

# Biến động các thông số môi trường nước cơ bản nguồn cấp nuôi tôm nước lợ khu vực phía Bắc giai đoạn 2017-2021

Nguyễn Hữu Nghĩa\*, Phan Trọng Bình, Nguyễn Thị Minh Nguyệt,  
Nguyễn Đức Bình, Phạm Thái Giang, Phạm Thị Thanh

*Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I, phường Đình Bảng, thị xã Từ Sơn, tỉnh Bắc Ninh, Việt Nam*

Ngày nhận bài 18/7/2022; ngày chuyển phản biện 21/7/2022; ngày nhận phản biện 12/8/2022; ngày chấp nhận đăng 16/8/2022

## **Tóm tắt:**

Nghiên cứu này tổng hợp và phân tích những kết quả quan trắc một số thông số môi trường nước cơ bản là nguồn cấp nuôi tôm nước lợ tại một số tỉnh miền Bắc trong giai đoạn 2017-2021 nhằm đánh giá và tìm ra quy luật biến động, từ đó đưa ra các khuyến cáo phù hợp cho các bên liên quan. Có 7 thông số môi trường nước được phân tích và đánh giá bao gồm: nhiệt độ nước, oxy hòa tan (DO), độ mặn, pH, độ kiềm, nhu cầu oxy hóa học (COD), nitrite (N-NO<sub>2</sub>) với tần suất quan trắc 2 lần/tháng, thời gian quan trắc 10 tháng/năm, tại 13 điểm quan trắc nguồn cấp nuôi tôm nước lợ thuộc 6 tỉnh: Nam Định, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên Huế. Kết quả cho thấy, nhiệt độ nước thấp đầu năm, tăng dần và đạt cao nhất vào tháng 6, sau đó giảm dần về cuối năm. Nhiệt độ biến động mạnh giai đoạn đầu năm và cuối năm và có xu hướng tăng dần từ Bắc vào Nam. DO có xu hướng giảm dần từ đầu năm đến cuối năm. Độ mặn thấp hơn vào mùa mưa, đặc biệt ở Nghệ An và Quảng Trị so với các tỉnh còn lại. Độ pH và độ kiềm cơ bản nằm trong ngưỡng phù hợp cho nuôi tôm nước lợ. COD ở Hà Tĩnh và Nam Định, NO<sub>2</sub> ở Nam Định thường xuyên cao, thể hiện nguồn nước cấp bị ô nhiễm hữu cơ cần có giải pháp khắc phục lâu dài.

**Từ khóa:** nuôi tôm nước lợ, quan trắc, thông số môi trường nước.

**Chỉ số phân loại:** 4.5

## **1. Mở đầu**

Nuôi trồng thủy sản (NTTS) đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế của nước ta, trong đó tôm thẻ chân trắng là một đối tượng nuôi chính tập trung ở các tỉnh/thành phố ven biển Quảng Ninh, Hải Phòng, Thái Bình, Nam Định, Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên Huế. Tuy nhiên, hiện nay môi trường nuôi thủy sản ở các vùng NTTS chủ lực đang bị suy thoái và có chiều hướng gia tăng, khó kiểm soát với các nguyên nhân như ô nhiễm nguồn nước do nước thải sinh hoạt, nông nghiệp và công nghiệp, cũng như hoạt động NTTS không ngừng phát triển đã làm gia tăng dịch bệnh thủy sản. Kết quả quan trắc NTTS hàng năm cho thấy, môi trường vùng NTTS trọng điểm ở các tỉnh khu vực phía Bắc vẫn tồn tại nhiều mối nguy ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của động vật thủy sản như các thông số vượt ngưỡng cao. Nước ta nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, chịu tác động lớn của biến đổi khí hậu. Thời tiết trong những năm gần đây và dự báo trong thời gian tới có nhiều biến động bất thường, ảnh hưởng lớn đến hoạt động của ngành NTTS. Nhiều vấn đề về môi trường và bệnh đe dọa đến năng suất, sản lượng ngành NTTS, bao gồm sự biến động vượt ngưỡng của các thông số nhiệt độ, độ mặn, độ kiềm, N-NO<sub>2</sub>, N-NH<sub>4</sub>, P-PO<sub>4</sub>, TSS, COD. Mẫu nước nguồn cấp vẫn phát hiện các tác nhân gây bệnh nguy hiểm như virus hội chứng đốm trắng (WSSV), Vp<sub>AHPND</sub> và *Enterocytozoon hepatopenaei*. Để đáp ứng kịp thời yêu cầu chỉ đạo và điều hành sản xuất trong

NTTS, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đã giao Viện Nghiên cứu NTTS I thực hiện nhiệm vụ quan trắc môi trường nước nuôi một số đối tượng thủy sản chủ lực ở khu vực miền Bắc, nhằm kịp thời cảnh báo và khuyến cáo những yếu tố môi trường bất lợi cho đối tượng nuôi và sự có mặt của tác nhân gây bệnh trên đối tượng thủy sản nuôi, giúp cơ sở NTTS có biện pháp phòng tránh kịp thời, đáp ứng yêu cầu chỉ đạo và điều hành sản xuất của cơ quan quản lý. Bên cạnh đó, chương trình quan trắc phục vụ NTTS còn xây dựng cơ sở dữ liệu về chất lượng môi trường và tình hình dịch bệnh phục vụ công tác lưu trữ, cung cấp trao đổi thông tin, làm cơ sở cho việc đánh giá, dự báo diễn biến môi trường và dịch bệnh trong NTTS. Dữ liệu quan trắc môi trường và bệnh thủy sản còn có vai trò quan trọng để các cơ quan chức năng ở các lĩnh vực khác nhau sử dụng làm cơ sở đánh giá và ra quyết định khi có các sự cố môi trường xảy ra.

Nhiệm vụ được thực hiện hàng năm tại một số tỉnh miền Bắc với các đối tượng nuôi được quan trắc là tôm nước lợ, ngao, hào, cá rô phi, cá lồng. Số lượng điểm, thông số và tần suất quan trắc có điều chỉnh hàng năm. Kết quả quan trắc sử dụng để cảnh báo và khuyến cáo những yếu tố môi trường bất lợi cho đối tượng nuôi và sự có mặt của tác nhân gây bệnh trên đối tượng thủy sản nuôi, giúp người nuôi có biện pháp phòng tránh kịp thời và đáp ứng yêu cầu chỉ đạo, điều hành sản xuất của cơ quan quản lý. Đã có một số nghiên cứu trước đây tổng hợp và phân tích kết quả nhiệm vụ theo từng năm,

\*Tác giả liên hệ: Email: [nghia@ria1.org](mailto:nghia@ria1.org)

# Changes in basic water environmental parameters of the water intake of brackish water shrimp farming in Northern Vietnam period 2017-2021

Huu Nghia Nguyen\*, Trong Binh Phan,  
Thi Minh Nguyet Nguyen, Duc Binh Nguyen,  
Thai Giang Pham, Thi Thanh Pham

Research Institute for Aquaculture No. 1,  
Dinh Bang Ward, Tu Son Town, Bac Ninh Province, Vietnam

Received 18 July 2022; revised 12 August 2022; accepted 16 August 2022

## Abstract:

This study synthesised and analysed water environmental parameters data of water supply of brackish water shrimp farming in Northern Vietnam over 5 years from 2017 to 2021 to find out the changing patterns of the parameters, thereby making appropriate recommendations for stakeholders. There were 7 analysed and evaluated water environment parameters, including water temperature, dissolved oxygen (DO), salinity, pH, alkalinity, chemical oxygen demand (COD), nitrite (N-NO<sub>2</sub>), with monitoring frequency of 2 times/month, 10 months/year at 13 monitoring locations for brackish water shrimp farming in 6 provinces: Nam Dinh, Nghe An, Ha Tinh, Quang Binh, Quang Tri, and Thua Thien Hue. Water temperature was low at the beginning of the year, gradually increased to the highest level in June, then gradually decreased to the end of the year. The temperature fluctuated strongly at the beginning and end of the year and tended to increase gradually from the North to the South. DO tended to decrease from the beginning of the year to the end of the year. Salinity was lower in the rainy season, especially in Nghe An and Quang Tri, compared to the others. The pH and alkalinity levels were suitable for brackish shrimp farming. COD in Ha Tinh and Nam Dinh, NO<sub>2</sub> in Nam Dinh were often high, indicating that the supply water was contaminated with organic matter and needed a long-term solution.

**Keywords:** brackish water shrimp farming, monitoring, water parameters.

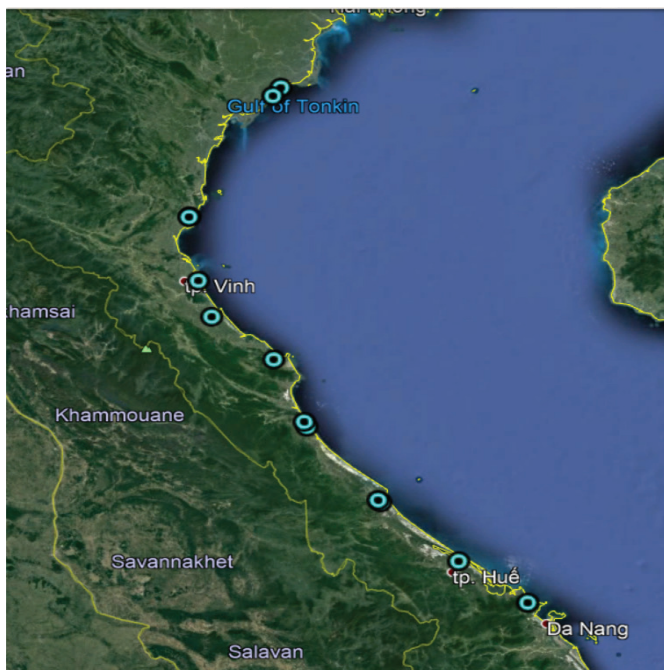
**Classification number:** 4.5

tuy nhiên việc phân tích diễn biến môi trường nguồn nước cấp nuôi tôm nước lợ trong nhiều năm chưa được thực hiện. Vì thế mục tiêu của nghiên cứu này là phân tích, so sánh sự biến động của các thông số môi trường nước cơ bản trong 5 năm qua ở nguồn cấp nuôi tôm nước lợ tại một số tỉnh miền Bắc để tìm ra quy luật biến động các thông số đó, từ đó đưa ra các khuyến cáo cho tổ chức và cá nhân tham gia NTTS cũng như các cơ quan quản lý.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Chọn điểm quan trắc

Điểm quan trắc được chọn thuộc vùng nuôi thủy sản tập trung, đại diện về diện tích, sản lượng, thường xảy ra dịch bệnh hoặc có nguy cơ ô nhiễm môi trường; vùng quan trắc phải phục vụ lợi ích cho cộng đồng. Điểm quan trắc thuộc các sông hoặc nguồn nước cấp trực tiếp vào vùng nuôi; có tính ổn định và đại diện cho toàn vùng; xác định được tọa độ và đánh dấu trên bản đồ. Các điểm quan trắc không trùng lặp với các chương trình quan trắc môi trường khác của Trung ương và địa phương (hình 1, bảng 1).



Hình 1. Bản đồ các điểm quan trắc định kỳ phục vụ nuôi tôm nước lợ.

Bảng 1. Địa điểm, thời gian quan trắc nguồn nước cấp vùng nuôi tôm nước lợ.

STT	Điểm quan trắc	Tọa độ	Thời gian
1	Quất Lâm, Giao Thủy, Nam Định	20.183718, 106.361037	2017-2021
2	Hải Chính, Hải Hậu, Nam Định	20.119703, 106.304792	2017-2021
3	Quỳnh Bảng, Quỳnh Lưu, Nghệ An	19.184829, 105.715998	2018-2021
4	Quỳnh Liên, Hoàng Mai, Nghệ An	19.191252, 105.722760	2018-2021
5	Xuân Phố, Nghi Xuân, Hà Tĩnh	18.693056, 105.791359	2017-2021
6	Hộ Độ, Lộc Hà, Hà Tĩnh	18.414960, 105.890051	2018-2021
7	Kỳ Hà, Kỳ Anh, Hà Tĩnh	18.086999, 106.334698	2018-2021
8	Nhật Lệ, Quảng Bình	17.609037, 106.550648	2017-2021
9	Sông Gianh, Quảng Bình	17.571889, 106.569051	2017-2021
10	Trung Hải, Gio Linh, Quảng Trị	16.994511, 107.082706	2017-2021
11	Hiện Thành, Vĩnh Linh, Quảng Trị	17.010626, 107.064172	2017-2021
12	Thuận An, Phú Vang, Thừa Thiên Huế	16.543708, 107.617387	2017-2021
13	Lăng Cô, Phú Lộc, Thừa Thiên Huế	16.225890, 108.087017	2017-2021

## 2.2. Thông số và tần suất quan trắc

Nhiệm vụ triển khai quan trắc 26 thông số môi trường nước và bệnh. Thông số và tần suất quan trắc được điều chỉnh qua các năm. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, chúng tôi phân tích 7 thông số môi trường nước cơ bản cho nuôi tôm nước lợ bao gồm: nhiệt độ nước, ôxy hòa tan (DO), độ mặn, pH, độ kiềm, nhu cầu ôxy hóa học (COD), nitrite (N-NO<sub>2</sub>). Tần suất quan trắc 2 lần/tháng, thời gian quan trắc 10 tháng/năm, từ năm 2017 đến năm 2021. Một số điểm có thể có thời gian quan trắc ngắn hơn tùy theo từng năm.

## 2.3. Phương pháp thu và bảo quản mẫu

Thu mẫu nước nguồn cấp các khu vực nuôi tôm nước lợ theo TCVN 6663-6:2018. Thu mẫu nước biển cấp cho các khu vực nuôi tôm trên cát theo TCVN 5998:1995. Bảo quản mẫu nước theo TCVN 6663-3:2016.

## 2.4. Phương pháp phân tích mẫu

Nhiệt độ nước, DO, pH đo bằng máy YSI Pro 1020 (Mỹ). Độ mặn đo bằng khúc xạ kế. Độ kiềm đo bằng SMEWW 2320 B:2011, N-NO<sub>2</sub> đo bằng SMEWW 4500-NO<sub>2</sub> B:2011, COD đo bằng SMEWW 5220 C:2011.

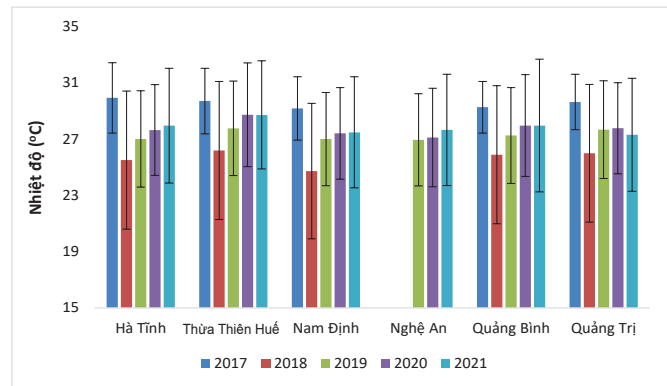
## 2.5. Phương pháp phân tích số liệu

Số liệu quan trắc được tổng hợp và phân tích theo thời gian và không gian. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, để có một cái nhìn tổng quan về biến động các thông số môi trường nước, số liệu thời gian được tổng hợp theo tháng hoặc năm, số liệu không gian được tổng hợp theo tỉnh. Dữ liệu được xử lý và phân tích thống kê mô tả bằng công cụ Pivot table của phần mềm Excel. Phân tích sự khác biệt về biến động giá trị trung bình của các thông số giữa các năm được thực hiện bằng mô hình hồi quy tuyến tính trên phần mềm XLSTAT 2021, p<0,05 được xem là có ý nghĩa.

## 3. Kết quả và bàn luận

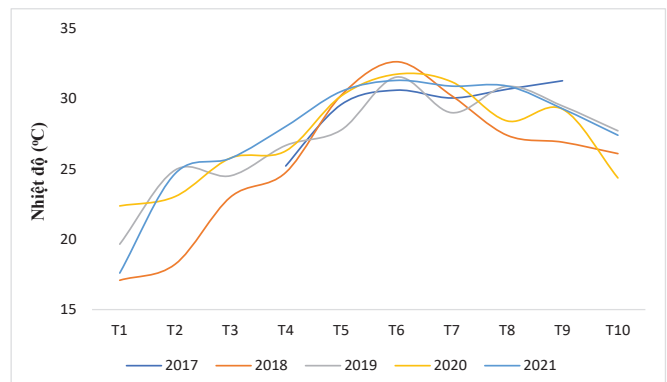
### 3.1. Nhiệt độ nước

Nhiệt độ thích hợp cho các loài thủy sản nước ấm là 25-30°C [1]. Theo Chanratchakool (1995) [2] và J. Wyban và cs (1995) [3], khi nhiệt độ lớn hơn 33°C hay thấp hơn 25°C thì khả năng bắt mồi của tôm giảm 30-50%, tôm sẽ giảm hoạt động tạo điều kiện cho mầm bệnh tấn công. Đối với tôm nhỏ (<5 g/cá thể), nhiệt độ tối ưu là 30°C, trong khi đối với tôm trưởng thành, nhiệt độ tối ưu là khoảng 27°C. Khi nhiệt độ ao thấp hơn 23°C và cao hơn 30°C thì tốc độ sinh trưởng và sức ăn sẽ giảm. Giới hạn nhiệt độ cho sự sinh trưởng của tôm thẻ chân trắng theo E.M. Christopher (2008) [4] dao động 14,5-35,0°C.



Hình 2. Nhiệt độ nước trung bình năm nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021 gộp theo tỉnh.

Kết quả hình 2 cho thấy, nhiệt độ trung bình các năm tại các điểm quan trắc nước cấp vùng nuôi tôm nước lợ dao động 24,73±4,81°C (Nam Định, 2018) đến 29,94±2,50°C (Hà Tĩnh, 2017). Nhiệt độ trung bình của tất cả các điểm trong toàn bộ thời gian nghiên cứu là 27,48±3,95°C, cao nhất 34,2°C, thấp nhất 12,1°C. Nhiệt độ trung bình tại các điểm quan trắc của Thừa Thiên Huế, Hà Tĩnh, Nam Định, Nghệ An, Quảng Bình và Quảng Trị trong giai đoạn nghiên cứu tương ứng là 28,12±3,97, 27,42±4,00, 27,01±3,93, 27,24±3,62, 27,55±4,12 và 27,52±3,89, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về nhiệt độ trung bình giữa các tỉnh. Nhiệt độ trung bình của tất cả các điểm quan trắc năm 2017, 2018, 2019, 2020 và 2021 tương ứng là 29,58±2,25, 25,65±4,92, 27,26±3,40, 27,76±3,45 và 27,86±4,13°C. Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về nhiệt độ trung bình hàng năm của các điểm quan trắc giữa 2018, 2019, 2020, 2021, 2017 (p<0,0001). Giá trị trung bình nhiệt độ tương tác giữa biến thời gian và tỉnh khác biệt có ý nghĩa thống kê là 8 nhóm/28 tổ hợp (p<0,0001).



Hình 3. Nhiệt độ trung bình theo tháng nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021.

Nhiệt độ biến động theo quy luật thấp nhất vào đầu năm tăng dần lên đạt cao nhất vào tháng 6 sau đó giảm dần đến cuối năm. Năm 2018 và 2021 có sự chênh lệch nhiệt độ lớn

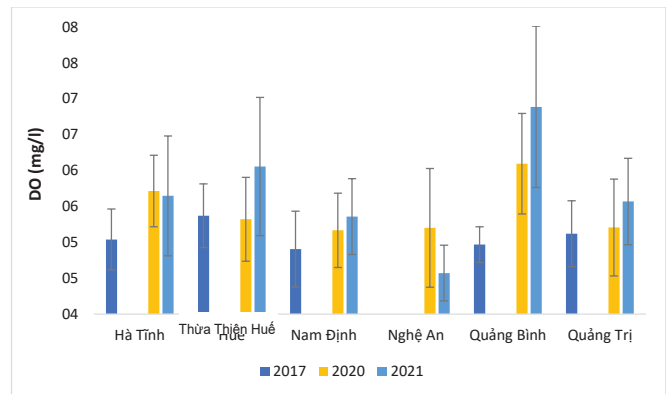
hơn trong thời gian đầu năm và cuối năm so với các năm 2017, 2019 và 2020. Nhiệt độ nước nguồn cấp trong các tháng đầu năm thấp, đặc biệt trong tháng 01 chỉ dao động 17,09-22,37°C (hình 3). Nhiệt độ thấp và biến động mạnh giữa thời gian đầu năm trước và cuối năm sau không theo quy luật đã ảnh hưởng đến kế hoạch dự báo về thời gian bắt đầu mùa vụ nuôi. Do đó, người nuôi cần có các biện pháp dự phòng như xây dựng thêm hệ thống ương nuôi tôm trên bể xi măng kết hợp trong nhà, ở giai đoạn đầu tại thời điểm đầu năm trước khi đưa ra ao nuôi, hoặc lùi kế hoạch bắt đầu vụ nuôi ra tháng 2-3, khi nhiệt độ nước cao và ổn định.

Mùa đông ở miền Bắc nhiệt độ thường thấp nằm ngoài khoảng thích hợp cho tôm nuôi, vì thế việc duy trì ao sâu nước để ổn định nhiệt độ là cần thiết. Nhiệt độ có ảnh hưởng đến các quá trình sinh hóa xảy ra trong nước, nhiệt độ cứ tăng 10°C thì phản ứng sinh học tăng gấp đôi. Điều này cũng có nghĩa sinh vật trong nước sẽ sử dụng lượng oxy gấp đôi ở 30°C so với 20°C [1]. Nhiệt độ tăng 28 lên 34°C sẽ làm giảm khả năng miễn dịch và sức đề kháng. Trong khi đó, nhiệt độ giảm đến từ 28 đến 20°C không làm giảm khả năng miễn dịch và đề kháng của tôm đối với vi khuẩn [5]. Các điều kiện tối ưu để tôm nuôi có trọng lượng tối đa lúc thu hoạch, tỷ lệ chuyển đổi thức ăn FCR thấp nhất, tốc độ tăng trưởng nhanh là nhiệt độ 27,25°C kết hợp với nước có độ mặn 25,5‰ [6]. Enzyme tiêu hóa có hiệu quả hoạt động khác nhau dưới các điều kiện nhiệt độ khác nhau. Nghiên cứu cho thấy, khi nhiệt độ giảm liên tục từ 28 xuống 20°C hoặc thấp hơn thì cần giảm lượng thức ăn, vì hiệu năng hoạt động của enzyme tiêu hóa giảm [7], tuy nhiên thí nghiệm làm lạnh từ 28 xuống 13°C và sau đó làm ấm lại 28°C cho thấy, tôm thẻ chân trắng có thể thích nghi với một mức độ dao động nhiệt độ nhất định bằng cách tự điều chỉnh [8].

Kết quả quan trắc cho thấy, nhiệt độ tại các điểm quan trắc kênh cấp vùng nuôi tôm nước lợ cơ bản phù hợp cho sự phát triển của tôm. Mặc dù vậy, nhiệt độ nước giai đoạn đầu năm và cuối năm thấp ảnh hưởng đến sự phát triển của tôm. Đây là giai đoạn có nhiệt độ bất lợi nhất đối với nuôi tôm ở khu vực miền Bắc mà các cơ sở nuôi cần có giải pháp để nâng nhiệt.

### 3.2. Hàm lượng oxy hòa tan (DO)

DO là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tăng trưởng và sức khỏe của tôm nuôi. Nó cũng là một yếu tố quan trọng để sinh vật sống dưới nước tồn tại và phát triển. Độ hòa tan của oxy trong tự nhiên phụ thuộc vào các đặc tính vật lý, hóa học và các hoạt động sinh hóa trong nước. Oxy hòa tan thấp có thể làm giảm hoạt động kiếm ăn, thậm chí gây chết các sinh vật sống dưới nước. DO điều chỉnh các quá trình sinh hóa khác nhau của chất lượng nước, chẳng hạn như quá trình nitrat hóa, khử nitơ và phân hủy hợp chất hữu cơ.



Hình 4. Hàm lượng DO trung bình hàng năm nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021 gộp theo tỉnh.

Giá trị DO trung bình năm tại các tỉnh nghiên cứu nằm trong khoảng 4,57±0,39 mg/l (Nghệ An, 2021) đến 6,89±1,13 mg/l (Quảng Bình, 2021) (hình 4). Giá trị DO trung bình nguồn cấp giai đoạn 2017-2021 tại các điểm quan trắc là 5,48±0,86 mg/l. DO trung bình tại các điểm quan trắc của Thừa Thiên Huế, Hà Tĩnh, Nam Định, Nghệ An, Quảng Bình và Quảng Trị trong giai đoạn nghiên cứu tương ứng là 5,62±0,82, 5,55±0,69, 5,19±0,55, 4,89±0,72, 6,18±1,10 và 5,33±0,64 mg/l, có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về DO trung bình theo nhóm tỉnh Nghệ An, Nam Định, Quảng Trị, Hà Tĩnh, Thừa Thiên Huế, Quảng Bình (p<0,0001). DO trung bình hàng năm 2017, 2020 và 2021 tương ứng là 5,08±0,46, 5,47±0,72 và 5,68±1,04 mg/l. Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về DO trung bình hàng năm của các điểm quan trắc giữa năm 2017, 2020, 2021 (p<0,0001). Giá trị trung bình DO tương tác giữa biến thời gian và tỉnh khác biệt có ý nghĩa thống kê là 9 nhóm/17 tổ hợp (p<0,0001). Mặc dù giá trị DO trung bình vẫn ở mức cao hơn so với ngưỡng cảnh báo (<3,5 mg/l), tuy nhiên cũng có những thời điểm thấp hơn nên vẫn cần được tiếp tục quan trắc để có giải pháp xử lý.

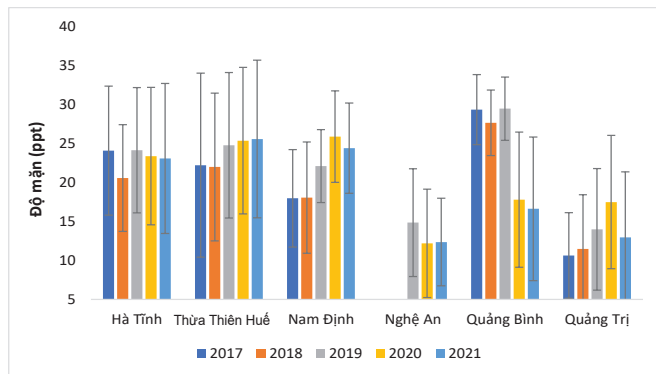
Hàm lượng DO trong nước nguồn cấp năm 2020 và 2021 nhìn chung không có sự biến động lớn trong thời gian từ tháng 1-10. Hàm lượng DO trung bình tại các điểm nguồn cấp giảm dần từ đầu năm đến cuối năm (hình 5).



Hình 5. Hàm lượng DO trung bình theo tháng nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021.

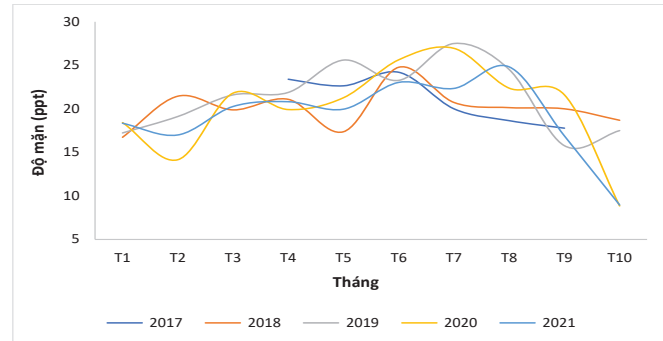
### 3.3. Độ mặn

Theo C.E. Boyd và cs (1998) [1], tôm thẻ chân trắng và tôm sú có thể thích nghi với độ mặn 1-40‰, tuy nhiên phù hợp nhất trong khoảng 20-25‰. Theo W.M. Wanninayate và cs (2001) [9], độ mặn tối ưu cho sự sinh trưởng và phát triển của tôm là 15-25‰. Theo P. Chanratchakool và cs (2003) [10], tôm nuôi có độ mặn cao hơn 30‰ dễ nhiễm mầm bệnh, đặc biệt là bệnh đốm trắng và đầu vàng, ở độ mặn thấp thì bệnh ít xảy ra nhưng độ mặn không nhỏ hơn 7‰. Nếu độ mặn thấp hơn tôm dễ bị còi, mềm vỏ, tỷ lệ sống thấp. Khu vực ven biển Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ do có địa hình đa dạng phức tạp, có vùng chịu ảnh hưởng rất lớn từ nguồn nước ngọt từ nội đồng đổ ra biển, ngược lại có vùng lại chịu ảnh hưởng nhiều bởi nguồn nước mặn do thủy triều và nước biển nên độ mặn các điểm quan trắc có sự khác nhau đáng kể.



Hình 6. Độ mặn trung bình hàng năm nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021 gộp theo tỉnh.

Độ mặn trung bình nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ của các tỉnh nghiên cứu là  $20,54 \pm 9,42\%$ , thấp nhất 0‰, cao nhất 39‰. Độ mặn trung bình của các tỉnh theo năm nằm trong khoảng  $10,63 \pm 4,05$  đến  $29,46 \pm 11,80\%$  (hình 6). Độ mặn trung bình tại các điểm quan trắc của Thừa Thiên Huế, Hà Tĩnh, Nam Định, Nghệ An, Quảng Bình và Quảng Trị trong giai đoạn nghiên cứu tương ứng là  $24,22 \pm 10,01$ ,  $23,00 \pm 8,53$ ,  $22,18 \pm 6,71$ ,  $13,12 \pm 6,66$ ,  $23,50 \pm 8,95$  và  $13,64 \pm 8,10\%$ . Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về trung bình độ mặn giữa nhóm Nghệ An và Quảng Trị với nhóm các tỉnh còn lại ( $p < 0,0001$ ). Độ mặn trung bình của các năm 2017, 2018, 2019, 2020 và 2021 tương ứng là  $21,14 \pm 9,88$ ,  $20,00 \pm 8,72$ ,  $21,74 \pm 8,92$ ,  $20,57 \pm 9,51$  và  $19,45 \pm 9,97\%$ . Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về giá trị trung bình độ mặn của năm 2019 với năm 2021 và giữa năm 2019 với 2021 ở các năm 2017, 2018, 2020 ( $p = 0,039$ ). Giá trị độ mặn tương tác giữa biến thời gian và tỉnh khác biệt có ý nghĩa thống kê là 11 nhóm/28 tổ hợp ( $p < 0,05$ ).



Hình 7. Độ mặn trung bình theo tháng nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021.

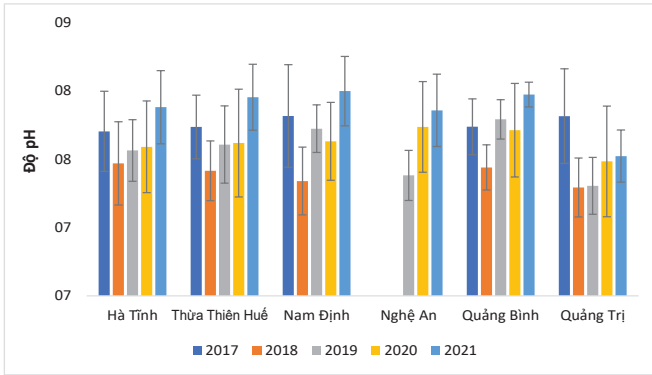
Trong giai đoạn năm 2017-2021, độ mặn ở các điểm quan trắc thường tăng cao trong từ tháng 4 đến tháng 7 và giảm ở các tháng cuối năm (tháng 9 và 10) (hình 7). Khi độ mặn tăng lên tạo ra sự gia tăng đáng kể về độ kiềm, tổng chất rắn lơ lửng, nitrite và phosphate. Tỷ lệ sống, khả năng giữ protein, hàm lượng chất béo trong tôm cũng bị ảnh hưởng bởi độ mặn [11]. Độ mặn thấp thì tỷ lệ tôm bị nhiễm các bệnh có tác nhân là vi khuẩn và virus trong môi trường nước lợ mặn sẽ giảm [12]. Tuy nhiên, thí nghiệm giảm độ mặn từ 22 xuống 18 và 14‰ cho thấy thay đổi độ mặn trên một phạm vi cụ thể có thể dẫn đến giảm khả năng miễn dịch và tăng sinh WSSV rõ rệt ở tôm, dẫn đến hội chứng đốm trắng phát triển từ nhiễm trùng tiềm ẩn sang bùng phát cấp tính [13]. Một điểm đáng lưu ý là độ mặn giảm thì độc tính các hợp chất nitơ (nitrite, nitrate, ammonia) trong nước lại tăng [14-16].

### 3.4. Độ pH

Độ pH là chỉ số xác định nước mang tính axit hay kiềm, pH có giá trị 0-14, trong đó pH bằng 7 là trung tính, lớn hơn 7 nước mang tính kiềm, nhỏ hơn 7 nước mang tính axit. Theo Chanratchakool (1995) [2] thì pH rất quan trọng và ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến tôm nuôi. pH thích hợp cho tôm nuôi là 7,5-8,35 và khoảng dao động trong ngày không vượt quá 0,5 đơn vị pH. Ngoài ra, pH còn có khả năng ảnh hưởng đến việc giải phóng các dạng khí gây độc cho môi trường như  $H_2S$ ,  $NH_3$ .

Giá trị trung bình pH của tất cả các điểm quan trắc trong thời gian nghiên cứu là  $7,91 \pm 0,27$ , cao nhất 8,7, thấp nhất 6,94. Độ pH trung bình của các tỉnh theo năm nằm trong khoảng  $7,64 \pm 0,07$  (Quảng Trị, 2019) đến  $8,20 \pm 0,32$  (Nam Định, 2021) (hình 8). Giá trị pH trung bình tại các điểm quan trắc của Thừa Thiên Huế, Hà Tĩnh, Nam Định, Nghệ An, Quảng Bình và Quảng Trị trong giai đoạn nghiên cứu tương ứng là  $7,93 \pm 0,27$ ,  $7,91 \pm 0,26$ ,  $7,96 \pm 0,28$ ,  $7,93 \pm 0,27$ ,  $7,99 \pm 0,22$  và  $7,76 \pm 0,26$ . Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về giá trị trung bình pH của Quảng Bình, Nam Định, Thừa Thiên Huế, Nghệ An, Hà Tĩnh và Quảng Trị ( $p < 0,0001$ ). Độ pH trung bình của các năm 2017, 2018, 2019, 2020 và 2021 tương ứng là  $8,01 \pm 0,24$ ,  $7,72 \pm 0,20$ ,  $7,85 \pm 0,21$ ,  $7,90 \pm 0,29$

và  $8,09 \pm 0,22$ . Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về giá trị trung bình pH giữa các năm 2021, 2017, 2020 và 2019, 2018 ( $p < 0,0001$ ). Giá trị trung bình pH tương tác giữa biến thời gian và tỉnh khác biệt có ý nghĩa thống kê là 12 nhóm/28 tổ hợp ( $p < 0,05$ ).



Hình 8. Độ pH trung bình hàng năm nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021 gộp theo tỉnh.

Có sự biến động về giá trị pH trung bình giữa các tháng, tuy nhiên các giá trị đều nằm trong khoảng phù hợp cho nuôi tôm nước lợ. Độ pH trung bình theo tháng có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa năm 2021 với các năm từ 2018 đến 2020 và không có sự khác biệt với năm 2017. Thời gian quan trắc năm 2017 cũng ít hơn, chỉ từ tháng 4 đến tháng 9 (hình 9).



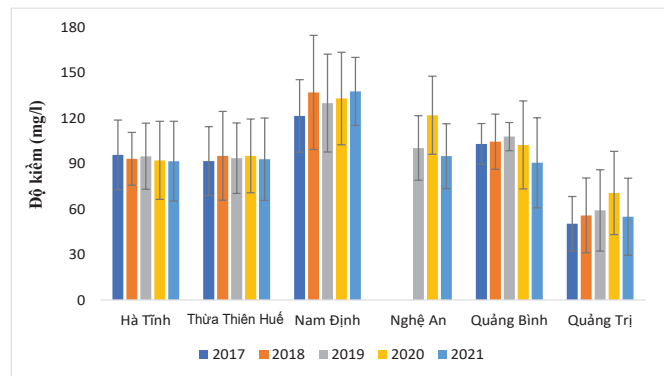
Hình 9. Độ pH trung bình theo tháng nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021.

Độ pH thủy vực nước lợ thường nằm trong khoảng 8-9, thay đổi pH trong ngày do tảo và các thực vật thủy sinh khác quang hợp. Ban đêm, khi tảo không quang hợp,  $CO_2$  tăng thì pH giảm. Ban ngày, khi tảo quang hợp  $CO_2$  giảm thì pH tăng. Như vậy, thường thì pH sẽ thấp nhất vào buổi sáng sớm và cao nhất vào buổi trưa và chiều. Khi pH quá thấp chúng ta có thể sử dụng vôi bột để tăng pH. Thông thường, nước ao mang tính axit do ảnh hưởng của độ kiềm thấp và bùn axit là sản phẩm của sinh vật phù du và sinh vật đáy [1]. Trong hệ thống nuôi biofloc, độ pH và độ kiềm có thể giảm do sự hình thành biofloc và nitrate hóa. Vì thế đối

với hệ thống này duy trì pH và độ kiềm cao là cần thiết cho sự phát triển của tôm và sự ổn định của biofloc [17]. Một số khu vực ven biển, đất có chứa 1-5% lưu huỳnh dưới dạng pyrite sắt. Nếu ao nuôi được xây dựng trong khu vực đó, đất tiếp xúc với không khí sẽ oxy hóa pyrite sắt dẫn đến sự hình thành axit sulfuric. Axit này có thể xâm nhập vào ao và gây ra độ pH rất thấp [1].

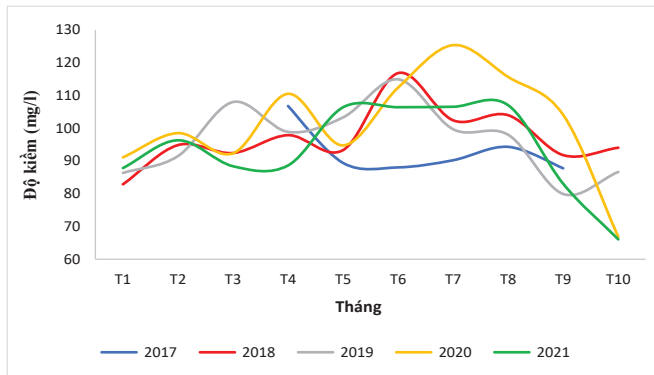
### 3.5. Độ kiềm

Độ kiềm tổng (Total alkalinity) là tổng hàm lượng các ion  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $OH^-$  có trong nước. Độ kiềm trong nước tự nhiên thường gây nên bởi các muối của acid yếu, đặc biệt là các muối carbonat và bicarbonat. Độ kiềm cũng có thể gây nên bởi sự hiện diện của các ion silicat, borat, phosphat... và một số acid hoặc bazơ hữu cơ trong nước, nhưng hàm lượng của những ion này thường rất ít so với các ion  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $OH^-$  nên thường được bỏ qua.



Hình 10. Độ kiềm trung bình hàng năm nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021 gộp theo tỉnh.

Độ kiềm trong nước nguồn cấp trong giai đoạn nghiên cứu có giá trị trung bình là  $96,87 \pm 33,42$ , lớn nhất 306 mg/l, nhỏ nhất 11 mg/l. Giá trị trung bình năm lớn nhất  $137,57 \pm 37,63$  mg/l (Nam Định, 2021), nhỏ nhất  $50,33 \pm 9,31$  (Quảng Trị, 2017) (hình 10). Nhìn chung phần lớn giá trị kiềm nằm trong khoảng phù hợp cho tôm nước lợ (60-180 mg/l). Giá trị kiềm trung bình tại các điểm quan trắc của Thừa Thiên Huế, Hà Tĩnh, Nam Định, Nghệ An, Quảng Bình và Quảng Trị trong giai đoạn nghiên cứu tương ứng là  $93,83 \pm 25,75$ ,  $93,23 \pm 23,31$ ,  $132,70 \pm 30,73$ ,  $105,66 \pm 25,77$ ,  $101,35 \pm 23,25$  và  $59,06 \pm 26,27$  mg/l. Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về giá trị độ kiềm của các tỉnh nghiên cứu Nam Định, Nghệ An, Quảng Bình, Thừa Thiên Huế, Hà Tĩnh, Quảng Trị ( $p < 0,0001$ ). Giá trị kiềm trung bình năm 2017, 2018, 2019, 2020 và 2021 tương ứng là  $92,69 \pm 30,61$ ,  $96,70 \pm 35,86$ ,  $97,35 \pm 30,99$ ,  $101,67 \pm 33,60$  và  $93,55 \pm 34,50$  mg/l. Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về trung bình giá trị kiềm của các năm 2017, 2018, 2019, 2021, 2020 ( $p = 0,024$ ). Giá trị trung bình độ kiềm tương tác giữa biến thời gian và tỉnh có ý nghĩa thống kê là 7 nhóm/28 tổ hợp ( $p < 0,0001$ ).



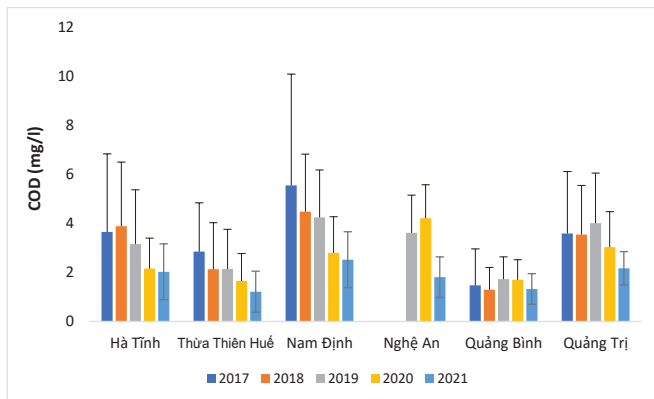
Hình 11. Độ kiềm trung bình theo tháng nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021.

Diễn biến trong 5 năm gần đây cho thấy, độ kiềm cao hơn vào các tháng mùa hè (tháng 5-8) và thấp ở các tháng đầu năm và cuối năm (tháng 1-3 và tháng 9-10). Độ kiềm trung bình theo tháng 6, 7 và 8 khác biệt có ý nghĩa thống kê trong giai đoạn nghiên cứu ( $p < 0,05$ ) (hình 11).

Trong các thủy vực nước lợ giá trị kiềm tổng nằm trong khoảng 75-125 mg/l [1]. Trong hệ thống biofloc, độ kiềm cao hơn sẽ tạo điều kiện tốt hơn cho sự hình thành biofloc và phát triển vi khuẩn nitrat hóa [18].

### 3.6. Nhu cầu oxy hóa học (COD)

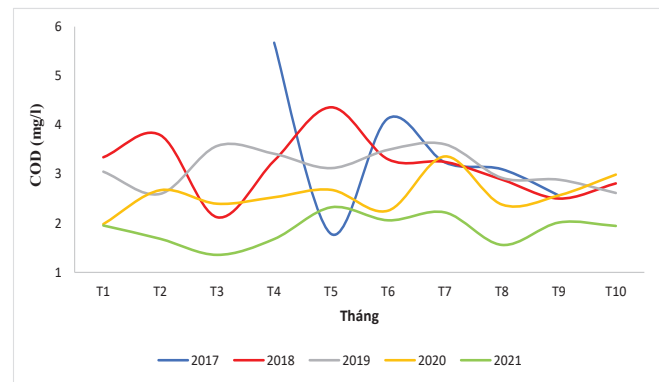
Nhu cầu oxy hóa học là lượng oxy cần thiết để oxy hóa các chất hữu cơ trong nước. Chỉ số COD được dùng để đánh giá mức độ ô nhiễm của nước.



Hình 12. COD trung bình hàng năm nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021.

COD trong nước nguồn cấp giai đoạn 2017-2021 tại các nghiên cứu có giá trị trung bình là  $13,17 \pm 7,53$ , tối đa 41,9, tối thiểu 1,44 mg/l. Giá trị trung bình năm lớn nhất là  $5,56 \pm 4,55$  mg/l (Nam Định, 2017), giá trị trung bình năm nhỏ nhất là  $1,22 \pm 0,84$  mg/l (Thừa Thiên Huế, 2021) (hình 12). Giá trị COD trung bình tại các điểm quan trắc của Thừa Thiên Huế, Hà Tĩnh, Nam Định, Nghệ An, Quảng Bình và Quảng Trị trong giai đoạn nghiên cứu tương ứng là

$8,37 \pm 4,30$ ,  $18,97 \pm 7,86$ ,  $16,38 \pm 6,98$ ,  $14,80 \pm 7,41$ ,  $6,56 \pm 2,98$  và  $13,97 \pm 6,16$  mg/l. Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về giá trị COD trung bình của tỉnh Quảng Bình, Thừa Thiên Huế, Quảng Trị, Nghệ An, Nam Định, Hà Tĩnh ( $p < 0,0001$ ). Giá trị COD trung bình năm 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 tương ứng là  $15,18 \pm 9,78$ ,  $13,84 \pm 8,11$ ,  $15,72 \pm 8,00$ ,  $12,78 \pm 6,53$  và  $9,28 \pm 4,00$  mg/l. Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về trung bình giá trị COD của các nhóm năm 2021, 2020, 2018, 2017, 2019 ( $p < 0,0001$ ). Giá trị trung bình COD tương tác giữa biến thời gian và tỉnh khác biệt có ý nghĩa thống kê là 15 nhóm/28 tổ hợp ( $p < 0,0001$ ).



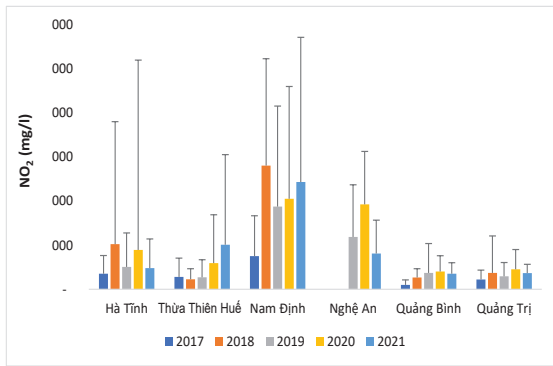
Hình 13. COD trung bình theo tháng nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021

Xu hướng biến động cho thấy, COD thường tăng lên vào các tháng 4 đến tháng 7, thời gian này cũng trùng vào giữa mùa hè và thường có mưa lớn ở miền Bắc, nên các chất thải có nguồn gốc hữu cơ từ hoạt động nông nghiệp, chăn nuôi, công nghiệp, sinh hoạt trước đó bị tích tụ đã được giải phóng và khuếch tán vào nguồn nước, kênh, sông, biển. COD trung bình theo tháng không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các năm (hình 13).

Giá trị COD 0-50 mg/l được xem là chất lượng nước tốt phục vụ cho NTTS [1]. Do vậy, COD các điểm quan trắc nước nguồn cấp trong các năm trở lại đây đều nằm trong khoảng phù hợp cho NTTS và đạt tiêu chuẩn cấp vào vùng nuôi tôm.

### 3.7. Hàm lượng nitrite ( $N-NO_2$ )

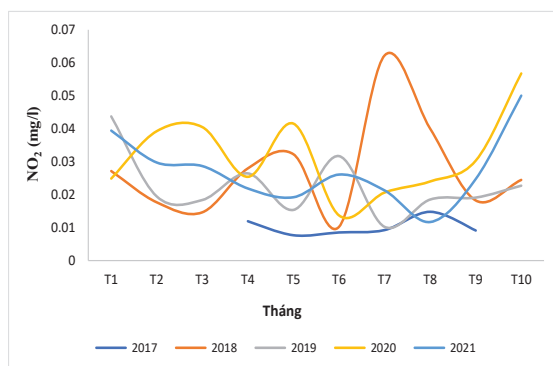
Trong nước các vi khuẩn thuộc chi *Nitrosomonas* oxy hóa amonia tổng ( $NH_4$  và  $NH_3$ ) tạo thành  $NO_2$  theo công thức:  $NH_4 + 1,5O_2 \rightarrow NO_2^- + 2H^+ + H_2O$ . Sau đó,  $NO_2$  tiếp tục bị oxy hóa tạo ra  $NO_3^-$  bởi các vi khuẩn thuộc chi *Nitrobacter* theo công thức:  $NO_2^- + 0,5O_2 \rightarrow NO_3^-$  [1]. Các bước trên được gọi quá trình nitrate hóa, rất quan trọng và có lợi cho NTTS vì làm giảm khí độc  $NH_3$  trong nước. Tuy nhiên, quá trình này tiêu hao oxy cho quá trình oxy hóa, dẫn đến hàm lượng oxy trong nước giảm.



Hình 14. Hàm lượng nitrite trung bình hàng năm nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021 gộp theo tỉnh.

Nitrite trung bình các năm tại các điểm quan trắc nước cấp vùng nuôi tôm nước lợ các tỉnh nghiên cứu là  $0,025 \pm 0,055$  mg/l, tối đa 1,087 mg/l, tối thiểu 0 mg/l. Nitrite trung bình các năm lớn nhất là  $0,084 \pm 0,129$  mg/l (Nam Định, 2018), nhỏ nhất bằng 0 (Quảng Bình, 2017) (hình 14). Giá trị  $N-NO_2$  trung bình tại các điểm quan trắc của Thừa Thiên Huế, Hà Tĩnh, Nam Định, Nghệ An, Quảng Bình và Quảng Trị trong giai đoạn nghiên cứu tương ứng là  $0,015 \pm 0,035$ ,  $0,020 \pm 0,074$ ,  $0,063 \pm 0,078$ ,  $0,039 \pm 0,001$ ,  $0,010 \pm 0,012$  và  $0,011 \pm 0,014$  mg/l. Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về giá trị  $N-NO_2$  trung bình của nhóm tỉnh Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế, Hà Tĩnh, Nghệ An, Nam Định ( $p < 0,0001$ ). Giá trị  $NO_2$  trung bình năm 2017, 2018, 2019, 2020 và 2021 tương ứng là  $0,010 \pm 0,016$ ,  $0,028 \pm 0,061$ ,  $0,022 \pm 0,038$ ,  $0,031 \pm 0,075$  và  $0,026 \pm 0,052$  mg/l. Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về trung bình giá trị  $N-NO_2$  của các nhóm năm 2017, 2019, 2021, 2018, 2020 ( $p = 0,004$ ). Giá trị trung bình  $N-NO_2$  tương tác giữa biến thời gian và tỉnh khác biệt có ý nghĩa thống kê là 8 nhóm/28 tổ hợp

Nitrite các điểm quan trắc kênh cấp vùng nuôi tôm tại các tỉnh Nam Định và Thừa Thiên Huế tăng dần từ năm 2019 đến 2021 (hình 15). Các tỉnh Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình và Quảng Trị có giá trị nitrite năm 2021 thấp hơn so với 2020. Giá trị nitrite trung bình hàng năm của nguồn cấp tỉnh Hà Tĩnh, Nam Định, Nghệ An có sự khác biệt có ý nghĩa ( $p = 0,05$  và  $p < 0,0001$ ).



Hình 15. Giá trị nitrite trung bình theo tháng nguồn cấp vùng nuôi tôm nước lợ giai đoạn 2017-2021.

Theo J. Whetstone và cs (2002) [19], nồng độ nitrite trong các ao nuôi tôm nhỏ hơn 0,23 mg/l được xem là an toàn. Theo C.E. Boyd và cs (1998) [1], nitrite cho tôm cá phụ thuộc hàm lượng Cl, độc tính của nitrite giảm khi độ mặn tăng. Theo J.C. Chen và cs (1988) [20], nồng độ an toàn của nitrite đối với hậu ấu trùng của tôm sú là 4,5 mg/l. Theo C.E. Boyd và cs (1998) [1], chất lượng nước cho NTTS có hàm lượng nitrite  $< 0,5$  mg/l được xem là tốt và 0,5-2 mg/l được xem là trung bình. Như vậy, hầu hết các đợt quan trắc có hàm lượng nitrite có giá trị phù hợp cho nuôi tôm nước lợ. Nitrite gây độc cho tôm, tiếp xúc với nồng độ cao có thể gây chậm tăng trưởng và tử vong. Nồng độ  $N-NO_2$  an toàn cho nuôi tôm trong ao  $< 0,45$  mg/l. Phơi nhiễm tôm với nồng độ  $N-NO_2$  4 mg/l trong 2 ngày làm giảm sự tăng trưởng của chúng nhưng không gây chết [21]. Tôm ở độ mặn thấp dễ bị tổn thương hơn với các hợp chất độc có chứa nitơ như  $NH_3$  và  $NO_2$  [12]; tương đồng với kết quả nghiên cứu của G.V. Castañeda và cs (2018) [16] khi cho rằng, ở vùng nước có độ mặn thấp, độc tính của các hợp chất nitơ tăng lên. Ở độ mặn thấp nitrite độc hơn ammonia và nitrate. Mức an toàn cho hậu ấu trùng tôm thẻ chân trắng ước tính cho độ mặn 1 và 3‰ lần lượt là 0,54 và 0,81 mg/l, đối với tổng  $N-NH_3$ , 0,17 và 0,25 mg/l, đối với  $N-NO_2$  là 5,6 và 21,5 mg/l đối với  $N-NO_3$ . J.R. Rochín và cs (2017) [22] thì cho rằng, nồng độ  $N-NO_2$  an toàn cho hậu ấu trùng tôm thẻ chân trắng ở độ mặn 0,6, 1, 2‰ lần lượt là 0,28, 0,35 và 0,62 mg/l.

### 3.8. Chỉ số chất lượng nước WQI

Để đánh giá tổng thể chất lượng nước của các điểm quan trắc trong thời gian 5 năm (2017-2021), chúng tôi đã sử dụng công cụ tính WQI của Hội đồng Bộ trưởng Môi trường Canada (CCME) dựa trên số liệu quan trắc của 7 thông số nêu trên. Trong nghiên cứu này chúng tôi không sử dụng phương pháp tính WQI của Bộ Tài nguyên và Môi trường, vì phương pháp tính đòi hỏi phải có 1 thông số vi sinh, trong khi đó, trong khuôn khổ nghiên cứu này chúng tôi chỉ phân tích số liệu của 7 thông số lý hóa môi trường nước. Kết quả đã tính được chỉ số WQI của 10/13 điểm quan trắc, một số điểm không tính được chỉ số WQI do một số thông số không được quan trắc tại một số điểm trong một số năm. Kết quả cho thấy, 1 điểm quan trắc đạt mức tốt, 4 điểm đạt mức trung bình, 4 điểm đạt kém và 1 điểm đạt rất kém (bảng 2). Cần lưu ý rằng, chỉ số WQI chỉ để tham khảo, chúng tôi tính toán chỉ số WQI trên bộ dữ liệu tổng hợp 5 năm, mục đích chỉ để thể hiện một bức tranh tổng thể so sánh giữa các điểm với nhau. Điều này không thể hiện điều kiện môi trường nước tốt hay xấu tại một thời điểm cụ thể. Chỉ số chất lượng nước tại 1 thời điểm cụ thể cần được đánh giá dựa trên số liệu đo của nhiều chỉ số tại thời điểm đó.

**Bảng 2. Kết quả tính chỉ số chất lượng nước WQI theo phương pháp của CCME - Canada.**

Điểm quan trắc	CCME WQI	Phân loại WQI
Đại Trạch, Quảng Bình	83,5	Tốt
Hải Chính, Nam Định	66,4	Trung bình
Hộ Độ, Hà Tĩnh	42,1	Rất kém
Kỳ Hà, Hà Tĩnh	67	Trung bình
Lãng Cô, Thừa Thiên Huế	66,9	Trung bình
Quất Lâm, Nam Định	49,9	Kém
Quỳnh Bảng, Nghệ An	58,4	Kém
Quỳnh Liên, Nghệ An	58,5	Kém
Trung Trạch, Quảng Bình	75,2	Trung bình
Xuân Phổ, Hà Tĩnh	58,6	Kém

**4. Kết luận**

Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhiệt độ nước trung bình không có khác biệt giữa các tỉnh nhưng có khác biệt theo năm. Nhiệt độ trung bình nằm trong khoảng phù hợp cho nuôi tôm nước lợ, tuy nhiên có những thời điểm ngoài giới hạn cho phép, ví dụ như tối đa 34,2°C, tối thiểu 12,1°C là những thời điểm cần phải lưu ý. Nhiệt độ thấp nhất từ tháng 1, tăng dần và đạt đỉnh vào tháng 6 và giảm dần đến cuối năm là quy luật cần nắm vững để cơ sở nuôi tôm có những điều chỉnh quản lý ao nuôi thích hợp. Hàm lượng DO nhìn chung nằm trong ngưỡng cho phép, nhưng giảm dần từ đầu vụ đến cuối vụ. Có thời điểm giá trị DO nguồn cấp chỉ 2 mg/l, đây là thời điểm các cơ sở nuôi được khuyến cáo không lấy nước vào ao nuôi. Có sự khác biệt về giá trị DO giữa các tỉnh và các năm, tuy nhiên mức độ chênh lệch không cao và cơ bản đều nằm trong khoảng cho phép. Độ mặn khá thấp ở Nghệ An và Quảng Trị do nguồn cấp của vùng nuôi nằm sâu trong nội đồng, có những khi độ mặn giảm xuống 0‰ trong mùa mưa lũ là những thời điểm cần lưu ý không lấy nước vào ao nuôi tôm. Độ pH và độ kiềm cơ bản dao động trong phạm vi cho phép. COD cao thể hiện ô nhiễm hữu cơ nguồn cấp ở Hà Tĩnh và Nam Định. 2 địa phương cần lưu ý để có giải pháp lâu dài hoặc lựa chọn thời điểm phù hợp trong cấp nước cho ao nuôi. Hàm lượng NO<sub>2</sub> trung bình cao hơn từ 2 đến 6 lần ở Nam Định so với các địa phương khác là điểm cần đặc biệt lưu ý, từ đó áp dụng các phương pháp giảm hàm lượng khí độc này trong nguồn nước cấp nuôi tôm của địa phương.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] C.E. Boyd (1998), *Water Quality for Pond Aquaculture*, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 482pp.

[2] Chanratchakool (1995), *White Patch Disease of Black Tiger Shrimp (Penaeus monodon)*, AAHRI Newsletter 4.

[3] J. Wyban, W.A. Walsh, D.M. Godin (1995), "Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*)", *Aquaculture*, **138(1-4)**, pp.267-279, DOI: 10.1016/0044-8486(95)00032-1.

[4] E.M. Christopher (2008), *Evaluation of Ground Water From The Lajas Valley For Low salinity Culture of The Pacific White Shrimp Litopenaeus Vannamei*, University Of Puerto Rico Mayagüez Campus, 100pp.

[5] W. Cheng, L.U. Wang, J.C Chen (2005), "Effect of water temperature on the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* to *Vibrio alginolyticus*", *Aquaculture*, **250(3-4)**, pp.592-601, DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.04.060.

[6] J.T.P Palafox, A.A. Pavia, D.G.M. López, et al. (2019), "Response surface analysis of temperature-salinity interaction effects on water quality, growth and survival of shrimp *Penaeus vannamei* postlarvae raised in biofloc intensive nursery production", *Aquaculture*, **503**, pp.312-321, DOI: 10.1016/j.aquaculture.2019.01.020.

[7] P. He, P. Wei, Y. Zhao, et al. (2017), "Effects of different low temperature stress on activities of digestive enzymes in *Penaeus vannamei*", *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, **30(1)**, pp.233-237.

[8] Z. Wang, Y. Qu, M. Yan, et al. (2019), "Physiological responses of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* to temperature fluctuation in low-salinity water", *Frontiers in Physiology*, **10**, DOI: 10.3389/fphys.2019.01025.

[9] W.M. Wanninayate, T.B. Ratnayate, R.M.T.K. Edirisinghe (2001), *Experiment Culture of Tiger Shrimp (Penaeus monodon) in Low Salinity Environment in Sri Lanka*, Asian Fisheries Forum, Kaohsiung (Taiwan), 365pp.

[10] P. Chanratchakool, J.F. Turnbull, S.J.F. Smith, et al. (2003), *Shrimp Health Management Extension Manual*, Fourth Edition, Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific, 46pp.

[11] P.F. Maicá, M.R.D. Borba, T.G. Martins, et al. (2014), "Effect of salinity on performance and body composition of Pacific white shrimp juveniles reared in a super-intensive system", *Revista Brasileira De Zootecnia*, **43(7)**, pp.343-350, DOI: 10.1590/S1516-35982014000700001.

[12] F. López, M.G.M. Covarrubias, M.S.F. Nava, et al. (2018), "Effect of nitrogen compounds on shrimp *Litopenaeus vannamei*: Histological alterations of the antennal gland", *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **100(6)**, pp.772-777, DOI: 10.1007/s00128-018-2349-x.

[13] B. Liu, Z. Yu, X. Song, et al. (2006), "The effect of acute salinity change on white spot syndrome (WSS) outbreaks in *Fenneropenaeus chinensis*", *Aquaculture*, **253(1-4)**, pp.163-170, DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.08.022.

[14] Y.C. Lin, J.C. Chen (2001), "Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels", *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **259(1)**, pp.109-119, DOI: 10.1016/S0022-0981(01)00227-1.

[15] D.J. Schuler, G.D. Boardman, D.D. Kuhn, et al. (2010), "Acute toxicity of ammonia and nitrite to Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at low salinities", *Journal of the World Aquaculture Society*, **41(3)**, pp.438-446, DOI: 10.1111/j.1749-7345.2010.00385.x.

[16] G.V. Castañeda, M.F. Espericueta, C. Vanegas, et al. (2018), "Acute toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae in low-salinity water", *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **70**, 1-6, DOI: 10.1016/j.etap.2019.05.002.

[17] K. Zhang, L. Pan, W. Chen, et al. (2017), "Effect of using sodium bicarbonate to adjust the pH to different levels on water quality, the growth and the immune response of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in zero-water exchange biofloc-based culture tanks", *Aquaculture Research*, **48(3)**, pp.1194-1208, DOI: 10.1111/are.12961.

[18] P. Furtado, L. Poersch, W. Wasielesky (2014), "The effect of different alkalinity levels on *Litopenaeus vannamei* reared with biofloc technology (BFT)", *Aquaculture International*, **23(1)**, pp.345-358, DOI: 10.1007/s10499-014-9819-x.

[19] J. Whetstone, G. Treece, C. Browdy, et al. (2002), *Opportunities and Constraints in Marine Shrimp Farming*, Southern Regional Aquaculture Center, 8pp.

[20] J.C. Chen, T.S. Chin (1988), "Acute toxicity of nitrite to tiger prawn, *Penaeus monodon* larvae", *Aquaculture*, **69(3-4)**, pp.253-262, DOI: 10.1016/0044-8486(88)90333-X.

[21] A. Gross, S. Abutbul, D. Zilberg (2004), "Acute and chronic effects of nitrite on white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, cultured in low-salinity brackish water", *Journal of The World Aquaculture Society*, **35(3)**, pp.315-321, DOI: 10.1111/j.1749-7345.2004.tb00095.x.

[22] J.R. Rochin, M.G.F. Espericueta, J.F.F. Sañudo, et al. (2017), "Acute toxicity of nitrite on white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles in low-salinity water", *Aquaculture Research*, **48(5)**, pp.2337-2343, DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00220-5.