại 2 hệ điều hành đang chiếm phần lớn thị trường là Androi, IOS

## Nhận xét

Với những ưu và khuyết điểm đó, lựa chọn ưu tiên phát triển app trước.

# THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG

## Kết quả thực hiện

### Mô hình thực hiện

Xây dựng hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm tự động

### Kết quả mong muốn

Thu thập dữ liệu về cloud server

Điều khiển và giám sát thông qua ứng dụng smartphone hệ điều hành Androi, IOSdà

Đà

Hỗ trợ cho người nuôi tôm ra quyết định kịp thời nhằm giảm thiểu thiệt hại cho người nuôi tôm

## Nội dung luận văn

Luận văn gồm 7 chương

Chương 1. Nghiên cứu tổng quan hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi trồng thủy sản.

Chương 2. Xác định các yêu cầu về chức năng và kỹ thuật của hệ thống quan trắc.

Chương 3. Thiết kế cấu hình và thành phần.

Chương 4. Thiết kế phần cứng

Chương 5. Thiết kế giải thuật

Chương 6. Thử nghiệm hệ thống

6.1. Thi công phần cứng.

6.2. Lập trình phần mềm

6.3. Tích hợp

6.4. Thử nghiệm

Chương 7. Kết luận, nhận xét và hướng phát triển.

**Thời gian thực hiện đề tài (Từ ngày 11/02/2019 đến 01/06/2019)**

* Tuần 1: Nghiên cứu tổng quan hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi trồng thủy hải sản.
* Tuần 2: Xác định các yêu cầu về chức năng và kỹ thuật của hệ thống quan trắc.
* Tuần 3: Thiết kế cấu hình và thành phần
* Tuần 4: Thiết kế cấu hình và thành phần
* Tuần 5: Thiết kế phần cứng
* Tuần 6: Thiết kế giải thuật
* Tuần 7: Thi công phần cứng.
* Tuần 8: Lập trình phần mềm
* Tuần 9: Lập trình phần mềm
* Tuần 10: Tích hợp phần cứng và phần mềm
* Tuần 11: Thử nghiệm
* Tuần 12: Viết báo cáo, và thuyết minh
* Tuần 13: Chỉnh sửa và báo cáo.
* Tuần 14: Báo cáo luận văn.

# KẾT LUẬN, NHẬN XÉT VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

## Kết quả thực hiện

### Mô hình thực hiện

Xây dựng hệ thống quan trắc môi trường nước nuôi tôm tự động

### Kết quả mong muốn

Thu thập dữ liệu về cloud server

Điều khiển và giám sát thông qua ứng dụng smartphone hệ điều hành Androi, IOS

Hỗ trợ cho người nuôi tôm ra quyết định kịp thời nhằm giảm thiểu thiệt hại cho người nuôi tôm

## Nội dung luận văn

Luận văn gồm 7 chương

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Phạm Ngọc Tuấn và Nguyễn Minh Hà, Ứng dụng Tự động hóa và Công nghệ cao trong nuôi trồng thủy sản siêu thâm canh bền vững, Tạp chí Tự động hóa ngày nay, 02/08/2017.

[2] Lâm Sa Tha và Hồ Văn Thảo, Sóc Trăng ứng dụng hệ thống E-Aqua trong nuôi tôm, tainangviet.vn, tháng 8 năm 2017.

[3] Peng Jiang, Hongbo Xia, Zhiye He and Zheming Wang, Design of a Water Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks, Sensors ISSN 1 1.

[4] SIEMENS-S7-1200 Programmable Controller System Manual

[5] Các tài liệu trên mạng Internet

* <http://www.w3schools.com/>
* <https://plcvietnam.com.vn/forum>
* <https://www.siemens.com/global/en/home.html>
* <http://www.opcfoundation.org>
* http://www.athlsolutions.com/web/ho-tro/kien-thuc-co-ban/internet-of-things-la-gi-tim-hieu-ve-internet-of-things