

**TẠP CHÍ**

# **KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**

**Vietnam Journal of Hydro - Meteorology**

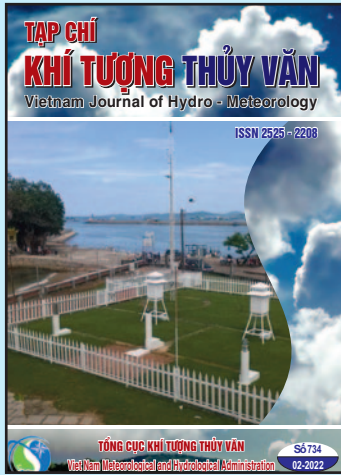
**ISSN 2525 - 2208**



**TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**  
**Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration**

**Số 734**

**02-2022**



**Q. TÔNG BIÊN TẬP**  
**TS. Đoàn Quang Trí**

**Trị sự và Phát hành**  
**Đặng Quốc Khánh**

- |                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. GS. TS. Trần Hồng Thái    | 14. TS. Đoàn Quang Trí      |
| 2. GS. TS. Trần Thực         | 15. PGS. TS. Mai Văn Khiêm  |
| 3. GS. TS. Mai Trọng Nhuận   | 16. PGS. TS. Nguyễn Bá Thùy |
| 4. GS. TS. Phan Văn Tân      | 17. TS. Tống Ngọc Thanh     |
| 5. GS. TS. Nguyễn Kỳ Phùng   | 18. TS. Đinh Thái Hưng      |
| 6. GS. TS. Phan Đình Tuấn    | 19. TS. Võ Văn Hòa          |
| 7. GS. TS. Nguyễn Kim Lợi    | 20. TS. Nguyễn Đắc Đồng     |
| 8. PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn | 21. GS. TS. Kazuo Saito     |
| 9. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng | 22. GS. TS. Jun Matsumoto   |
| 10. PGS. TS. Dương Văn Khảm  | 23. GS. TS. Jaecheol Nam    |
| 11. PGS. TS. Dương Hồng Sơn  | 24. TS. Keunyoung Song      |
| 12. TS. Hoàng Đức Cường      | 25. TS. Lars Robert Hole    |
| 13. TS. Bạch Quang Dũng      | 26. TS. Sooyoul Kim         |

**Giấy phép xuất bản**

Số: 225/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền  
thông cấp ngày 08/6/2015

**Tòa soạn**

Số 8 Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội  
Điện thoại: 024.39364963  
Email: Tapchikttv@gmail.com

**Chế bản và In tại:**

**Công ty TNHH Sản xuất và in bao bì**  
**Thiên Hà**  
ĐT: 0243.5624399

**Ảnh bìa: Trạm Quan trắc Khí tượng bề mặt Phú Quốc**

Giá bán: 25.000 đồng

**TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**  
**SỐ 734 - 02/2022**

**MỤC LỤC**

**Bài báo khoa học**

- Lâm Thị Bích Tuyền, Nguyễn Quế Trân, Võ Thị Phương Linh, Nguyễn Hiếu Trung, Võ Quốc Thành:** Đánh giá khả năng cung cấp của nguồn nước tự nhiên cho mô hình canh tác hành tím và nuôi tôm thẻ chân trắng tại thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng
- Nguyễn Mạnh Hà, Vũ Anh Tài, Trần Thị Thúy Vân, Phạm Hoàng Hải, Dương Thị Hồng Yến, Nguyễn Thu Nhung, Hoàng Bắc, Nguyễn Văn Hồng, Đỗ Ngọc Thực:** Nghiên cứu đa dạng sinh học các hệ sinh thái đất ngập nước ven biển Đông Bắc Việt Nam
- Đỗ Hữu Tuấn, Lê Thúy Diệu:** Đánh giá diễn biến chất lượng nước sông Đáy đoạn chảy qua tỉnh Nam Định giai đoạn 2011–2019
- Nguyễn Hồng Trường, Trần Văn Hưng, Từ Thị Năm:** Nghiên cứu ứng dụng chỉ số khô hạn K đánh giá mức độ hạn hán trên địa bàn tỉnh Bình Thuận
- Nguyễn Văn Tín, Trần Thị Ngọc Diệu, Bùi Kiến Quốc, Nguyễn Kỳ Phùng:** Ứng dụng phần mềm UTIDE dự báo mực nước triều ở khu vực ven Nam Bộ
- Nguyễn Kim Ngọc Anh, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Thanh Bình, Phạm Hồ Quốc Tuấn, Lê Thị An Hải, Lê Ngọc Quyên:** Đánh giá định lượng rủi ro do ngập lụt tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu trong bối cảnh Biến đổi khí hậu
- Hoàng Trung Thành, Nguyễn Trung Thành:** Đánh giá xu thế biến động của độ cao và chu kỳ sóng tại khu vực vịnh Bắc Bộ thuộc vùng biển ven bờ Việt Nam
- Nguyễn Minh Kỳ, Nguyễn Tri Quang Hưng, Nguyễn Công Mạnh, Bạch Quang Dũng:** Nghiên cứu đặc điểm và sự tích lũy vi nhựa trong than bùn tại xã Thuận Nghĩa Hòa, huyện Thanh Hóa, tỉnh Long An

Bài báo khoa học

## Đánh giá khả năng cung cấp của nguồn nước tự nhiên cho mô hình canh tác hành tím và nuôi tôm thẻ chân trắng tại thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng

Lâm Thị Bích Tuyền<sup>1</sup>, Nguyễn Quế Trân<sup>2</sup>, Võ Thị Phương Linh<sup>3</sup>, Nguyễn Hiếu Trung<sup>4</sup>, Võ Quốc Thành<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Công ty TNHH Tỳ Xuân; lbtuyen0911@gmail.com

<sup>2</sup> Công ty Cổ phần xử lý Môi trường Việt Nam; quetran131099@gmail.com

<sup>3</sup> Khoa Môi trường và TNTN, Trường Đại học Cần Thơ; vtplin@ctu.edu.vn;  
quocthanh@ctu.edu.vn

<sup>4</sup> Viện Nghiên cứu Biến đổi Khí hậu, Trường Đại học Cần Thơ; nhtrung@ctu.edu.vn

\*Tác giả liên hệ: quocthanh@ctu.edu.vn; Tel.: +84-45152202

Ban biên tập nhận bài: 12/10/2021; Ngày chấp nhận đăng: 23/11/2021; Ngày đăng bài: 25/2/2022

**Tóm tắt:** Nghiên cứu đánh giá khả năng cung cấp của nguồn nước tự nhiên so với nhu cầu sử dụng nước của người dân trong canh tác hành tím và tôm thẻ chân trắng tại thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. Phương pháp phỏng vấn cấu trúc và tính toán nhanh được sử dụng trong nghiên cứu. Kết quả cho thấy ở mô hình canh tác hành tím, nước dưới đất là nguồn nước chính được sử dụng với nhu cầu ở mức cao (42,4 triệu m<sup>3</sup>/năm – 44,2 triệu m<sup>3</sup>/năm, giai đoạn 2019–2020). Tuy nhiên, vấn đề thiếu hụt chỉ mang tính cục bộ do nhu cầu nước vượt mức khai thác an toàn nhưng vẫn nằm trong mức khai thác tiềm năng của nguồn nước dưới đất tại địa phương. Với mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng, nguồn nước mặt là nguồn chính được sử dụng kết hợp với nước dưới đất là nguồn bổ trợ. Hiện tại, nguồn nước mặt vẫn đáp ứng đủ và đạt nhu cầu của người dân. Mặc dù độ mặn có tăng cao ở một số thời điểm (2020) nhưng chưa ảnh hưởng đáng kể đến nhu cầu sử dụng nước trong nuôi tôm thẻ chân trắng. Tuy nhiên, dưới tình trạng nắng nóng kéo dài có thể làm gia tăng nhu cầu sử dụng nước dưới đất (do nước mặt bị nhiễm mặn với độ mặn cao), từ đó có thể góp phần gây suy giảm nguồn nước dưới đất trong tương lai.

**Từ khóa:** Canh tác hành tím; Khả năng cung cấp nước; Nuôi tôm thẻ chân trắng; Vĩnh Châu.

### 1. Mở đầu

Nước là một trong những yếu tố quan trọng trong quá trình phát triển đời sống cũng như sản xuất. Với bối cảnh nguồn tài nguyên nước đang có nhiều chuyển biến dưới tác động của biến đổi khí hậu, gây nhiều ảnh hưởng đến nông nghiệp–lĩnh vực có nhu cầu sử dụng nước cao thì việc nghiên cứu về đặc điểm tài nguyên nước cũng như nhu cầu nước trong canh tác là đòi hỏi cấp thiết nhằm tìm ra phương hướng điều chỉnh, thích nghi phù hợp. Đã có nhiều nghiên cứu được thực hiện với những cách tiếp cận khác nhau nhằm giải quyết vấn đề nguồn nước hiện tại và đưa ra những định hướng thích ứng trong tương lai. Một số nghiên cứu như: Nghiên cứu về tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu đối với khả năng cung cấp nước cho cây trồng ở lưu vực Okanagan, British Columbia [1]; Nghiên cứu đánh giá sự thiếu nước trầm trọng vào mùa khô, dự báo tổng nhu cầu sử dụng nước cả năm cho nông nghiệp tại 14 lưu vực sông chính ở Việt Nam với chu kỳ 10 năm (2010–2020) [2].

Đồng bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL) - Trung tâm sản xuất nông nghiệp lớn của Việt Nam, hiện cũng đã và đang phải đối mặt với vấn đề khan hiếm nguồn nước ngọt, đặc biệt trong lĩnh vực canh tác ở các vùng ven biển và cửa sông do xâm nhập mặn [3–4]. Điều này gây nên nhiều ảnh hưởng đến an ninh lương thực, chuyển đổi cơ cấu nông nghiệp và sinh kế của người dân [5–8]. Một số nghiên cứu thực hiện tại ĐBSCL như: Đánh giá ảnh hưởng của sự suy giảm nguồn nước dưới đất đến sản xuất nông nghiệp tại vùng ven biển Vĩnh Châu [9]; Đánh giá hiện trạng sử dụng và những ảnh hưởng của nguồn nước mặt bị thay đổi trong sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản tại huyện Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng [10]; Đánh giá nhu cầu nước tưới của người dân cho hoa màu như hành tím, củ cải trắng tại Vĩnh Châu thông qua việc lắp đặt đồng hồ đo [11] hoặc nghiên cứu đánh giá hiệu quả của mô hình tưới tiết kiệm nước cho cây trồng cạn ở tỉnh Trà Vinh và cây hành tím tại thị xã Vĩnh Châu thông qua mô hình CropWat [12].

Nhìn chung, ở các nghiên cứu trước đây, nguồn nước trong nông nghiệp được đánh giá thông qua nhiều phương diện về sự thay đổi của hiện trạng nguồn nước và nhu cầu sử dụng, tính toán so sánh giữa hai yếu tố này, tập trung đánh giá về sự ảnh hưởng cũng như đưa ra các giải pháp. Tại Vĩnh Châu cũng đã có nghiên cứu về nhu cầu nước trong canh tác hành tím, tuy nhiên, những nghiên cứu trước đây đa phần chỉ đánh giá trên một loại hành thương phẩm. Trong khi đó, kết quả khảo sát ban đầu cho thấy thực tế tại Vĩnh Châu người dân trồng cả hai loại là hành thương phẩm và hành giống. Theo đó, nhu cầu sử dụng nước trên mỗi loại hoa màu có thể sẽ khác nhau cũng như diện tích phân bố các loại hành cũng có sự thay đổi so với trước đây [13]. Vì vậy, cần nghiên cứu chi tiết hơn nhu cầu nước ở các giống hoa màu cũng như cập nhật diện tích canh tác trong điều kiện hiện tại. Hơn thế nữa, nghiên cứu về nhu cầu và khả năng cung cấp nước cho lĩnh vực nuôi trồng thủy sản chưa được phổ biến. Phần lớn các nghiên cứu đã được thực hiện chủ yếu đánh giá về hiệu quả mô hình nuôi hoặc các chỉ tiêu trong nguồn nước nuôi tôm. Hiện tại, xâm nhập mặn cũng gây nên nhiều sự chuyển biến độ mặn nguồn nước mặt tại đây, điều này có thể ảnh hưởng đến ngưỡng phù hợp trong nuôi tôm [14]. Do đó, nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá khả năng cung cấp nước của nguồn nước tự nhiên và nhu cầu sử dụng nước trong canh tác của người dân ở mô hình hành tím và nuôi tôm thẻ chân tại thị xã Vĩnh Châu, Sóc Trăng.

## **2. Phương pháp nghiên cứu**

### *2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu*

Thị xã Vĩnh Châu của tỉnh Sóc Trăng (Hình 1), có tọa độ địa lý từ 9°22' đến 9°24' vĩ độ Bắc và từ 106°05' đến 106°42' kinh độ Đông, có chiều dài bờ biển trên 43 km, đây là lợi thế lớn đối với phát triển nuôi trồng và khai thác thủy, hải sản. Tuy nhiên vị trí ven biển cũng mang lại một số bất lợi trong việc tiếp cận nguồn nước ngọt phục vụ cho nhu cầu canh tác nông nghiệp do ảnh hưởng của xâm nhập mặn [11]. Đồng thời, đặc tính đất ở khu vực khảo sát chủ yếu là đất cát pha thịt nhẹ nên giữ nước kém, do đó hiện nay Vĩnh Châu đã và đang tiến hành khai thác nguồn nước dưới đất cho mục đích sinh hoạt và canh tác nông nghiệp [15].

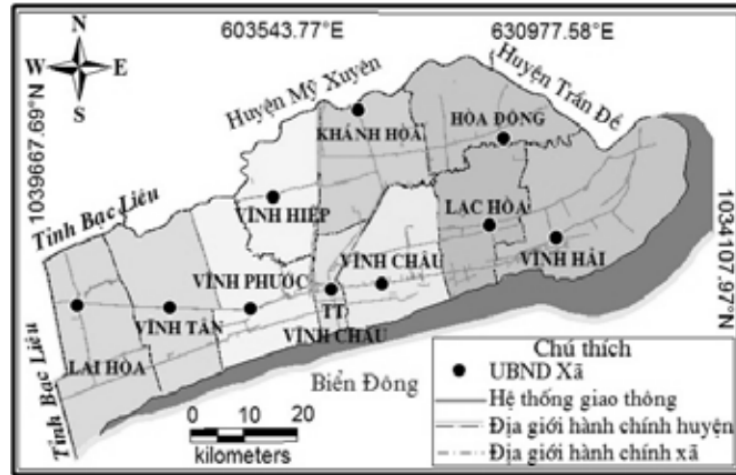
### *2.2. Phạm vi nghiên cứu*

Nghiên cứu được thực hiện tại thị xã Vĩnh Châu trong giai đoạn năm 2019 và 6 tháng đầu năm 2020, về lĩnh vực tài nguyên nước cho hai mô hình canh tác nông nghiệp là hành tím và nuôi tôm thẻ chân trắng.

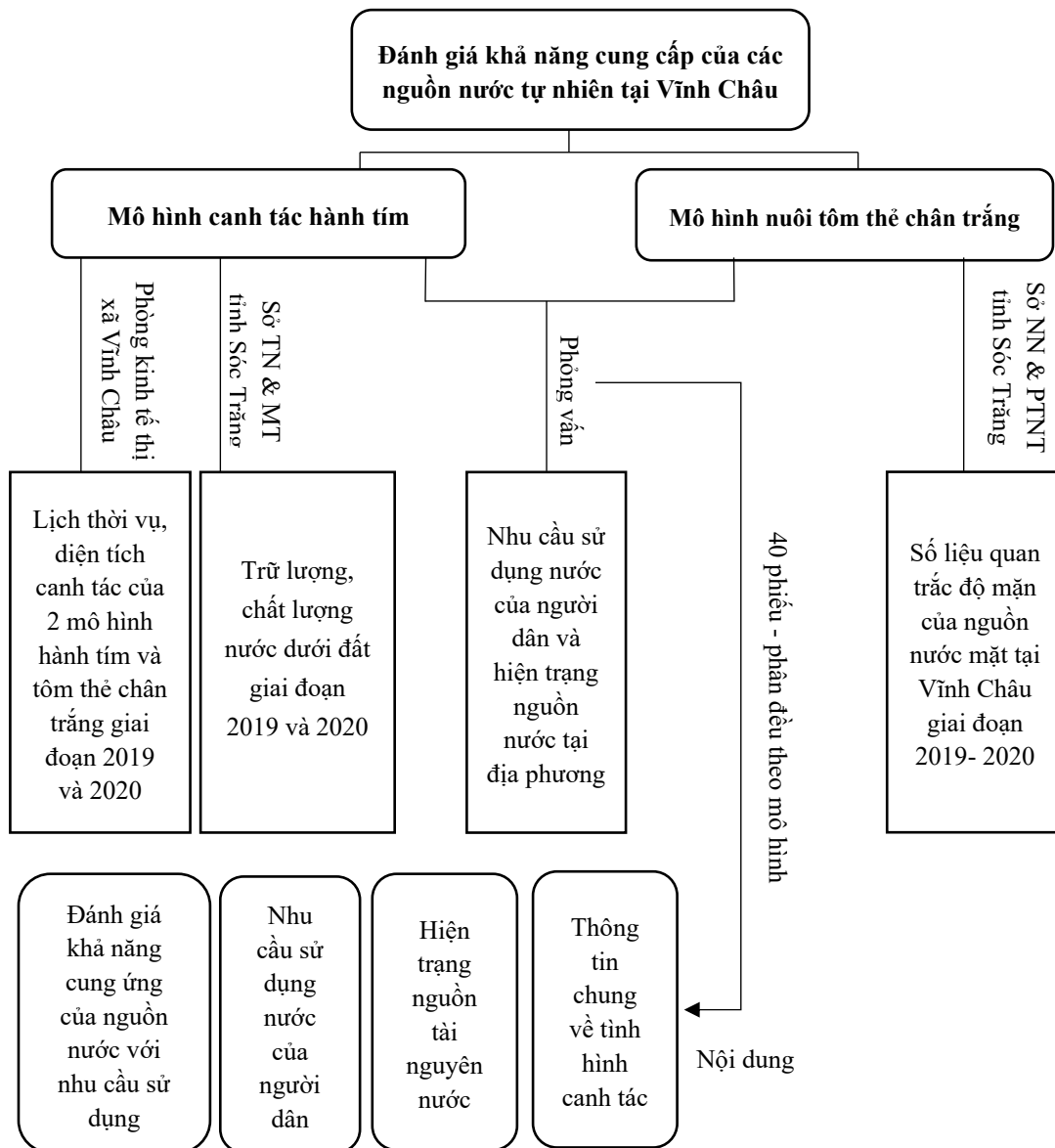
### *2.3. Thu thập số liệu*

Số liệu thứ cấp: Các số liệu về tình hình sản xuất nông nghiệp và đặc tính tài nguyên nước tại vùng nghiên cứu được thu thập từ các cơ quan, ban ngành địa phương của huyện Vĩnh Châu và tỉnh Sóc Trăng.

Số liệu sơ cấp: Nghiên cứu tiến hành phỏng vấn 40 hộ dân bằng phương pháp phỏng vấn cấu trúc và bán cấu trúc nhằm xác định nhu cầu nước cho mô hình canh tác hành tím và nuôi tôm thẻ chân trắng nước lợ (Hình 3).



Hình 1. Bản đồ hành chính của thị xã Vinh Châu [16].



Hình 3. Phương pháp thu thập số liệu.

## 2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu sơ cấp từ phỏng vấn được tổng hợp, nhập, mã hóa và được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel. Phương pháp thống kê mô tả được sử dụng thể hiện số liệu ở các dạng bảng, biểu đồ nhằm đánh giá đặc tính tài nguyên nước tại vùng nghiên cứu. Đối với ước tính nhu cầu sử dụng nước của người dân trong canh tác được thực hiện như sau:

Mô hình canh tác hành tím: Kế thừa công thức tính toán của [11]. Đồng thời, kết hợp phương pháp tính toán nhanh để ước tính nhu cầu sử dụng nước của người dân với các bước tuần tự như sau:

Bước 1: Ước tính nhu cầu sử dụng nước của người dân cho mô hình canh tác mỗi ngày ( $m^3/ngày$ ) theo công thức 1.

$$Q_{tưới/ngày} = \text{Công suất máy bơm (m}^3/\text{giờ)} * \text{Số giờ bơm} * \text{số lần tưới nước} \quad (1)$$

Bước 2: Ước tính nhu cầu sử dụng nước của người dân cho mô hình canh tác trong 1 vụ ( $m^3/vụ$ ). Tính tổng lượng nước tưới theo từng giai đoạn canh tác theo công thức 2.

$$Q_{giai\ đoạn\ n} = Q_{tưới/ngày} * m \quad (2)$$

Trong đó  $Q_{tưới/ngày}$  là lưu lượng nước tưới trên ngày cho 1000  $m^2$  tương ứng với từng giai đoạn ( $m^3/giờ$ );  $m$  là số ngày của giai đoạn tương ứng (ngày)

Tính tổng lượng nước tưới trong 1 vụ canh tác:  $Q_{vụ}$  ( $m^3/vụ$ ) theo công thức 3.

$$Q_{vụ} = Q_{giai\ đoạn\ 1} + Q_{giai\ đoạn\ 2} + \dots + Q_{giai\ đoạn\ n} \quad (3)$$

Bước 3: Ước tính nhu cầu sử dụng nước của người dân cho mô hình canh tác trong năm ( $m^3/năm$ ) theo công thức 4.

$$Q_{tổng} = Q_{vụ} * n \quad (4)$$

Trong đó  $Q_{vụ}$  là nhu cầu nước tưới người dân sử dụng trong một vụ canh tác;  $n$  là số vụ canh tác trong năm.

Bước 4: Ước tính nhu cầu sử dụng nước 1 năm của một loại hình trên toàn thị xã Vĩnh Châu ( $m^3/ngày$ ) theo công thức 5.

$$Q = Q_{tổng} * S_{loại\ hình\ canh\ tác} * 10 \quad (5)$$

Trong đó  $Q$  là nhu cầu sử dụng nước 1 năm của 1 loại hình canh tác ( $m^3/ha$ );  $Q_{tổng}$  là tổng lượng nước tưới trong một năm của một loại hình canh tác trên 1000  $m^2$ ;  $S_{loại\ hình\ canh\ tác}$  là tổng diện tích của loại hình canh tác trên toàn thị xã Vĩnh Châu (ha); 10 là hệ số quy đổi đơn vị (1000  $m^2$  sang ha).

Từ kết quả tính tổng nhu cầu sử dụng nước trong năm của mô hình hành tím trên toàn thị xã Vĩnh Châu kết hợp với trữ lượng khai thác tiềm năng và trữ lượng khai thác an toàn của nguồn nước dưới đất tại Vĩnh Châu để đánh giá khả năng cung cấp của nguồn nước tự nhiên tại Vĩnh Châu cho mô hình canh tác hành tím theo công thức 6.

$$Q_{cấp} - Q_{dùng} = \pm DQ \quad (6)$$

Trong đó  $Q_{cấp}$  là lưu lượng nguồn nước cấp cho mô hình canh tác hành tím,  $Q_{dùng}$  là lưu lượng nước dùng cho canh tác hành tím của người dân.

Mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng: Thống kê mô tả được sử dụng để thể hiện đặc tính diễn biến độ mặn của nguồn nước mặt và biểu đồ các thời điểm lấy nước nuôi tôm (tương ứng với lịch canh tác tại địa phương) trong giai đoạn nghiên cứu. Sau đó, so sánh đối chiếu các biểu đồ trên để đánh giá mức độ đáp ứng về độ mặn của nguồn nước mặt với nhu cầu sử dụng của người dân trong việc canh tác. Bên cạnh đó, kế thừa kết quả số liệu từ nghiên cứu [9] cùng với các số liệu được thu thập về mục đích sử dụng nước dưới đất trong nuôi tôm thẻ chân trắng tại vùng nghiên cứu, thời gian bơm, diện tích ao nuôi để ước tính lượng nước dưới đất trung bình người dân cần sử dụng trong quá trình nuôi.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Lịch thời vụ

#### 3.1.1. Mô hình canh tác hành tím

Tại Vĩnh Châu, hành tím được canh tác với hai loại chính là hành tím thương phẩm và hành giống. Các loại hành thường được canh tác vào mùa khô do có điều kiện thời tiết thuận lợi. Lịch thời vụ của các mô hình canh tác hành tím được trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1.** Lịch thời vụ của mô hình canh tác hành tím.

Tháng (Dương lịch)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hành giống		←→		←→								
Hành vụ sớm										←→		
Hành vụ chính		→										→

Hành giống được trồng tối đa 2 vụ/năm và thời gian một vụ thường kéo dài từ 45–50 ngày. Hành thương phẩm được trồng 2 vụ/năm gồm một vụ hành sớm và một vụ hành chính; trong đó, vụ hành chính thường kéo dài 70–75 ngày và vụ hành sớm kéo dài 60–65 ngày. Nhìn chung, người dân Vĩnh Châu thường canh tác 2 vụ trên năm với một vụ hành chính và một vụ hành giống để đảm bảo năng suất cao nhất.

### 3.1.2. Mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng

Trung bình mỗi năm người dân canh tác 2 vụ chính (Bảng 2), thời gian canh tác mỗi vụ tôm thường kéo dài khoảng từ 70–90 ngày hoặc lâu hơn. Để tôm thẻ chân trắng đạt năng suất cao người dân phải tuân thủ khung lịch thời vụ của khu vực nhằm giảm thiệt hại do thiên tai, dịch bệnh, tránh thời tiết nắng nóng và tình trạng xâm nhập mặn.

**Bảng 2.** Lịch thời vụ của tôm thẻ chân trắng.

Tháng (Dương lịch)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tôm thẻ chân trắng		←→				←→					

## 3.2. Nhu cầu sử dụng nước và khả năng cung cấp của nguồn nước tự nhiên cho mô hình canh tác hành tím và tôm thẻ chân trắng

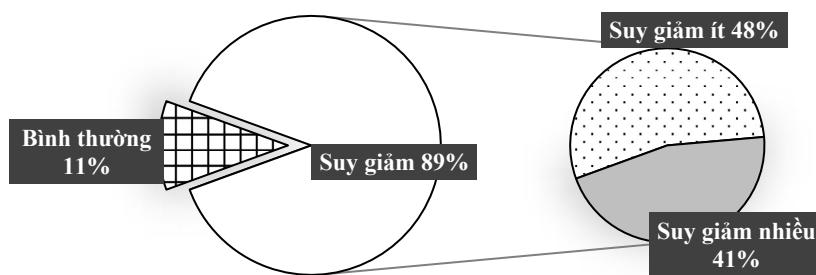
### 3.2.1. Mô hình canh tác hành tím

#### a. Nguồn nước tưới

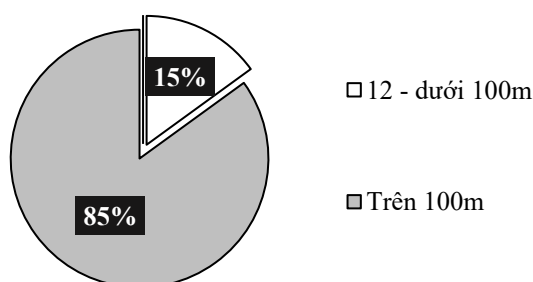
Kết quả khảo sát ý kiến của người dân cho thấy nguồn nước mặt tại Vĩnh Châu bị nhiễm mặn không còn phù hợp cho canh tác hoa màu. Đồng thời, do đặc tính cây hành dễ bị hư hại khi gặp mưa nên lịch thời vụ thường được bố trí vào giai đoạn mùa khô. Do đó, nguồn nước phục vụ cho canh tác hành tím của người dân tại Vĩnh Châu chủ yếu là nước dưới đất.

Người dân đa phần đều sử dụng giếng khoan để khai thác trực tiếp nước dưới đất phục vụ cho việc tưới tiêu nên áp lực lên nguồn tài nguyên này là rất lớn. Kết quả đánh giá của người dân cho thấy nguồn nước dưới đất tại khu vực Vĩnh Châu đang suy giảm đặc biệt là về mặt trữ lượng (Hình 4). Đồng thời, theo số liệu của Trung tâm quan trắc Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng, mực nước tĩnh tại thị xã Vĩnh Châu trong giai đoạn năm 2019 và 6 tháng đầu năm 2020 giảm từ -10,33 m xuống -12,43 m. Từ các kết quả trên nhận thấy mực nước ngầm tại thị xã Vĩnh Châu đang có dấu hiệu suy giảm nghiêm trọng.

Kết quả khảo sát cũng cho thấy độ sâu của giếng khoan dao động từ 80–150 m, trong đó, tỷ lệ các hộ có giếng khoan sâu hơn 100 m chiếm 85% (Hình 5). Ngoài ra, trong giai đoạn nghiên cứu, có 15% trên tổng số hộ được khảo sát có tiến hành khoan thêm giếng mới với độ sâu tăng khoảng 10–15 m so với trước đây để đảm bảo nước tưới. Do đó, cho thấy cụ thể hơn về tình trạng suy giảm của nguồn nước dưới đất tại Vĩnh Châu.



Hình 4. Đánh giá của hộ dân về trữ lượng nước dưới đất.



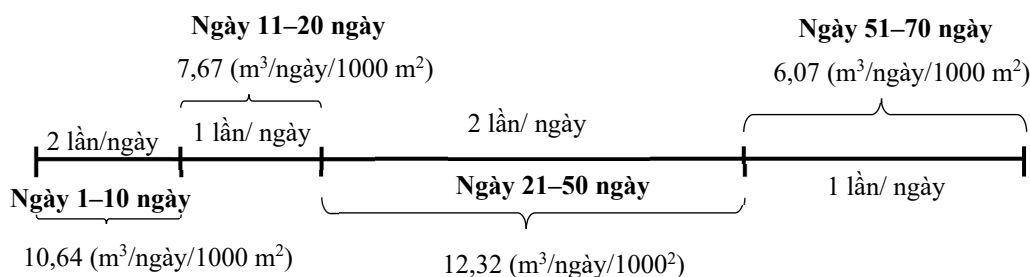
Hình 5. Độ sâu của giếng khoan phục vụ tưới hành tím.

b. Kỹ thuật tưới và nhu cầu sử dụng nước của người dân

Các hộ dân chủ yếu áp dụng biện pháp tưới truyền thống (dùng hệ thống ống nước và máy bơm để lấy nước trực tiếp từ giếng khoan) và đồng thời chia ra nhiều giai đoạn trong một vụ canh tác để phân bổ thời gian và số lần tưới phù hợp.

Tại khu vực phỏng vấn phần lớn hộ dân sử dụng máy bơm có công suất 1,5 HP hoặc 2HP, phục vụ cho việc tưới hành. Dựa trên số liệu kế thừa từ nghiên cứu liên quan [12], đã có ước tính trung bình đối với máy bơm có công suất 1,5 HP sẽ bơm được lưu lượng nước khoảng 5,76 (m<sup>3</sup>/giờ) (tính theo 80% công suất của máy bơm do máy bơm đã hoạt động được một thời gian). Đồng thời, dựa trên cơ sở đó ước tính lưu lượng đối với máy bơm có công suất 2 HP là 7,68 (m<sup>3</sup>/giờ).

Dựa vào cơ sở trên kết hợp với phương pháp tưới của người dân có thể ước tính nhu cầu nước trong một vụ hành tím thương phẩm theo công suất của từng loại máy bơm. Qua ước tính, thời gian tưới của người dân sử dụng máy bơm có công suất 2 HP ngắn hơn so với người sử dụng máy có công suất 1,5 HP. Tuy nhiên, nhu cầu nước tưới vẫn ở mức tương đương và chênh lệch không cao, nên ước tính trung bình nhu cầu nước của một người dân canh tác hành tím (thương phẩm) tại Vĩnh Châu theo từng giai đoạn tưới được thể hiện trên Hình 6.

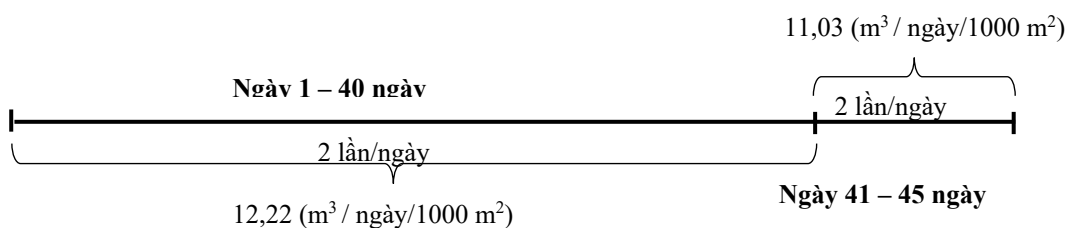


Hình 6. Lượng nước trung bình mỗi ngày theo giai đoạn tưới của người dân đối với mô hình trồng hành tím thương phẩm tại Vĩnh Châu.



Theo kinh nghiệm canh tác của người dân, giai đoạn mới xuống giống hành cần đủ nước để phát triển nên giai đoạn 10 ngày đầu nhu cầu nước tương đối cao với tần suất tưới là 2 lần/ngày. Bên cạnh đó, giai đoạn từ ngày 21 đến ngày thứ 50 là giai đoạn hành tím cần nhiều nước nhất nên vẫn tiếp tục tưới 2 lần/ngày với nhu cầu nước cao hơn so với những giai đoạn còn lại nhằm mục đích giúp cung cấp đủ nước để cây hành phát triển và dự trữ các chất dinh dưỡng cần thiết để tạo củ trong giai đoạn tiếp theo.

Đối với hành giống, cũng xét tương tự như hành thương phẩm tuy nhiên hành tím giống sẽ có thời gian canh tác ngắn hơn, qua kết quả khảo sát có được số lần và thời gian tưới được thể hiện trên Hình 7.



**Hình 7.** Lượng nước trung bình mỗi ngày theo giai đoạn tưới của người dân đối với mô hình trồng hành tím giống tại Vĩnh Châu.

Kết quả khảo sát nông hộ cho thấy, trong thời gian canh tác mặc dù số lần tưới không thay đổi (vẫn tưới đều 2 lần mỗi ngày) nhưng đến giai đoạn gần thu hoạch tức là từ 41–45 ngày người dân thường giảm thời gian tưới và lượng nước tưới thấp hơn so với trước đó.

Ngoài ra, nhu cầu sử dụng nước canh tác của người dân có thể tăng giảm tùy theo điều kiện môi trường và thời tiết. Cụ thể, vào các thời điểm khô hạn gay gắt kéo dài người dân thường tăng số lần tưới hoặc tăng thời gian mỗi lần tưới từ 15–30 (phút) để đảm bảo giữ ẩm cho đất. Trường hợp có những đợt mưa trái mùa xảy ra trùng vào thời điểm vụ canh tác, do hành dễ bị hư hại khi tiếp xúc trực tiếp với nước mưa nên người dân phải sử dụng nước tưới để làm sạch phần nước mưa đọng lại trên cây hành) và (thời gian tưới nhanh khoảng từ 15–20 phút để trôi hết nước mưa).

c. Ước tính tổng nhu cầu sử dụng nước của người dân

Nhu cầu nước sử dụng trong canh tác hành tím được thể hiện như Bảng 3.

**Bảng 3.** Nhu cầu sử dụng nước của người dân trong canh tác hành tím năm 2019 và ước tính năm 2020.

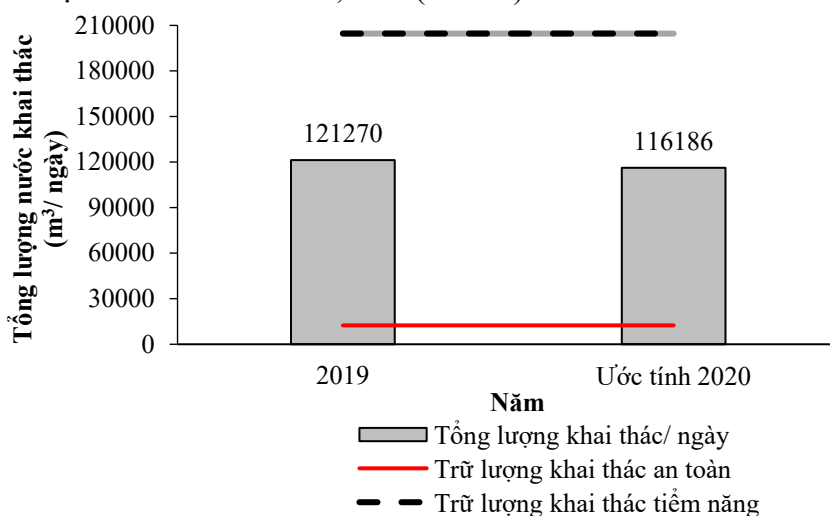
Nhu cầu sử dụng nước	Hành tím			
	Năm 2019		Ước tính năm 2020	
	Hành TP	Hành giống	Hành TP	Hành giống
Diện tích trồng hành tím tại Vĩnh Châu (ha)	5.314	1.552	5.000	1.600
Nhu cầu sử dụng nước trong một vụ (m <sup>3</sup> /1000m <sup>2</sup> /vụ)	674,1	543,95	674,1	543,95
Nhu cầu sử dụng nước trong một năm (m <sup>3</sup> /năm)	35.821.674	8.442.104	33.705.000	8.703.200
Tổng nhu cầu sử dụng nước cho hành tím trên toàn thị xã Vĩnh Châu (m <sup>3</sup> /năm)	<b>44.263.778</b>		<b>42.408.200</b>	

Đối với hành thương phẩm, ước tính tổng nhu cầu sử dụng nước của người dân trong một vụ (70 ngày) là 674,1 m<sup>3</sup>/1000 m<sup>2</sup>/vụ. Tuy nhiên, theo kết quả nghiên cứu của Hồng Minh Hoàng, đã có mô phỏng lượng nước tưới cần thiết cho cây hành tím (thương phẩm) trong một vụ canh tác (70 ngày) chỉ trung bình 265 m<sup>3</sup>/1000 m<sup>2</sup>/vụ. Điều này, chứng minh rằng nhu cầu nước người dân sử dụng cao hơn rất nhiều (cao hơn 2,5 lần) so với nhu cầu thực tế của cây hành cần được cung cấp [12]. Nguyên nhân là do người dân chủ yếu canh

tác dựa trên kỹ thuật được tích lũy qua nhiều năm và đánh giá về đặc tính đất, tình trạng cây hành bằng mắt thường cùng với kinh nghiệm của bản thân dẫn đến việc cung cấp quá dư nhu cầu cần thiết của cây hành gây lãng phí nguồn nước tưới. Việc chẩn đoán nhu cầu nước của cây theo tình trạng cây bằng mắt thường có thể kém chính xác vì khi thời tiết thay đổi đột ngột (nhiệt độ tăng nhanh, gió nóng), lá có thể bị héo song đất vẫn còn ẩm, nên việc cung cấp thêm nước có thể nằm ngoài trạng thái cần thiết của cây [17].

Đối với hành giống, thông qua bảng 3 có thể thấy tổng nhu cầu sử dụng nước cho một vụ hành giống nằm ở mức cao (543,95 m<sup>3</sup>/1000 m<sup>2</sup>/vụ). Tuy canh tác với thời gian ngắn hơn (45 ngày) chỉ bằng 0,6 lần thời gian canh tác hành thương phẩm nhưng có nhu cầu sử dụng nước xấp xỉ 0,8 lần. Nguyên nhân do theo kinh nghiệm sản xuất của người dân, đặc tính cây hành giống cần cung cấp nhiều nước hơn so với hành thương phẩm. Bên cạnh đó, vụ hành giống thường rơi vào tháng 4-5 có đặc tính thời tiết và đất khô hạn hơn. Do đó, người dân duy trì số lần tưới 2 lần/ngày trong suốt một vụ canh tác với khoảng thời gian tưới trung bình khoảng 1,77 giờ/ngày cao hơn 1,2 lần so với thời gian tưới trung bình của hành thương phẩm (1,47 giờ/ ngày).

Với tổng nhu cầu trên ước tính nhu cầu khai thác mỗi ngày của người dân canh tác hành tím trung bình khoảng 121.270 m<sup>3</sup>/ngày. Dù vẫn nằm trong mức trữ lượng khai thác tiềm năng của Vĩnh Châu là 204.634 m<sup>3</sup>/ngày [18] nhưng lại vượt trữ lượng khai thác an toàn (12.410 m<sup>3</sup>/ngày) 9,8 lần. Bên cạnh đó, mặc dù vào năm 2020 theo kế hoạch phát triển kinh tế đề ra tổng diện tích đất canh tác hành tím của Vĩnh Châu có xu hướng giảm (giảm 266 ha) nhưng nhu cầu nước của toàn thị xã vẫn ở mức cao 42.408.200 m<sup>3</sup>/năm và trung bình nhu cầu khai thác mỗi ngày vẫn ở mức 116.186 m<sup>3</sup>/ngày, vượt trữ lượng khai thác an toàn của thị xã Vĩnh Châu đến 9,4 lần (Hình 8).



**Hình 8.** Nhu cầu sử dụng nước của người dân trung bình mỗi ngày cho hành tím trong giai đoạn 2019–2020.

Nhìn chung, nhu cầu sử dụng nước cho canh tác hành tím tại Vĩnh Châu trong giai đoạn 2019–2020 ở mức cao. Mặc dù, dựa trên trữ lượng khai thác tiềm năng, nguồn nước dưới đất tại Vĩnh Châu vẫn có khả năng cung cấp đủ cho nhu cầu canh tác của người dân và được đánh giá là thừa nước (mức thừa từ 83.364–88.448 m<sup>3</sup>/ngày). Tuy nhiên, nếu so với trữ lượng khai thác an toàn thì được đánh giá là thiếu nước cho nhu cầu tưới của người dân trong canh tác hành tím (mức thiếu hụt -103.776 m<sup>3</sup>/ngày đến -108.860 m<sup>3</sup>/ngày).

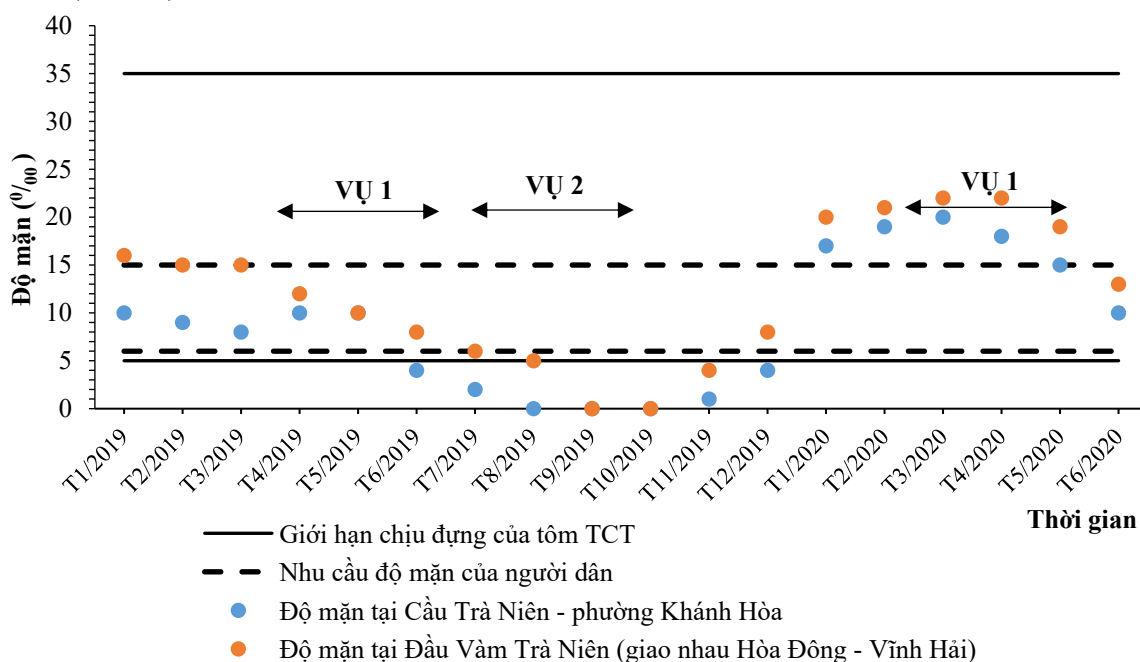
Vì vậy, Vĩnh Châu cần có những biện pháp hiệu quả để điều chỉnh nhu cầu sử dụng nước của người dân cho phù hợp hơn để hạn chế tối đa việc tác động quá mức đến tài nguyên nước dưới đất do hiện tại chỉ tính riêng cho nhu cầu sử dụng nước ở mô hình canh tác hành tím đã vượt xa trữ lượng khai thác an toàn xấp xỉ 10 lần. Bên cạnh đó, theo kết quả của Trung tâm quan trắc Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng thì mực nước tĩnh của

nguồn nước dưới đất tại Vĩnh Châu có dấu hiệu sụt giảm, vào giai đoạn từ năm 2019 đến 6 tháng đầu năm 2020 mực nước sụt giảm nhiều (cụ thể sụt giảm đến 2,1 m). Từ các kết quả trên có thể thấy rằng, nguồn nước dưới đất tại Vĩnh Châu đang suy giảm qua các năm, trong khi nhu cầu khai thác ngày gia tăng khiến cho áp lực lên nguồn tài nguyên nước dưới đất tại Vĩnh Châu ngày càng lớn.

### 3.2.2. Mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng

#### a. Nhu cầu về nguồn nước mặt

Độ mặn nguồn nước mặt tại Vĩnh Châu có xu hướng gia tăng, tăng trung bình 3–7‰. Đặc biệt, đầu năm 2020 với tình trạng khô hạn–xâm nhập mặn với độ mặn cao ở mức 19–22‰ (Hình 9).



**Hình 9.** Lịch thời vụ nuôi tôm thẻ chân trắng và diễn biến độ mặn của nguồn nước mặt tại thị xã Vĩnh Châu giai đoạn 2019 – 6 tháng đầu năm 2020.

Tôm thẻ chân trắng có thể phát triển tốt ở khoảng độ mặn 10–25‰ trong đó khoảng độ mặn tối ưu nhất là từ 10–15‰ [19]. Tuy nhiên, kết quả khảo sát nông hộ cho thấy nhu cầu về nguồn nước nuôi tôm thẻ chân trắng của người dân là độ mặn từ 6–15‰, nếu độ mặn lớn hơn 15‰ tôm có thể chậm phát triển và nếu dưới 6‰ tôm có thể không sống được.

Theo đó, vào những tháng đầu năm 2019 độ mặn ở mức 8–15‰ thích hợp với nhu cầu lấy nước của người dân. Tuy nhiên, đầu năm 2020 với tình trạng khô hạn - xâm nhập mặn diễn ra nhanh và sớm hơn làm cho độ mặn tăng cao hơn (đạt mức 19–22‰). Mặc dù độ mặn này vẫn nằm trong ngưỡng chịu đựng của tôm thẻ chân trắng (từ 5–35‰) theo QCVN 02–19: 2014/BNNVPTNT nhưng lại vượt hơn nhu cầu lấy nước canh tác của người dân địa phương. Nguyên nhân do người dân dựa trên kinh nghiệm sản xuất xác định trường hợp độ mặn quá cao (khoảng 25‰) có thể làm cho tôm chậm lớn cũng như dễ xảy ra dịch bệnh ở tôm. Do vậy, trường hợp độ mặn cao cần thay nước hoặc bổ sung thêm nước vào ao nuôi thường xuyên gây khó khăn cho hoạt động canh tác của người dân.

Mặc dù năm 2020 độ mặn của nguồn nước có xu hướng gia tăng nhưng vẫn chưa gây thiệt hại nhiều đến vụ nuôi tôm thẻ chân trắng. Nguyên nhân do người dân áp dụng một số giải pháp để chủ động nguồn nước cho nuôi tôm, bao gồm: (i) xây dựng nhiều ao chứa để xử lý nước nhiều giai đoạn (xử lý nước thông qua hai hoặc ba giai đoạn); (ii) lấy nước sớm trước thời điểm bắt đầu vụ nuôi để kéo dài thời gian trữ nước giúp làm giảm độ mặn nguồn

nước về mức phù hợp; (iii) trực tiếp bơm thêm nguồn nước dưới đất vào ao để cân bằng độ mặn. Nhìn chung, trong giai đoạn nghiên cứu xét thấy diễn biến độ mặn nằm ở mức cao và ở năm 2020 có tăng cao so với năm 2019 (tăng từ 4–7%) nhưng nguồn nước mặt tại Vĩnh Châu vẫn còn khả năng đáp ứng đảm bảo nhu cầu của người dân trong nuôi tôm thẻ chân trắng.

**b. Nhu cầu về nguồn nước dưới đất**

Trong quá trình nuôi tôm thẻ chân trắng ngoài sử dụng trực tiếp nguồn nước mặt người dân còn sử dụng thêm nguồn nước phụ trợ là nước dưới đất nhằm các mục đích: pha loãng nước làm giảm độ mặn, thêm nước cho ao hoặc thay nước vào một số thời điểm trong vụ nuôi. Kết quả khảo sát cho thấy có 40% số hộ sử dụng thêm nguồn nước dưới đất phục vụ cho nuôi tôm (chủ yếu sử dụng cho mục đích pha loãng), 60% còn lại không sử dụng nước dưới đất do diện tích ao nuôi nhỏ hoặc chỉ nuôi 1 vụ trong năm (vào thời điểm độ mặn trên sông không quá cao). Những hộ nuôi sử dụng nước dưới đất thường sử dụng hình thức bơm trực tiếp vào ao thông qua ống dẫn có đường kính từ 34–60 mm, đa số sử dụng ống có đường kính 60 mm (75% số hộ dùng ống dẫn 60 mm trên tổng số hộ có sử dụng hình thức bơm nước dưới đất vào ao) và máy bơm có công suất khoảng 1,5–2 HP. Thời gian bơm phụ thuộc vào diện tích ao và mục đích sử dụng nguồn nước (trung bình khoảng 1,5 giờ/ao 1000 m<sup>2</sup>). Theo kết quả kế thừa [9] thì lưu lượng bơm được sẽ vào khoảng 19–21 m<sup>3</sup>/giờ và cứ 1.000 m<sup>2</sup> thì mỗi lần bổ sung cần trung bình khoảng 30 m<sup>3</sup> nước. Tại khu vực nghiên cứu, các ao nuôi có diện tích khoảng từ 1300–1600 m<sup>2</sup>. Do vậy, một ao nuôi trung bình cần 43,5 m<sup>3</sup> nước dưới đất/lần thêm nước. Với tần suất 2–3 ngày thêm nước 1 lần trung bình cần khoảng 1.305 m<sup>3</sup> nước dưới đất/hộ nuôi tôm/vụ. Nhìn chung, theo đánh giá của người dân nước dưới đất có suy giảm nhưng ở giai đoạn hiện tại vẫn đáp ứng được nhu cầu (75% hộ đánh giá mức suy giảm ít, 25% đánh giá nguồn nước vẫn ở mức bình thường). Tuy nhiên, trong tương lai, nếu diện tích nuôi tôm thẻ chân trắng tăng kết hợp với độ mặn tăng, nắng nóng kéo dài có khả năng làm tăng nhu cầu khai thác nước dưới đất cho hoạt động nuôi tôm tại địa phương.

**4. Kết luận và kiến nghị**

*4.1. Kết luận*

Tổng nhu cầu sử dụng nước của người dân cho mô hình canh tác hành tím trong giai đoạn 2019 và ước tính năm 2020 lần lượt là 44.236.778 m<sup>3</sup>/năm, 42.408.200 m<sup>3</sup>/năm. Theo đó, nguồn nước dưới đất tại Vĩnh Châu được đánh giá là thiếu hụt cung cấp cho nhu cầu canh tác hành tím nếu so với trữ lượng khai thác an toàn. Tuy nhiên, nếu so sánh với mức trữ lượng khai thác tiềm năng vẫn nằm trong khả năng đủ để cung cấp.

Đối với mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng, nguồn nước mặt vẫn còn khả năng đáp ứng cho nhu cầu canh tác. Mặc dù độ mặn tăng nhưng vẫn nằm trong khả năng kiểm soát của người dân. Bên cạnh đó, người dân hiện tại vẫn khai thác thêm nguồn nước dưới đất làm nguồn bổ sung cho các mục đích pha loãng, thêm hoặc thay nước cho ao nuôi tôm.

*4.2. Kiến nghị*

Nghiên cứu chỉ ước tính lượng nước dựa trên kinh nghiệm của người dân. Do đó, đề xuất những nghiên cứu tiếp theo có thể sử dụng các thiết bị đo, lắp đặt các mô hình để đánh giá được nhu cầu chính xác của người dân.

Thông qua kết quả đánh giá cho thấy nhu cầu sử dụng nước của người dân cho mô hình canh tác hành tím nằm ở mức cao, có khả năng dẫn đến nguy cơ suy giảm nguồn nước dưới đất ngày càng nghiêm trọng. Do đó, cần có các biện pháp như mở các lớp tập huấn, tuyên truyền, hướng dẫn người dân về các kỹ thuật tưới tiết kiệm nước góp phần sử dụng nguồn nước hiệu quả tại địa phương.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: V.Q.T., V.T.P.L., L.T.B.T., N.Q.T., N.H.T; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: V.Q.T., L.T.B.T., N.Q.T.; Xử lý số liệu: V.T.P.L., V.Q.T., L.T.B.T., N.Q.T.; Viết bản thảo bài báo: V.T.P.L., V.Q.T., N.H.T., L.T.B.T., N.Q.T.; Chỉnh sửa bài báo: L.T.B.T., N.Q.T., V.T.P.L., V.Q.T., N.H.T.

**Lời cảm ơn:** Đề tài này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản. Tác giả xin cảm ơn ban biên tập và hai phản biện đã góp ý để bài báo được hoàn thiện hơn.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

### Tài liệu tham khảo

1. Neilsen, D.; Smith, C.; Frank, G.; Koch, W.; Alila, Y.; Merritt, W.; Taylor, W.; Barton, M.; Hall, J.; Cohen, S. Potential impacts of climate change on water availability for crops in the Okanagan Basin, British Columbia. *Can. J. Soil Sci.* **2006**, *86*, 921–936.
2. Tổ chức hợp tác Quốc tế Nhật Bản (JICA). Nghiên Cứu Phát Triển Và Quản Lý Tài Nguyên Nước Trên Toàn Quốc. Tập 2- Quy hoạch tổng thể về phát triển tài nguyên nước trên toàn quốc và Quản lý 14 lưu vực sông chính. 2003.
3. Hải, T.X.; Hà, B.N.L.; Tài, P.A.; Tuấn, Đ.N.; Nghị, V.V.; Lâm, Đ.L. Thiếu hụt nguồn nước ngọt ở đồng bằng sông Cửu Long: hiện trạng và dự báo đến năm 2030 và 2050 dưới tác động của biến đổi khí hậu. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, *706*, 1–9.
4. Seal, L.; Baten, M. Salinity Intrusion in Interior Coast: A New Challenge to Agriculture in South Central part of Bangladesh. *Unnayan Onneshan-The Innov.* **2012**, 1–47.
5. Bé, N.V.; Hằng, T.T.L.; Triển, T.V.; Trí, V.P.D. Ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến sản xuất nông nghiệp, thủy sản huyện Trần Đề, tỉnh Sóc Trăng. *Tap chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* **2017**, *50a*, 94–100.
6. Khatun, A.; Mollah, M.; Rashid, M.; IsLam, M.; Khan, A. Seasonal effect of seedling age on the yeild of rice. *Pakistan J. Biol. Sci.* **2002**, *5*, 40–42.
7. Res, C.; Torriani, D.; Calanca, P.; Schmid, S.; Beniston, M.; Fuhrer, J. Potential effects of changes in mean climate and climate variability on the yield of winter and spring crops in Switzerland. *Clim. Res.* **2007**, *34*, 59–69.
8. Tuan. L.A.; Wyseure, G. Water Environmental Governance in the Mekong Delta, Vietnam. The 2<sup>nd</sup> International Symposium on Water Environment Partnership in Asia (WEPA). 3-4 December, 2007, Beppu, Oita, Japan, 2007, 146–151.
9. Hằng, T.T.L.; Trang, N.L.; Trí, V.P.D.; An, N.T. Ảnh hưởng của sự suy giảm nguồn nước dưới đất đến sản xuất nông nghiệp tại vùng ven biển thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. *Tap chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* **2018**, *54(6)*, 12–19.
10. Ngân, N.N.; Hằng, T.T.L.; Trí, N.M.; Trí, V.P.D. Hiện trạng sử dụng và quản lý tài nguyên nước mặt trong sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản tại huyện Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng. *Tap chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Môi trường và Biến đổi khí hậu* **2017**, *2*, 18–28.
11. Dện, N.H. Đánh giá hiện trạng sử dụng nước dưới đất cho một số mô hình sản xuất nông nghiệp chính tại thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. Luận văn cao học ngành Khoa học Môi trường, Trường Đại học Cần Thơ, Thành phố Cần Thơ, 2018.
12. Hoàng, H.M.; Tuấn, L.A.; Dũ, L.V.; Phương, T.N.; Anh, D.T. Đánh giá hiệu quả kinh tế và tiết kiệm nước mô hình tưới phun mưa tự động cho cây hành tím tại huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. *Tap chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* **2016**, *47a*, 1-12.

13. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam. Báo cáo Đánh giá thực trạng ứng dụng công nghệ tưới tiết kiệm nước cho lúa, cây trồng chủ lực và kế hoạch hành động, 2016, 1–24.
14. Duẩn, T.C. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến chọn lựa mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng và tôm sú công nghiệp tại Vĩnh Châu, Sóc Trăng. Luận văn tốt nghiệp cao học ngành Phát triển nông thôn. Đại học Cần Thơ, Thành phố Cần Thơ, 2011.
15. Duy, T.T. Xây dựng bản đồ vị trí khai thác và đánh giá chất lượng tài nguyên nước dưới đất vùng ven biển, thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. Luận văn Thạc sĩ khoa học, Đại học Cần Thơ, Thành phố Cần Thơ, 2014.
16. Duyên, P.L.M.; Trí, V.P.D.; Trung, N.H. Đánh giá sự thay đổi các hệ thống sử dụng đất đai dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng ở huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. *Tap chí Khoa học Đại học Cần Thơ* 2012, 24a, 253–263.
17. Phong, L.T.; Phúc, L.V. Giáo trình trồng trọt đại cương. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ, 2019, tr. 181.
18. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng. Báo cáo Quy hoạch khai thác, sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất tỉnh Sóc Trăng đến năm 2020, 2010.
19. Nho, N.T.; Thường, T.K.; Diệp, L.M.; Nè, V.T.; Liên, N.T.; Hậu, N.T.M. Hỏi đáp về nuôi tôm sú. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Thành phố Hồ Chí Minh, 2002, tr.36.

## **Evaluation of the supply possibility of natural water sources for shallot cultivation model and whiteleg shrimp farming in Vinh Chau district, Soc Trang province**

**Lam Thi Bich Tuyen<sup>1</sup>, Nguyen Que Tran<sup>2</sup>, Vo Thi Phuong Linh<sup>3</sup>, Nguyen Hieu Trung<sup>4</sup>, Vo Quoc Thanh<sup>3\*</sup>**

<sup>1</sup> Vinh Long Footwear; ltb TUYEN0911@gmail.com

<sup>2</sup> Viet Nam Environment Joint Stock Company; quetran131099@gmail.com

<sup>3</sup> College of Environment and Natural Resources, Can Tho University; vtphinh@ctu.edu.vn; quocthanh@ctu.edu.vn

<sup>4</sup> Research Institute for Climate Change, Can Tho University; nhtrung@ctu.edu.vn

**Abstract:** The study aims to evaluate the water source availability and the water demand for uses of shallot cultivation and whiteleg shrimp farming in Vinh Chau district, Soc Trang province. The structured interview method and a water balance analysis were used. Results show that, the major irrigated water source for shallot cultivation crops is from groundwater, with amounts of about 42.4–44.2 km<sup>3</sup> per year. The current groundwater availability is capable for irrigating the crops in Vinh Chau. However, the water stresses were happened at household scales due to temporarily high water demand for shallot crops. For whiteleg shrimp farming model, the farmers used mainly the surface water resource for production while groundwater is an additional resource. Presently, the surface water source in Vinh Chau is still enough for irrigating purposes. Saltwater intrusion insignificantly affects the whiteleg shrimp crops, although it was the extreme event in 2020. Moreover, high temperatures are additional challenges because they increase intensity of saltwater intrusion and droughts, causing an increase of groundwater uses.

**Keywords:** Shallot cultivation; Surface water availability; Whiteleg shrimp farming; Vinh Chau.

Bài báo khoa học

## Nghiên cứu đa dạng sinh học các hệ sinh thái đất ngập nước ven biển Đông Bắc Việt Nam

Nguyễn Mạnh Hà<sup>1</sup>, Vũ Anh Tài<sup>\*</sup>, Trần Thị Thúy Vân<sup>1</sup>, Phạm Hoàng Hải<sup>1</sup>, Dương Thị Hồng Yến<sup>1</sup>, Nguyễn Thu Nhung<sup>1</sup>, Hoàng Bắc<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Hồng<sup>1</sup>, Đỗ Ngọc Thực<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam;  
haig2007@gmail.com; tranthithuyvan@ig.vast.vn; phhoanghai@yahoo.com;  
duongthihongyen@gmail.com; nthunhung@gmail.com; hoanbbaok2@yahoo.com;  
nguyenhong.ig@gmail.com

<sup>2</sup> Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam;  
dothuc.vn@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: vatai@ig.vast.vn; Tel.: +84-983353711

Ban Biên tập nhận bài: 8/10/2021; Ngày phản biện xong: 24/11/2021; Ngày đăng bài: 25/2/2022

**Tóm tắt:** Các kết quả điều tra thực địa và nghiên cứu về đa dạng sinh học của các hệ sinh thái đất ngập nước khu vực ven biển Đông Bắc Việt Nam đã được phân tích, đánh giá với 4 sinh cảnh chính: rừng ngập mặn, vùng cửa sông, thềm cỏ biển và trảng cỏ ngập nước. Diễn thế sinh thái của các quần xã thực vật ngập mặn đã được xác định bắt đầu từ các quần xã tiên phong Mắm trắng, Sú cong phân bố thành các quần thể đơn loài ở ngoài cùng trên nền bùn lợng, vào sâu hơn có Trảng, Vẹt dù mọc xen nhau, vùng trung tâm có Đước vôi, ở những triền đất cao hơn Bần chua. Hệ sinh thái có mức độ đa dạng nhất là Rừng ngập mặn 1379 loài, cửa sông 1024 loài, thềm cỏ biển 976 loài, trảng cỏ ngập nước chỉ có 433 loài. Các loài quý hiếm được xác định với 26 loài theo Sách đỏ Việt Nam (2007) và 17 loài theo IUCN (2020). Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng các hệ sinh thái vùng ven biển Đông Bắc vẫn đang trong quá trình diễn thế và chưa đạt trạng thái đỉnh cực, vì vậy, cần phải có các kế hoạch cụ thể để bảo tồn và sử dụng hợp lý các nguồn lợi thủy sản ở từng sinh cảnh nói riêng và toàn khu vực ven biển Đông Bắc nói chung.

**Từ khóa:** Hệ sinh thái; Đa dạng sinh học, Đất ngập nước; Rừng ngập mặn; Ven biển đông bắc.

### 1. Mở đầu

Hệ sinh thái (HST) đất ngập nước (ĐNN) luôn được coi là một trong những HST rất nhạy cảm và có nhiều giá trị đối với đời sống con người nói riêng và đóng vai trò quan trọng trong đa dạng sinh vật của sinh giới nói chung. Nghiên cứu về đa dạng sinh học (ĐDSH) các HST ĐNN có nhiều công trình công bố kết quả nghiên cứu liên quan đến hệ sinh thái rừng ngập mặn đã được tổng hợp, thống kê và đăng tải trong 17 tuyển tập các báo cáo tại Hội thảo của các dự án thuộc khu vực Châu Á-Thái Bình Dương 1. Trong đó có một số công trình công bố có liên quan đến các lĩnh vực: cấu trúc quần xã và khu hệ động thực vật và các thảm thực vật phân bố trong vùng RNM". Tại hội thảo khoa học toàn quốc về hệ sinh thái RNM lần thứ 1 được tổ chức tại Hà Nội năm 1984 đã đánh dấu một bước tiên bộ cùng sự quan tâm đặc biệt của các nhà khoa học nghiên cứu trong lĩnh vực rừng ngập mặn. Các báo cáo đã tập trung đánh giá, phân tích nhiều lĩnh vực trong đó có mô tả một số đặc điểm của

các khu hệ động thực vật trong HST RNM. Trong bộ chuyên khảo “Biển Đông” 2 phản ánh được khá đầy đủ các kết quả chủ yếu của hoạt động điều tra nghiên cứu biển nước ta trong các giai đoạn tính tới năm 2000, tuy nhiên, ở phần này, các dữ liệu về khu vực nghiên cứu còn khá hạn chế. Đề tài Nghiên cứu các hệ sinh thái dải ven biển Việt Nam, đề xuất phương hướng sử dụng hợp lý và bảo vệ nguồn lợi và môi trường 2 đã thực hiện đánh giá tiềm năng nguồn lợi dải ven biển, hiện trạng sử dụng các hệ sinh thái, trong đó chú trọng đến các nguồn lợi hải sản vùng triều cửa sông, đưa ra một số kết quả nghiên cứu phân tích về các HST và ĐDSH. Dự án Thành lập Khu bảo tồn đất ngập nước Đồng Rui–Tiên Yên (Quảng Ninh) do Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Ninh thực hiện năm 2018 3 đã trình bày chi tiết về nhiều lĩnh vực trong đó có ĐDSH, xác định 34 loài loài quý hiếm theo IUCN (2016), 22 loài theo sách đỏ Việt Nam (2007) và 12 loài xét theo nghị định 32/2006/NĐ–CP, có 1 loài côn trùng và 3 loài thực vật được xếp vào diện “phân bố hẹp” hoặc mang tính đặc hữu các vùng ĐNN khu vực xã Đồng Rui–Tiên Yên và vùng phụ cận. Cũng có những công trình thực hiện mang tính khái quát về đặc điểm tự nhiên của vùng biển Đông Bắc 4 và một số công trình nghiên cứu về ĐDSH ĐNN của một khu vực cụ thể ở Quảng Ninh–Hải Phòng 5–6 nhưng chưa có công trình nghiên cứu cho toàn bộ khu vực và đồng thời thành lập được bản đồ các HST ĐNN được xử với các thông tin cập nhật từ ảnh viễn thám.

Nghiên cứu về ĐDSH ĐNN nhất là trong bối cảnh chịu tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng cũng như sự phát triển nhanh, mạnh của các khu đô thị, các khu sản xuất công nghiệp, chăn nuôi công nghiệp ven biển có vai trò rất quan trọng để quản lý tài nguyên thiên nhiên trong định hướng phát triển bền vững và sử dụng hợp lý tài nguyên thủy hải sản của các địa phương. Đó là cơ sở để vừa phát triển hợp lý nguồn lợi thủy sản vừa bảo tồn, bảo vệ các nguồn gen độc đáo, quý hiếm của HST ĐNN và qua đó là bảo vệ chính cuộc sống của chúng ta. Vùng ven biển Đông Bắc Việt Nam vốn rất đa dạng và phức tạp với sự đan xen của nhiều cửa sông, vũng vịnh tạo nên một không gian rất khác biệt với phần còn lại trên toàn bộ tuyến ven biển Việt Nam. Mặc dù vậy, bởi các tác động thường xuyên của con người như giao thông thủy, chặt phá rừng, đào ao nuôi thủy hải sản, xây dựng hạ tầng công trình khu công nghiệp ... cũng như những hệ lụy từ biến đổi khí hậu và nước biển dâng, các HST ĐNN ven biển Đông Bắc vì thế chưa thể đạt được trạng thái đỉnh cực (climax), tức là vẫn đang trong quá trình phát triển, diễn thế sinh thái. ĐNN ven biển Đông Bắc còn là môi trường phát triển kinh tế xã hội, phát triển ngư nghiệp, nông nghiệp rất quan trọng của cả Hải Phòng và Quảng Ninh, hai địa phương đang có tốc độ phát triển kinh tế xã hội và ổn định môi trường rất cao của cả nước và trong đó, HST ĐNN dưới tác động của thủy triều có sự đa dạng lớn nhưng cũng rất nhạy cảm. Vì thế việc hiểu biết rõ về các giá trị về ĐDSH và đánh giá được mức độ đa dạng của các HST thông qua giá trị bảo tồn của những loài quý hiếm, nguy cấp theo các thang đánh giá của IUCN (2020) và Sách đỏ Việt Nam (2007) sẽ hỗ trợ tốt hơn cho công tác bảo vệ tài nguyên thiên nhiên được tốt hơn, giúp HST đạt được mức độ phát triển ổn định hơn.

## 2. Đối tượng và Phương pháp nghiên cứu

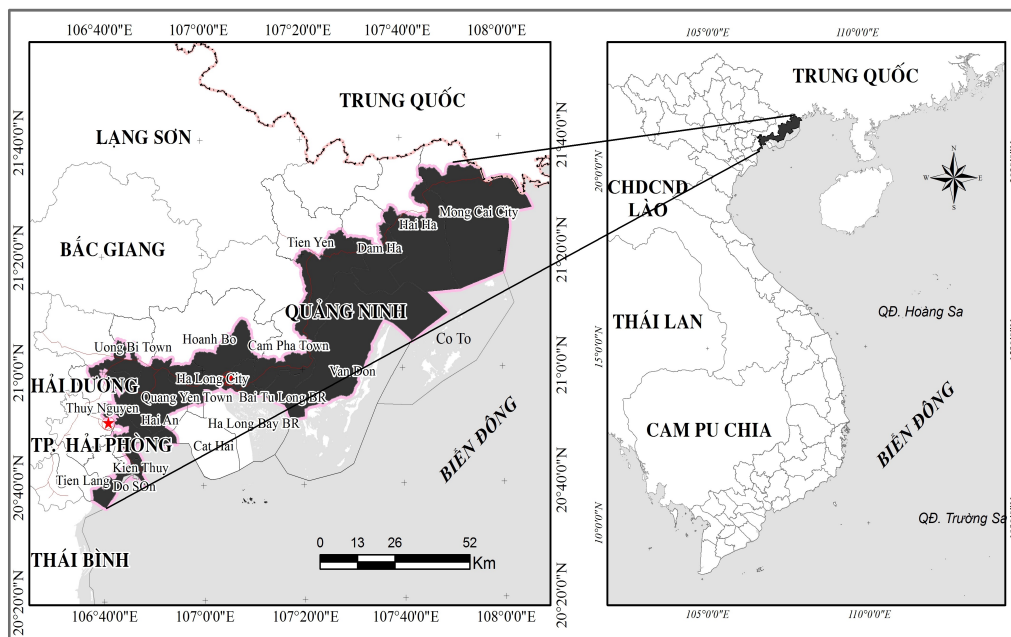
### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu bao gồm các hệ sinh thái, các thảm thực vật và các loài phân bố ở các sinh cảnh bán ngập nước khu vực ven biển Đông Bắc Việt Nam (Hình 1).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp kế thừa và tổng hợp tài liệu: kế thừa các kết quả nghiên cứu trước đây do các cơ quan, tổ chức, đơn vị và cá nhân các nhà khoa học đã thực hiện liên quan đến đa dạng sinh học của các HST ĐNN, tập trung vào đặc điểm, phân bố và thành phần loài của các HST, khu hệ động thực vật thủy sinh, ngập nước ở các khu vực ven biển Đông Bắc.





Hình 1. Sơ đồ khu vực nghiên cứu.

- Phương pháp điều tra thực địa: Tổ chức điều tra theo tuyến và theo điểm ở các khu vực nghiên cứu với sự tham gia của các chuyên gia trong các lĩnh vực liên quan. Lựa chọn các điểm khảo sát cụ thể theo đặc thù từng lĩnh vực. Tại các điểm khảo sát, ghi nhận sự phân bố, mật độ phân bố hoặc số lượng cá thể của các đối tượng điều tra chính. Ghi nhận hiện trạng, sự có mặt của các đối tượng thứ yếu khác có ảnh hưởng đến đối tượng điều tra chính. Đánh giá ĐDSH các HST ĐNN áp dụng theo hướng dẫn về điều tra các hệ sinh thái biển và ven biển 8, và quần xã thực vật trên ĐNN 7, tập trung điều tra thành phần loài, phân bố các loài cỏ thủy sinh, các loài tảo; phân bố các sinh cảnh đất ngập nước, thành phần loài và cấu trúc thảm thực vật, thành phần loài hệ động vật (tập trung vào nhóm Thân mềm và Giáp xác); thành phần loài và phân bố của các loài cá, trữ lượng, mùa đánh bắt các loài cá tại khu vực nghiên cứu.

- Hệ thống phân loại và danh pháp: Toàn bộ các loài có mặt ở khu vực ĐNN ven biển Đông Bắc Bộ được chuẩn hóa dữ liệu theo từng cấp độ từ giới, ngành, lớp, bộ, họ đến loài làm có sở so sánh, thống kê sự đa dạng loài theo các sinh cảnh và HST khác nhau. Theo đó, tổng hợp, chuẩn hóa và sắp xếp theo các hệ thống phân loại, danh pháp theo các dữ liệu công bố: thực vật bậc cao 9 1023, các loài tảo, các loài thú 1112, các loài chim 1314, các loài bò sát 15, các loài cá 16, Cá 20, Động vật biển không xương sống 21, Tảo 22.

- Danh mục loài quý hiếm: Các loài động thực vật quý hiếm được xác định dựa theo dữ liệu và danh mục của Sách đỏ Việt Nam (2007) 1718 và IUCN (2020) 24.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Kết quả khảo sát thực địa các sinh cảnh đất ngập nước

Trên cơ sở kết quả điều tra thực địa đã xác định được các đơn ưu và ưu hợp thực vật của các sinh cảnh khác nhau trong loạt diễn thế đất ngập nước ở khu vực ven biển Đông Bắc. Kết quả cụ thể như sau:

- Các đơn ưu gồm các sinh cảnh chỉ mọc thuần 1 loài trên nền địa hình và thổ nhưỡng đơn giản, thuần nhất và khá bằng phẳng hoặc sinh cảnh có 1 loài chiếm ưu thế gần như tuyệt đối so với các loài khác: Quần thể Mắm trên bãi bùn khá chặt ở Hải Hà; Quần thể Trang trên bùn lũng ở Đồng Rui, Tiên Yên, bao quanh bởi các quần xã ngập mặn tiên phong như Mắm, Sú cong; Quần thể Đước vôi được sử dụng làm ao nuôi thủy hải sản quảng canh ở Quảng

Yên; Quần thể Giá ở trên các gò đất nổi xen kẽ các vùng ĐNN ở Đồng Rui, Tiên Yên; Quần thể Bồn Bồn trên ĐNN trong đê, ít chịu ảnh hưởng bởi thủy triều ở Bạch Đằng; Quần xã Mắm tiên phong trên bùn nhão khu vực Đồng Rui, Tiên Yên; Quần xã tiên phong Sú cong trên bùn lóng ở Đồng Rui, Tiên Yên; Quần xã Trang ven khu vực cửa sông Bạch Đằng ở Hải Phòng (đây là quần xã rừng phòng hộ chắn sóng khu vực cửa sông); Quần xã Đâng trên bùn lóng lòng sông ở Đồng Rui được bao quanh bởi các quần xã tiên phong là Mắm và Sú cong; Quần xã Bần tại khu vực rừng phòng hộ chắn sóng ven biển ở Tiên Lãng, Hải Phòng – quần xã gần như thuần loại Bần với nhiều cây gỗ cao, khép tán; Quần xã Cù năn trên ĐNN trong đê, ít chịu ảnh hưởng bởi thủy triều và chịu ảnh hưởng nhẹ của hoạt động canh tác ở Tiên Lãng và Quần xã Bần rừng phòng hộ chắn sóng khu vực cửa sông;

- Các ưu hợp khác: sinh cảnh có sự đan xen của một số loài khác nhau trên nền địa hình và thổ nhưỡng đa dạng hơn, loài tiên phong là cơ sở để loài cận ưu thế xuất hiện: Ưu hợp Đâng + Mắm + Sú cong trên nền bùn lóng lòng sông ở Đồng Rui, tiếp giáp giữa quần xã tiên phong (Mắm, Sú) và ưu hợp Đâng, Trang ổn định hơn ở phía trung tâm mỗi mảng rừng ngập mặn tại đây; Ưu hợp Đâng + Trang trên nền bùn lóng lòng ở phía trung tâm mỗi mảng rừng ngập mặn tại Đồng Rui; Ưu hợp Mắm + Vẹt dù + Bần trên đất bán ngập nước vùng cửa sông Quảng Yên, là ưu hợp mặc dù chỉ gồm các cây ưa mặn nhưng đã tiến rất sát tới HST trên cạn khi nền đất chủ yếu ngang bằng với mực thủy triều; Ưu hợp Mắm + Sú cong + Tra làm chèo phía ngoài đê bao khu vực nuôi trồng thủy hải sản quảng canh tại Quảng Yên, bên cạnh cây ưa mặn thì sát bờ đê xuất hiện các loài chịu mặn mọc từ mức thủy triều trở lên; Ưu hợp Trang + Tra làm chèo + Bình bát hình thành ở khu vực đất bán ngập nước vùng cửa sông Bạch Đằng.

Ngoài loài ưa mặn chính là Trang, thì Tra làm chèo và Bình bát là những loài chịu mặn, xuất hiện chủ yếu khi nền đất của HST được nâng lên bằng hoặc cao hơn mức triều một chút. Ưu hợp này còn có thêm sự xuất hiện của các loài cây bụi và thân thảo khác (loài chịu mặn).

Ưu hợp Giá + Bình bát + Tra làm chèo + Bần hình thành trên các khu vực ven sông, rất ít khi phải chịu tác động của thủy triều nhưng đất nhiễm mặn. Quần xã này chỉ còn những cây chịu mặn mà không có các loài ưa mặn ở Quảng Yên. Các loài thân thảo bắt đầu xuất hiện, chủ yếu thuộc họ Hòa thảo (Poaceae) nhưng không đáng kể.

### 3.2 Hiện trạng các hệ sinh thái đất ngập nước

Rừng ngập mặn tự nhiên: Rừng ngập mặn phân bố trải dài dọc theo vùng ven biển Đông Bắc, tuy nhiên, hình thái, cấu trúc, nguồn gốc thì mỗi nơi một khác. Khu vực Quảng Ninh, hầu hết các cửa sông hình phễu nên diện tích bồi lắng lấn biển ít, dẫn đến RNM phân bố không liên tục, mức độ ngập mặn lớn hơn so với khu vực Hải Phòng nơi cửa sông châu thổ mang lượng lớn phù sa bồi lắng lên diện tích ven biển lớn hơn 6. Do có nguồn gốc hình thành khác nhau, động lực hải văn khác nhau do có sự can thiệp của con người nên hình thành ra nhiều loại hình thái RNM khác nhau ở khu vực nghiên cứu và mỗi hình thái sẽ tương ứng với một cấu trúc đặc trưng. Sự phân bố của các loài ưu thế trong các quần xã thực vật ngập mặn phía ngoài đê bao thể hiện những mức độ tác động khác nhau của thủy triều cũng như sự ổn định và thành phần của nền đáy. Ở các vùng ngập triều thấp, Mắm, Sú thường là các loài phân bố ở rìa ngoài cùng, tiếp theo là sự xuất hiện của Trang, Vẹt dù và sau cùng là Đâng, Giá, lên cao nhất là Bần chua. Mặc dù có sự phân hóa khá rõ nhưng nhiều khu vực do mức ngập sâu và dốc, các loài này có xu hướng mọc đan xen với nhau trong khi ở một số bãi bùn triều nông, chúng lại có xu hướng dân ra làm thành những quần xã đơn ưu, đa ưu khá lớn. Như mô tả trong phần diễn thế sinh thái, các quần xã thực vật rừng ngập mặn phía ngoài đê bao gồm có: quần xã tiên phong Mắm biển (*Avicennia marina*), quần xã tiên phong Sú cong (*Aegiceras corniculatum*), quần xã Trang (*Kandelia candel*) + Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*), quần xã Đâng (*Rhizophora mucronata*) + Trang (*Kandelia candel*) + Vẹt dù (*Bruguiera gymnorrhiza*) và quần xã Bần chua (*Sonneratia caseolaris*).

Rừng ngập mặn tự nhiên được cải tạo: Ở phía trong đê, rừng ngập mặn có nguồn gốc tự nhiên nhưng được người dân cải tạo, đắp bờ, nạo kênh tạo vùng khoanh nuôi trồng thủy hải sản và có thể trồng bổ sung cây rừng ngập mặn. Do đó, cấu trúc rừng này cũng khá đơn giản, thường chỉ có một loài cây ưu thế chính là Đước hoặc Đưng/ Đàng. Khu vực đầm nuôi được tận dụng từ những vùng có sự ổn định nền đáy nhất định và cây rừng ngập mặn lên khá cao, có hệ rễ khí sinh lớn, là nơi trú ngụ tốt cho Tôm, Cua. Do vậy, những quần xã Đưng + Trang thường được khai thác, cải tạo thành khu vực nuôi quảng canh (tôm, cua, cá). Ở đó, khoảng 20–40% diện tích cây rừng ngập mặn được giữ lại trong khi các diện tích khác được đào sâu hơn làm nơi tích trữ nước và thuận tiện cho việc chăm nuôi của trang trại. Rừng ngập mặn trồng phòng hộ: Rừng ngập mặn có nguồn gốc trồng tập trung ở khu vực phía Hải Phòng, từ cửa Bạch Đằng đến Văn Úc, là rừng phòng hộ chắn sóng ven biển đa số chỉ có 1–2 loài ưu thế, rừng trồng thành dải dài, bề rộng lên đến hơn 600 m. Ngoài ra, ở Quảng Ninh cũng có một số khu vực trồng rừng ngập mặn bổ sung cho diện tích rừng ngập mặn trước đó đã bị khai phá làm ao đầm nuôi trồng thủy hải sản, tuy nhiên, rừng ngập mặn trồng ở Quảng Ninh khá thưa và bị chia cắt nhiều.

Theo khảo sát, rừng ngập mặn tại xã Kiến Thụy, Hải Phòng được trồng từ 1999–2000. Rừng nằm sát đê biển, có chiều rộng 670 m gồm hai loài Bần chua (*Sonneratia caseolaris*) và Trang (*Kandelia obovata*). Dải ngoài cùng của rừng là rừng Bần chua rộng 200 m, tiếp theo về phía lục địa là dải rừng trồng thuần cây Trang, rộng 200 m. Dải rừng sát đê hỗn hợp bần trồng xen với trang, có chiều rộng 270 m. Dải rừng phía biển là rừng bần thuần loài, cây bần cách đều nhau do khi trồng qui định. Bần chua che phủ 93%. Tầng tán cách gốc cây từ dưới mặt đất lên đồng đều khoảng 70–90 cm. Tại khu vực này, tốc độ tăng trưởng của cây khá lớn so với các khu vực lân cận. Rừng tương đối đồng đều về về kích thước thân và chiều cao thân cây: đường kính thân tập trung hơn trong khoảng 18–35 cm và chiều cao cây ưu thế trong nhóm 12–25 m. Dải rừng thuần Trang nằm sát phía trong rừng bần có mật độ 0,7 m × 0,70 m, tán lá phát triển tốt đều và phân cành cách gốc cây từ mặt bãi từ khoảng 40 cm trở lên, mật độ hơn 16.000 cây/ha, chiều cao trung bình trong khoảng 4–6 m. Khảo sát tại Kiến Thụy và Tiên Lãng (Hải Phòng) năm 2020 cho thấy, Bần chua được trồng từ trước năm 2000 và đạt chiều cao trung bình 18–25 m, đường kính thân khá lớn, đạt trên 25 cm. Mọc xen dưới tán Bần chua là các loài ưa mặn như Mắm, Đưng, Trang, Vẹt dù, Bình bát, Vạng hôi, Sậy, Cói, Sú cong,... và vùng sát bờ đê thường có thêm các loài chịu được mặn như Cóc kèn, Tra làm chèo, Tra lâm vồ, Keo đậu,...

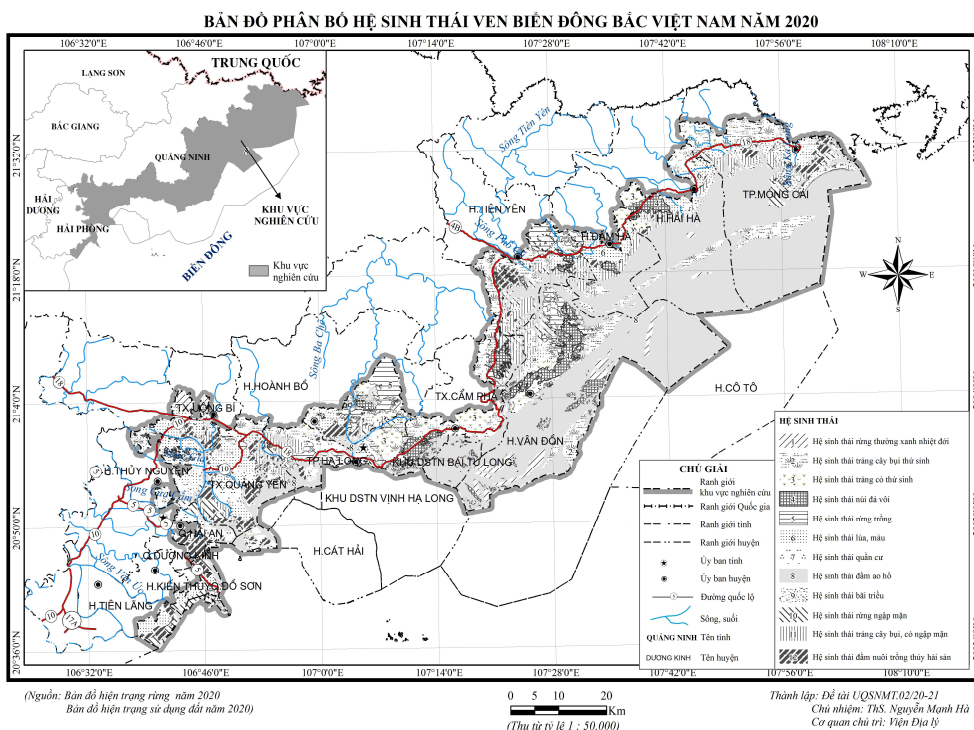
HST vùng cửa sông: HST vùng cửa sông bao gồm hai phần là quần xã thực vật ven bờ (bao gồm cả trên cạn và bán ngập nước) và quần xã sinh vật thủy sinh trong phạm vi vùng nước giữa hai bờ và vào sâu trong sông đến nơi có độ muối dưới 1‰ và phía ngoài là vùng biển nông, thềm cỏ biển—nơi có độ muối trên 5‰ hoặc các khu vực rừng ngập mặn, vùng gian triều khác. Các loài thực vật có mạch trên cạn chủ yếu được tìm thấy ở ven bờ, bao gồm 215 loài, trong đó có cả một số loài ưa mặn, chịu mặn, bán ngập nước hoặc ngập nước như Trang (*Kandelia obovata*), Vẹt (*Bruguiera spp.*), Ô rô (*Acanthus spp.*), Mắm (*Avicennia spp.*), Quao nước (*Dolichandrone spathacea*), Giá (*Excoecaria agallocha*), Tra làm chèo (*Hibiscus tiliaceus*), Tra lâm vồ (*Thespesia populnea*), Bần chua (*Sonneratia caseolaris*),... và những loài thân thảo chịu ngập, chịu mặn, ưa mặn phổ biến như Ráng biển (*Acrostichum aureum*), Rau muống biển (*Ipomoea pes-caprae*), Náng hoa trắng (*Crinum asiaticum*), Sậy (*Phragmites spp.*), Bồn bồn (*Typha angustifolia*), San (*Paspalum spp.*), Hén biển (*Scirpus littoralis*), Năn (*Eleocharis spp.*),... Do điều kiện địa hình các bãi lầy cửa sông nhỏ hẹp chạy theo bờ sông nên kiểu thảm này cũng là các nhóm cây mọc rải rác chạy dài theo bờ sông. Chiều cao trung bình của nhóm cây gỗ với các đại diện là Bần Vẹt dù và Đưng là từ 3–5 m, do quá trình bồi lắng phù sa nên trong HST này có sự phân bố của Sú ở mép ngoài của các quần xã phân bố tại đây và có chiều cao trung bình 2,5 m (có điểm lên đến 4 m).

Trảng cỏ bán ngập nước: Trảng cỏ ngập mặn hoặc bán ngập mặn, ngập lợ ở khu vực ven biển Đông Bắc bao gồm cả một số ít diện tích là đồng Cói chủ yếu có nguồn gốc tự nhiên

hoặc bán tự nhiên. Ở đó, nước mặn xâm nhập do thủy triều lên một số vùng đất trũng nội đồng hoặc đôi khi vùng đất nhiễm mặn bị cô lập do các hoạt động xây dựng, canh tác, thủy lợi của con người, được nước mưa pha trộn nên độ mặn giảm xuống tương tự như nước lợ. HST này được hình thành chủ yếu do một hoặc một vài loài thực vật bậc cao có mạch chịu ngập, ưa lợ mọc thuần loài trong các đầm nước lợ ven biển có lá nổi trên mặt nước hoặc thân nhô cao khỏi mặt nước. Ngoài ra còn có các thực vật phù du, động vật thủy sinh khác. Các HST này thường bị cô lập hoặc có thể kết nối với các HST thủy sinh khác khi triều lên.

Các loài thực vật bậc cao có mạch thân thảo chịu ngập phát triển mạnh như Hén biển (*Scirpus littoralis*), Cỏ ngạn (*Scirpus kimsonensis*), Bồn bồn (*Typha angustifolia*), Năn (*Eleocharis spp.*), Cói (*Cyperus malaccensis*), Thủy trúc (*Cyperus rotundus*),... và xa hơn là Sen (*Nelumbo nucifera*), Rong lá sắn (*Hydrocharis dubia*), Bèo lục bình (*Eichhornia crassipes*),... chúng thường tồn tại thành một đơn ưu nhưng đôi khi cũng có các loài cỏ khác thuộc họ Hòa thảo (*Poaceae*) hay Cói (*Cyperaceae*), Rau mương (*Ludwigia spp.*), Ráng biển (*Acrostichum aureum*), Mai dương (*Mimosa pigra*), Rau bợ (*Marsilea quadrifolia*), Nhọ nồi (*Eclipta prostrata*), Nghê (*Polygonum spp.*), Rong đuôi chồn (*Ceratophyllum demersum*), Nhĩ cán vàng (*Utricularia aurea*), Rong xương cá (*Myriophyllum dicocum*), Hồ thảo (*Limnophyton obtusifolium*), Tù cô (*Sagittaria sagittifolia*)... mọc xen, chủ yếu ở vùng nông hơn hoặc ven bờ.

Thảm cỏ biển: Phân bố của cỏ biển ven bờ tỉnh Quảng Ninh đã từng được ghi nhận tại Đầm Buôn, vụng Hà Cối, vụng Đầm Hà, bãi Quán Lạn và bãi Nhà Mạc. Tuy nhiên theo các kết quả nghiên cứu mới nhất hiện nay cỏ biển chỉ còn phân bố nhiều nhất là tại bãi Nhà Mạc (khoảng 100 ha), một số diện tích nhỏ ven các đảo Cô Tô và Quán Lạn, rải rác ở mức nước 0,7–6 m, thường không có cây ngập mặn. Quần xã này có một đặc trưng duy nhất, đó là sự xuất hiện của 4 loài cỏ biển là Cỏ xoan (*Halophila beccarii*), Cỏ xona nhỏ (*H. ovalis*), Cỏ lươn nhật (*Zostera japonica*) và Cỏ kim (*Ruppia maritima*) và mặc dù chỉ bao gồm các loài thủy sinh nhưng vẫn chịu ảnh hưởng lớn của thủy triều khi các loài cỏ biển vẫn có thời điểm không bị ngập hoàn toàn trong ngày.



**Hình 2.** Bản đồ các hệ sinh thái vùng ven biển đông Bắc Việt Nam (thu từ tỷ lệ 1:50.000).

### 3.3. Đa dạng loài của các hệ sinh thái

Đa dạng loài HST rừng ngập mặn: Đã sơ bộ thống kê được 1379 loài sinh vật có vùng phân bố trong HST RNM Đông Bắc Việt Nam, bao gồm 559 loài thực vật và 770 loài động vật đa bào cùng với 50 loài sinh vật đơn bào khác (Bảng 1). Với nền đáy chưa ổn định và thường chịu chế độ của thủy triều, có thể nói, RNM rất đa dạng về các nhóm loài sinh vật, chủ yếu là các loài ưa mặn, chịu mặn, thủy sinh đến bán ngập nước. Bên cạnh đó, RNM còn là sinh cảnh trú ngụ của nhiều loài thủy sinh nên ở đây cũng là nơi kiếm ăn của nhiều loài động vật có kích thước lớn hơn, kể cả sinh vật thủy sinh và trên cạn.

Đánh giá ban đầu Thực vật phù du (*Phytoplankton*) tìm thấy trong các RNM ven biển Đông Bắc Việt Nam có 199 loài, chủ yếu thuộc về Tảo Si lic (*Bacillariophyceae*) với 163 loài, Tảo lục (*Chlorophyta*) với 31 loài và 5 loài Tảo đỏ (*Rhodophyta*). Đa số là những loài có tính rộng muối phân bố rộng rãi từ các vùng ven bờ đến các vùng biển khơi. Đây được coi là nguồn dinh dưỡng sơ cấp phong phú cho toàn bộ lưới thức ăn và chuỗi thức ăn của HST này.

Động vật phù du (*Zooplankton*) trong HST này cũng rất phong phú. Đã sơ bộ xác định có 98 loài động vật phù du đa bào cùng với 50 loài sinh vật đơn bào khác, cùng với Thực vật phù du, đây là nguồn dinh dưỡng đáng kể cho các động vật đáy, Cá và sau đó là Chim. Động vật đáy (*Zoobenthos*) rất đa dạng với 394 loài trong đó, Giun đốt có 34 loài, Thân mềm có 172 loài gồm 105 loài Hai mảnh vỏ, 12 loài chân đầu, 55 loài chân bụng; 86 loài giáp xác; 2 loài Giun biển và 2 loài Hàm tơ. Hầu hết những loài này đều là nguồn hải sản quan trọng của HST cũng như đời sống của người dân địa phương.

Khu hệ cá: Với sự phong phú của nguồn thức ăn và sự đa dạng về nơi cư ngụ trong rừng ngập mặn, mặc dù phải chịu chi phối của thủy triều khoảng 1 nửa thời gian trong ngày sinh cảnh này không có nước nhưng khu hệ cá ở RNM ven biển Đông Bắc khá phong phú. Kết quả nghiên cứu khu hệ cá trong HST RNM xác định được 183 loài cá phân bố trong HST này trong đó có 4 loài cá Mang tằm và 179 loài Cá vây tia.

**Bảng 1.** Kết quả phân tích cấu trúc quần xã sinh vật của hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển Đông Bắc.

Giới	Ngành	Lớp	Tên Việt Nam	Số loài
Bacteria	Cyanobacteria		Vi khuẩn lam	28
Chromista	Myzozoa		Myzozoa	15
Protozoa			Động vật nguyên sinh	7
	Euglenozoa		Tảo mắt	7
Plantae			Thực vật	559
	Rhodophyta		Tảo đỏ	5
	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Tảo vàng	163
	Chlorophyta		Tảo lục	31
		Chlorophyceae	Lớp Tảo lục	9
		Trebouxiophyceae		3
		Ulvophyceae	Lớp Tảo vòng	8
		Zygnematophyceae		11
	Pteridophytes		Dương xỉ	23
	Angiosperms		Hạt kín	337
	Eudicots		Lớp Hai lá mầm	256
	Magnoliids		Lớp Ngọc lan	6
	Monocots		Lớp Một lá mầm	75
Animalia			Động vật	770
	Annelida		Giun đốt	34
	Mollusca		Thân mềm	172
		Bivalvia	Lớp Hai mảnh vỏ	105
		Cephalopoda	Lớp Chân đầu	12
		Gastropoda	Lớp Chân bụng	55

Giới	Ngành	Lớp	Tên Việt Nam	Số loài
	Arthropoda		Chân khớp	184
		Branchiopoda		6
		Crustacea	Lớp Giáp xác	86
		Hexanauplia	Lớp Chân kiếm	18
		Insecta	Lớp Côn trùng	67
		Malacostraca		5
	Sipuncula		Giun biển	2
		Sipunculidea	Lớp Sà sùng	1
		Phascolosomatidea	Lớp Sâm đất	1
	Chaetognatha		Hàm tơ	2
	Chordata		Có xương sống	376
		Appendicularia		4
		Thaliacea		1
		Elasmobranchii	Lớp Cá mang tấm	4
		Actinopterygii	Lớp Cá vây tia	179
		Reptilia	Lớp Bò sát	3
		Aves	Lớp Chim	150
		Mammalia	Lớp Thú	35

Sự phong phú của cửa khu hệ cá và động vật thủy sinh, người dân địa phương đã tận dụng điều này để phát triển hệ thống đầm nuôi quảng canh rất phổ biến. Nuôi quảng canh sẽ tiết kiệm đáng kể chi phí thức ăn cho vật nuôi, mang lại hiệu quả kinh tế lớn cho người dân. Khu hệ chim. Theo thống kê sơ bộ, có 150 loài chim bao gồm cả loài có vùng cư trú tại địa phương và các loài chim di cư (rừng ngập mặn này còn là nơi trú đông của nhiều loài chim phương Bắc di cư tránh rét hàng năm) xuất hiện tại các sinh cảnh RNM ven biển Đông Bắc, trong đó hầu hết các loài chim nước có mặt trên toàn vùng ven biển Đông Bắc đều tìm thấy ở khu vực RNM. Do có sự xuất hiện của yếu tố mặn, RNM không phải là môi trường sinh trưởng tốt của hầu hết các loài lưỡng cư và bò sát vì thế nhóm loài này chỉ có 3 loài rắn nước được tìm thấy trong các HST rừng ngập mặn ven biển Đông Bắc. Bên cạnh đó, một số loài thú nhỏ trong Bộ gặm nhấm (*Rodentia*) và Dơi (*Chiroptera*) cũng được cho là có vùng phân bố ở các khu rừng ngập mặn làm tổng số loài thú ở đây lên đến 35 loài. Mặc dù vậy, chúng tôi cho rằng một số loài thú cỡ trung bình có thể đã lâu không còn xuất hiện tại khu vực như Lợn rừng, Rái cá và các loài Cây. Đa dạng loài HST vùng cửa sông: Đã thống kê được 1024 loài sinh vật có vùng phân bố ở các cửa sông Đông Bắc Việt Nam, trong đó có 469 loài thực vật với 236 loài tảo và 233 loài thực vật bậc cao có mạch; 498 loài động vật đa bào bao gồm 333 loài động vật có xương sống, chủ yếu là cá (105 loài) và chim (154 loài); động vật thủy sinh khác đa dạng nhất là nhóm chân khớp với 124 loài, trong đó chủ yếu trong lớp Giáp xác (*Crustacea*, 47 loài) và côn trùng (36 loài). Ngoài ra còn ghi nhận 55 loài sinh vật đơn bào thủy sinh khác bao gồm 28 loài vi khuẩn lam (*Cyanobacteria*), 20 loài động vật đơn bào Myozoa và 7 loài Tảo mắt (*Euglenozoa*) thể hiện Bảng 2.

**Bảng 2.** Kết quả phân tích cấu trúc quần xã sinh vật của hệ sinh thái vùng cửa sông Đông Bắc.

Giới	Ngành	Lớp	Tên Việt Nam	Số loài
Bacteria			Vi khuẩn	
	Cyanobacteria	Cyanobacteria	Vi khuẩn lam	28
Chromista	Myozoa	Myozoa	Myozoa	20
Protozoa			Động vật nguyên sinh	
	Euglenozoa		Tảo mắt	7
Plantae			Giới Thực vật	
	Ochrophyta		Tảo vàng	203
		Bacillariophyceae	Lớp Tảo Si lic	200
		Phaeophyceae	Lớp Tảo vàng	3
	Chlorophyta		Tảo lục	33
		Chlorophyceae	Lớp Tảo lục	20

Giới	Ngành	Lớp	Tên Việt Nam	Số loài
		Trebouxiophyceae		3
		Ulvophyceae	Lớp Tảo vòng	4
		Zygnematophyceae		6
	Pteridophytes	Pteridophytes	Dương xỉ	18
	Angiosperms		Hạt kín	215
		Eudicots	Lớp Hai lá mầm	173
		Magnoliids	Lớp Ngọc lan	2
		Monocots	Lớp Một lá mầm	40
Animalia			Giới Động vật	
	Annelida	Annelida	Giun đốt	12
	Mollusca		Thân mềm	24
		Bivalvia	Lớp Hai mảnh vỏ	10
		Gastropoda	Lớp Chân bụng	14
	Arthropoda		Chân khớp	124
		Branchiopoda		5
		Crustacea	Lớp Giáp xác	47
		Hexanauplia	Lớp Chân kiếm	27
		Insecta	Lớp Côn trùng	36
		Malacostraca		8
	Chaetognatha	Chaetognatha	Hàm tơ	5
	Chordata		Có xương sống	333
		Appendicularia		8
		Thaliacea		1
		Elasmobranchii	Lớp Cá mang tấm	3
		Actinopterygii	Lớp Cá vây tia	102
		Amphibia	Lớp Lưỡng cư	16
		Reptilia	Lớp Bò sát	21
		Aves	Lớp Chim	154
		Mammalia	Lớp Thú	28

Các loài thực vật có mạch trên cạn chủ yếu được tìm thấy ở ven bờ, bao gồm 215 loài, trong đó có cả một số loài ưa mặn, chịu mặn, bán ngập nước hoặc ngập nước như Trang (*Kandelia obovata*), Vẹt (*Bruguiera spp.*), Ô rô (*Acanthus spp.*), Mắm (*Avicennia spp.*), Quao nước (*Dolichandrone spathacea*), Giá (*Excoecaria agallocha*), Tra làm chèo (*Hibiscus tiliaceus*), Tra lâm vồ (*Thespesia populnea*), Bần chua (*Sonneratia caseolaris*),... và những loài thân thảo chịu ngập, chịu mặn, ưa mặn phổ biến như Ráng biển (*Acrostichum aureum*), Rau muống biển (*Ipomoea pes-caprae*), Náng hoa trắng (*Crinum asiaticum*), Sậy (*Phragmites spp.*), Bồn bồn (*Typha angustifolia*), San (*Paspalum spp.*), Hến biển (*Scirpus littoralis*), Năn (*Eleocharis spp.*),...

Do điều kiện địa hình các bãi lầy cửa sông nhỏ hẹp chạy theo bờ sông nên kiểu thảm này cũng là các nhóm cây mọc rải rác chạy dài theo bờ sông. Chiều cao trung bình của nhóm cây gỗ với các đại diện là Bần Vẹt dù và Đàng là từ 3–5 m, do quá trình bồi lắng phù sa nên trong HST này có sự phân bố của Sứ ở mép ngoài của các quần xã phân bố tại đây và có chiều cao trung bình 2,5 m (có điểm lên đến 4 m). Những thực vật ngập mặn này đóng vai trò “vật trụ”, lôi cuốn vào đây hàng loạt các loài động thực vật khác để tạo nên những hệ sinh thái đa dạng và giàu có, kể cả ở vùng triều và dưới triều.

Các loài thực vật nổi (*Phytoplankton*) vùng cửa sông Đông Bắc đã ghi nhận với 236 loài thuộc hai ngành là Tảo vàng (*Ochromytha*, 203 loài, tập trung chủ yếu trong lớp Tảo Si lic-Bacillariophyceae với 200 loài) và Tảo lục (*Chlorophyta*, 33 loài—chủ yếu là lớp tảo Lục Chlorophyceae với 20 loài). Các loài động vật nổi (*Zooplankton*) được ghi nhận ở vùng sinh thái cửa sông có 77 loài, chủ yếu thuộc nhóm Chân kiếm (*Hexanauplia*) và các côn trùng thủy sinh (*Insecta*). Động vật đáy (*Zoobenthos*) tại khu vực cửa sông Đông Bắc cũng được ghi nhận với 12 loài Giun đốt (*Annelida*), 10 loài Hai mảnh vỏ (*Bivalvia*), 14 loài chân bụng (*Gastropoda*), 5 loài rươi và 14 loài Giáp xác (*Crustacea*). Động vật đáy tập trung chính vào nhóm ăn lọc, ăn bùn, ít di động (giun nhiều tơ, thân mềm, giáp xác sống đáy...).

Các nhóm này rất quan trọng, đóng vai trò như lực lượng bổ sung trong mắt xích thức ăn để tiêu thụ phần thức ăn sơ cấp dư thừa mà Zooplankton không sử dụng hết còn nằm dưới dạng phế liệu. Do vậy, sự hoạt động đồng bộ của toàn hệ thống đã tạo nên trong các hệ cửa sông nhiệt đới một năng suất sinh học cao, tương tự như năng suất của các rạn san hô và rừng mưa nhiệt đới.

Trong HST cửa sông Đông Bắc ghi nhận được 105 loài cá, trong đó cá Mang tằm (*Elasmobranchii*) có 3 loài và Cá vây tia (*Actinopterygii*) có 102 loài. Cá vùng cửa sông có nguồn gốc từ khu hệ cá biển, trong đó các đại diện của bộ cá Vược (*Perciformes*) thường đa dạng nhất do phổ sinh thái về độ mặn rất rộng và là loài ăn tạp. Nhiều loài là dạng cửa sông điển hình, nhiều loài cá biển rộng muối và một số loài cá nước ngọt thích nghi với độ muối thấp xâm nhập vào vùng cửa sông để kiếm ăn. Nói chung, cá cửa sông thường có kích thước nhỏ vì đây là bãi đẻ, nơi nuôi dưỡng của ấu trùng và cá con sau các mùa đẻ. Những loài cá từ vùng khơi thêm lục địa vào vùng cửa sông để kiếm ăn và sinh sản khá phong phú và chúng thường xuất hiện có chu kỳ liên quan với sự biến đổi có chu kỳ của độ muối trong vùng và chu kỳ mùa.

Động vật có xương sống khác ghi nhận ở khu vực cửa sông, chủ yếu là Bò sát (21 loài), lưỡng cư (16 loài) trực tiếp sống ở các sinh cảnh ven bờ tạo dựng bởi quần xã thực vật; ngoài ra cũng ghi nhận vùng phân bố của 28 loài thú nhỏ, nhiều nhất là Bộ gặm nhấm (*Rodentia*) và Dơi (*Chiroptera*). Các loài thú lớn khác trước đây có ghi nhận phân bố nhưng hiện tại có lẽ không còn sinh sống tại các cửa sông vùng Đông Bắc. Ngoài ra, vùng cửa sông cũng là nơi kiếm ăn chính của 154 loài chim, bao gồm cả chim cư, là nơi trú ngụ của hầu hết các loài chim nước, như các bộ Chim lặn (*Podicipediformes*), Hạc (*Ciconiiformes*), Ngỗng (*Anseriformes*), Sếu (*Gruiformes*), Rẽ (*Charadriiformes*),...

Đa dạng loài của trảng cỏ ngập nước: thống kê được 433 loài sinh vật có mặt ở HST này, trong đó thực vật bậc cao có mạch có 95 loài, thực vật phù du có 131 loài chủ yếu là Tảo Si lic (*Bacillariophyceae*) với 78 loài và 46 loài Tảo lục (*Chlorophyta*); Động vật đa bào ghi nhận có 163 loài trong đó có 39 loài động vật nổi và 53 loài động vật đáy, 18 loài cá (chủ yếu là cá nước ngọt và nước lợ), 15 loài lưỡng cư, 11 loài bò sát và 66 loài chim (Bảng 3). Có thể nói, mức độ đa dạng sinh học của HST trảng cỏ ngập nước khá thấp nếu so sánh với Rừng ngập mặn hoặc cửa sông.

**Bảng 3.** Kết quả phân tích cấu trúc quần xã sinh vật của trảng cỏ ngập nước ven biển Đông Bắc.

Giới	Ngành	Lớp	Tên Việt Nam	Số loài	
Bacteria	Cyanobacteria		Vi khuẩn lam	13	
Chromista	Myzozoa		Myzozoa	24	
Protozoa	Euglenozoa		Tảo mắt	7	
Plantae			Thực vật	226	
		Rhodophyta	Tảo đỏ	4	
		Ochrophyta	Tảo vàng	81	
			Bacillariophyceae	Lớp Tảo Si lic	78
			Phaeophyceae	Lớp Tảo vàng	3
		Chlorophyta	Tảo lục	46	
			Chlorophyceae	Lớp Tảo lục	20
			Trebouxiophyceae		3
			Ulvophyceae	Lớp Tảo vòng	14
			Zygnematophyceae		9
		Pteridophytes		Dương xỉ	6
		Angiosperms		Hạt kín	89
			Eudicots	Lớp Hai lá mầm	25
			Monocots	Lớp Một lá mầm	64
Animalia			Động vật	163	
		Mollusca	Thân mềm	6	
			Bivalvia	Lớp Hai mảnh vỏ	4



Giới	Ngành	Lớp	Tên Việt Nam	Số loài
		Gastropoda	Lớp Chân bụng	2
	Arthropoda		Chân khớp	47
		Branchiopoda		2
		Crustacea	Lớp Giáp xác	8
		Insecta	Lớp Côn trùng	37
	Chordata		Có xương sống	110
		Actinopterygii	Lớp Cá xương	18
		Amphibia	Lớp Lưỡng cư	15
		Reptilia	Lớp Bò sát	11
		Aves	Lớp Chim	66

Đa dạng loài HST thảm cỏ biển: Trên cơ sở các nghiên cứu trước đây, kết hợp với khảo sát thực địa và đánh giá tổng hợp trên toàn vùng nghiên cứu, đã xác định HST thảm cỏ biển vùng ven biển Đông Bắc có 976 loài, trong đó, thực vật có 270 loài, động vật đa bào có 652 loài và 55 loài sinh vật đơn bào. Tất cả các loài đều có đời sống thủy sinh (Bảng 4). Thực vật bậc cao có mạch chỉ ghi nhận 8 loài trong HST cỏ biển nhưng tất cả đều là những loài hết sức quan trọng vì chúng làm nên cấu trúc đặc trưng của HST này, ngoài việc cung cấp một phần dinh dưỡng, cỏ biển còn là nơi trú ngụ và kiếm ăn của hầu hết các loài động vật thủy sinh khác trong khu vực. Cả 8 loài này đều là các loài cỏ biển thuộc hai họ Thủy thảo (*Hydrocharitaceae*) và Cỏ lươn (*Zosteraceae*), Cỏ kim (*Ruppiceae*). Thực vật nổi và động vật nổi khá phong phú, với 262 loài thực vật phù du và 96 loài động vật nổi. Đây là nguồn thức ăn phong phú cho các loài động vật đáy và cá, HST này là nơi kiếm ăn và trú ngụ của 404 loài động vật đáy, 239 loài cá, bao gồm cả cá Vây tia và cá Mang tằm. Không ghi nhận các loài động vật có xương sống ở cạn có mặt trong HST này.

**Bảng 4.** Kết quả phân tích cấu trúc quần xã sinh vật của thảm cỏ biển ven bờ vùng Đông Bắc.

Giới	Ngành	Lớp	Tên Việt Nam	Số loài	
Bacteria	Cyanobacteria		Vi khuẩn lam	28	
Chromista	Myzozoa		Myzozoa	20	
Protozoa	Euglenozoa		Tảo mắt	7	
Plantae			Thực vật	270	
		Rhodophyta	Tảo đỏ	11	
		Ochrophyta	Tảo vàng	208	
			Bacillariophyceae	Lớp Tảo Si lic	204
			Phaeophyceae	Lớp Tảo vàng	4
		Chlorophyta	Tảo lục	43	
			Chlorophyceae	Lớp Tảo lục	20
			Trebouxiophyceae		3
			Ulvophyceae	Lớp Tảo vòng	14
			Zygnematophyceae		6
		Angiosperms		Hạt kín	8
		Monocots		Lớp Một lá mầm	8
	Animalia			Động vật	652
			Annelida	Giun đốt	36
			Mollusca	Thân mềm	181
			Bivalvia	Lớp Hai mảnh vỏ	106
			Cephalopoda	Lớp Chân đầu	12
			Gastropoda	Lớp Chân bụng	63
		Arthropoda		Chân khớp	182
			Branchiopoda		5
			Crustacea	Lớp Giáp xác	86
			Hexanauplia	Lớp Chân kiếm	29
			Insecta	Lớp Côn trùng	51
			Malacostraca		8
		Chaetognatha		Hàm tơ	5
		Chordata		Có xương sống	248
			Appendicularia		8
	Thaliacea			1	

Giới	Ngành	Lớp	Tên Việt Nam	Số loài
		Elasmobranchii	Lớp Cá mang tấm	8
		Actinopterygii	Lớp Cá vây tia	231

Các loài nguy cấp, quý hiếm: Các loài sinh vật quý hiếm, đang bị đe dọa và cần bảo tồn ở HST ĐNN ven biển Đông Bắc sơ bộ xác định: Các loài thực vật quý hiếm theo SĐVN (2007): gồm 1 loài Nguy cấp (EN) là Cỏ ngạn (*Scirpus kimsonensis*) và 3 loài Sẽ nguy cấp (VU) là Ráng đuôi phụng bon (*Drynaria bonii*), Hà thủ ô đỏ (*Fallopia multiflora*) và Lát hoa (*Chukrasia tabularis*); Các loài động vật quý hiếm theo SĐVN (2007): có 2 loài Cực kỳ nguy cấp (CR) là Cá bống bớp (*Bostrichthys sinensis*) và Rắn hổ mang chúa (*Ophiophagus hannah*); 9 loài nguy cấp (EN) bao gồm Cây mực (*Arctictis binturong*), Rắn cạp nong (*Bungarus fasciatus*), Cá Chuối (*Channa maculata*), Cá mòi cờ hoa (*Clupanodon thrissa*), Rắn hổ mang thường (*Naja naja*), Cóc đế (*Phalacrocorax carbo*), Cò mỏ thìa (*Platalea minor*), Rắn ráo thường (*Ptyas korros*), Rắn ráo trâu (*Ptyas mucosa*) và 11 loài Sẽ nguy cấp (VU) là Rái cá vuốt bé (*Aonyx cinerea*), Bói cá lớn (*Ceyx lugubris*), Rắn sọc dưa (*Coelognathus radiatus*), Tắc kè (*Gekko gecko*), Cá mòi chấm (*Konosirus punctatus*), Rái cá thường (*Lutra lutra*), Cò lạo ấn độ (*Mycteria leucocephala*), Mòi cờ mõm tròn (*Nematalosa nasus*), Rồng đất (*Physignathus cocincinus*), Sóc đen (*Ratufa bicolor*) và Dơi lá tô ma (*Rhinolophus thomasi*); Các loài động vật theo IUCN (2020): gồm 3 loài Nguy cấp (EN) là Sam ba gai đuôi (Tachypleus tridentatus), Cá lành canh đỏ (*Coilia mystus*) và Cá thu chấm (*Epinephelus akaara*); 5 loài Sẽ nguy cấp (VU) là Cỏ nân (*Halophila beccarii*), Cá Diếc mắt đỏ (*Cyprinus carpio*), Rắn cạp nia nam (*Naja atra*), Rắn cạp nia bắc (*Ophiophagus hannah*), Rắn lục mép trắng (*Pelodiscus sinensis*) và Cây mực (*Arctictis binturong*); 9 loài gần nguy cấp là Chà là biển (*Phoenix paludosa*), Cá chình (*Anguilla bicolor*), Cá nâu (cá hói) (*Boesemania microlepis*), Cá uớp gai (*Scomberomorus commerson*), Cò lữa (*Mycteria leucocephala*), Choắt nhỏ (*Limosa lapponica*), Choắt lớn (*Limosa limosa*), Choắt bụng trắng (*Limnodromus semipalmatus*), Rái cá thường (*Lutra lutra*) và Sóc đen (*Ratufa bicolor*) cùng với 352 loài ít được quan tâm, 2 loài mối đe dọa thấp và 15 loài khác còn thiếu dữ liệu để đánh giá.

Trong số các loài ghi nhận theo SĐVN (2007) thì Hà thủ ô đỏ và Lát hoa được trồng, không phải phân bố tự nhiên nên mức độ quý hiếm cũng như giá trị bảo tồn không cao, sự phân bố của Ráng đuôi phụng cũng khá hạn chế khi chỉ gặp ở những nơi có cây gỗ cao, nhất là trong rừng thường xanh tự nhiên trên cạn, rừng trồng ngập mặn ưu thế Bần chua và một ít ở rừng Đàng tại Đồng Rui và vì thế giá trị sử dụng cũng như bảo tồn còn hạn chế nhưng ngược lại, Cỏ ngạn là loài phân bố tự nhiên trong các sinh cảnh đất ngập nước, thậm chí biển, thực sự là loài quý hiếm và có giá trị bảo tồn đáng kể, đồng thời loài này cũng đang bị đe dọa do sinh cảnh bị thu hẹp sau các hoạt động đánh bắt, đặc biệt là quây ao nuôi trồng hải sản trước đây đã làm sinh cảnh của chúng bị suy giảm đáng kể. Đối với các loài động vật, đa số là động vật ở cạn như các loài rắn và thú thì sự xuất hiện tại các sinh cảnh ven biển gần như rất hiếm hữ, nhất là đối với các loài thuộc lớp thú do sinh cảnh và nguồn thức ăn bị hạn chế trong khi tác động của con người quá lớn, đặc biệt là săn, bẫy, bắt. Vì thế sự xuất hiện của các loài này hầu như chỉ được ghi nhận theo tài liệu trước đây mà hiện tại có thể đã không còn nữa. Ngược lại, đối với các loài thủy sinh, sự tồn tại của các loài như Cá bống bớp (*Bostrichthys sinensis*) cấp CR, Cá mòi cờ hoa (*Clupanodon thrissa*) cấp EN hay Cá mòi chấm (*Konosirus punctatus*), Mòi cờ mõm tròn (*Nematalosa nasus*) cùng cấp VU cho thấy giá trị bảo tồn không nhỏ của các sinh cảnh thủy sinh. Ngoài ra, với sự phong phú về nguồn thức ăn thì các loài chim như Cóc đế (*Phalacrocorax carbo*), Cò mỏ thìa (*Platalea minor*) cấp EN hay Bói cá lớn (*Ceyx lugubris*), Cò lạo ấn độ (*Mycteria leucocephala*) cấp VU cũng góp phần quan trọng và thực tế cho giá trị bảo tồn của HST vùng ven biển Đông Bắc. Cò mỏ thìa xuất hiện vào mùa đông, gặp ở các bãi triều ngập nước như khu vực cửa sông, các bãi gian triều và vùng cỏ ngập nước, ruộng lúa nước.

Đối với các loài cần phải bảo tồn theo IUCN, hầu hết đều là những loài thủy sinh và thực sự có giá trị như Sam ba gai đuôi, Cá lảnh canh đỏ, Cá thu chấm, Cỏ nân. Tuy nhiên, những loài như Cá diếc mắt đỏ thực sự là loài phân bố rộng ở Việt Nam trong các sinh cảnh nước ngọt và nước lợ, nhưng chưa phải đối tượng cần bảo tồn tại khu vực. Các loài rắn Cạp nia, Lục và Cây mực được cho là có vùng phân bố tại khu vực nhưng do mức độ săn lùng cao nên hầu như hiện tại không còn tìm thấy tại các sinh cảnh của khu vực nghiên cứu, đồng thời chúng đều là những loài ở cạn nên giá trị bảo tồn đối với các khu vực đất ngập nước có thể sẽ không được đánh giá cao. Ngoài ra, các loài gần nguy cấp (NT) thực sự chưa có nhiều giá trị bảo tồn ở khu vực mặc dù một số loài có giá trị kinh tế và một số loài có vùng phân bố hẹp hoặc là chim di cư. Tương tự như vậy, các loài được IUCN đánh giá ở cấp LR, LC hoặc DD có thể không đóng vai trò quan trọng trong giá trị bảo tồn chung của HST nhưng phần lớn các loài thủy sinh trong số đó là những loài có giá trị kinh tế đáng kể, cần được quan tâm khai thác hợp lý.

Bên cạnh những loài đã được ghi nhận trong SĐVN (2007) và IUCN (2020), HST khu vực ven biển Đông Bắc còn có một số loài đáng chú ý, có giá trị nhất định đối với công tác bảo tồn, đó là các loài đặc hữu như Hếp hải nam (*Scaevola taccada*) là loài đặc hữu chỉ phân bố trong khu vực này và đến đảo Hải Nam (Trung Quốc); Nhài hạ long (*Jasminum alongense*) loài đặc hữu hẹp mới được ghi nhận ở Quảng Ninh (Vịnh Hạ Long, Hòn Gai).

Chùm gửi tiên yên (*Loranthus tienyenensis*) là loài đặc hữu ghi nhận duy nhất ở khu vực Tiên Yên (Quảng Ninh); Chuồn chồn ngô (*Nannophya pygmaea*) là loài chuồn chuồn nhỏ nhất thế giới, phân bố ở các khu vực có đồng cỏ nân ven biển Quảng Ninh, đây là điểm ghi nhận thứ 2 tại Việt Nam (điểm 1 là huyện đảo Phú Quốc), loài này rõ ràng là loài có vùng phân bố hẹp nên mặc dù chưa được đánh giá mức độ nguy cấp nhưng cũng là đối tượng cần ưu tiên bảo tồn.

#### 4. Kết luận

Kết quả điều tra thực địa đã xác định các HST ĐNN ven biển Đông Bắc Việt Nam gồm Rừng ngập mặn, Vùng cửa sông và Trảng cỏ ngập nước trong đó, rừng ngập mặn gồm các trạng thái khác nhau theo loạt diễn thế từ tiên phong là Mắm và Sú cong đến các ưu hợp phức tạp hơn và trạng thái tốt nhất hiện nay là sự ưu thế của Đàng, Đước, Bần chua. HST Rừng ngập mặn cũng gồm các trạng thái khác nhau do khác nhau về nguồn gốc hình thành, trong đó, các trạng thái tự nhiên chủ yếu tìm thấy ở khu vực Quảng Ninh và trạng thái rừng trồng là đặc trưng bên phía Hải Phòng. HST khu vực cửa sông cũng đóng vai trò rất quan trọng với các quần xã thực vật ven bờ và sinh cảnh vẫn chịu sự chi phối của thủy triều. Thậm chí biển là HST thủy sinh hoàn toàn nhưng vẫn chịu ảnh hưởng của thủy triều và phân bố gần như xen kẽ với HST rừng ngập mặn nên có mức độ đa dạng đáng kể và có vai trò hết sức quan trọng trong bảo tồn và phục hồi đa dạng sinh học của khu vực, đặc biệt thậm chí biển là bãi đẻ của nhiều loài hải sản quý hiếm, có giá trị kinh tế cao. HST trảng cỏ ngập nước có mức độ đa dạng sinh học thấp hơn do mức độ ảnh hưởng của thủy triều không nhiều và cơ bản đã bị cô lập bởi các hoạt động nhân tác.

Kết quả khảo sát về thành phần loài, bằng một hệ thống thống nhất phân chia sinh giới theo các cấp độ từ giới, ngành, lớp, bộ, họ và chi đã xác định được các chỉ số đa dạng loài của các hệ sinh thái trên, trong đó, rừng ngập mặn có 1379 loài, vùng cửa sông có 1024 loài, thậm chí biển có 976 loài và thấp hơn hẳn là trảng cỏ ngập nước (433 loài). Cả vùng cửa sông và các khu vực rừng ngập mặn đều là những sinh cảnh rất quan trọng duy trì mức độ đa dạng sinh học chung cho vùng biển Đông Bắc Việt Nam cũng như các nguồn lợi thủy hải sản khác. Hiện đã ghi nhận 26 loài quý hiếm theo Sách Đỏ Việt Nam (2007) và 17 loài nguy cấp theo IUCN (2020) cùng với gần 400 loài khác đã được ghi nhận theo IUCN nhưng chưa ở mức độ bị đe dọa. Ngoài ra, có 4 loài cũng được đánh giá là đặc hữu có mặt trong các sinh cảnh ĐNN ven biển Đông Bắc.

Mặc dù vậy, các kết quả trên chỉ ra rằng các HST ĐNN ven biển Đông Bắc vẫn đang trong quá trình diễn thế hướng tới trạng thái đỉnh cực, do đó, cần phải có những kế hoạch bảo tồn và sử dụng hợp lý các nguồn lợi thủy hải sản cụ thể cho từng HST nói riêng và cho toàn bộ khu vực ĐNN ven biển Đông Bắc nói chung, điều đó cần thiết có sự chung tay của các cấp ngành cũng như những cư dân trực tiếp sử dụng và hưởng lợi từ các HST này.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.M.H., V.A.T., T.T.T.V., P.H.H.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: V.A.T., T.T.T.V., N.M.H.; Xử lý và phân tích số liệu: V.A.T., T.T.T.V.; Xử lý số liệu và lập bản đồ: N.M.H., N.V.H., N.T.N., H.B., D.T.H.Y., Đ.N.T.; Viết bản thảo bài báo: V.A.T, N.M.H., Chỉnh sửa bài báo: V.A.T., N.M.H., T.T.T.V.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả của bài báo xin gửi lời cảm ơn nhiệm vụ “Đánh giá đa dạng sinh học và lượng giá kinh tế tài nguyên các hệ sinh thái đất ngập nước ven biển vùng Đông Bắc Việt Nam phục vụ phát triển bền vững”, mã số UQSNMT.02/20–21 thuộc Chương trình Sự nghiệp môi trường: của Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã cung cấp nguồn số liệu cũng như một phần kết quả nghiên cứu phục vụ cho bài báo này.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### **Tài liệu tham khảo**

1. Umali R.M. UNDP/UNESCO. Mangrove of Asia and the Pacific: Status and mangement. 1987, pp.538.
2. Thanh, Đ.N. Sinh vật và Sinh thái biển. Chuyên khảo Biển Đông. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, **2009**, 4, tr. 454.
3. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Ninh. Báo cáo tổng hợp Thành lập Khu bảo tồn đất ngập nước Đổng Rui - Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh. Hà Nội, 2017.
4. Thanh, T.Đ. Thiên nhiên và Môi trường vùng bờ Hải Phòng. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, 2015, tr. 310.
5. Huyền, N.T.M.; Hà, T.M.; Trang, C.T.; Nhơn, Đ.H.; Thu, P.T. Các giá trị sử dụng được mang lại từ hệ sinh thái rừng ngập mặn Tiên Lãng, Hải Phòng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển* **2011**, T11(1), 57–72.
6. Thảo, N.V.; Bào, Đ.V.; Lân, T.Đ. Biên động phân bố các hệ sinh thái tiêu biểu vùng bờ biển Quảng Ninh. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, **2013**, 13(4), 349–435.
7. Hồng, P.N. Sinh thái thảm thực vật rừng ngập mặn Việt Nam. Luận án Tiến sĩ khoa học Sinh học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 1, Hà Nội, 1991.
8. Aragonés, L.V.; Bantayan, N.C.; de Guzman, A.B.; Siringan, F.P.; Uy, W.H.; Maria, Y.Y.S.; Amor, A.K.S.; Ignacio, C.S.; Visco, E.S.; Esguerra, S.S. Coastal and Marine Biodiversity Assessment and Monitoring Manual: How-to Guidelines. Biodiversity Management Bureau and the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2016, pp. 90.
9. Hộ, P.H. Cây cỏ Việt Nam, Tập 1–3. Nhà xuất bản Trẻ, Tp. Hồ Chí Minh, 1999–2001.
10. Thìn, N.N. Các phương pháp nghiên cứu thực vật. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội. 2004, tr.165.
11. Huỳnh, Đ.H. Động vật chí Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên, Hà Nội. 2001–2017.
12. Tiến, Đ.V. Khảo sát thú ở miền Bắc Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. 1985, tr. 329.
13. Craik, R.C.; Minh, L.Q. Birds of Vietnam. Lynx and Birdlife International Field Guides. Lynx Editions, Barcelona. 2018, pp. 400.
14. Hùng, L.M. Giới thiệu một số loài Chim Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. 2012, tr. 585.

15. Sáng, N.V.; Cúc, H.T.; Trường, N.Q. Danh lục ếch nhái và bò sát Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội. 2005, tr. 180.
16. Chung, B.Đ. Nguồn lợi cá biển Việt Nam. Chuyên khảo biển Việt Nam. Tập 4. 1994.
17. Bộ Khoa học và Công nghệ, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Sách Đỏ Việt Nam. Phần I - Động vật. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội. 2007, tr. 603.
18. Bộ Khoa học và Công nghệ, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Sách Đỏ Việt Nam. Phần II - Thực vật. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội. 2007, tr. 691.
19. Tiến, N.V. Nguồn lợi thảm cỏ biển Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội. 2013, tr. 436.
20. Dữ liệu về các loài cá: <https://www.fishbase.de/> accessed date: 1/10/2021
21. Dữ liệu về động vật biển: <https://www.marinespecies.org/> accessed date: 1/10/2021
22. Dữ liệu về tảo: <https://www.algaebase.org/> accessed date: 1/10/2021
23. Danh mục thực vật bậc cao: <http://www.theplantlist.org/> accessed date: 1/10/2021
24. The IUCN Red List of Threatened Species: <https://www.iucnredlist.org/> accessed date: 1/10/2021.

## Results of Biodiversity research on Wetland Ecosystem at the Northeast Coast region of Vietnam

Nguyen Manh Ha<sup>1</sup>, Vu Anh Tai<sup>1\*</sup>, Tran Thi Thuy Van<sup>1</sup>, Pham Hoang Hai<sup>1</sup>, Duong Thi Hong Yen<sup>1</sup>, Nguyen Thu Nhung<sup>1</sup>, Hoang Bac<sup>1</sup>, Nguyen Van Hong<sup>1</sup>, Do Ngoc Thuc<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geography, Vietnam Academy of Science and Technology; haig2007@gmail.com; tranthithuyvan@ig.vast.vn; phhoanghai@yahoo.com; duongthihongyen@gmail.com; nthunhung@gmail.com; hoanbbaok2@yahoo.com; nguyenhong.ig@gmail.com

<sup>2</sup> Institute of Marine Geology and Geophysics, Vietnam Academy of Science and Technology; dothuc.vn@gmail.com

**Abstracts:** In this paper, the wetland ecosystems on at the northeast coast region of Vietnam have been described within 4 main ones as mangrove forests, esturines, sea grass bed and wet grassland. The ecological succession of wetland communities is identified, whereby, the priory community is white mangrove or black mangrove that often grows in pure population on liquid mud at the outermost end of the biome, going deeper, it is *Kandelia candel* mixed with *Bruguiera gymnorrhiza* and the central is abundant of red mangroves while mangrove apple was found on the highest grounds. At species diversity, the richest ecosystem is mangrove forest with 1379 species, estuarine region has 1024 species, seagrass bed has 976 species and wet grassland has 433 species. The valued and threatened species was mentioned in this paper with 26 ones recorded in Vietnam Red Data Book (2007) and 17 ones listed in IUCN Red List Category (2020). Finally, the result show that the ecosystem in the northeast coastal region has been in ecological succession toward the climax, so it is necessary to have plans for conservation and rational use of specific aquatic resources for each ecosystem in particular and for the entire Northeast coastal wetland in general.

**Keywords:** Ecosystems; Biodiversity; Wetland; Mangrove forest; Northeast coastal.

Bài báo khoa học

## Đánh giá diễn biến chất lượng nước sông Đáy đoạn chảy qua tỉnh Nam Định giai đoạn 2011–2019

Đỗ Hữu Tuấn<sup>1\*</sup>, Lê Thúy Diệu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Khoa môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội. Địa chỉ: 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân Hà Nội; tuandh@vnu.edu.vn; dieuthuy.mt45@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: tuandh@vnu.edu.vn; Tel.: +84–2438584995

Ban Biên tập nhận bài: 22/10/2021; Ngày phản biện xong: 5/12/2021; Ngày đăng bài: 25/2/2022

**Tóm tắt:** Diễn biến chất lượng nước sông là một trong những nội dung quan trọng trong công tác quản lý môi trường nói chung và công tác quản lý môi trường nước nói riêng. Kết quả đánh giá làm căn cứ cho các quyết định về quản lý nhà nước về công tác bảo vệ môi trường. Các phương pháp đánh giá chất lượng nước theo chỉ số riêng lẻ, chỉ số tổng hợp và phân tích xu thế đã được sử dụng trong nghiên cứu này để đánh giá diễn biến chất lượng nước sông Đáy đoạn chảy qua tỉnh Nam Định trong giai đoạn 2011–2019. Kết quả phân tích xu thế các chỉ tiêu chất lượng nước cho thấy các thông số COD, BOD<sub>5</sub>, Nitrat, Coliform có xu thế giảm từ 2011–2019, thông số NH<sub>4</sub><sup>+</sup> có xu thế tăng nhẹ, các thông số TSS, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Cr<sup>6+</sup> có xu thế ổn định. Nghiên cứu cho thấy chất lượng nước sông Đáy đoạn chảy qua tỉnh Nam Định có chất lượng tốt và ngày càng được cải thiện từ 2011–2019. Các giá trị trung bình quan trắc từ 2011–2019 đều nằm dưới QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1.

**Từ khóa:** Chất lượng nước; Diễn biến chất lượng nước; Sông Đáy; WQI.

### 1. Mở đầu

Đánh giá chất lượng nước là một trong những nội dung quan trọng của công tác quản lý các lưu vực sông. Trong đánh giá chất lượng nước hiện nay có đánh giá hiện trạng, đánh giá tác động, đánh giá diễn biến và dự báo xu thế biến đổi của chất lượng nước trong tương lai. Việc quan trắc và đánh giá chất lượng nước định kỳ có ý nghĩa rất quan trọng trong việc ra các quyết định của các nhà quản lý môi trường và phục vụ cho công tác phát triển kinh tế xã hội. Đánh giá chất lượng nước sông là công việc rất quan trọng phục vụ nhiều mục đích khác nhau như để đánh giá hiện trạng nước sông [1], đánh giá diễn biến chất lượng nước [2], đánh giá rủi ro ô nhiễm tới sức khỏe con người [3–4], rủi ro môi trường [5], hoặc theo dõi và đánh giá các chất ô nhiễm tiềm tàng [6] cũng như đưa ra các dự báo xu thế biến động chất lượng nước [7–9].

Các phương pháp sử dụng để đánh giá chất lượng nước sông cũng rất đa dạng từ việc đánh giá bằng các chỉ số riêng lẻ [10], các chỉ số tổng hợp chất lượng nước [11–14], bằng các phương pháp thống kê [15–19], phương pháp mô hình hóa [20–21], trí tuệ nhân tạo [22–23]. Các phương pháp tuy có khác nhau về cách thức tính toán nhưng đều có mục tiêu là đánh giá được hiện trạng chất lượng nước làm căn cứ cho các quyết định của các nhà quản lý. Các nghiên cứu sử dụng giá trị quan trắc của các thông số chất lượng nước, xử lý thống kê, tính toán các chỉ số thành phần từ đó đưa ra các đánh giá về chất lượng, diễn biến và xu thế. Do

đó phương pháp phân tích thống kê và chỉ số chất lượng nước tổng hợp được lựa chọn để nghiên cứu chất lượng nước sông Đáy là phù hợp.

Lưu vực sông Đáy có ý nghĩa rất quan trọng trong phát triển kinh tế xã hội của khu vực đồng bằng Sông Hồng. Các nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng chất lượng nước sông Đáy đang bị ảnh hưởng do các hoạt động phát triển kinh tế xã hội trong lưu vực [24–25]. Sông Đáy đoạn chảy qua tỉnh Nam Định có vai trò to lớn trong việc cung cấp nước phục vụ phát triển kinh tế xã hội của hai tỉnh Nam Định và Ninh Bình trước khi chảy ra biển. Trong đó vai trò cung cấp nguồn nước phục vụ cho phát triển nông nghiệp là rất quan trọng. Việc quan trắc và đánh giá chất lượng nước sông Đáy và diễn biến của nó nhằm đưa ra các căn cứ phục vụ cho các kế hoạch phát triển kinh tế xã hội của khu vực cũng như bảo vệ và nâng cao chất lượng nước sông là rất có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

Trong nghiên cứu này, phương pháp phân tích thống kê kết hợp chỉ số chất lượng nước để đánh giá diễn biến chất lượng nước sông khu vực nghiên cứu với các mục tiêu bao gồm: (1) Đánh giá được diễn biến chất lượng nước sông Đáy đoạn chảy qua tỉnh Nam Định; (2) Xác định được xu thế biến đổi của chất lượng nước từ năm 2011 đến 2019. Kết quả nghiên cứu là căn cứ quan trọng giúp các nhà quản lý môi trường có những quyết định đúng trong công tác bảo vệ môi trường của địa phương, đặc biệt là môi trường nước sông Đáy.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là chất lượng nước sông Đáy đoạn chảy qua tỉnh Nam Định với các thông số: pH, COD, BOD<sub>5</sub>, DO, SS, Amoni, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Cr<sup>6+</sup>, Coliform.

Phạm vi nghiên cứu: sông Đáy đoạn chảy qua tỉnh Nam Định (Hình 1).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp thu thập dữ liệu

Dữ liệu quan trắc được thu thập tại 6 điểm quan trắc dọc sông Đáy từ năm 2011 đến năm 2019 tần suất 4 lần/năm làm cơ sở đánh giá diễn biến chất lượng nước sông (Bảng 1).

**Bảng 1.** Tọa độ vị trí các điểm quan trắc.

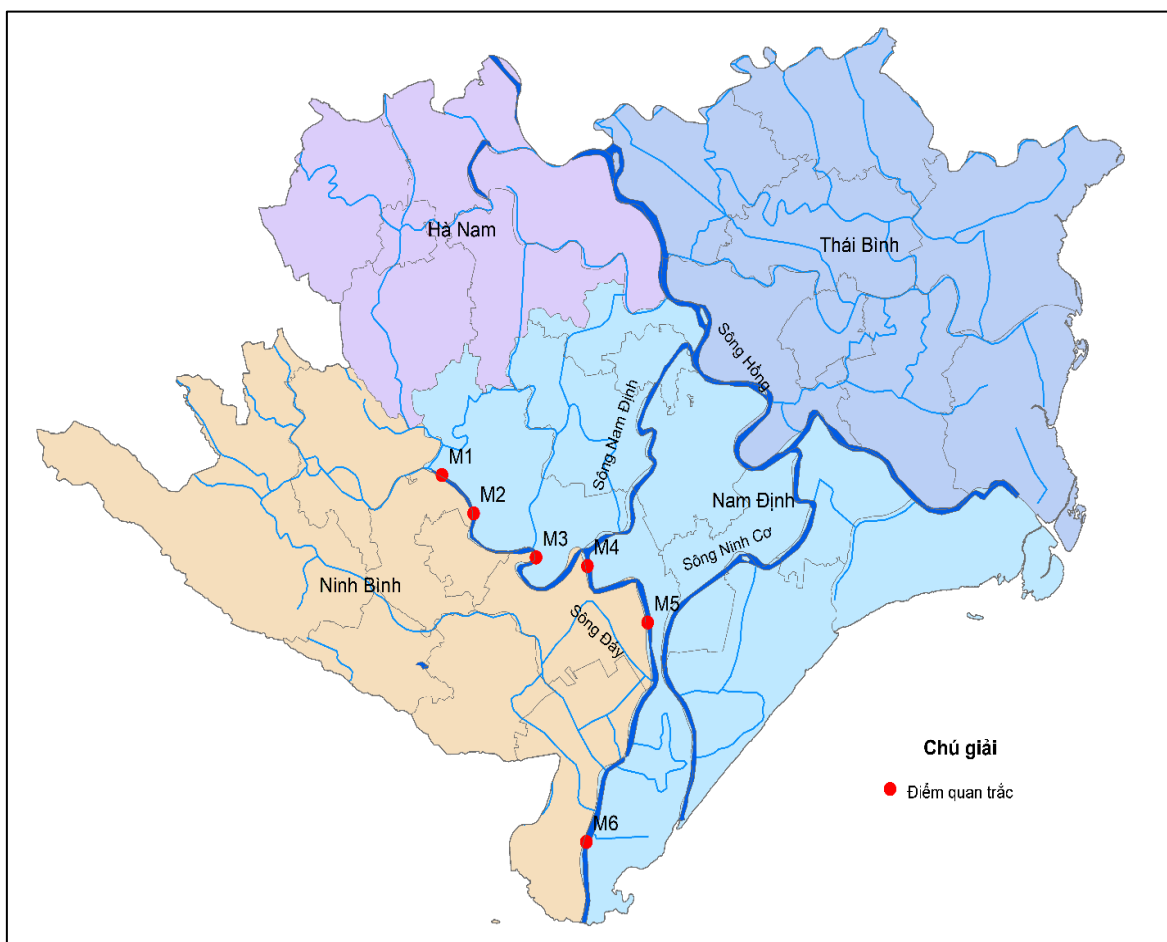
TT	Vị trí quan trắc	Kí hiệu mẫu	Tọa độ		Ghi chú	
			X	Y		
1	Xã Yên Phong	M1	105°57'16,2''	20°19'15,7''	Khu vực đầu sông	
2	Xã Yên Quang	Huyện Ý Yên	M2	105°59'12,2''	20°17'09,1''	Khu vực trạm cấp nước sinh hoạt xã Yên Quang
3	Xã Yên Trĩ		M3	106°03'01,4''	20°14'44,5''	Vị trí sau khi sông Sắt nhập lưu với sông Đáy khoảng 1,5 km về phía hạ lưu.
4	Xã Hoàng Nam	M4	106°06'09,6''	20°14'16,2''	Vị trí cách điểm nhập lưu với sông Đào khoảng 1,5 km về phía hạ lưu.	
5	Xã Nghĩa Sơn	Huyện Nghĩa Hưng	M5	106°09'50,0"	20°11'10,0"	Điểm cách ngã ba sông Quần Liêu khoảng 500 m về phía hạ lưu
6	Thị trấn Rạng Đông	M6	106°06'05,0"	19°59'08,9"	Hạ lưu sông, trước khi đổ ra biển qua cửa Đáy	

### 2.2.2. Phương pháp xử lý thống kê

Dữ liệu quan trắc được xử lý thống kê bằng phần mềm thống kê chuyên dụng SPSS và R.

### 2.2.3. Phương pháp tính chỉ số chất lượng nước (WQI)

Để tính toán chỉ số WQI nhóm tác giả sử dụng phương pháp của Bộ Tài nguyên và Môi trường đưa ra theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT ngày 12/11/2019 của Tổng cục trưởng Tổng cục Môi trường về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng nước Việt Nam (VN\_WQI). Bốn nhóm thông số được sử dụng để tính toán WQI trong nghiên cứu này gồm: Nhóm I: thông số pH; Nhóm III (nhóm thông số kim loại nặng):  $Cr^{6+}$ ; Nhóm IV (nhóm thông số hữu cơ và dinh dưỡng):  $BOD_5$ , COD,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ; Nhóm V (nhóm thông số vi sinh): Coliform.



Hình 1. Sơ đồ vị trí các điểm quan trắc.

## 3. Kết quả nghiên cứu

### 3.1. Đánh giá diễn biến chất lượng nước theo các chỉ tiêu riêng lẻ

#### 3.1.1. Diễn biến thông số pH

Kết quả quan trắc cho thấy pH dao động trong khoảng từ 6,4 đến 7,18 với giá trị trung bình là 6,91 (Bảng 2), trong đó 75,74% giá trị pH trong khoảng 6,5–7 (Hình 2). Kết quả cho thấy, thông số pH có đảm bảo yêu cầu chất lượng nước phục vụ thủy lợi và nuôi trồng thủy sản QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột B1.



**Bảng 2.** Các giá trị thống kê cơ bản của các thông số.

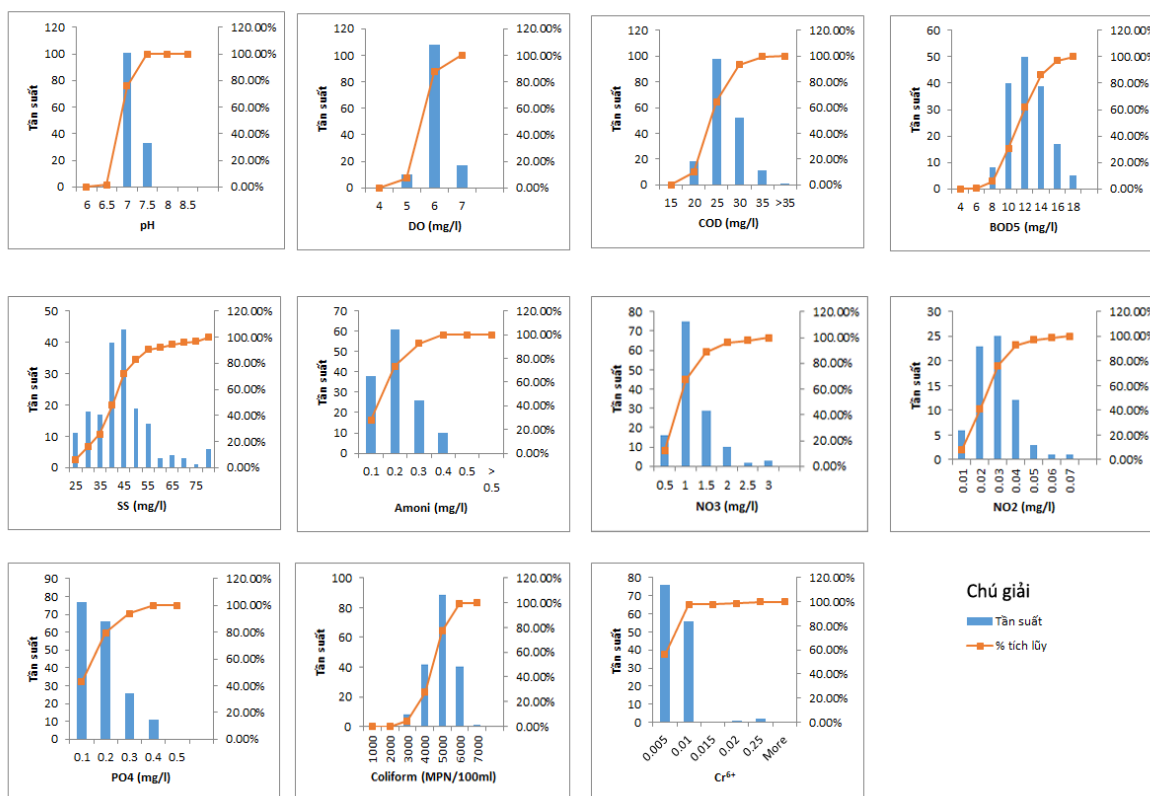
TT	Thông số	Trung bình	Trung vị	Độ lệch chuẩn	Min	Max	Sai số chuẩn
1	pH	6,91	6,90	0,14	6,40	7,18	0,01
2	DO	5,58	5,50	0,40	4,60	6,80	0,03
3	COD	24,67	24,00	3,49	17,00	35,20	0,26
4	BOD <sub>5</sub>	11,76	12,00	2,42	6,00	18,00	0,19
5	TSS	43,38	41,00	17,36	20,00	160,00	1,29
6	Amoni	0,17	0,15	0,08	0,02	0,38	0,01
7	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,96	0,80	0,49	0,13	2,70	0,04
8	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,03	0,03	0,01	0,01	0,07	0,00
9	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,15	0,12	0,09	0,01	0,40	0,01
10	Coliform	17,05	17,00	7,52	1,00	33,00	0,56
11	Cr <sup>6+</sup>	0,01	0,00	0,01	0,00	0,043	0,00

3.1.2. Diễn biến thông số DO

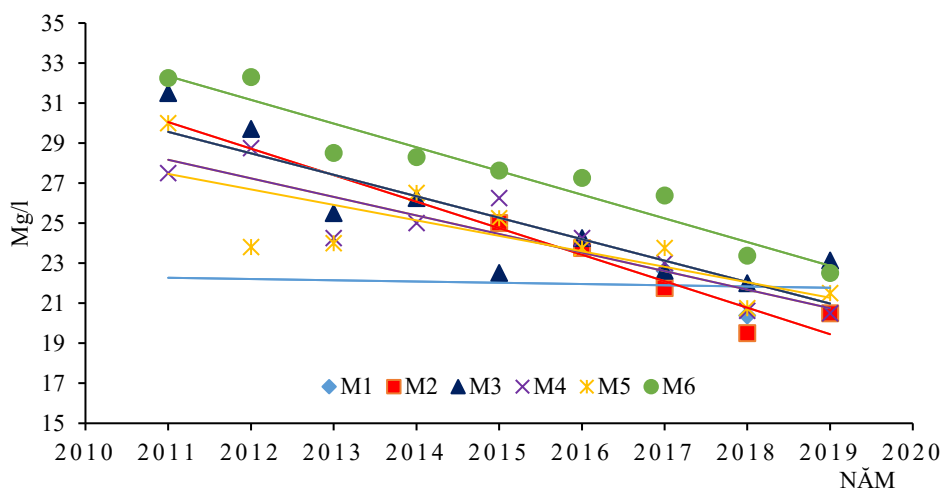
Trong giai đoạn 2011–2019 nồng độ trung bình của DO trong nước sông là 5,58 mg/l, biến động xung quanh giá trị từ 4,6 mg/l đến 6,8 mg/l (Bảng 2). Nồng độ DO tập trung ở các giá trị từ 5–6 mg/l chiếm 80% (Hình 2). Tất cả các giá trị DO quan trắc được đều đạt yêu cầu theo QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1.

3.1.3. Diễn biến nồng độ COD

Nồng độ COD giao động từ 17 (mg/l) đến 35,2 (mg/l), với giá trị trung bình 24,67 mg/l (Bảng 2). Nồng độ COD trong giai đoạn 2011–2019 có 93,33% giá trị nằm dưới QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1 (Hình 2). Diễn biến nồng độ COD từ 2011–2019 cho thấy, nồng độ COD đang có xu thế giảm tại tất cả các điểm quan trắc từ M1 đến M6 (Hình 3). Giá trị trung bình nồng độ COD của tất cả các điểm quan trắc năm 2011 là 30,3 đến năm 2019 giảm còn 21,8. Điều đó cho thấy nồng độ COD trong nước sông Đáy đang có dấu hiệu tốt lên và đều đạt yêu cầu của QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1.



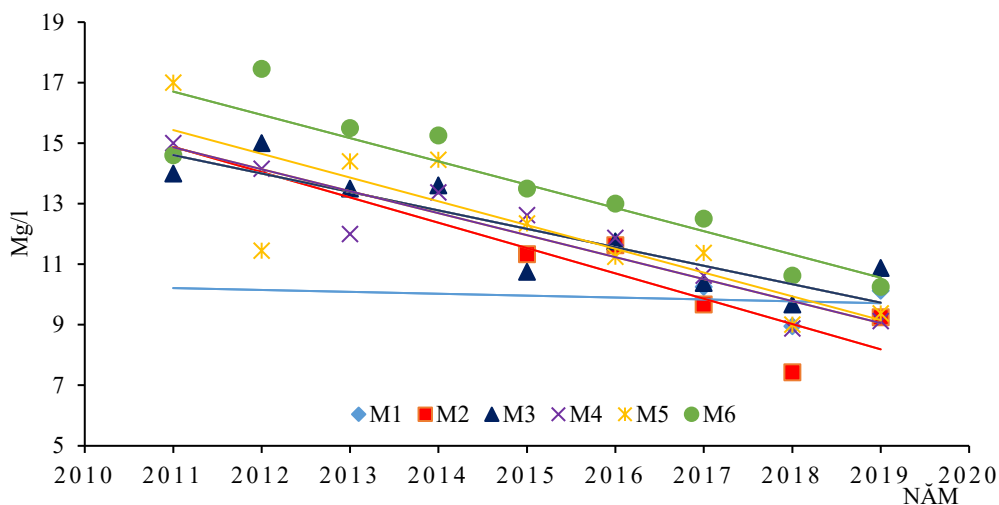
**Hình 2.** Phân bố nồng độ các chất ô nhiễm giai đoạn 2011–2019.



Hình 3. Diễn biến nồng độ COD giai đoạn 2011–2019.

### 3.1.4. Diễn biến nồng độ BOD<sub>5</sub>

Giá trị BOD<sub>5</sub> trong nước mặt sông Đáy giai đoạn 2011–2019 dao động từ 6 mg/l đến 18 mg/l, giá trị trung bình năm đạt 11,76 mg/l nằm dưới ngưỡng 15 mg/l theo QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1. Trong đó 91,30% các giá trị quan trắc nằm dưới mức Quy chuẩn (Hình 2). Hình 4 cho thấy nồng độ BOD<sub>5</sub> đều có xu hướng giảm dần từ năm 2011 đến 2019 với giá trị trung bình năm 2011 từ 15,15 mg/l xuống 9,83 mg/l năm 2019.



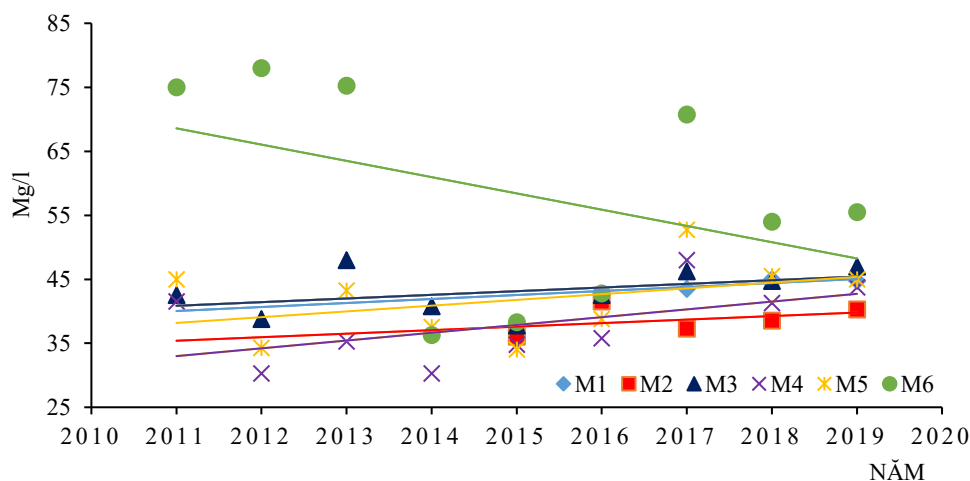
Hình 4. Diễn biến nồng độ BOD<sub>5</sub> giai đoạn 2011–2019.

### 3.1.5. Diễn biến nồng độ TSS

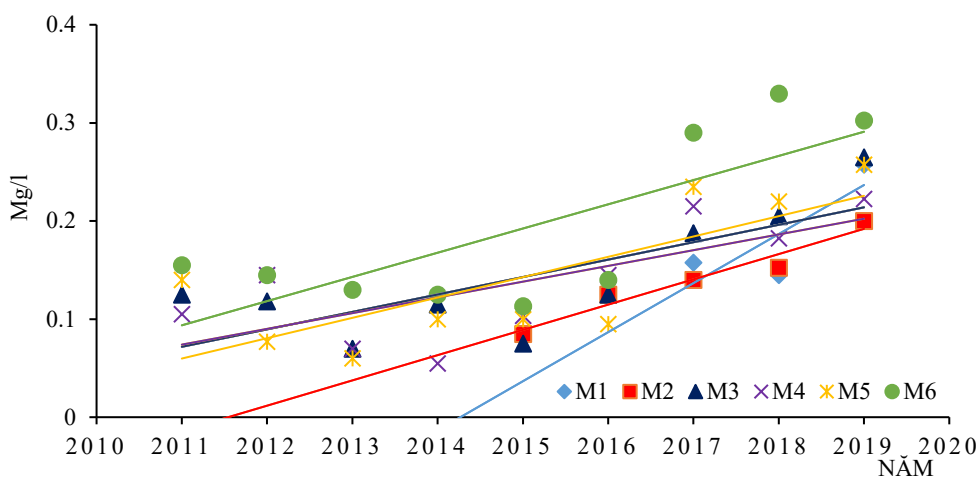
Nồng độ TSS giai đoạn 2011–2019 dao động từ 20 đến 160 mg/l với giá trị trung bình đạt 43,38 mg/l. trong đó có 82,78% các giá trị quan trắc nằm dưới QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1 (50 mg/l) (Hình 2). Diễn biến nồng độ TSS quan trắc cho thấy xu thế nồng độ TSS trong nước sông Đáy không biến động, ổn định trong khoảng từ 35 đến 50 mg/l (Hình 5).

### 3.1.6. Diễn biến nồng độ Amoni, nitrat, nitrit

Thông số Amoni: Nồng độ Amoni từ năm 2011–2019 dao động từ 0,02 mg/l đến 0,38 mg/l với giá trị trung bình 0,17 mg/l (Bảng 2). Trong đó 100 % các giá trị quan trắc nằm dưới QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1 (0,9 mg/l) (Hình 2). Xu thế diễn biến nồng độ Amoni giai đoạn 2011–2019 có dấu hiệu gia tăng (Hình 6) với nồng độ trung bình tăng từ năm 2011 (0,131 mg/l) đến năm 2019 (0,251 mg/l). Tuy nhiên mức tăng này vẫn nằm trong giới hạn QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1.

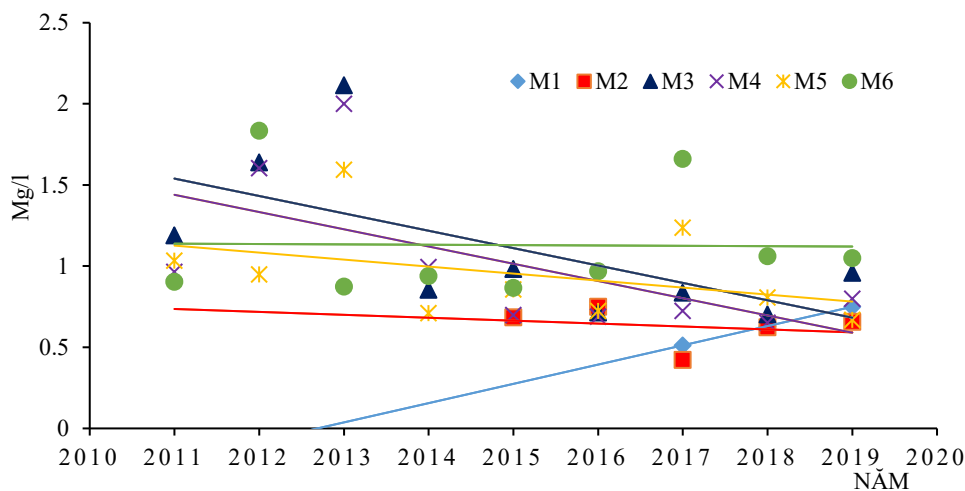


Hình 5. Diễn biến nồng độ TSS giai đoạn 2011–2019.



Hình 6. Diễn biến nồng độ Amoni giai đoạn 2011–2019.

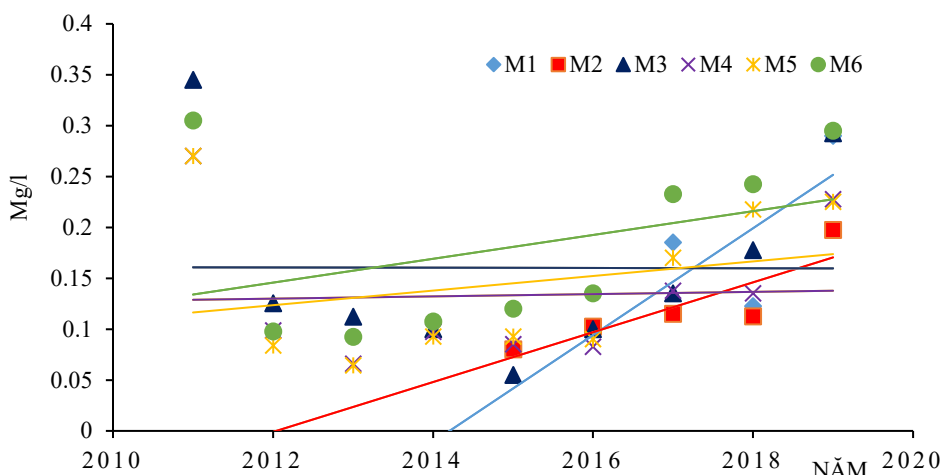
Thông số Nitrat: Nồng độ Nitrat trong nước sông Đáy giai đoạn 2011–2019 có xu hướng giảm nhẹ từ năm 2011 (1,02 mg/l) đến năm 2019 (0,81 mg/l) (Hình 7). Với nồng độ trung bình 0,96 mg/l, giá trị thấp nhất 0,13 giá trị cao nhất 2,7 mg/l. So với QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1 với thông số Nitrat (10 mg/l), 100% các giá trị quan trắc đều nằm dưới Quy chuẩn.



Hình 7. Diễn biến nồng độ Nitrat giai đoạn 2011–2019.

### 3.1.7. Diễn biến nồng độ Phốt phát

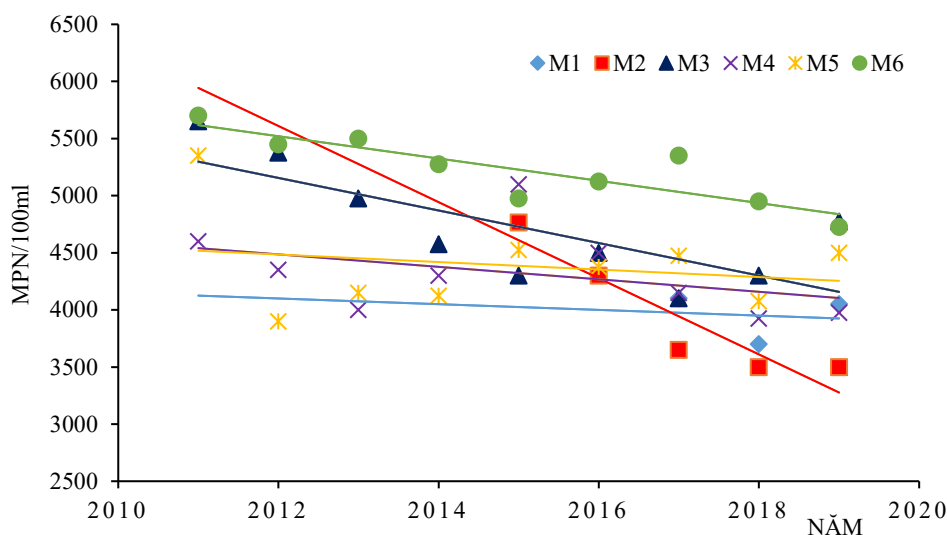
Nồng độ  $PO_4^{3-}$  dao động khá lớn từ 0,01 mg/l đến 0,4 mg/l với giá trị trung bình giai đoạn 2011–2019 là 0,15 mg/l (Bảng 2). Có 93,89% số mẫu quan trắc được nằm dưới QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1 (0,3 mg/l) (Hình 2). Nồng độ  $PO_4^{3-}$  ổn định từ 2012–2016 và có xu thế tăng nhẹ từ 2017–2019 (Hình 8). Tuy nhiên mức tăng không đáng kể và vẫn nằm dưới QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1.



Hình 8. Diễn biến nồng độ Phốt phát giai đoạn 2011–2019.

### 3.1.8. Diễn biến nồng độ Coliform

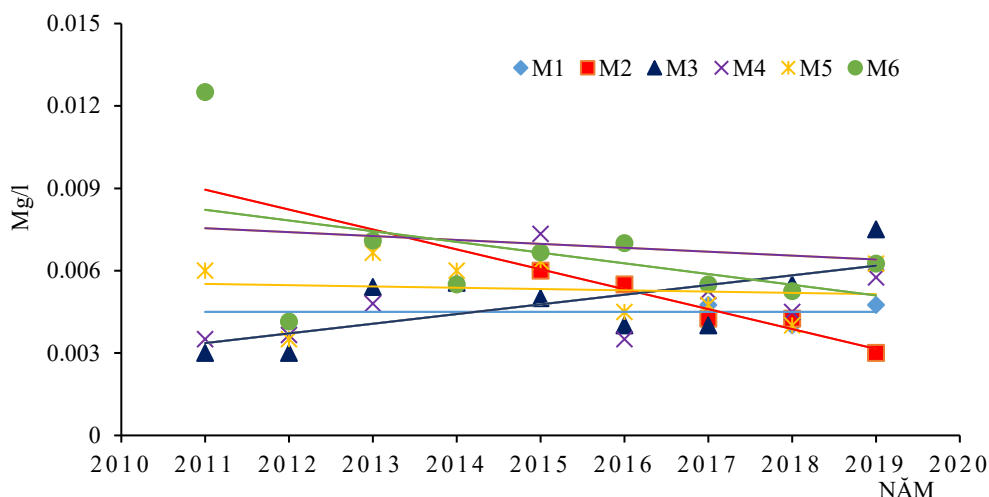
Nồng độ Coliform khu vực nghiên cứu có xu thế giảm khá rõ rệt từ mức trung bình năm 2011 là 5325 MPN/100ml xuống 4254 MPN/100ml năm 2019 (Hình 9). Tất cả các giá trị quan trắc từ 2011–2019 đều nằm dưới Quy chuẩn QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1 (7500 MPN/100 ml). Trong đó 77,22% các giá trị quan trắc nằm dưới 5000 MPN/100 ml (Hình 2).



Hình 9. Diễn biến Coliform giai đoạn 2011–2019.

### 3.1.9. Diễn biến nồng độ $Cr^{6+}$

Nồng độ  $Cr^{6+}$  khu vực nghiên cứu dao động từ 0 mg/l đến 0,043 mg/l, trong đó 97,78% số mẫu nằm dưới 0,01 mg/l. Có 98,52% số mẫu nằm dưới Quy chuẩn QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1 (0,04 mg/l). Nồng độ  $Cr^{6+}$  trong từ năm 2011–2019 xu thế ổn định dưới mức 0,01 mg/l (Hình 10).



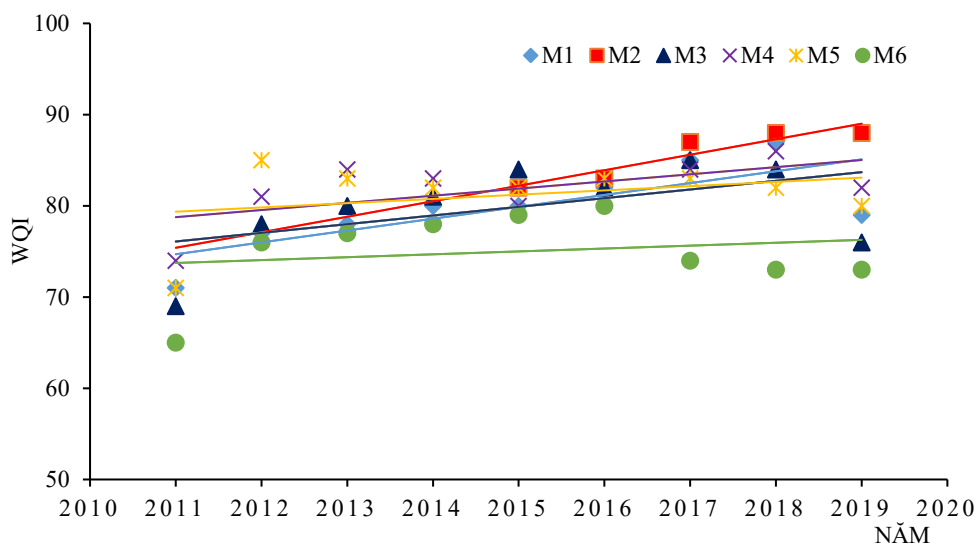
Hình 10. Diễn biến Cr<sup>6+</sup> giai đoạn 2011–2019.

### 3.2. Đánh giá xu thế diễn biến chất lượng nước qua chỉ số WQI

Kết quả tính chỉ số chất lượng nước WQI tại các điểm quan trắc trên sông Đáy cho thấy có 84% các điểm quan trắc có chất lượng nước tốt, 16% số điểm có chất lượng trung bình, không có điểm nào chất lượng nước kém và ô nhiễm (Bảng 3). Diễn biến chất lượng nước tại các điểm từ M1 đến M5 có xu thế tăng từ năm 2011 đến năm 2019 và ổn định ở mức tốt. Điểm M6 chất lượng nước tốt lên vào các năm 2012–2016 tuy nhiên giảm đi từ năm 2017–2019 xuống mức trung bình (Hình 11).

Bảng 3. Chỉ số chất lượng nước sông Đáy giai đoạn 2011–2019.

Vị trí quan trắc	Giá trị WQI trung bình năm sông Đáy								
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
M1	71	77	78	80	80	82	85	87	79
M2					82	83	87	88	88
M3	69	78	80	81	84	82	85	84	76
M4	74	81	84	83	80	83	84	86	82
M5	71	85	83	82	82	83	83	82	80
M6	65	76	77	78	79	80	74	73	73



Hình 11. Diễn biến chất lượng nước sông Đáy giai đoạn 2011–2019.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu chỉ ra rằng các thông số COD, BOD<sub>5</sub>, Nitrat, Coliform có xu thế giảm từ 2011–2019, thông số NH<sub>4</sub><sup>+</sup> có xu thế tăng nhẹ, các thông số TSS, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Cr<sup>6+</sup> có xu thế ổn định.

Chất lượng nước sông Đáy đoạn chảy qua tỉnh Nam Định có chất lượng tốt. Diễn biến chất lượng nước ngày càng được cải thiện từ 2011–2019. Các giá trị trung bình quan trắc từ 2011–2019 đều nằm dưới QCVN 08–MT:2015/BTNMT cột B1. Chỉ số WQI cho thấy 84% số điểm quan trắc có chất lượng nước tốt, 16% có chất lượng nước trung bình.

Với chất lượng nước sông tốt, tỉnh Nam Định có thể sử dụng nước sông phục vụ cho các mục tiêu phát triển kinh tế xã hội của tỉnh và khu vực.

Nghiên cứu còn một số hạn chế như số liệu về thông số thuốc bảo vệ thực vật chưa được đưa vào tính chỉ số WQI. Nguyên nhân chính xác dẫn tới sự thay đổi chất lượng nước cần có nghiên cứu sâu hơn.

**Lời cảm ơn:** Tác giả xin trân trọng cảm ơn Trung tâm Quan trắc Tài nguyên và Môi trường tỉnh Nam Định đã cung cấp số liệu cho nghiên cứu này.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: Đ.H.T., L.T.D.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: Đ.H.T., L.T.D.; Thu thập, phân tích, tính toán xử lý số liệu: Đ.H.T., L.T.D.; Viết bản thảo bài báo: Đ.H.T., L.T.D.; Chính sửa bài báo: Đ.H.T.

**Lời cam đoan:** Tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu tác giả, chưa được công bố ở đâu, không sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích.

#### Tài liệu tham khảo

1. Effendi, H.R.; Yusli, W. Water Quality Status of Ciambulawung River, Banten Province, Based on Pollution Index and NSF–WQI. *Procedia Environ. Sci.* **2015**, *24*, 228–237.
2. Luo, Z.L.; Quanxi, S.; Huan, L. Comparative evaluation of river water quality and ecological changes at upstream and downstream sites of dams/sluices in different regulation scenarios. *J. Hydrol.* **2021**, *597*, 126290.
3. Akoto, O.; Adopler, A.; Tepkor, H.E.; Opoku, F. A comprehensive evaluation of surface water quality and potential health risk assessments of Sisa river, Kumasi. *Groundwater Sustainable Dev.* **2021**, *15*, 100654.
4. Chai, N.; Yi, X.; Xiao, J.; Liu, T.; Liu, Y.; Deng, L.; Jin, Z. Spatiotemporal variations, sources, water quality and health risk assessment of trace elements in the Fen River. *Sci. Total Environ.* **2021**, *757*, 143882.
5. Zelenáková, M.; Kubiak–Wojcicka, K.; Weiss, R.; Weiss, E.; Elhamid, H.F.A. Environmental risk assessment focused on water quality in the Laborec River watershed. *Ecohydrol. Hydrobiol.* **2021**. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2021.06.002>.
6. Carere, M.; Antoccia, A.; Buschini, A.; Frenzilli, G.; Marcon, F.; Andreoli, C.; Gorbi, G.; Suppa, A.; Montalbano, S.; Prota, V.; De Battistis, F.; Guidi, P.; Bernardeschi, M.; Palumbo, M.; Scarcelli, V.; Colasanti, M.; D'Ezio, V.; Persichini, T.; Scalici, M.; Sgura, A.; Spani, F.; Udroui, I.; Valenzuela, M.; Lacchetti, I.; Di Domenico, K.; Cristiano, W.; Marra, V.; Ingelido, A.M.; Iacovella, N.; De Felip, E.; Massei, R.; Mancini, L. An integrated approach for chemical water quality assessment of an urban river stretch through Effect–Based Methods and emerging pollutants analysis with a focus on genotoxicity. *J. Environ. Manage.* **2021**, *300*, 113549.

7. O'Donoghue, C.; Meng, Y.; Ryan, M.; Kilgarriff, P.; Zhang, C.; Bragina, L.; Daly, K. Trends and influential factors of high ecological status mobility in Irish Rivers. *Sci. Total Environ.* **2021**, 151570.
8. Kumar, A.; Taxak, A. K.; Mishra, S.; Pandey, R. Long term trend analysis and suitability of water quality of River Ganga at Himalayan hills of Uttarakhand, India. *Environ. Technol. Innovation* **2021**, 22, 101405.
9. Geng, M.; Wang, K.; Yang, N.; Li, F.; Zou, Y.; Chen, X.; Deng, Z.; Xie, Y. Evaluation and variation trends analysis of water quality in response to water regime changes in a typical river-connected lake (Dongting Lake), China. *Environ. Pollut.* **2021**, 268, 115761.
10. Trang, H.T.; Luyện, N.Đ.; Huyền, Đ.D. Nghiên cứu đánh giá chất lượng nước sông Gianh. *Tap chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế* **2019**, 03(51), 93–100.
11. Sultana, M.S.; Ashraf, D. A reflectance-based water quality index and its application to examine degradation of river water quality in a rapidly urbanising megacity. *Environ. Adv.* **2021**, 5, 100097.
12. Jain, N.; Rudrani, Y.; Tarul, S.R. Comparative study of physico-chemical parameters and water quality index of river. *Materials Today: Proceedings* **2021**. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.508>.
13. Jyothi, S.N.; Gevargis, M.T.; Rohith Raj, R.V.; Akhil, M.; Akhil, T.; Manaswini, M.; Gutlapalli, N.C. Assessment of water quality Index and study of the impact of pollution on the rivers of Kerala. *Materials Today: Proceedings* **2021**, 43, 3447–3451.
14. Tabrez, S.; Torki, A.Z.; Mehjbeen, J. Water quality index, Labeo rohita, and Eichhornia crassipes: Suitable bio-indicators of river water pollution. *Saudi J. Biol. Sci.* **2021**. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.10.052>.
15. Howladar, M. F.; Chakma, E.; Jahan, K.N.; Islam, S.; Numanbakth, M.A.A.; Ahmed, Z.; Chowdhury, T.R.; Akter, S. The water quality and pollution sources assessment of Surma river, Bangladesh using, hydrochemical, multivariate statistical and water quality index methods. *Groundwater Sustainable Dev.* **2021**, 12, 100523.
16. Sudhakaran, S.; Mahadevan, H.; Arun, V.; Krishnakumar, A.P.; Krishnan, K.A. A multivariate statistical approach in assessing the quality of potable and irrigation water environs of the Netravati River basin (India). *Groundwater Sustainable Dev.* **2020**, 11, 100462.
17. Jessica, U.C.; Estilita, R.R.; Miren, M.S.; Maider, V.; Iñaki, A. Multivariate statistical analyses for water and sediment quality index development: A study of susceptibility in an urban river. *Sci. Total Environ.* **2020**, 711, 135026.
18. Njuguna, S.M.; Onyango, J.A.; Githaiga, K.B.; Gituru, R.W.; Yan, X. Application of multivariate statistical analysis and water quality index in health risk assessment by domestic use of river water. Case study of Tana River in Kenya. *Process Saf. Environ. Prot.* **2020**, 133, 149–158.
19. Fan, X.; Cui, B.; Zhao, H.; Zhang, Z.; Zhang, H. Assessment of river water quality in Pearl River Delta using multivariate statistical techniques. *Procedia Environ. Sci.* **2010**, 2, 1220–1234.
20. Liu, C.; Pan, C.; Chang, Y.; Luo, M. An integrated autoregressive model for predicting water quality dynamics and its application in Yongding River. *Ecol. Indic.* **2021**, 133, 108354.
21. Qi, J.; Zhang, X.; Yang, Q.; Srinivasan, R.; Arnold, J.G.; Li, J.; Waldhoff, S.T.; Cole, J. SWAT ungauged: Water quality modeling in the Upper Mississippi River Basin. *J. Hydrol.* **2020**, 584, 124601.

22. Krtolica, I.; Cvijanović, D.; Obradović, Đ.; Novković, M.; Milošević, D.; Savić, D.; Vojinović–Miloradov, M.; Radulović, S. Water quality and macrophytes in the Danube River: Artificial neural network modelling. *Ecol. Indic.* **2021**, *121*, 107076.
23. Rajaei, T.; Salar, K.; Masoud, R. Artificial intelligence–based single and hybrid models for prediction of water quality in rivers: A review. *Chemom. Intell. Lab. Syst.* **2020**, *200*, 103978.
24. Trang, K.T.T. Đánh giá mức độ ô nhiễm và rủi ro sinh thái của một số kim loại nặng trong trầm tích khu vực hạ lưu sông Đáy. Luận văn thạc sỹ, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam, 2018.
25. Lê Thị Trinh, Kiều Thị Thu Trang, Nguyễn Thành Trung, Nguyễn Khánh Linh, Trịnh Thị Thắm. Đánh giá sự tích lũy và rủi ro sinh thái một số kim loại nặng trong trầm tích mặt khu vực hạ lưu sông Đáy. *Tap chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường* **2018**, *34(4)*, 140–147.

## Assessment of water quality trend of Day River section in Nam Dinh Province from 2011–2019

Do Huu Tuan<sup>1\*</sup>, Le Thuy Dieu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science, Vietnam National University, Hanoi; tuandh@vnu.edu.vn; dieuthuy.mt45@gmail.com

**Abstract:** River water quality trend is one of the important parts of environmental management in general and water quality management in particular. Water quality assessment results serve as a basis for decisions on environmental management and protection plans. Water quality assessment by individual parameter, water quality index, and water quality trend analysis methods were used in this research to assess the water quality trend of the Day River section in Nam Dinh province from 2011–2019. The trend analysis results showed that COD, BOD<sub>5</sub>, Nitrate, and Coliform concentration trend decreased from 2011–2019; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> slicely increased; while TSS, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, and Cr<sup>6+</sup> concentration were stable. The research’s results showed that water quality of the Day River section in Nam Dinh province had good quality and improved its quality from 2011–2019. The average monitored parameters concentration from 2011–2019 were under the QCVN 08–MT:2015/BTNMT column B1.

**Keywords:** Water quality; River water quality trend; Day River; WQI.



Bài báo khoa học

## Nghiên cứu ứng dụng chỉ số khô hạn K đánh giá mức độ hạn hán trên địa bàn tỉnh Bình Thuận

Nguyễn Hồng Trường<sup>1\*</sup>, Trần Văn Hưng<sup>1</sup>, Từ Thị Năm<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ; [truongmeteo@gmail.com](mailto:truongmeteo@gmail.com);  
[tranhungdubao@gmail.com](mailto:tranhungdubao@gmail.com)

<sup>2</sup> Trường Đại học TNMT TP Hồ Chí Minh; [ttnam@hcmunre.edu.vn](mailto:ttnam@hcmunre.edu.vn)

\*Tác giả liên hệ: [truongmeteo@gmail.com](mailto:truongmeteo@gmail.com); Tel.: +84-905490246

Ban Biên tập nhận bài: 15/10/2021; Ngày phản biện xong: 6/12/2021; Ngày đăng bài: 25/2/2022

**Tóm tắt:** Bình Thuận diễn biến hạn hán, thiếu nước ngày càng gia tăng, nguồn nước đang ngày càng khan hiếm. Để đảm bảo đủ nguồn nước phục vụ cho phát triển kinh tế - xã hội thì công tác quản lý, phòng chống hạn là vấn đề cần được quan tâm. Trong bài báo này ứng dụng chỉ số hạn K (chỉ số cân cân nguồn nước), đánh giá mức độ khô hạn, thiếu nước và xây dựng bản đồ hạn hán tại tỉnh Bình Thuận đã cho một cái nhìn tổng quan về hạn và khả năng xảy ra hạn và đây cũng là cơ sở để tham khảo trong thiết lập hệ thống đánh giá, giám sát và cảnh báo hạn hán, cho phép định hướng khai thác nguồn nước hợp lý.

**Từ khóa:** Chỉ số khô hạn (K); Tần suất hạn; Bình Thuận.

### 1. Mở đầu

Trong những năm gần đây hạn hán xảy ra nhiều nơi trên cả nước nói chung, tỉnh Bình Thuận nói riêng, gây ra nhiều thiệt hại, ảnh hưởng đến đời sống con người, môi trường sinh thái. Nhiều tổ chức quốc tế và nhiều quốc gia trên thế giới đã tiến hành nghiên cứu hạn hán với mục tiêu chung là góp phần dự báo, cảnh báo, khai thác nguồn tài nguyên nước hợp lý, hạn chế tác động của hạn hán đối với đời sống con người, sản xuất và môi trường sinh thái [1]. Hiện tượng hạn hán được xem là một trong số các hiện tượng khí hậu cực đoan, một loại thiên tai phổ biến ở trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Việc nắm bắt các quy luật diễn biến khí hậu để quản lý, khai thác nguồn nước hợp lý, có ý nghĩa cấp thiết trong thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.

Ở nước ta, đã có nhiều công trình nghiên cứu ứng dụng các chỉ số hạn hán khác nhau phục vụ việc đánh giá hiện trạng, biến đổi, giám sát, cảnh báo và dự báo [2-3]. Sử dụng chỉ số khô hạn K (tỷ số giữa phần chi và phần thu chủ yếu của cân cân nước) trong các nghiên cứu về hạn. [4-8] sử dụng chỉ số K, SPI, tỷ chuẩn lượng mưa (TC), thiếu hụt lượng mưa (D) và chỉ số phục hồi hạn hán (RDI) để đánh giá và xây dựng các bản đồ hạn hán và thiếu nước sinh hoạt trên khu vực Tây Nguyên và Nam Trung Bộ. [9-10] sử dụng chỉ số SPI đã được ứng dụng nghiên cứu đánh giá, giám sát, cảnh báo và dự báo hạn hán ở Việt Nam. [11] đã sử dụng chỉ số  $K_{\text{hạn}}$  được tính toán từ kết quả mô phỏng dòng chảy từ mô hình SWAT xây dựng bản đồ phân vùng hạn hán lưu vực sông Ba....

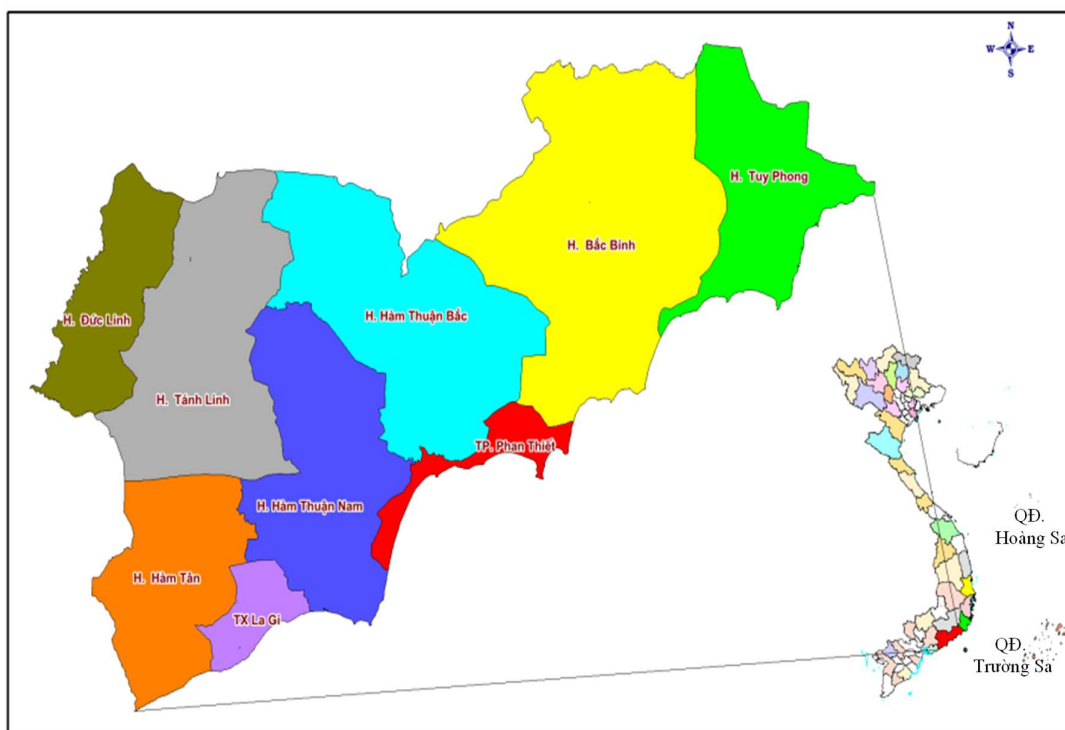
Mỗi chỉ số hạn, hệ số khô hạn đều có ưu, nhược điểm khác nhau và mỗi khu vực thường phải nghiên cứu kỹ từng chỉ số hạn để áp dụng cho phù hợp với điều kiện khí hậu, diễn biến hạn thực tế đã xảy ra ở địa phương. Việc nghiên cứu đánh giá khô hạn tại tỉnh Bình Thuận có ý nghĩa hết sức quan trọng, là cơ sở để các nhà quản lý các sở, ngành có những quyết sách phù

hợp để khai thác, sử dụng nguồn nước, bố trí mùa vụ, cơ cấu cây trồng hợp lý và đưa ra các biện pháp thích ứng với hạn hán, nhằm giảm thiểu rủi ro hạn hán từ cấp xã, huyện trên địa bàn tỉnh [12]; đặc biệt ở những vùng đất hoang hóa, khô cằn trở nên hữu dụng theo yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội sát với thực tiễn tại địa phương [13].

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Bình Thuận là một tỉnh duyên hải Nam Trung Bộ, trong giới hạn tọa độ địa lý từ 10°33'42" đến 11°33'18" vĩ độ Bắc, từ 107°23'41" đến 108°52'18" kinh độ Đông (tập trung các huyện) (Hình 1).



Hình 1. Bản đồ phạm vi nghiên cứu.

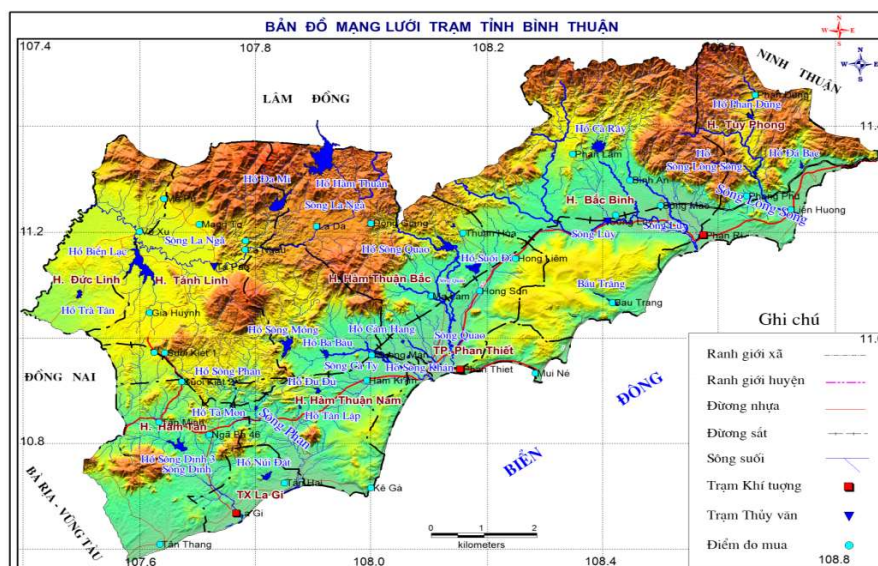
Trong những năm gần đây, dưới tác động của biến đổi khí hậu [14–15] đã làm diễn biến thời tiết thủy văn ngày càng phức tạp, biểu hiện ở nhiệt độ có xu hướng tăng, lượng mưa và dòng chảy mùa cạn giảm mạnh càng làm nguy cơ suy thoái nguồn nước, tăng khả năng, mức độ thiếu nước, hạn hán ở khu vực Bình Thuận, điển hình như các năm 1998, 2004, 2005, 2010, 2013, 2014, 2015, 2016, 2019–2020.

### 2.2. Cơ sở dữ liệu

Nghiên cứu đã sử dụng trên 12 trạm, trong đó 4 trạm khí tượng, 2 trạm thủy văn, 6 điểm đo khảo sát trong tỉnh (Hình 2). Đối với diện tích tỉnh Bình Thuận, số điểm, số trạm đo như vậy là tương đối phù hợp. Khoảng cách các trạm, điểm đo gần nhất là 8,3 km và xa nhất là 45 km. Chuỗi số liệu tại các trạm khí tượng, thủy văn, điểm đo mưa nhân dân tỉnh Bình Thuận, chủ yếu bắt đầu có từ năm 1978 đến 2020, đã được phúc thẩm kiểm tra theo qui chuẩn của ngành khí tượng thủy văn, đảm bảo tính liên tục, đủ dài theo tính toán yêu cầu cho các đặc trưng khí hậu, thủy văn [16].

**Bảng 1.** Mạng lưới trạm tỉnh Bình Thuận [16].

STT	Trạm	Yếu tố đo	Thời gian
1	Phan Rí	Nhiệt độ, bốc hơi, mưa, ẩm, gió,..	1978–2020
2	TV Sông Lũy	Mức nước, lưu lượng, mưa, nhiệt độ, bốc hơi...	1978–2020
3	Hồng Liêm	Nhiệt độ, bốc hơi, mưa, ẩm	Đo khảo sát
4	Ma Lâm	Nhiệt độ, bốc hơi, mưa, ẩm	Đo khảo sát
5	Phan Thiết	Nhiệt độ, bốc hơi, mưa, ẩm, gió,..	1978–2020
6	Hàm Kiệm	Nhiệt độ, bốc hơi, mưa, ẩm	Đo khảo sát
7	TV Tà Pao	Mức nước, lưu lượng, mưa, nhiệt độ, bốc hơi...	1978–2020
8	Ngã Ba 46	Nhiệt độ, bốc hơi, mưa, ẩm	Đo khảo sát
9	La Gi	Nhiệt độ, bốc hơi, mưa, ẩm, gió,..	1978–2020
10	Võ Xu	Nhiệt độ, bốc hơi, mưa, ẩm	Đo khảo sát
11	La Ngâu	Nhiệt độ, bốc hơi, mưa, ẩm	Đo khảo sát
12	Phú Quý	Mức nước biển, mưa, nhiệt độ, bốc hơi, ẩm ...	1978–2020



**Hình 2.** Bản đồ mạng lưới trạm, sông suối tỉnh Bình Thuận.

**2.3. Lựa chọn chỉ số hạn và xây dựng phương pháp phân vùng hạn phù hợp thực tế tại tỉnh Bình Thuận**

**a) Định hướng lựa chọn chỉ tiêu xác định hạn khí tượng**

Chỉ tiêu xác định hạn phải phản ánh được các đặc trưng cơ bản sau đây về tình hình hạn ở Bình Thuận [8]:

- Hạn phân bố theo mùa, tùy thuộc vào chế độ mưa.
- Hạn chủ yếu xảy ra trong mùa khô xong cũng có thể xảy ra trong một thời gian nào đó của mùa mưa.
- Hạn có thể xảy ra ở vùng này nhưng không xảy ra ở vùng khác, thậm chí trên cùng một vùng hạn có thể xảy ra ở địa điểm này nhưng không thể xảy ra ở địa điểm khác.
- Mức độ hạn gắn liền với tần suất hạn, thời gian kéo dài của hạn và cường độ hạn hay mức thâm hụt về lượng mưa trong quá trình hạn.

Qua quá trình tính toán, chọn lọc các chỉ tiêu khô hạn, tần suất xuất hiện khô hạn tại khu vực tỉnh Bình Thuận. Trong bài báo này tác giả đã lựa chọn chỉ số khô hạn (K) [1] để nghiên cứu cho khu vực tỉnh Bình Thuận.

\* Chỉ số khô hạn K: 
$$K_i = \frac{E_i}{R_i} \tag{1}$$

Trong đó  $E_i$  là lượng bốc hơi Picche thời đoạn tính toán (sử dụng số liệu tháng, mùa, năm);  $R_i$  là lượng mưa thời đoạn tính toán (sử dụng số liệu tháng, mùa, năm).

**Bảng 2.** Ngưỡng các chỉ tiêu đánh giá khô hạn [1].

Hệ số K	Khoảng giá trị
Ấm	<1,0
Hơi khô	1,0 ≤ K ≤ 2,0
Khô hạn	2,0 < K < 4,0
Rất khô hạn	K ≥ 4

\* Công thức tính tần suất khô hạn

$$Ph (\%) = \frac{m(H)}{n(H)} \tag{2}$$

Trong đó Ph là tần suất hạn cần tính (tháng, mùa, năm); H là sự kiện xảy ra hạn (tháng, mùa, năm); m(H) là số lần xảy ra khô hạn (tháng, mùa, năm); n(H) là số lần tính toán (tháng, mùa, năm).

b) Phương pháp phân vùng khô hạn

\* Phương pháp phân vùng khô hạn tỉnh Bình Thuận: Dựa theo phương pháp nội suy không gian IDW (*Inverse Distance Weight*) Để xây dựng bản đồ phân vùng hạn chúng tôi đã dùng phương pháp nội suy không gian IDW. Phương pháp tính nội suy dựa theo khoảng cách đến các trạm lân cận có cùng điều kiện theo công thức sau:

$$P = \frac{\sum \left( \frac{P_i}{r_i^b} \right) i}{\sum \left( \frac{1}{r_i^b} \right) i} \tag{3}$$

Trong đó P là tần suất hạn hạn; i là chỉ số các trạm lân cận thứ i;  $r_i$  là khoảng cách không gian giữa 2 điểm nghiên cứu đến trạm thứ i; Số mũ b càng cao thì mức độ ảnh hưởng của các điểm ở xa càng thấp và một số xem như không đáng kể, thông thường  $b = 2$  [4-5].

\* Bản đồ phân vùng hạn khí tượng được thực hiện với hai mục tiêu sau:

- Phản ánh trung thực những đặc điểm và quy luật phân hóa chủ yếu về hạn hạn đã được phân tích, đúc kết.

- Cung cấp thông tin cô đọng và khái quát về sự hình thành các vùng có điều kiện hạn khí tượng khác nhau.

\* Các nguyên tắc xây dựng bản đồ phân vùng hạn hạn:

- Bảo đảm tính khoa học của sơ đồ phân vùng thông qua việc lựa chọn và xác định các phân hóa chủ yếu về hạn hạn.

- Coi thông tin hạn được mô tả trên các bảng và phụ lục số liệu là cơ sở chủ yếu của sơ đồ phân vùng hạn.

- Tôn trọng và quán triệt ý nghĩa phổ biến về ranh giới trong sơ đồ phân vùng khí hậu, do đó ranh giới trong sơ đồ phân vùng khô hạn là tượng trưng cho sự quá độ giữa các đơn vị khô hạn kế cận.

### 3. Kết quả nghiên cứu

#### 3.1. Tính toán chỉ số khô hạn (K)

Sử dụng số liệu của 12 trạm KTTV trên khu vực tỉnh Bình Thuận, tính toán chỉ số khô hạn (K) theo tháng, kết quả tính toán chỉ chỉ số khô hạn trên cơ sở số liệu mưa (tháng và năm), bốc hơi picher (tháng và năm) của các trạm khí tượng, thủy văn ở tỉnh Bình Thuận.

Qua kết quả tính toán chỉ số khô hạn năm ở Bình Thuận phổ biến là 0,8–3,2 riêng ở Phan Rí (Tuy Phong) đạt trị số cao nhất là 3,2; có nghĩa là lượng bốc hơi (phân chi) cao hơn gần gấp 3 lần lượng mưa (phân thu). Nơi có chỉ số khô hạn thấp hơn 0,9 là Ngã Ba 46, La Gi, Võ Xu, Tà Pao và La Ngâu. Ở Bình Thuận, chỉ số khô hạn thấp dần từ bắc vào nam và từ vùng thấp lên vùng cao (Bảng 3).

**Bảng 3.** Kết quả chỉ số (K) năm tỉnh Bình Thuận.

Năm	Phan	Sông	Hồng	Ma	Phan	Hàm	Tà	Ngã	La			Phú
	Rí	Lũy	Liên	Lâm	Thiết	Kiệm	Pao	46	La Gi	Võ Xu	Ngâu	Quý
1978	4,5	1,4	2,1	0,5	0,9	1,3	0,6	1,2	0,7	1,1	0,5	0,0
1979	5,9	1,6	2,6	1,1	1,1	1,7	0,6	0,4	0,9	1,1	0,5	1,2
1980	2,4	0,7	2,0	0,6	0,9	0,7	0,7	0,6	0,7	1,3	0,6	0,8
1981	3,2	1,0	2,6	0,6	1,1	1,1	0,7	0,4	0,8	1,3	0,7	0,6
1982	4,1	1,1	2,5	1,2	1,1	1,2	0,7	0,5	0,8	1,3	1,0	0,0
1983	3,8	1,2	2,9	1,7	1,3	1,2	0,7	0,8	1,0	0,8	1,2	0,7
1984	3,4	1,0	2,5	1,8	1,1	1,1	0,7	1,2	0,7	0,5	1,1	0,9
1985	6,7	2,6	3,6	1,6	1,7	2,6	0,9	1,2	0,9	1,2	1,0	0,6
1986	4,2	1,2	2,0	1,5	1,0	1,3	0,7	1,4	0,7	0,5	0,9	0,7
1987	4,4	1,6	2,8	0,9	1,5	1,6	0,8	1,5	1,0	0,7	0,6	0,8
1988	4,9	2,0	2,0	0,9	1,1	2,0	0,8	0,4	1,0	0,9	0,9	1,4
1989	3,1	1,2	2,7	1,3	1,4	1,3	0,5	0,3	0,8	0,8	0,6	1,6
1990	3,4	2,0	2,7	2,0	1,6	1,9	0,7	0,3	0,9	1,2	0,7	1,1
1991	4,7	2,3	2,2	1,7	1,4	2,2	0,7	0,4	0,9	1,3	0,8	1,3
1992	3,8	1,8	3,1	2,9	1,8	1,8	0,9	1,2	1,0	0,7	0,7	1,5
1993	3,5	1,8	2,9	1,4	1,7	1,7	1,0	0,9	0,7	0,7	0,8	1,9
1994	2,0	0,8	2,0	1,1	1,0	0,8	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6	1,2
1995	3,1	1,8	2,6	1,7	1,4	1,7	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	1,3
1996	2,0	0,8	1,8	1,1	0,9	0,9	0,7	0,7	0,9	0,7	0,7	0,6
1997	2,9	1,2	3,3	1,4	1,6	1,3	0,7	0,9	0,8	0,6	0,8	1,3
1998	2,1	0,9	2,6	1,1	1,1	0,9	0,7	1,0	1,2	0,7	0,7	0,7
1999	2,0	0,7	1,4	1,6	0,6	0,8	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,8
2000	2,3	0,9	1,6	1,3	0,8	1,0	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,8
2001	2,9	1,3	2,5	1,9	1,2	1,4	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,9
2002	3,4	1,4	2,4	1,5	1,2	1,5	0,8	1,1	0,9	0,9	0,8	1,2
2003	2,7	1,2	2,2	1,1	1,1	1,3	0,7	1,0	0,7	0,7	0,8	0,6
2004	3,3	1,3	3,1	2,5	1,3	1,4	1,0	1,2	1,5	0,9	1,0	1,5
2005	3,1	1,3	2,3	2,0	1,1	1,4	0,7	1,0	1,1	0,7	0,7	1,4
2006	2,8	1,2	1,9	1,3	1,0	1,2	0,6	0,7	0,9	0,5	0,6	1,2
2007	2,4	1,2	1,9	1,3	1,1	1,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0
2008	2,3	1,1	2,1	1,7	1,2	1,1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	1,1
2009	3,3	2,3	2,4	1,7	1,5	2,2	0,6	0,8	1,0	0,7	0,6	1,2

Năm	Phan	Sông	Hồng	Ma	Phan	Hàm	Tà	Ngã Ba				Phú
	Rí	Lũy	Liên	Lâm	Thiết	Kiệm	Pao	46	La Gi	Võ Xu	Ngâu	Quý
2010	3,6	2,0	2,6	2,1	1,5	2,0	1,0	0,9	1,1	1,2	1,1	0,7
2011	2,4	1,6	2,1	1,7	1,2	1,6	0,6	1,0	0,8	0,7	0,7	1,9
2012	2,3	1,2	2,0	1,4	1,2	1,2	0,6	0,9	0,8	0,6	0,7	1,2
2013	2,3	1,4	3,1	2,0	1,7	1,4	0,7	1,0	1,1	0,9	0,8	1,0
2014	4,1	1,5	2,5	2,0	1,4	1,4	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	1,3
2015	4,3	1,8	3,2	2,1	1,8	1,7	1,2	1,2	1,2	1,0	1,1	1,0
2016	1,8	1,4	2,1	1,5	1,2	1,4	0,8	0,8	0,7	1,0	0,8	0,8
2017	1,4	0,9	2,8	1,6	1,3	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5
2018	2,0	1,3	2,6	0,8	1,2	1,4	0,8	0,4	0,8	1,6	0,7	0,9
2019	2,6	2,0	3,0	0,6	1,6	2,0	0,8	0,3	0,6	0,8	0,7	1,2
2020	2,1	0,9	2,9	0,9	1,5	0,9	0,8	0,5	0,7	0,8	0,8	0,7
Trung bình	3,2	1,4	2,5	1,5	1,3	1,4	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	1,0

### 3.2. Chỉ số khô hạn(K) tháng, mùa và tần suất xuất hiện

\* Chỉ số khô hạn K trên các khu vực

Kết quả tính toán chỉ số (K) theo tháng cho thấy chỉ số khô hạn xảy ra ở tỉnh Bình Thuận hầu hết vào các tháng đầu năm và cuối năm (trong thời gian từ tháng 11 năm trước đến hết tháng 4 năm sau), chỉ số khô hạn trên toàn tỉnh phổ biến từ hơi khô đến rất khô ( $K > 1,3$ ); từ tháng 5 đến tháng 10 các khu vực trong tỉnh chủ yếu ẩm ướt đến hơi khô ( $K$  từ 0,3 đến 1,6).

Đối với khu vực phía Bắc và Trung tâm của tỉnh (trạm KT Phan Rí, TV Sông Lũy, KT Phan Thiết,...) chỉ số khô đến rất khô thường kéo dài hơn so với phía Nam và Tây nam tỉnh. Riêng Tuy Phong, Bắc Bình hạn kéo dài gần như quanh năm như trạm Phan Rí (12 tháng), Hồng Liên (11 tháng). Đối với khu vực Tây Nam của tỉnh (trạm KT La Gi, TV Tà Pao, Võ Xu,...) chỉ số khô đến rất khô thường kéo dài 6 tháng (từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau).

\* Các mùa khô, ẩm trên toàn tỉnh

Mùa khô (6 tháng): Từ tháng 12 năm trước đến tháng 4 năm sau chỉ số K phổ biến từ khô đến rất khô ( $K > 2,8$ ); riêng tháng 11 là tháng chuyển tiếp giữa mùa mưa và mùa mưa chỉ số K phổ biến từ 1,3 đến 3,6. Chỉ số khô hạn ở khu vực phía Đông, Đông Bắc và Trung tâm tỉnh thường cao hơn so với các khu vực khác trong tỉnh, nhiều nơi gấp hơn 3 lần.

Mùa mưa: Từ tháng 5 năm đến tháng 10 chỉ số K phổ biến từ rất ẩm đến hơi khô ( $K$  từ 0,3 đến 1,6). Đối với khu vực Tây nam của tỉnh mùa mưa các tháng ẩm đến rất ẩm (không cần tưới) dài hơn so với phía Bắc và Trung tâm tỉnh, thể hiện khu vực này hạn ít khắc nghiệt hơn, chủ yếu xảy ra hạn cục bộ ở một số nơi trong khu vực (Bảng 4).

**Bảng 4.** Kết quả chỉ số khô hạn (K) tháng, năm tỉnh Bình Thuận.

Trạm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Phan Rí	71,1	970,9	33,4	15,3	1,6	1,4	1,4	1,3	1,0	1,2	3,6	12,8	3,2
Sông Lũy	39,9	380,1	13,9	7,3	0,9	0,8	0,7	0,8	0,5	0,5	1,4	6,8	1,4
Hồng Liên	59,5	883,3	47,5	9,8	1,6	1,3	1,1	1,1	0,9	1,2	3,3	11,2	2,5
Ma Lâm	37,2	308,3	21,8	6,2	1,0	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	1,6	8,5	1,5
Phan Thiết	29,9	377,8	23,7	4,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	1,6	5,8	1,3

Trạm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Hàm Kiệm	36,8	309,3	13,4	7,0	0,9	0,8	0,7	0,8	0,5	0,5	1,4	6,5	1,4
Tà Pao	24,0	64,4	14,9	2,9	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	1,3	5,8	0,8
Ngã Ba 46	33,6	191,2	20,8	2,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	1,3	6,2	0,8
La Gi	65,8	478,9	20,7	4,1	0,7	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	2,0	5,1	0,9
Võ Xu	31,8	37,1	11,3	3,0	0,7	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	1,3	5,6	0,9
La Ngâu	36,3	47,3	11,9	2,8	0,7	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	1,4	7,5	0,8
Phú Quý	9,7	24,2	9,3	2,8	0,9	0,7	0,8	0,9	0,5	0,4	0,6	1,4	1,1

Điều đáng lưu ý là, trong những trường hợp lượng bốc hơi tháng quá cao và lượng mưa tháng quá thấp, chỉ số K cao hơn 100 thì chấp nhận giá trị tối đa là 100 (có nghĩa là phân chi cao hơn phân thu 100 lần). Thực tế cho thấy, với giá trị tối đa có thể hình dung được mức độ khô hạn ở các vùng trong tỉnh.

\* Tần suất khô hạn trên các khu vực tỉnh

Khu vực phía bắc và trung tâm tỉnh: Tần xuất xuất hiện chỉ số khô hạn từ khô đến rất khô chiếm tỷ lệ 79–100% (Bảng 5). Khu vực phía nam tỉnh: Tần xuất xuất hiện chỉ số khô hạn từ hơi khô đến khô chiếm tỷ lệ 9–23%. Riêng huyện đảo Phú Quý chỉ số khô hạn xảy ra từ tháng 12 năm trước đến hết tháng 4 năm sau. Tần xuất xuất hiện chỉ số khô hạn hơi khô chiếm tỷ lệ 48,8%. Mùa mùa khô trên địa bàn tỉnh Bình Thuận đều có tần suất xảy ra khô hạn từ khô đến rất khô chiếm tỷ lệ 83–100%; hơi khô đến ẩm chiếm tỉ lệ 0–17%. Ngược lại mùa mưa tần suất khô hạn gần như ẩm đến hơi khô.

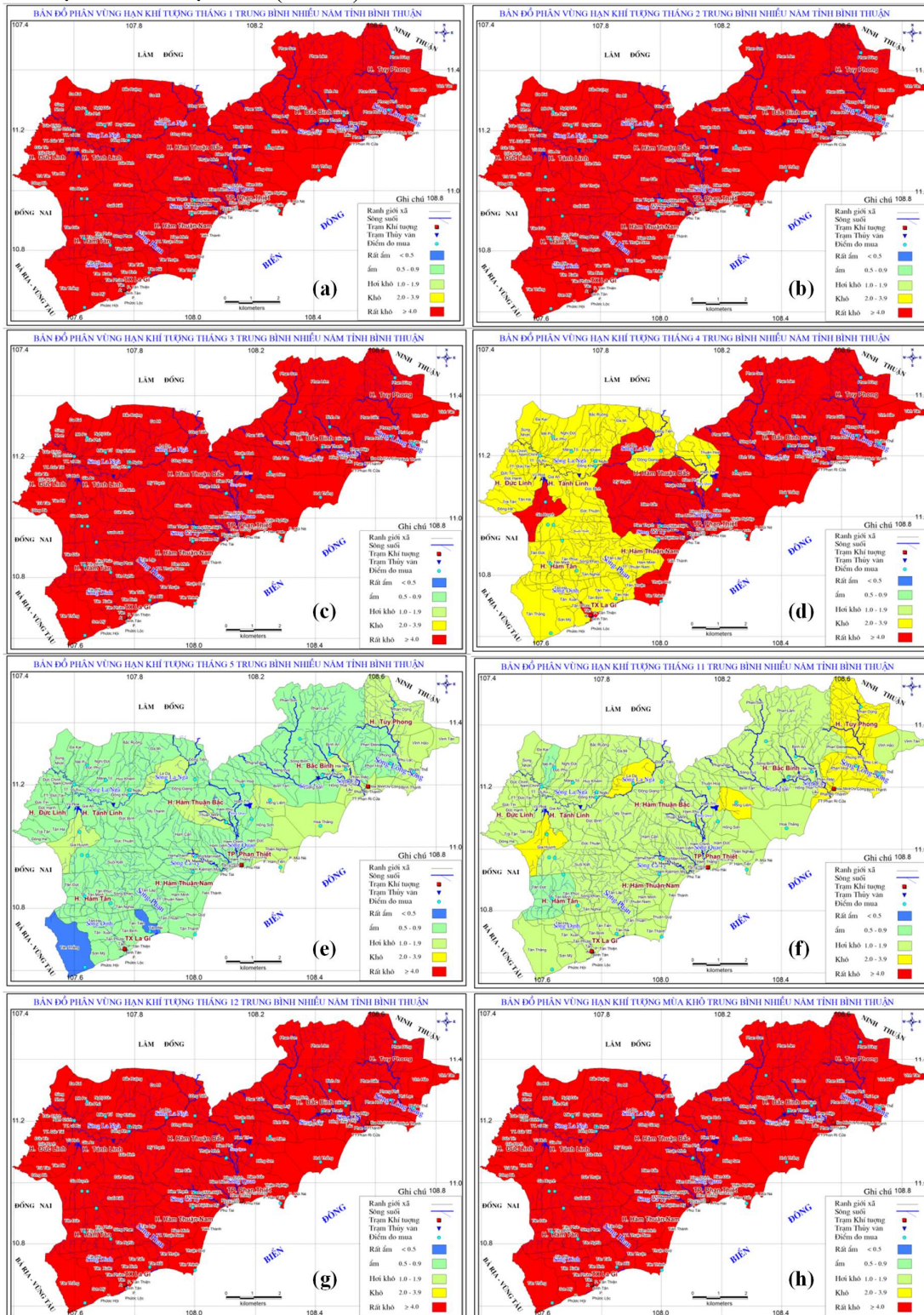
**Bảng 5.** Chỉ số khô hạn mùa, năm và tần suất xuất hiện tại các trạm (Đơn vị: %).

Trạm	Mức độ hạn							Mức độ hạn năm
	Rất khô	Khô	Hơi khô	Ẩm	Rất ẩm	K(MK)	K(TBNN)	
Phan Rí	23,3	69,8	7,0	0,0	0,0	10,3	3,2	Khô
Sông Lũy	0,0	11,6	67,4	20,9	0,0	4,1	1,4	Hơi khô
Hồng Liêm	0,0	83,7	16,3	0,0	0,0	7,2	2,5	Khô
Ma Lâm	0,0	14,0	67,4	18,6	0,0	4,5	1,5	Hơi khô
Phan Thiết	0,0	0,0	83,7	16,3	0,0	3,6	1,3	Hơi khô
Hàm Kiệm	0,0	11,6	69,8	18,6	0,0	14,6	1,4	Hơi khô
Tà Pao	0,0	0,0	9,3	90,7	0,0	2,6	0,8	Ẩm
Ngã Ba 46	0,0	0,0	23,3	55,8	20,9	2,5	0,8	Ẩm
La Gi	0,0	0,0	18,6	81,4	0,0	3,2	0,9	Ẩm
Võ Xu	0,0	0,0	23,3	74,4	2,3	2,9	0,9	Ẩm
La Ngâu	0,0	0,0	14,0	83,7	2,3	2,7	0,8	Ẩm
Phú Quý	0,0	0,0	48,8	46,5	4,7	2,2	1,0	Hơi khô

### 3.3. Bản đồ phân vùng khô hạn

Trong quá trình phân tích tính chất, mức độ và phân vùng hạn các nhà nghiên cứu lựa chọn chỉ số khô hạn tháng và năm. Hai chỉ số này vừa có khả năng phản ánh cán cân thu chi về nước trong các tháng cũng như trong cả năm vừa là cơ sở của việc phân định các mùa khô/ ẩm trên từng khu vực và trên phạm vi toàn tỉnh. Phân hóa về hạn gắn liền với phân hóa về mưa, đặc biệt về mùa mưa [17].

Trên mỗi vùng khô hạn hình thành nhiều tiểu vùng có cấp độ hạn khác nhau [18]. Tuy vậy cấp độ hạn nặng xảy ra hầu khắp trên các tiểu vùng thuộc khu vực tỉnh. Trên nền chung là khí hậu nhiệt đới gió mùa nhưng do sự phân hóa và nâng lên của địa hình, khí hậu Bình Thuận đã phân hóa thành những vùng và tiểu vùng khô hạn với một số khác biệt so với các khu vực khác ở Việt Nam (Hình 3).



Hình 3. Bản đồ chỉ số hạn K tháng, mùa khô, năm.



Như vậy chỉ số đánh giá mức độ khô hạn xảy ra mùa khô từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau là rất phù hợp với tình hình mưa tại tỉnh Bình Thuận, tổng lượng mưa toàn mùa khô các nơi phổ biến từ 125–490 mm, chiếm khoảng 13–23% ở mức rất thấp so với tổng lượng mưa năm. Trong khi đó lượng mưa năm khu vực bắc và ven biển chỉ đạt 700–1.260 mm/năm. Khu vực phía nam lượng mưa năm đạt từ 1.600–2.200 mm/năm.

#### 4. Kết luận

Trên cơ sở bộ số liệu KTTV (thời gian và không gian), kết hợp với số liệu khảo sát khí hậu sử dụng các công thức tính toán các chỉ số hạn (K). Chỉ số hạn đã thể hiện được các vùng hạn khác nhau trên địa bàn toàn tỉnh về cấp độ hạn, thời gian hạn, thời gian kết thúc đợt hạn, thời gian đợt hạn kéo dài,... Kết quả tính toán, đánh giá chỉ số hạn sát với những năm hạn thực tế đã xảy ra trên địa bàn tỉnh Bình Thuận. Các chỉ số khô hạn tháng, mùa, năm đều trùng với thời kỳ ít mưa trong năm. Việc phân tích lựa chọn, ứng dụng chỉ số khô hạn (K) làm công cụ tính toán khô hạn tương đối phù hợp so với các chỉ số khô hạn khác đã nêu ở trên (SPI, D, TC,  $K_{\text{hạn}}$ ,...). Riêng các chỉ số SPDI, SWSI không khả quan vì số liệu nước ngầm, độ ẩm đất,... rất ít hoặc không có. Xác định tần suất xuất hiện khô hạn xảy ra trên địa bàn tỉnh theo tháng, mùa (theo chỉ số K) làm cơ sở cho việc xây dựng bản đồ phân vùng khô hạn tháng, mùa, năm phục vụ cho công tác dự báo và giám sát hạn hán khu vực tỉnh Bình Thuận.

Như đã phân tích tình hình hạn hán trong những năm gần đây của cả nước nói chung và tỉnh Bình Thuận nói riêng đã cho thấy hạn hán, biến đổi khí hậu đã làm ảnh hưởng rất lớn đến phát triển kinh tế cũng như đời sống của người dân [11, 14, 15]. Bình Thuận được xem là tỉnh khô hạn nhất cả nước chỉ sau Ninh Thuận, lượng mưa trung bình năm thấp, khả năng cung cấp nguồn nước trong mùa khô gặp rất nhiều khó khăn cho sản xuất; đặc biệt hạn thường gây gắt nhất vào những thời kỳ El-Nino mạnh [19–20]. Phân bố mưa theo không gian và thời gian hết sức bất lợi cho cây trồng; đặc biệt là khu vực Tuy Phong, Bắc Bình, Hàm Thuận Bắc. Mùa khô hạn chiếm từ 7–9 tháng trong năm, trong đó từ tháng 1 đến tháng 4 hàng năm là khô hạn nặng. Cuối năm 2019 đầu năm 2020, diễn biến hạn phức tạp, ảnh hưởng đến đời sống kinh tế xã hội, tỉnh Bình Thuận phải công bố mức độ hạn cấp 2.

Việc xây dựng bản đồ khô hạn hàng tháng, mùa, năm khu vực tỉnh Bình Thuận trên dựa trên chỉ số (K) chưa thể hiện hết tác động của hạn hán ở các vùng. Để xây dựng bản đồ sát với tình hình diễn biến hạn tại các vùng, tiểu vùng cần xem xét một cách tổng hợp các loại hạn: hạn khí tượng, hạn nông nghiệp và hạn thủy văn. Từ đó có thể sử dụng để đánh giá và giám sát hạn hán trên phạm vi toàn tỉnh. Bản đồ phân vùng hạn hán là cơ sở có thể áp dụng vào trong công tác dự báo, cảnh báo hạn sớm hiệu quả trên địa bàn tỉnh.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.H.T., T.V.H., T.T.N.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.H.T., T.V.H., T.T.N.; Thu thập, phân tích, tính toán xử lý số liệu: N.H.T., T.V.H., T.T.N.; Viết bản thảo bài báo: N.H.T., T.V.H., T.T.N.; Chỉnh sửa bài báo: N.H.T.

**Lời cảm ơn:** Tác giả chân thành trọng cảm ơn tới Đài Khí tượng thủy văn tỉnh Bình Thuận, Ban chỉ huy phòng chống thiên tai, tìm kiếm cứu nạn tỉnh Bình Thuận đã phối hợp để hoàn thành đề tài và có bài báo này. Trân trọng cảm ơn Ban biên tập Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Tổng cục Khí tượng Thủy văn.

**Lời cam đoan:** Tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu tác giả, chưa được công bố ở đâu, không sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích.

#### Tài liệu tham khảo

1. Hiệu, T.N. Phân bố hạn hán và tác động của nó ở Việt Nam, 1995.
2. Học, X.Đ. Nghiên cứu các giải pháp giảm nhẹ thiên tai hạn hán ở các tỉnh Duyên hải miền Trung từ Hà Tĩnh đến Bình Thuận, 2001.

3. Ngử, N.Đ.; Hiệu, N.T. Tìm hiểu về hạn hán và hoang mạc hoá. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2002.
4. Kim, N.Q. và cs. Nghiên cứu dự báo hạn hán vùng Nam Trung bộ và Tây Nguyên và xây dựng các giải pháp phòng chống, 2005.
5. Thục, T. Xây dựng bản đồ hạn hán và mức độ thiếu nước sinh hoạt ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Đề án cấp Bộ - Viện Khoa học KTTV và Môi trường, 2008.
6. Sâm, L.; Vương, N.Đ. Nghiên cứu đánh giá tình hình hạn hán, thiếu nước trong mùa khô, xây dựng phương án cảnh báo và bản đồ phân vùng hạn hán tỉnh Ninh Thuận. Báo cáo tổng kết đề tài cấp tỉnh, 2008.
7. Trường, N.H. Phân vùng khô hạn một số kiến nghị bảo vệ tài nguyên nước mặt phục vụ cho sản xuất nông nghiệp và phát triển kinh tế xã hội tỉnh Ninh Thuận, 2007.
8. Thắng, N.V. Nghiên cứu và xây dựng công nghệ dự báo và cảnh báo sớm hạn hán ở Việt Nam, Đề tài NCKH, Viện KTTV, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2007.
9. Thắng, N.V.; Khiêm, M.V.; Mậu, N.Đ.; Trí, T.Đ. Nghiên cứu xác định chỉ tiêu hạn hán cho vùng Nam trung bộ. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2014**, 639, 49–55.
10. Hoa, N.N.; An, N.L; Trí, Đ.Q.; Đạt, T.T; Mai, Đ.T.; Trường, Đ.Đ. Nghiên cứu phương pháp dự báo hạn khí tượng thủy văn áp dụng cho khu vực tỉnh Đắk Lắk, Tây Nguyên. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, 699, 30–41.
11. Thành, N.N.; Thái, T.H.; Dũng, B.Q. Nghiên cứu xây dựng bản đồ phân vùng hạn hán lưu vực sông Ba trong bối cảnh biến đổi khí hậu. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, 704, 20–27.
12. Prathumchai, K.; Honda, K.; Nualchawee, K. Drought risk valuation using remote sensing and GIS: A case study in Buri province. Proceeding of the 22<sup>nd</sup> Asian Conference on Remote Sensing, 5 - 9 November 2001, Singapore, 2001, pp. 6.
13. Thông, M.T; Hiền, N.T. Nguyên nhân và giải pháp phòng ngừa, ngăn ngừa quá trình hoang mạc hóa ở Nam Trung Bộ Việt Nam (Ninh Thuận - Bình Thuận). Mã số KH07-01- Viện địa lý, 1999.
14. Hiệu, N.T.; Thắng, N.V.; Hương, P.T.T. Tác động của biến đổi khí hậu đến hạn hán trên các vùng khí hậu ở Việt Nam. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2010**, 598, 21–25.
15. World Meteorological Organization: Drought monitoring and early warning: Concepts, progress and future challenges. Weather and climate information for sustainable agricultural development. WMO–No.1006, 2006.
16. Hương, N.T. Đặc điểm Khí tượng Thủy văn Bình Thuận năm, 2014.
17. Hiệu, N.T; Hương, P.T.T; Ngọc, L.T.B. Đặc điểm hạn và phân vùng hạn ở Việt Nam. Báo cáo hội thảo khoa học Viện KTTV lần thứ 8, 2003.
18. Tri, D.Q.; Truong, D.D.; Dat, T.T. Application of Meteorological and Hydrological drought indices to establish drought classification maps of the Ba river basin in Viet Nam. *Hydrology* **2019**, 6, 49.
19. Thuận, H.T; Đại, H.V. Đánh giá nhu cầu dùng nước của tỉnh Bình Thuận dưới tác động của biến đổi khí hậu. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2014**, 638, 18–22.
20. Ngử, N.Đ. ENSO và hạn hán ở các tỉnh ven biển miền Trung và Tây Nguyên. *Tap chí Khí tượng thủy văn* **2005**, 530(2), 1–15.

## **Research on droughts based on the drought index (K) on Binh Thuan province**

**Nguyen Hong Truong<sup>1\*</sup>, Tran Van Hung<sup>1</sup>, Tu Thi Nam<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Sough Central Regional Hydro–Meteorological Station; truongmeteo@gmail.com; tranhungdubao@gmail.com

<sup>2</sup> HCM Natural Resources and Environment University; ttnam@hcmunre.edu.vn

**Abstract:** On Binh Thuan province, drought, lacking of water shortages, water resources are increasingly scarce. To ensure enough water for socio-economic development, the management, prevention-term problems that need attention. Nowadays, many of different calculating indexes have been applies many countries and Viet Nam. This paper has presented dronght index (K index of water balance) assessing drought, lack of water and construction of drought map on Binh Thuan province gave an overview about the term and limited ability to occur on river basin and this is also the basis for establishing reference in the evaluation system, monitoring and drought warning.

**Keywords:** Drought Index (K); Droughty frequency; Binh Thuan Province.

Bài báo khoa học

## Ứng dụng phần mềm UTIDE dự báo mực nước triều ở khu vực ven Nam Bộ

Nguyễn Văn Tín<sup>1\*</sup>, Trần Thị Ngọc Diệu<sup>1</sup>, Bùi Kiến Quốc<sup>1</sup>, Nguyễn Kỳ Phùng<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Khoa Quản lý Tài nguyên Biển và Hải đảo, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP HCM; nvtin@hcmunre.edu.vn; dieutran1731@gmail.com; kienquoc24092000@gmail.com;

<sup>2</sup> Viện Khoa học và Công nghệ Tính toán; kyphungng@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: nvtin@hcmunre.edu.vn; Tel: +84-909537565

Ban Biên tập nhận bài: 01/11/2021; Ngày phản biện xong: 20/12/2021; Ngày đăng bài: 25/2/2022

**Tóm tắt:** Trong những năm gần đây do ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD) làm cho xu thế biến đổi mực nước tại các trạm ven biển có xu hướng gia tăng nhanh. Bài báo này nhằm mục đích đánh giá xu thế biến đổi mực nước triều và ứng dụng phần mềm Utide tính toán, dự báo thủy triều tại các trạm đo mực nước ven biển khu Nam Bộ. UTide là chương trình phân tích và dự báo thủy triều bằng phương pháp phân tích điều hòa, điểm nổi bật của UTide so với các mô hình dự báo mực nước triều khác là nổi trội về khả năng phân tích chuỗi số liệu nhiều năm, số liệu bị lỗi, thiếu. Nghiên cứu này tập trung phân tích hằng số triều tại các trạm Vũng Tàu, Vàm Kênh, An Thuận, Gành Hào, Sông Đốc, Rạch Giá dựa trên số liệu mực nước giờ thực đo từ năm 2010 đến 2019, UTide đã phân tích được 68 phân triều và số phân triều này được sử dụng để dự tính mực nước triều. Kết quả kiểm định mực nước triều năm 2020 cho thấy dao động mực nước tính toán phù hợp với dao động mực nước thực đo với hệ số tương quan tại các trạm: Vũng Tàu: là 0,964, Vàm Kênh; 0,97, An Thuận; 0,97, Gành Hào; 0,959, Sông Đốc; 0,85, Rạch Giá; 0,79. Vì vậy, Utide có thể dùng để dự báo mực nước các trạm chịu ảnh hưởng triều cho khu vực Nam Bộ.

**Từ khóa:** Biến đổi khí hậu; Xu thế; Utide; Nước biển dâng.

### 1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh loài người đang phải đối mặt và nỗ lực ứng phó với những tác động khôn lường của biến đổi khí hậu, thì biển và đại dương một lần nữa lại chứng tỏ vai trò quan trọng toàn cầu của nó. Hiện nay, đại dương và biển có khả năng thu và lưu giữ được 30% lượng CO<sub>2</sub> thừa trong nhóm khí nhà kính từ bầu khí quyển của Trái đất và nếu làm cho đại dương lạnh mạnh hơn thì khả năng này tiếp tục tăng lên. Tuy nhiên biển luôn tìm ẩn nguy cơ gây nên những thảm họa thiên tai nguy hiểm: Bão, nước dâng do bão, sóng lớn. Theo kịch bản BĐKH cho Việt Nam năm 2016 [1], tính trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam, mực nước biển tăng khoảng 3,50±0,7 mm/năm. Khu vực ven biển Trung Bộ tăng mạnh nhất với tốc độ tăng khoảng trên 4 mm/năm, trong đó lớn nhất tại khu vực ven biển Nam Trung Bộ với tốc độ tăng đến trên 5,6 mm/năm; khu vực ven biển vịnh Bắc Bộ có mức tăng thấp hơn, khoảng 2,5 mm/năm. Kết quả tính toán cho thấy, ngoại trừ trạm Cồn Cỏ và trạm Quy Nhơn có xu thế không rõ ràng, không thỏa mãn tiêu chuẩn kiểm nghiệm, số liệu tại hầu hết các trạm đều thỏa mãn tiêu chuẩn. Tại hầu hết các trạm, mực nước biển có xu thế tăng, với

tốc độ mạnh nhất vào khoảng 5,58 mm/năm tại Phú Quý và 5,28 mm tại Thổ Chu. Tính trung bình, mực nước tại các trạm hải văn của Việt Nam có xu hướng tăng rõ rệt với mức tăng khoảng 2,45 mm/năm. Nếu tính trong thời kỳ 1993–2014, mực nước biển trung bình tại các trạm hải văn đều có xu thế tăng với mức độ tăng trung bình khoảng 3,34 mm/năm. Với xu thế tăng của NBD cùng với hiện tượng triều mạnh sẽ gây tác động mạnh đến khu vực ven biển. Hiện tượng thủy triều trong các biển và các vùng ven biển ảnh hưởng rất lớn tới đời sống, sinh hoạt và kinh tế của con người. Do tác động của các lực tạo triều có tính chất tuần hoàn mà trong biển và đại dương hình thành chế độ chuyển động tuần hoàn của nước gọi là hiện tượng thủy triều [2–3]. Việc nắm bắt quy luật thủy triều trong các vùng biển và ven biển là nhất thiết nhằm phục vụ cho đời sống sinh hoạt và phát triển kinh tế.

Việc nghiên cứu và dự báo thủy triều trên thế giới được thực hiện từ sớm [4] đã phân tích và dự báo thủy triều ở vùng nước nông bằng phương pháp bình phương tối thiểu để xác định hằng số điều hòa thủy triều. Đây cũng là phương pháp dự báo thủy triều thường được sử dụng trong thời gian trước đây, độ chính xác của phương pháp bình phương tối thiểu hoàn toàn phụ thuộc vào chuỗi số liệu quan trắc mực nước phân tích, điều này tương đối dễ dàng với các trạm hải văn có chuỗi số liệu quan trắc đủ dài để phản ánh đầy đủ chu kỳ thiên văn, nhưng lại rất khó khăn cho những khu vực không có số liệu hoặc chuỗi số liệu ngắn. Năm 1972, [5] đưa ra lý thuyết phân tích điều hòa, sau đó [6–7] mở rộng trình ứng dụng bởi với sự hỗ trợ của chương trình Fortran vào năm 1977 và 1978. Năm 2002, [8] đã ứng dụng phương pháp phân tích điều hòa xây dựng và tích hợp vào một số chương trình như T\_tide và r\_T\_tide [9]. Đến năm 2011, [10] đã phân tích và dự báo thủy triều sử dụng Utide được phát triển từ phần mềm Utide. [11] nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích Harmonic là một thuật toán phân chia dữ liệu thành một số hữu hạn các thành phần điều hòa, sử dụng hộp công cụ dựa trên MATLAB để phân tích được năng lượng thủy triều từ các tuabin thủy triều.

Trong tư vấn, thiết kế các công trình xây dựng liên quan đến vùng ảnh hưởng triều như hệ thống giao thông thủy, các cảng, cơ sở hạ tầng ở vùng biển và ven sông đòi hỏi việc nghiên cứu kỹ về mực nước thủy triều nhằm đảm bảo độ an toàn và tính bền vững, tránh trường hợp lãng phí khi sau một thời gian ngắn sử dụng đã phải tu sửa và nâng cấp [12]. Năm 2000, [13] đã ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất vào phân tích thủy triều và dòng triều. Đến năm 2009, [14] nghiên cứu sơ đồ chi tiết phân tích điều hòa thủy triều. [15] đã sử dụng Mike 21 tính toán thủy triều vùng ven biển Ninh Thuận trong nghiên cứu “Nghiên cứu mô hình tính toán thủy triều vùng ven biển Ninh Thuận”.

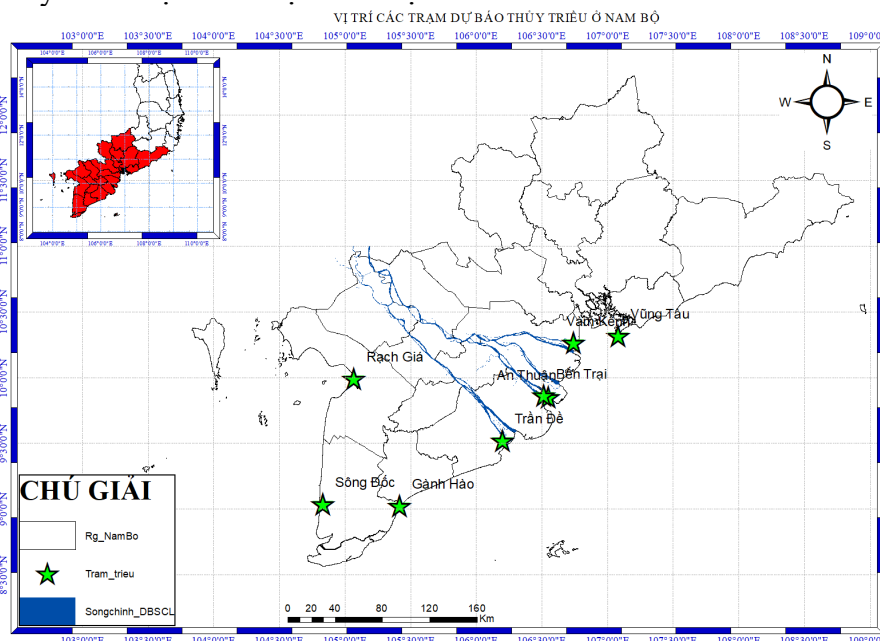
Hiện tượng thủy triều đã được nghiên cứu từ rất sớm, nó được dự báo khá chính xác ở ngoài vùng biển nước sâu, tuy nhiên khi vào vùng ven bờ thì việc dự báo thủy triều bắt đầu có những khó khăn nhất định. Tại vùng biển Nam Bộ nơi có chế độ bán nhật triều không đều ở biển Đông và nhật triều không đều ở biển tây, tại đây hàng năm thường xuất hiện các đợt triều cường lớn [16] xuất hiện vào các tháng 10–12 gây ngập lụt nghiêm trọng ảnh hưởng đến đời sống của người dân ven biển Nam Bộ do vậy việc dự báo trước thủy triều là rất cần thiết để ứng phó với triều cường ở khu vực Nam Bộ. Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu đánh giá xu thế biến đổi của mực nước tại Vũng Tàu, Vàm Kênh, Rạch Giá từ 1980–2019 và sử dụng phần mềm UTide để phân tích dao động và dự báo mực nước một số trạm phía khu vực Nam bộ như: trạm hải văn Vũng Tàu, trạm thủy văn Vàm Kênh, Trần Đề, An Thuận, Gành Hào, Sông Đốc và Rạch Giá bằng phương pháp phân tích điều hòa. Kết quả dự báo sớm mực nước triều là tài liệu tham khảo cho các cơ quan quản lý liên quan ứng phó với hiện tượng thủy triều dâng cao, từ đó góp phần giảm thiểu tác động của thủy triều đến đời sống người dân khu vực ven biển ở Nam Bộ.

## 2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Dữ liệu và khu vực nghiên cứu

Số liệu sử dụng trong nghiên cứu là số liệu mực nước đặc trưng (trung bình, max, min) tại các trạm Vũng Tàu, Vàm Kênh, Rạch Giá từ 1980–2019, và dữ liệu mực nước giờ từ năm

2010–2019 tại 8 trạm đo mực nước ven biển như: Vũng Tàu, Vàm Kênh, Bến Trại, An Thuận, Trần Đề, Gành Hào, Sông Đốc, Rạch Giá dùng để tính toán hằng số triều là cơ sở dự báo mực nước thủy triều. Vị trí các trạm thể hiện trên Hình 1.



Hình 1. Vị trí các trạm đo mực nước dùng để dự báo thủy triều.

Vị trí địa lý khu vực Nam Bộ: Phía tây giáp Vịnh Thái Lan, phía đông và Đông Nam giáp biển Đông, phía bắc và Tây Bắc giáp Campuchia và phía đông bắc giáp với Duyên Hải Nam Trung Bộ và Tây Nguyên (miền Trung, Trung Bộ). Địa hình trên toàn vùng Nam Bộ khá bằng phẳng, Đông Nam Bộ có độ cao từ 0–986 m. Tây Nam Bộ có độ cao trung bình khá thấp gần 2 m, chủ yếu là miền đất của phù sa mới. Có một số núi thấp ở khu vực miền tây tỉnh An Giang, miền Tây tỉnh Kiên Giang và Campuchia.

Chế độ thủy triều: Tại Nam Bộ từ Bà Rịa–Vũng Tàu đến gần mũi Cà Mau: có chế độ bán nhật triều không đều. Độ lớn khoảng 3,5–2,0 m, từ mũi Cà Mau đến Hà Tiên: nhật triều không đều với độ lớn triều khoảng trên dưới 1 m.

Đối với khu vực ven biển Nam Bộ, hiện tượng ngập khi triều cường thường xuyên xảy ra vào một số ngày của các tháng cuối và đầu của năm (từ tháng 10 năm trước đến tháng 2 năm sau). Đây là thời gian tập trung nhiều nhân tố kết hợp như biên độ thủy triều lớn, gió mùa mạnh và có thể có hoạt động của bão, áp thấp nhiệt đới nên gây ra triều cường kết hợp nước biển dâng cao. Những năm gần đây, nhiều kỷ lục về độ cao mực nước bị phá vỡ. Đợt triều cường vào cuối tháng 9 đầu tháng 10/2019 với mực nước quan trắc được tại trạm Phú An trên sông Sài Gòn (1,77 m năm 2019 so với 1,44 m năm 1999).

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Kiểm nghiệm phi tham số Mann–Kendall (M–K test)

Phương pháp kiểm nghiệm Mann–Kendall là phương pháp được áp dụng rộng rãi trên thế giới. Tại Việt Nam đã có một số tác giả sử dụng phương pháp này [17] đã dùng “Kiểm nghiệm phi tham số xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng giai đoạn 1961–2007”; [18] đã “Đánh giá xu thế biến đổi của lượng mưa thời đoạn lớn nhất ở Tp. Hồ Chí Minh giai đoạn 1971–2016 bằng kiểm định phi tham số Mann–Kendall”. Kiểm nghiệm Mann–Kendall so sánh độ lớn tương đối của các phần tử trong chuỗi dữ liệu, điều này có thể tránh được các giá trị cực đại hoặc cực tiểu cục bộ của chuỗi số liệu. Nếu giả thiết rằng có một dữ liệu theo chuỗi trình tự thời gian  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  với  $x_i$  biểu diễn số liệu tại thời điểm  $i$  tại mỗi một thời điểm thì mỗi giá trị dữ liệu tại mỗi thời điểm được so sánh với các giá trị trên toàn chuỗi

thời gian. Giá trị ban đầu của thống kê Mann–Kendall, S là 0 (nghĩa là không có xu thế). Nếu một dữ liệu ở một thời điểm sau lớn hơn giá trị của dữ liệu ở một thời điểm nào đó trước đây, S được tăng thêm 1; và ngược lại. Xét chuỗi  $x_1, x_2, \dots, x_n$  biểu diễn n điểm dữ liệu trong đó  $x_j$  là giá trị dữ liệu tại thời điểm j. Khi đó chỉ số thống kê Mann–Kendall được tính bởi:

$$S = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \text{sign}(x_j - x_i) \tag{1}$$

Trong đó:

$$\text{sign}(x_i - x_j) \begin{cases} 1 \text{ khi } x_i - x_j > 0 \\ 0 \text{ khi } x_i - x_j = 0 \\ -1 \text{ khi } x_i - x_j < 0 \end{cases} \tag{2}$$

Giá trị  $S > 0$  chỉ xu thế tăng,  $S < 0$  chỉ xu thế giảm.

Phương pháp xu thế Sen (Sen's slope)

Để xác định độ lớn của xu thế chuỗi Q (độ dốc đường xu thế) ta dùng ước lượng Sen Q là median của chuỗi  $n(n-1)/2$  phần tử

$$Q = \text{median} \left\{ \frac{x_j - x_i}{j - i} \right\} \text{ với } i=1,2,\dots,n-1; j > i \tag{3}$$

$Q > 0$  chuỗi có xu thế tăng và ngược lại.

### 2.2.2. Phương pháp dự báo thủy triều

Hệ phương trình cơ bản:

Bước đầu phân tích triều thực sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu cho các sóng thành phần nhằm tìm ra các hằng số điều hòa (pha và biên độ) phù hợp của chúng.

Biểu thức độ cao thủy triều ( $y_i$ ) bằng phương pháp phân tích triều điều hòa được viết lại như sau:

$$y_i = C_0 + \sum_{j=1}^M A_j \cos[2\pi(\sigma_j t_i - \phi_j)] = C_0 + \sum_{j=1}^M [C_j \cos(2\pi\sigma_j t_i) + S_j \sin(2\pi\sigma_j t_i)] \tag{4}$$

Trong đó  $t_i$  là thời gian chuỗi quan trắc; M là số sóng cần phân tích;  $\sigma_j$  là tần số góc của sóng;  $C_0$  là mực nước trung bình;  $A_j = (C_j^2 + S_j^2)^{1/2}$  là biên độ triều;  $\phi_j = (1/2\pi) \cdot (\arctan S_j / C_j)$  là pha sóng.

Trong N số mực nước từng giờ, tổng sai số bình phương của mực nước quan trắc và mực nước phân tích được tính như sau:

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^N [y_i - C_0 - \sum_{j=1}^M (C_j \cos 2\pi\sigma_j t_i + S_j \sin 2\pi\sigma_j t_i)]^2 \tag{5}$$

Đạo hàm phương trình trên theo  $C_0, C_j, S_j$  ( $j=1, M$ ). Ta có  $2M+1$  phương trình có dạng như sau:

$$0 = \frac{\partial \varepsilon}{\partial C_0} = 2 \sum_{i=1}^N (y_i - C_0 - \sum_{j=1}^M C_j \cos 2\pi\sigma_j t_i + \sum_{j=1}^M S_j \sin 2\pi\sigma_j t_i) (-1) \tag{6}$$

$$0 = \frac{\partial \varepsilon}{\partial C_j} = 2 \sum_{i=1}^N (y_i - C_0 - \sum_{j=1}^M C_j \cos 2\pi\sigma_j t_i + \sum_{j=1}^M S_j \sin 2\pi\sigma_j t_i) (-\cos 2\pi\sigma_j t_i) \tag{7}$$

$$0 = \frac{\partial \varepsilon}{\partial S_j} = 2 \sum_{i=1}^N (y_i - C_0 - \sum_{j=1}^M C_j \cos 2\pi\sigma_j t_i + \sum_{j=1}^M S_j \sin 2\pi\sigma_j t_i) (\sin 2\pi\sigma_j t_i) \tag{8}$$

Thiết lập được một ma trận để giải hệ phương trình như sau:

$$\begin{pmatrix} N & C_1 & C_2 & \dots & C_M & S_1 & S_2 & \dots & S_M \\ C_1 & CC_{11} & CC_{12} & \dots & CC_{1M} & CS_{11} & CS_{12} & \dots & CS_{1M} \\ C_2 & CC_{21} & CC_{22} & \dots & CC_{2M} & CS_{21} & CS_{22} & \dots & CS_{2M} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_M & CC_{M1} & CC_{M2} & \dots & CC_{MM} & CS_{M1} & CS_{M2} & \dots & CS_{MM} \\ S_1 & SC_{11} & SC_{12} & \dots & SC_{1M} & SS_{11} & SS_{12} & \dots & SS_{1M} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_M & SC_{M1} & SC_{M2} & \dots & SC_{MM} & SS_{M1} & SS_{M2} & \dots & SS_{MM} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_0 \\ C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_M \\ S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^N y_i \\ \sum_{i=1}^N y_i \cos 2\pi\sigma_1 t_i \\ \sum_{i=1}^N y_i \cos 2\pi\sigma_2 t_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^N y_i \cos 2\pi\sigma_M t_i \\ \sum_{i=1}^N y_i \sin 2\pi\sigma_1 t_i \\ \sum_{i=1}^N y_i \sin 2\pi\sigma_2 t_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^N y_i \sin 2\pi\sigma_M t_i \end{pmatrix} \tag{9}$$

Giải phương trình ma trận trên ta sẽ xác định được các hằng số điều hòa (bao gồm biên độ triều và pha dao động) cần phân tích. Khi đã có được biên độ và pha dao động của từng sóng triều thành phần, ta thế vào phương trình (4) để tính toán và dự báo dao động mực nước theo thời gian bất kỳ.

**Phần mềm phân tích và dự báo mực nước triều Utide**

Sự phát triển của phân tích triều điều hòa được phát triển bởi sự cần thiết để thực thi các phân tích thủy triều trên một chuỗi nhiều năm của các quan trắc đã được thu thập hiện tại trong những khoảng thời gian không đều [10].

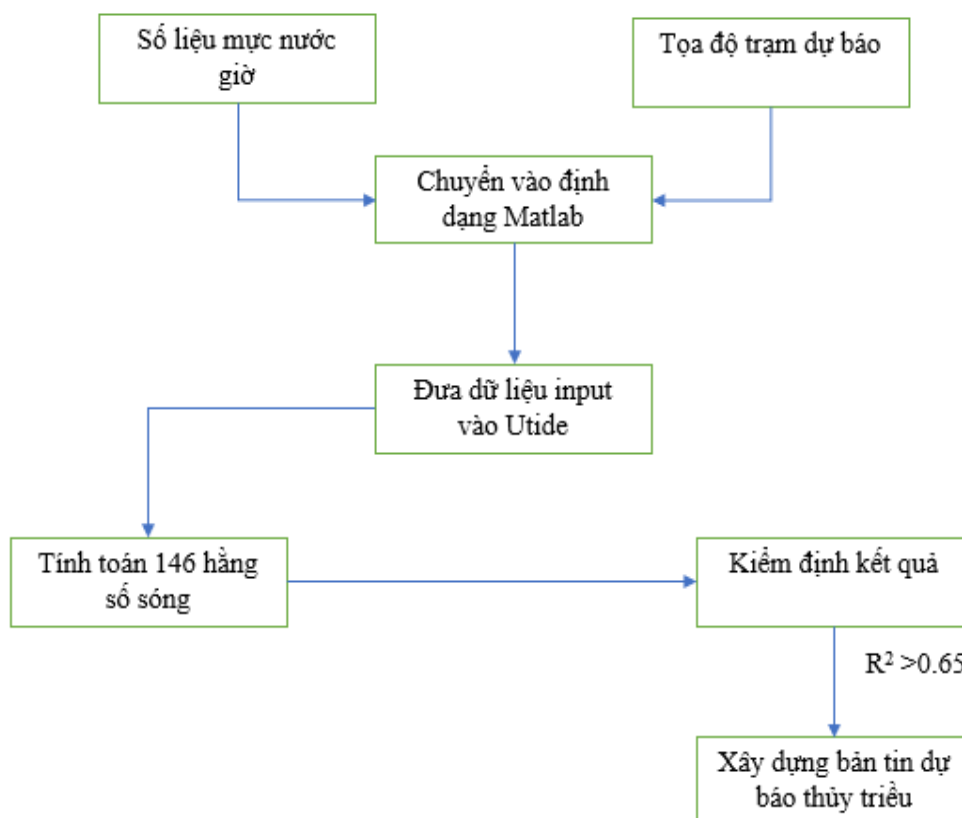
Phần mềm UTide bao gồm 3 hàm:

ut\_solv.m (để phân tích điều hòa cho dòng chảy triều và mực nước);

ut\_reconstr.m (sử dụng kết quả phân tích để dự báo dòng chảy triều và mực nước);

ut\_constants.mat chứa các hằng số tính bao gồm 146 sóng triều thành phần.

Phần mềm Utide được chạy trên nền Matlab.



**Hình 2.** Sơ đồ thực hiện dự báo thủy triều bằng U Tide.

**3. Kết quả và thảo luận**

**3.1. Xu thế biến đổi mực nước triều tại Nam Bộ**

BĐKH đang là thách thức chung của nhân loại, trong đó biểu hiện của 3 BĐKH là sự gia tăng của nhiệt độ, lượng mưa, các hiện tượng thời tiết cực đoan và mực NBD, để đánh giá xu thế biến đổi của mực nước ở Nam Bộ bài báo sử dụng số liệu mực nước trung bình, max, min tại Vũng Tàu, Vàm Kênh, Rạch Giá từ 1980–2019.

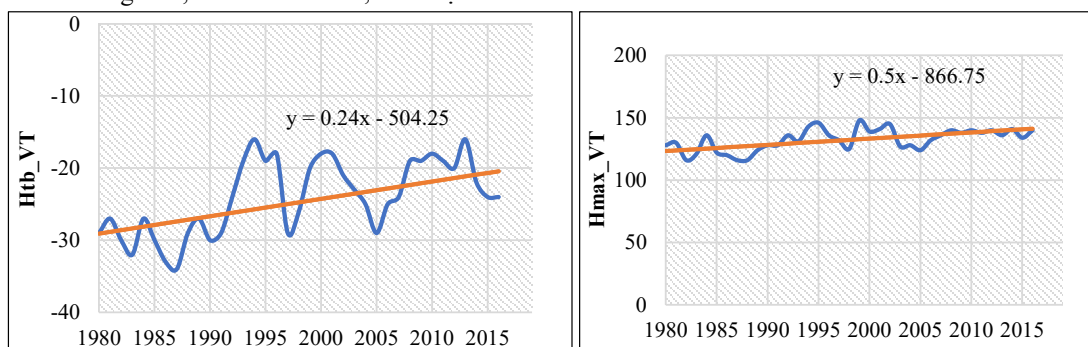
Để đánh giá xu thế biến đổi mực nước đặc trưng năm, nghiên cứu này sử dụng phương pháp kiểm định Mann–Kendall và xu thế Sen. Kiểm định Mann–Kendall được sử dụng với mức ý nghĩa thống kê là  $\alpha = 0,1$  (xác suất phạm sai lầm loại I không quá 10%). Các trạm nào M–K test thỏa mãn mức ý nghĩa thống kê nghĩa là đường xu thế đảm bảo mức độ tin cậy. Kết quả kiểm định được thể hiện ở Bảng 1. Tại bảng này cho thấy xu thế biến đổi của lượng mưa năm có xu thế tăng (trị số M–K > 0) ở tất cả các trạm và thỏa mãn ý nghĩa thống kê ( $\alpha < 0,1$ ), như vậy có thể khẳng định BĐKH làm cho mực nước trung bình, max, min ở Vũng Tàu, Vàm Kênh và Rạch Giá có xu thế tăng.



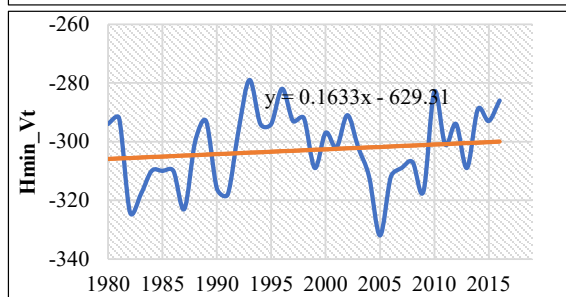
**Bảng 1.** Kết quả kiểm định M-K xu thế biến đổi của mực nước ở Nam Bộ.

	Htb VT	Hmax VT	Hmin VT	Htb VK	Hmax VK	Hmin VK	Htb RG	Hmax RG	Min RG
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Min	-34	116	-332	-19	136	-268	-8	70	-72
Max	-16	148	-279	4	176	-218	17	120	-30
Mean	-23.93	133.2	-302.3	-7.125	157.7	-236.4	3.025	87.78	-57.2
Median	-24	136	-301	-6	160	-232	3	88	-59.5
SD	5.071	8.862	12.36	6.988	10.12	11.94	7.141	10.68	10.72
M-K	300	347	103	512	473	340	557	88	617
Var(S)	85.36	85.53	85.68	85.55	85.64	85.61	85.69	85.67	85.71
Z	1.426	0.5	0.453	0.501	1.037	-0.107	-0.198	-1.188	-0.198
$\alpha$	2E-04	3E-05	1E-01	1E-09	2E-08	4E-05	4E-11	2E-01	3E-13
Sen's	0.25	0.5	0.25	0.527	0.655	0.667	0.55	0.14	0.77

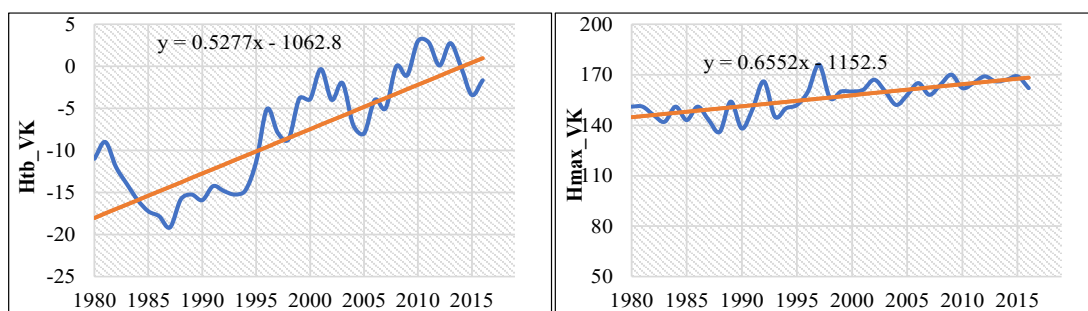
VT: Vũng Tàu, VK: Vàm Kênh, RG: Rạch Giá



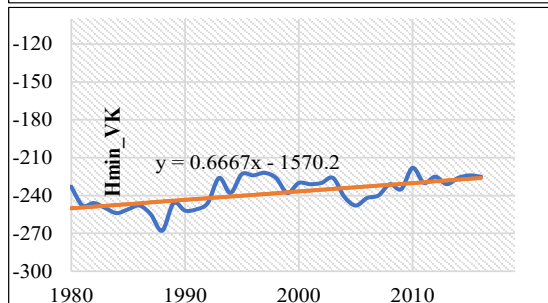
**Hình 3.** Xu thế biến đổi mực nước trung bình, max, min tại Vũng Tàu từ 1980–2019.



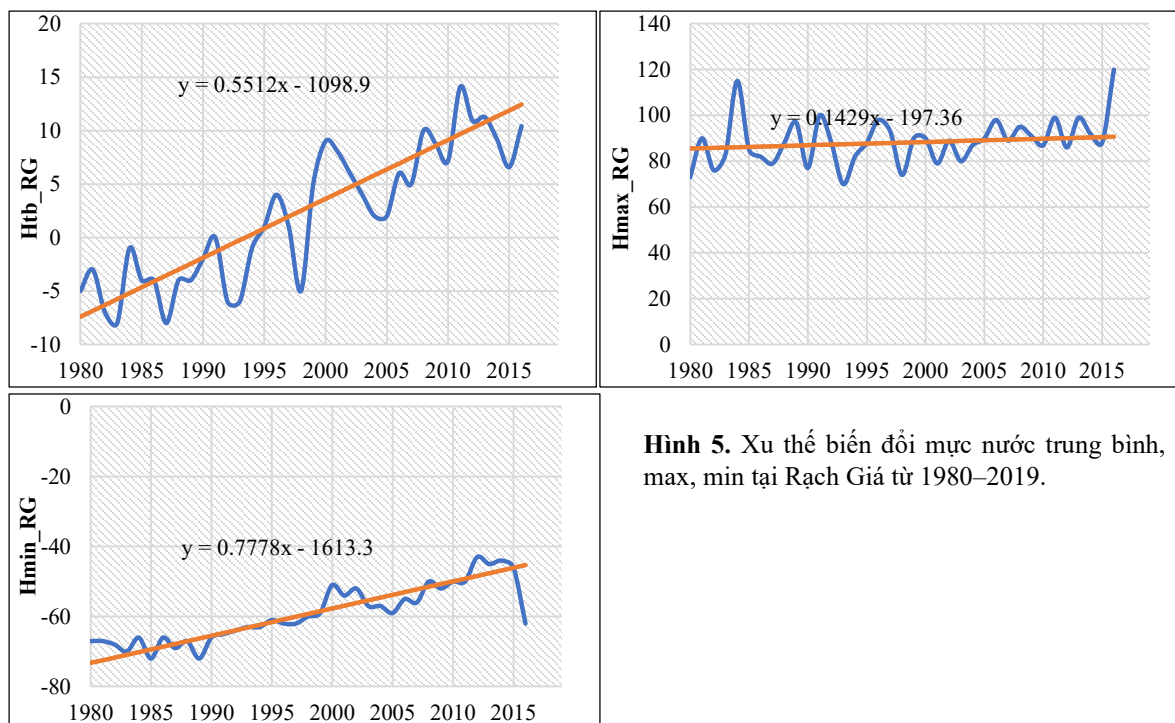
Hình 3 thể hiện xu thế biến đổi của mực nước trung bình, max, min tại trạm Vũng Tàu, kết quả cho thấy cả mực nước trung bình, max, min đều có xu thế tăng, trong đó mực nước max có xu thế tăng nhanh nhất với tốc độ 0,5 cm/năm, tiếp đến là mực nước trung bình tăng 0,25 cm/năm và cực tiểu tăng 0,163 cm/năm. Xu thế tăng của mực nước biển tại Vũng Tàu phù hợp với xu thế của mực nước trên biển Đông [1].



**Hình 4.** Xu thế biến đổi mực nước trung bình, max, min tại Vàm Kênh từ 1980–2019.



Hình 4 thể hiện xu thế biến đổi của mực nước trung bình, max, min tại trạm Vàm Kênh, giống với trạm Vũng Tàu kết quả cho thấy cả mực nước trung bình, max, min đều có xu thế tăng, tuy nhiên có thể thấy tốc độ xu thế tại trạm Vàm Kênh tăng nhanh hơn so với trạm Vũng Tàu, trong đó mực nước cực đại và cực tiểu có xu thế tăng nhanh hơn so với mực nước trung bình với tốc độ tương ứng là: 0,66 cm/năm, 0,65 cm/năm và 0,52 cm/năm.



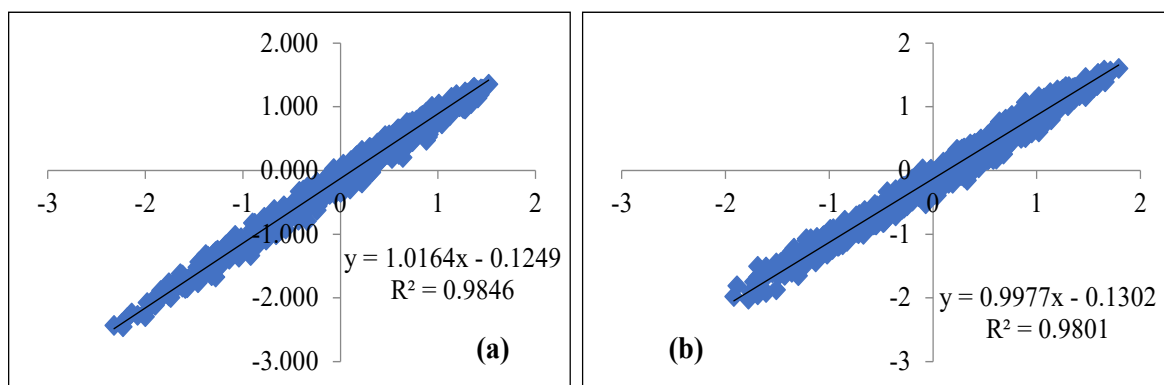
**Hình 5.** Xu thế biến đổi mực nước trung bình, max, min tại Rạch Giá từ 1980–2019.

Hình 5 thể hiện xu thế biến đổi của mực nước trung bình, max, min tại trạm Rạch Giá, giống với trạm Vũng Tàu và Vàm Kênh, mực nước trung bình, max, min đều có xu thế tăng, tốc độ tăng nhanh nhất là mực nước cực tiểu với tốc độ 0,77 cm/năm, mực nước trung bình tăng 0,55 cm/năm và cực tiểu tăng 0,14 cm/năm.

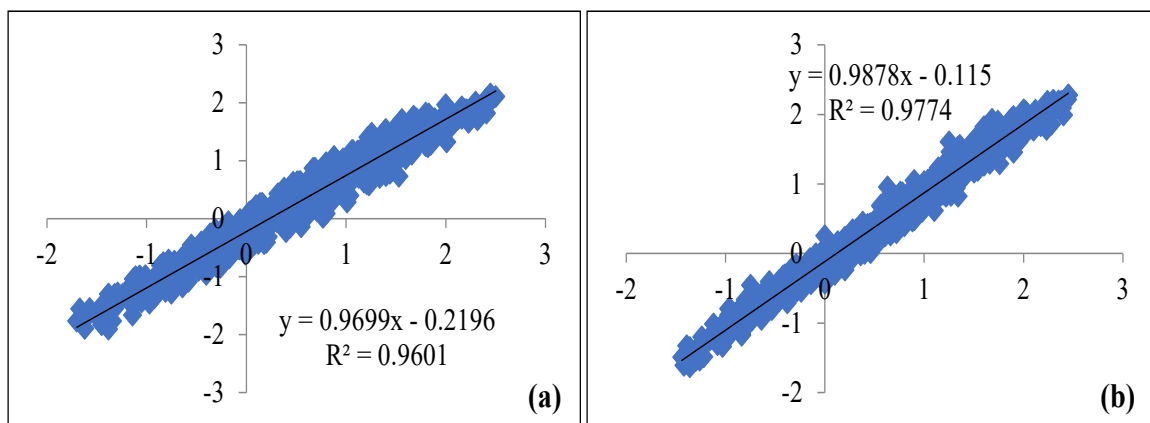
### 3.2. Ứng dụng Utide dự báo mực nước triều tại Nam Bộ

#### 3.2.1. Kiểm định sai số giữa mô phỏng và thực đo

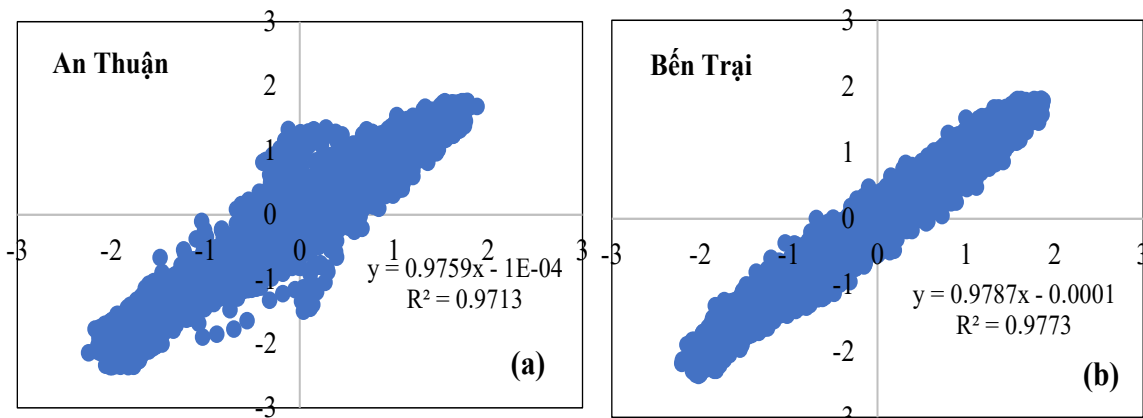
Số liệu ở nghiên cứu này là chuỗi số liệu quan trắc mực nước từng giờ năm 2010 đến năm 2019 tại các trạm Vũng Tàu, Vàm Kênh, Trần Đề, An Thuận, Gành Hào, Sông Đốc và Rạch Giá để phân tích cho ra các hằng số điều hòa sử dụng làm đầu vào để mô phỏng và dự báo. Trước khi dự báo, nghiên cứu tiến hành mô phỏng trong quá khứ và so sánh với số liệu thực đo để xác định tương quan giữa dự báo và thực đo, nếu giá trị tương quan cao ( $R^2 > 0,65$ ) thì có thể dùng mô hình để dự báo mực nước cho tương lai.



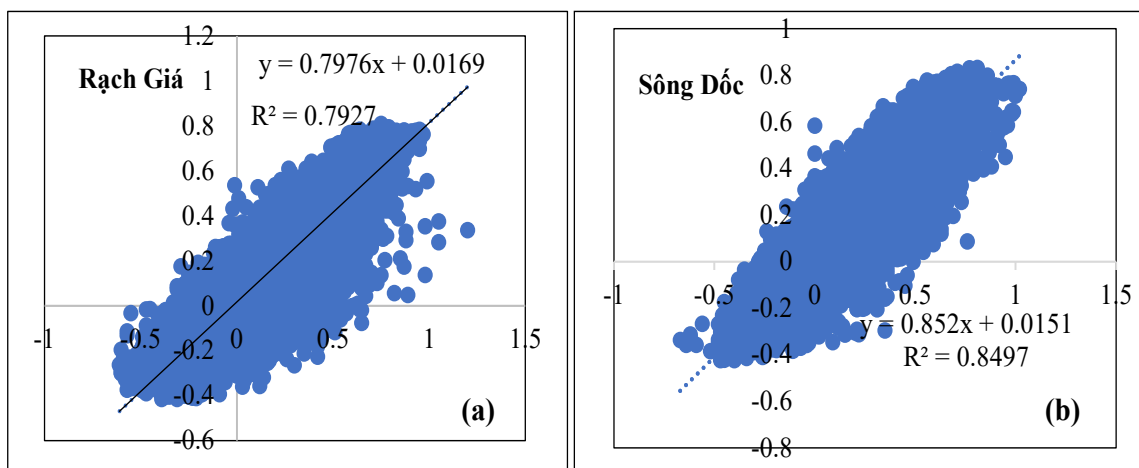
**Hình 6.** Kiểm định mực nước trạm Vũng Tàu (a) và Vàm Kênh (b).



Hình 7. Kiểm định mực nước trạm Gành Hào (a) và Trần Đề (b).



Hình 8. Kiểm định mực nước trạm An Thuận (a) và Bến Trại (b).

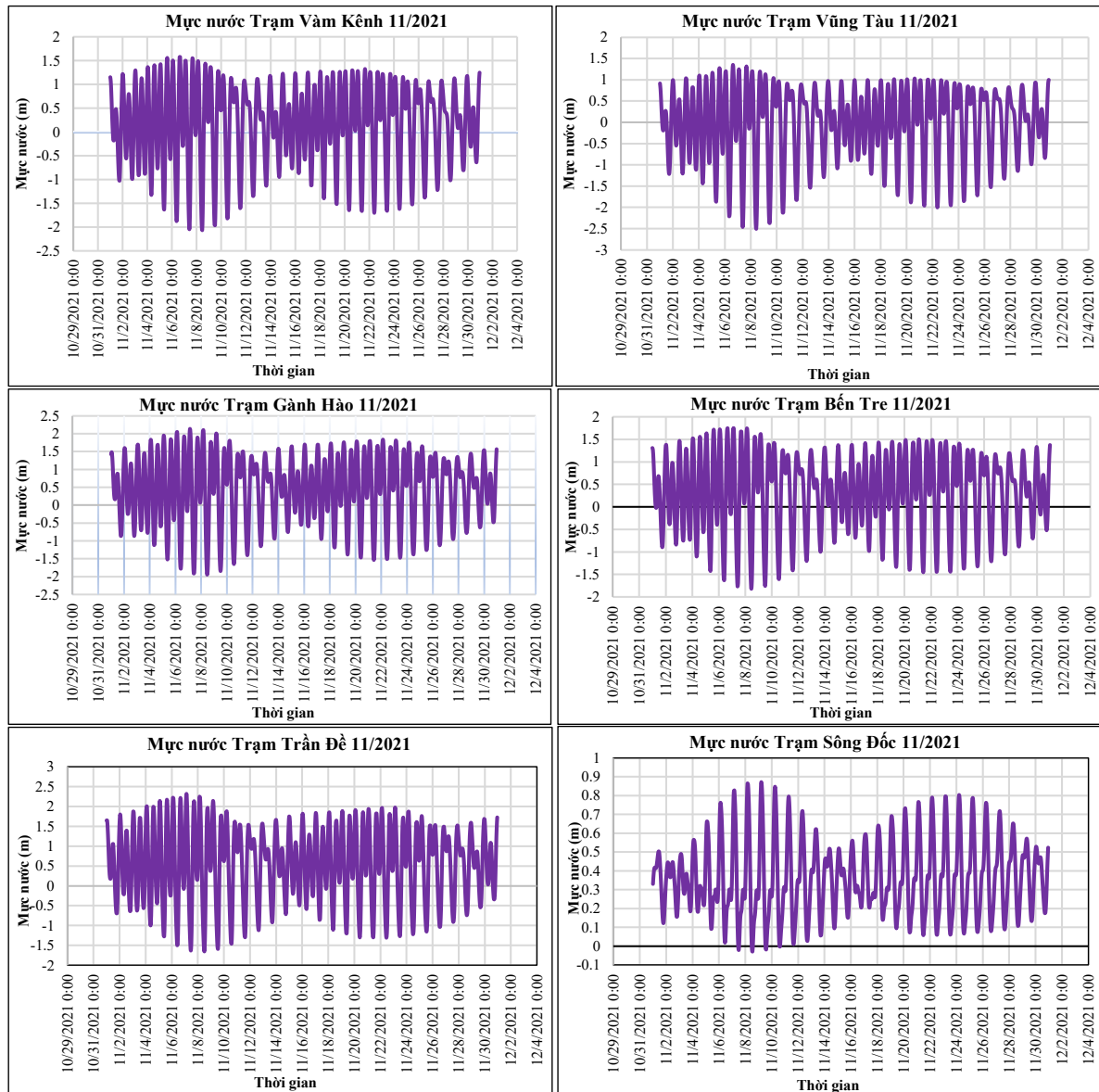


Hình 9. Kiểm định mực nước trạm Rạch Giá (a) và Sông Đốc (b).

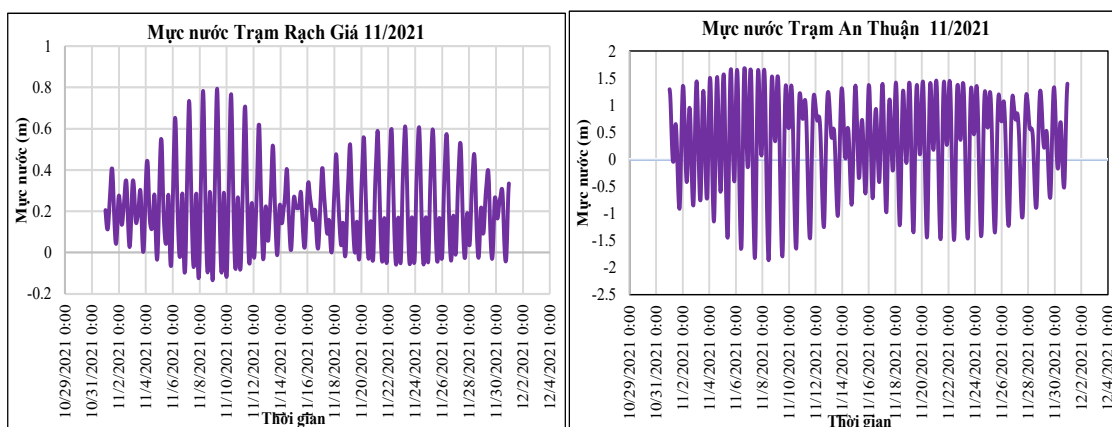
Hình 6–9 thể hiện tương quan giữa mô phỏng và thực đo tại các trạm tính toán ở Nam Bộ, kết quả cho thấy các trạm Vũng Tàu, Vàm Kênh, Gành Hào, Trần Đề có hệ số tương quan  $R^2$  từ 0,97–0,99, các trạm Rạch Giá và Sông Đốc có  $R^2$  từ 0,79–0,85 (đây là hai trạm thuộc khu vực biển Tây có chế độ nhật triều không đều). Bảng 2 đánh giá sai số biên độ và sai số pha với một số hằng số sóng chính tại trạm Vàm Kênh, kết quả cho thấy sai số biên độ khá thấp chỉ khoảng 0,015 m và sai số pha 3,687 độ như vậy mức độ dự báo tại các trạm này có độ chính xác cao và sai số biên độ triều và sai số pha thấp thấp và có thể dùng các tham số sóng này để dựng dự báo mực nước triều trong tương lai.



Tên Trạm	Thông tin thủy triều		Ngày								
			22/11	23/11	24/11	25/11	26/11	27/11	28/11	29/11	30/11
Sông Đốc	Nước ròng	Time	4h00	4h00	5h00	6h00	6h00	7h00	7h00	8h00	1h00
		Hmin (m)	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.11	0.13	0.18
	Nước lớn	Time	13h00	13h00	14h00	15h00	15h00	16h00	16h00	17h00	17h00
Rạch Giá	Nước ròng	Hmax(m)	0.60	0.61	0.61	0.60	0.57	0.53	0.48	0.40	0.33
		Time	6h00	6h00	7h00	7h00	8h00	8h00	9h00	10h00	23h00
	Nước lớn	Hmax(m)	1.45	1.41	1.35	1.24	1.18	1.21	1.27	1.33	1.40
An Thuận	Nước ròng	Time	2h00	2h00	3h00	3h00	20h00	21h00	22h00	23h00	23h00
		Hmin (m)	-1.49	-1.46	-1.42	-1.35	-1.22	-1.07	-0.89	-0.70	-0.52
	Nước lớn	Hmax(m)	1.49	1.46	1.41	1.27	1.17	1.19	1.26	1.33	1.38
Bến Trại	Nước ròng	Time	2h00	3h00	3h00	4h00	20h00	21h00	22h00	23h00	23h00
		Hmin (m)	-1.44	-1.44	-1.37	-1.32	-1.21	-1.05	-0.88	-0.70	-0.52
	Nước lớn	Hmax(m)	1.49	1.46	1.41	1.27	1.17	1.19	1.26	1.33	1.38



Hình 10. Dự báo dao động mực nước dự báo tháng 11 năm 2021 tại trạm ở Nam Bộ.



Hình 10. Dự báo dao động mực nước dự báo tháng 11 năm 2021 tại trạm ở Nam Bộ.

#### 4. Kết luận

Bài báo đã đánh giá xu thế biến đổi của mực nước trung bình, cực đại, cực tiểu tại Nam Bộ kết quả cho thấy kiểm định M–K cho thấy tại ba trạm mực nước đều có xu thế tăng trong đó tại Vũng Tàu mực nước cực đại có xu thế tăng nhanh nhất với tốc độ 0,5 cm/năm, mực nước trung bình và cực tiểu đều có xu thế tăng 0,25 cm/năm. Tại trạm Vàm Kênh mực nước có xu thế tăng nhanh hơn so với trạm Vũng Tàu, trong đó mực nước cực đại và cực tiểu có xu thế tăng nhanh hơn so với mực nước trung bình với tốc độ tương ứng là: 0,66 cm/năm, 0,65 cm/năm và 0,52 cm/năm. Tại Rạch Giá xu thế tăng nhanh nhất là mực nước cực tiểu với tốc độ 0,72 cm/năm, mực nước trung bình tăng 0,55 cm/năm và cực tiểu tăng 0,25 cm/năm.

Nghiên cứu đã ứng dụng Utide mô phỏng mực nước triều trong quá khứ và so sánh với số liệu thực đo, kết quả cho thấy tương quan  $R^2$  giữa mô phỏng và thực đo đạt từ 0,79–0,99, các sai số biên độ khoảng 0,015 m và sai số pha 3,687 độ tại Vàm Kênh. Từ đó bài báo đã ứng dụng Utide dự báo mực nước triều tháng 11 năm 2021 tại Nam Bộ, các kết quả dự báo mực nước có thể dùng để cảnh báo triều cường trong tương lai.

Hạn chế của nghiên cứu là chưa tìm hiểu nguyên nhân và phân tích tại sao các trạm ở khu vực nhật triều không đều ở biển Tây (trạm Sông Đốc và Rạch Giá) thì phương pháp phân tích điều hòa cho kết quả kém hơn so với các trạm ở biển Đông có chế độ bán nhật triều không đều.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.K.P.; N.V.T., T.T.N.D.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu N.K.P.; N.V.T., B.K.Q., T.T.N.D.; Xử lý số liệu: B.K.Q., T.T.N.D.; Phân tích kết quả: N.V.T., B.K.Q., T.T.N.D.; Viết bản thảo bài báo: B.K.Q., T.T.N.D.; Chỉnh sửa bài báo: N.V.T.; N.K.P.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

**Lời cảm ơn:** Tập thể tác giả bài báo xin chân thành cảm ơn đến ban lãnh đạo của trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.Hồ Chí Minh và các Khoa, Phòng ban và đặc biệt là quý Thầy cô ở Khoa Quản lý Tài nguyên Biển và Hải đảo – Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP Hồ Chí Minh đã hỗ trợ để nghiên cứu khoa học cấp sinh viên “Ứng dụng phần mềm Utide dự báo mực nước triều ở khu vực Nam Bộ” được thực hiện và hoàn thành.

#### Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Kịch bản Biến đổi khí hậu và NBD cho Việt Nam, 2016.
2. Huân, P.V. Cơ sở Hải dương học. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1991.
3. Huân, P.V. Động lực học biển: Phần 3 - Thủy triều. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 2002.

4. Doodson, A.T. The analysis and prediction of tides in shallow water. *Int. Hydrographic Rev.* **1957**, 34, 85–111.
5. Godin, G. The analysis of tides. University of Toronto Press and Liverpool University Press. Toronto and Buffalo, 1972, pp. 264.
6. Foreman, M.G.G. Manual for tidal heights analysis and prediction. Pacific Marine Science Rep, Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay **1977**, 77(10), pp. 101.
7. Foreman, M.G.G. Manual for tidal currents analysis and prediction. Pacific Marine Science Rep. Institute of Ocean Sciences, Patricia Bay **1978**, 78(6), pp. 70.
8. Pawlowicz, R.; Beardsley, B.; Lentz, S. Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T TIDE. *Comput. Geosci.* **2002**, 28, 929–937.
9. Leffler, K.E.; Jay, D.A. Enhancing tidal harmonic analysis: Robust (hybrid L-1/L2) solutions. *Cont. Shelf Res.* **2009**, 29, 78–88. DOI: 10.1016/j.csr.2008.1004.1011.
10. Codiga, D.L. Unified Tidal Analysis and Prediction Using the U\_tide Matlab Function, Technical Report, Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Narragansett, RI, 2011, pp. 59.
11. Jamali, Aydin. Development of a MATLAB-based toolbox for tide Gauge records using Hilbert-Huang transform, Middle East Technical University, 2013.
12. Huân, P.V.; Hoi, N.T. Dao động mực nước biển ven bờ Việt Nam. *Tap chí Khí tượng thủy văn* **2007**, 556, 30–37.
13. Huân, P.V.; Hoi, N.T.; Huân, N.M. Ứng dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất vào phân tích thủy triều và dòng triều. Khí tượng thủy văn biển Đông. Nhà xuất bản Thống kê, Hà Nội, 2000.
14. Huân, P.V.; Thành, H.T. Sơ đồ chi tiết phân tích điều hòa thủy triều. *Tap chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội* **2009**, 25(1S), 66–75.
15. Chanh, B.V.; Bình, Đ.T. Nghiên cứu mô hình tính toán thủy triều vùng ven biển Ninh Thuận, Đài KTTV khu vực Nam Trung Bộ, 2016.
16. Thủy, N.B.; Tiến, T.Q. Nghiên cứu nước dâng trong các đợt triều cường tại ven biển đông Nam Bộ. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2017**, 683, 29–36.
17. Thành, N.Đ.; Tân, P.V. Kiểm nghiệm phi tham số xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng giai đoạn 1961–2007. *Tap chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội* **2012**, 129–135.
18. Tín, N.V. Đánh giá xu thế biến đổi của lượng mưa thời đoạn lớn nhất ở Tp. Hồ Chí Minh giai đoạn 1971–2016 bằng kiểm định phi tham số Mann–Kendall. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2017**, 683, 52–55.

## **Research on the application of utide to forecast tide level in the South Viet Nam**

**Nguyen Van Tin<sup>1\*</sup>, Tran Thi Ngoc Dieu<sup>1</sup>, Bui Kien Quoc<sup>1</sup>, Nguyen Ky Phung<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Faculty of Marine and Island Resource Management, Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment; nvtin@hcmunre.edu.vn; dieutran1731@gmail.com; kienquoc24092000@gmail.com;

<sup>2</sup> Institute for Computational Science and Technology; kyphungng@gmail.com

**Abstract:** In recent years, due to the influence of climate change and sea level rise, the trend of water level in coastal stations tends to increase rapidly. This paper to evaluate the trend of tidal level and apply Utide software to calculate and predict tides level in coastal of the Southern Viet Nam. UTide is a program to analyze and predict tides by means of harmonic analysis, the outstanding feature of UTide compared with other tidal forecasting models is its outstanding ability. Ability to analyze data series of many years, data is wrong, missing and can forecast water level points at any location with defined coordinates. In this research

analysis tidal constants at Vung Tau, Vam Kenh, An Thuan, Ganh Hao, Song Doc, Rach Gia based on real-time water level data from 2010 to 2019, UTide has analyzed 68 sub-tidals and this equinox is used to calculate the water level. The results of the tidal level in 2020 show that the calculated water level fluctuation is consistent with the measured water level fluctuation with the correlation coefficient at the stations: Vung Tau: 0.964, Vam Kenh; 0.97, An Thuan; 0.97, Ganh Hao; 0.959, Song Doc; 0.85, Rach Gia; 0.79. Therefore, Utide can be used to forecast the water level of stations affected by tides for the Southern region from which to take countermeasures.

**Keywords:** Climate change; Trend; Utide; Sea level rise.



Bài báo khoa học

## Đánh giá định lượng rủi ro do ngập lụt tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu trong bối cảnh Biến đổi khí hậu

Nguyễn Kim Ngọc Anh<sup>1\*</sup>, Trần Ngọc Anh<sup>1,2</sup>, Nguyễn Thanh Bình<sup>1</sup>, Phạm Hồ Quốc Tuấn<sup>3</sup>, Lê Thị An Hải<sup>3</sup>, Lê Ngọc Quyên<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội; ngocanhnk@hus.edu.vn; tranngocanh@hus.edu.vn; binh.gis.cefd@hus.edu.vn.

<sup>2</sup> Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội; tranngocanh@hus.edu.vn

<sup>3</sup> Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ, Tổng cục Khí tượng Thủy văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường; phamhoquoctuan@yahoo.com; lehai0013@gmail.com; quyentccb@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: ngocanhnk@hus.edu.vn; Tel.: +84–973556201

Ban Biên tập nhận bài: 15/11/2021; Ngày phản biện xong: 23/12/2021; Ngày đăng bài: 25/02/2022

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày phương pháp và các kết quả đánh giá định lượng rủi ro do ngập lụt áp dụng đối với tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu dựa trên các loại dữ liệu về: hiểm họa (độ sâu ngập theo các kịch bản tương ứng với tần suất xuất hiện), độ lộ diện (bản đồ sử dụng đất, dân cư) và các hàm thiệt hại của các đối tượng khác nhau. Kết quả đánh giá cho thấy, ở tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu, tổng số dân chịu rủi ro do ngập lụt khoảng là 14.000 người/năm, và tổng rủi ro đối với các ngành, lĩnh vực khoảng 1.130 tỷ VNĐ/năm. Khu vực có mật độ rủi ro tính theo đơn vị diện tích lớn nhất là 776.8 triệu VNĐ/ km<sup>2</sup> chủ yếu tập trung tại thành phố Vũng Tàu. Trong tương lai, theo các kịch bản BĐKH đến năm 2050 thì tổng giá trị các rủi ro kinh tế này đều tăng lên 902% đến 1058% và mở rộng khu vực chịu tác động thêm từ 86 km<sup>2</sup> đến 120 km<sup>2</sup> so với hiện trạng.

**Từ khóa:** Bà Rịa–Vũng Tàu; Biến đổi khí hậu; Ngập lụt; Rủi ro.

### 1. Mở đầu

Hiện nay, có nhiều hướng nghiên cứu khác nhau về rủi ro, nhằm phân loại các thành phần, yếu tố để đánh giá. Tuy nhiên, việc sử dụng các thuật ngữ liên quan đến rủi ro giữa các ngành, lĩnh vực nghiên cứu vẫn còn nhiều định hướng khác nhau [1]. Các nhà nghiên cứu trong lĩnh vực khoa học tự nhiên thường chú trọng vào khái niệm rủi ro (*risk*) trong khi các nhà nghiên cứu trong lĩnh vực khoa học xã hội thường sử dụng thuật ngữ tính dễ bị tổn thương (*vulnerability*) [2]. Khái niệm rủi ro lũ lụt căn cứ theo khái niệm rủi ro thiên tai từ Sổ tay Thuật ngữ giảm nhẹ giảm nhẹ rủi ro thiên tai của Liên hợp quốc [3] là nguy cơ thiệt hại do lụt gây ra về người, tài sản, công trình, môi trường sống, các hoạt động kinh tế xã hội. Việc phân tích rủi ro lũ lụt đã được phát triển song song với các nghiên cứu đánh giá thiệt hại do lũ lụt. Theo Luật Phòng, chống thiên tai [4], rủi ro thiên tai là thiệt hại mà thiên tai có thể gây ra về người, tài sản, môi trường, điều kiện sống và hoạt động kinh tế–xã hội. Rủi ro thiên tai nói chung và thiên tai do lũ lụt nói riêng được nghiên cứu và đánh giá theo nhiều cách tiếp cận khác nhau nhưng tựu trung có thể được chia thành hai hướng chính sau: đánh giá rủi ro trước

thiên tai và đánh giá rủi ro sau thiên tai [5]. Phương pháp đánh giá rủi ro trước thiên tai được hiểu là phương pháp có thể đánh giá, xác định rủi ro thiên tai trước cả khi thiên tai xuất hiện. Phương pháp này đóng vai trò quan trọng trong bài toán cảnh báo, dự báo rủi ro thiên tai. Trong khi đó, phương pháp đánh giá rủi ro sau thiên tai cung cấp những thông tin về thiệt hại do thiên tai đã xảy ra từ đó nhận định được thiệt hại tiềm tàng của thiên tai có thể gây ra trong tương lai [6]. Phương pháp đánh giá rủi ro thiên tai này, do đó, chủ yếu phục vụ công tác khoanh vùng thiệt hại do thiên tai. Trong bài báo này phương pháp đánh giá rủi ro trước thiên tai để phục vụ hiệu quả công tác phòng chống và giảm nhẹ thiên tai.

Rủi ro trong đánh giá trước thiên tai có thể dùng phương pháp đánh giá định lượng được xác định là hàm hiểm họa và hậu quả. Yếu tố hiểm họa được thể hiện thông qua tần suất xuất hiện của thiên tai ở một khu vực cụ thể trong một khoảng thời gian nhất định [7]. Trong dự án Tăng cường hỗ trợ ứng phó với Thiên tai vùng ven biển Việt Nam của Ngân hàng Thế giới năm 2019 [8] nhóm tác giả đã sử dụng phương pháp đánh giá định tính cho các cơ sở hạ tầng quan trọng và rủi ro ở đây được sử dụng tương tự với thuật ngữ tính dễ bị tổn thương (vulnerability). Theo đó, kết quả của phương pháp định tính sẽ cho thấy mức độ tác động của ngập lụt đến các đối tượng cơ sở hạ tầng theo các cấp độ thấp, trung bình, cao và rất cao. Như vậy, trên một khu vực nhất định, với việc phân cấp thống nhất các biến trong đánh giá rủi ro thì có thể so sánh được mức độ rủi ro của các đối tượng với nhau. Tuy nhiên, kết quả phương pháp này rất khó khi so sánh rủi ro giữa nhiều khu vực khác nhau và đưa ra được thông tin cảnh báo phòng chống thiên tai hiệu quả với những con số cụ thể. Phương pháp đánh giá định lượng cụ thể hóa số người bị ảnh hưởng và thiệt hại tính ra bằng đơn vị tiền tệ tỏ ra ưu thế hơn trong việc ước lượng giá trị kinh tế bị rủi ro và giải quyết vấn đề so sánh mức độ rủi ro các đối tượng ở các khu vực khác nhau nhằm cung cấp thông tin để các nhà hoạch định lựa chọn khu vực ưu tiên đầu tư. Phương pháp này đã được sử dụng trên Thế giới như các nghiên cứu [9–12]... Tại Việt Nam, phương pháp đánh giá định lượng rủi ro (cụ thể hóa số người bị ảnh hưởng và thiệt hại tính ra bằng đơn vị tiền tệ) chưa sử dụng nhiều, mặc dù đã có các nghiên cứu [8, 13] tuy nhiên, chưa có nghiên cứu đánh giá cho tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu.

Bà Rịa – Vũng Tàu là một trong các tỉnh ven biển của Việt Nam thuộc khu vực nhạy cảm về biến đổi khí hậu và có tính dễ tổn thương cao trước tác động của nước biển dâng, mưa lớn, bão và áp thấp nhiệt đới. Biến đổi khí hậu tác động mạnh đến nhiều vùng, địa phương, đến các ngành, lĩnh vực của tỉnh. Chính vì vậy, nghiên cứu này tiến hành đánh giá rủi ro định lượng do ngập lụt cho phần đất liền tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu (trừ Huyện Côn Đảo do không đủ dữ liệu tính toán) để làm cơ sở cho đề xuất các giải pháp phòng tránh và cập nhật kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH trong vấn đề ngập lụt tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu.

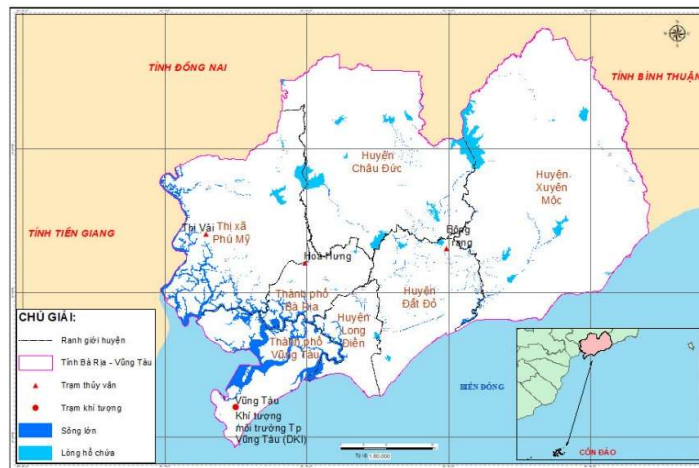
## **2. Phương pháp đánh giá định lượng rủi ro và dữ liệu sử dụng**

### *2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu*

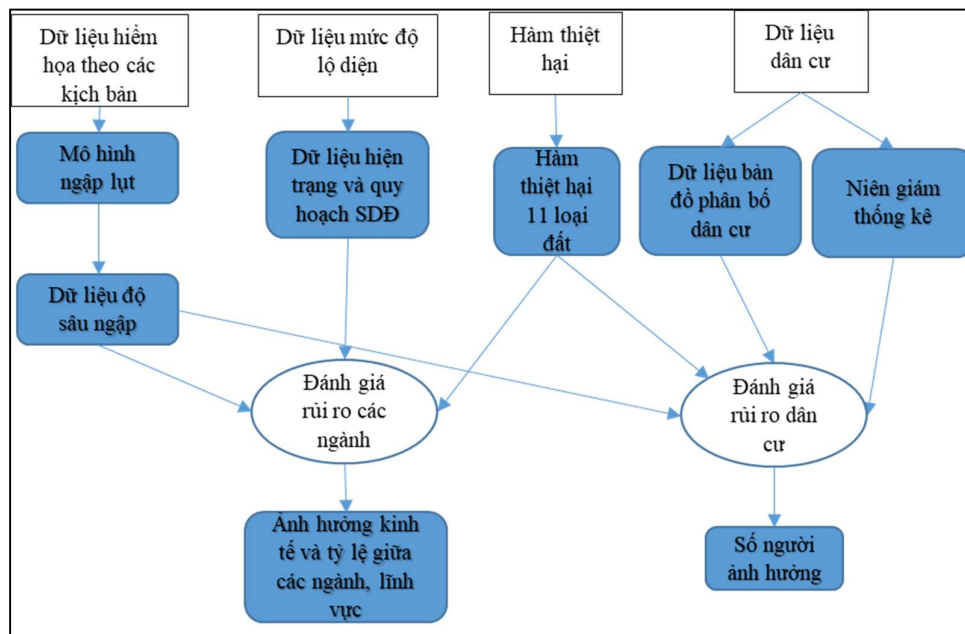
Tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu thuộc khu vực miền Đông Nam Bộ, có diện tích tự nhiên 1.982 km<sup>2</sup>, phía Đông Bắc giáp với tỉnh Bình Thuận, phía Tây giáp với thành phố Hồ Chí Minh, phía Bắc giáp tỉnh Đồng Nai, phía Nam và Tây Nam giáp Biển Đông (Hình 1).

### *2.2. Giới thiệu phương pháp đánh giá định lượng rủi ro*

Phương pháp định lượng đã được áp dụng rộng rãi trong đánh giá thiên tai nhằm ứng phó, lập kế hoạch phòng chống, giảm thiểu thiệt hại và bảo hiểm. Trong bài báo này, sẽ đánh giá thiệt hại trực tiếp và thiệt hại gián tiếp (quy thành đơn vị tiền tệ) cho từng kịch bản lũ. Thiệt hại trực tiếp ở đây được hiểu là tác động trực tiếp của ngập lụt lên các đối tượng (các đối tượng nằm trong vùng bị ngập). Thiệt hại gián tiếp là ảnh hưởng của ngập lụt làm gián đoạn các hoạt động khác. Phương pháp nghiên cứu được thể hiện qua sơ đồ cấu trúc mô tả trong hình 2.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu.

Rủi ro dự kiến hàng năm (AED) được thể hiện theo khu vực hoặc tích phân đường cong. Tuy nhiên, việc chạy chính xác của đường cong thường không dễ xác định vì chỉ có một vài điểm trên đó được biết. Do đó, trong hầu hết các trường hợp, một phép tính gần đúng được thực hiện bằng cách tính rủi ro theo công thức sau [14]:

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^k D|i| \times \Delta P_i \quad (1)$$

Trong đó  $\bar{D}$  là rủi ro (hoặc thiệt hại trung bình hàng năm);  $D|i|$  là thiệt hại trung bình của hai điểm đã biết của đường cong.

$$D|i| = \frac{D(P_{i-1}) + D(P_i)}{2} \quad (2)$$

$\Delta P$  là xác suất của khoảng giữa hai điểm đó.

$$\Delta P = |P_i - P_{i-1}| \tag{3}$$

Phương pháp tiếp cận đường cong thiệt hại cung cấp đánh giá rủi ro định lượng có thể được chuyển đổi trong thiệt hại kinh tế. Cách tiếp cận được áp dụng để xác định thiệt hại kinh tế là: Xác định giá trị đơn giá kinh tế (VND/m<sup>2</sup>) của các lớp kinh tế; Điều chỉnh lạm phát bằng Chỉ số giá tiêu dùng (CPI); Tính toán thiệt hại kinh tế.

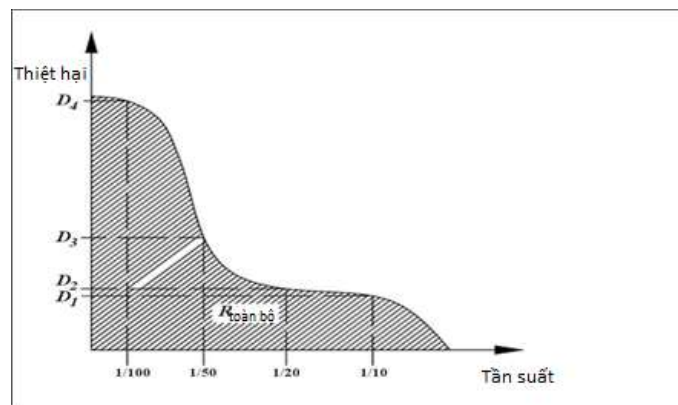
Thiệt hại kinh tế dự kiến hàng năm có thể được tính cho các lớp kinh tế sử dụng công thức:

$$AEEL = R \times UEV \times F \tag{4}$$

Trong đó AEEL = Thiệt hại kinh tế dự kiến hàng năm (tỷ đồng); R = Rủi ro (không có đơn vị); và UEV = Giá trị kinh tế đơn vị (VND/m<sup>2</sup>), F là diện tích đất (m<sup>2</sup>).

Quy trình này được lặp lại cho các kịch bản hiện tại và tương lai (với điều kiện phát triển sử dụng đất và biến đổi khí hậu) và nó cũng được sử dụng để tính toán hiệu quả kinh tế của việc giảm thiểu rủi ro thiên tai.

Như vậy, theo cách tiếp cận trên, rủi ro hiện trạng sẽ là tổng thiệt hại của tất cả các tần suất xuất hiện (Hình 3). Các thiệt hại của từng đối tượng ứng với từng kịch bản, sự kiện được tính toán với phương pháp như trên. Nghiên cứu sẽ đánh giá rủi ro cho các đối tượng cụ thể trong điều kiện hiện trạng: Sử dụng các giá trị thiệt hại ứng với các kịch bản ngập lụt tương ứng với các trận lũ có tần suất 1%, 5% và 10% để tính toán rủi ro. Tương tự như vậy đối với kịch bản tương lai.



Hình 3. Giá trị thiệt hại theo tần suất.

#### Đánh giá thiệt hại cho từng sự kiện lũ

Thiệt hại trực tiếp với từng trận lũ được tính toán bằng cách: tất cả các lớp bản đồ ngập lụt, độ lộ diện được biên tập về cùng một độ phân giải. Sau đó sử dụng phương pháp GIS chồng chập các đối tượng, mỗi đối tượng này có một giá trị kinh tế và một hàm thiệt hại. Từ đó tính ra được thiệt hại cho từng đối tượng, ở từng ô lưới. Bằng kỹ thuật GIS có thể dễ dàng xác định thiệt hại trực tiếp của từng đối tượng theo địa giới hành chính cho mỗi sự kiện lũ, kịch bản lũ cũng như tổng thiệt hại trực tiếp. Các thiệt hại gián tiếp rất khó để xác định, thường được giả thiết bằng 50% hoặc 100% thiệt hại trực tiếp. Việc đánh giá thiệt hại sẽ tiến hành cho tất cả các kịch bản ngập lụt đã được xây dựng. Đối với các kịch bản giai đoạn hiện trạng sử dụng bản đồ hiện trạng sử dụng đất, đối với các giai đoạn tương lai sử dụng bản đồ Quy hoạch sử dụng đất để làm cơ sở đánh giá.

#### Đánh giá số người bị ảnh hưởng

Để đánh giá được số người bị ảnh hưởng do lũ, nghiên cứu này xây dựng bản đồ phân bố dân cư chi tiết. Dựa trên tổng dân số cho từng xã sẽ được tính lại mật độ dân số trên diện tích đất ở (xác định trên bản đồ sử dụng đất). Bản đồ này sẽ được chồng lớp lên bản đồ ngập lụt và sử dụng các công cụ GIS để tính toán số người bị ảnh hưởng theo các kịch bản ngập lụt đã xây dựng.

2.3. Dữ liệu sử dụng trong đánh giá định lượng rủi ro

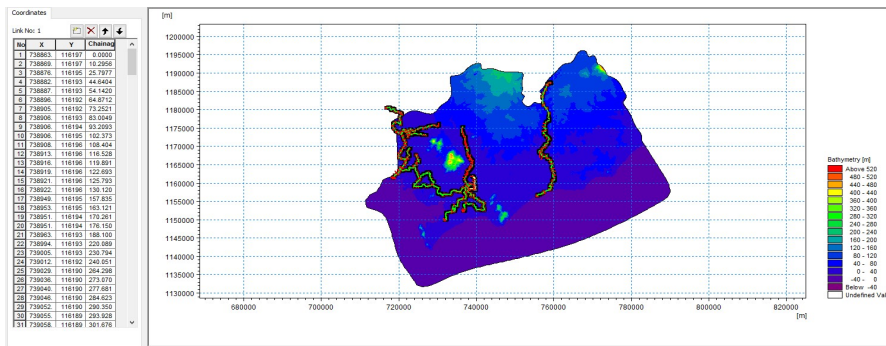
2.3.1. Dữ liệu hiểm họa theo các kịch bản tính toán

Dữ liệu hiểm họa theo kịch bản hiện trạng: Dữ liệu bản đồ ngập lụt với các kịch bản lũ do mưa 1 ngày lớn nhất tại trạm Vũng Tàu ứng với tần suất 1%, 5%, 10%. Dữ liệu hiểm họa theo kịch bản tương lai: Dữ liệu bản đồ ngập lụt các kịch bản tính toán mưa lớn nhất kết hợp với biến đổi khí hậu theo Kịch bản ĐKKH&NBD RCP 4.5 (kịch bản nồng độ khí nhà kính mức trung bình) [15] cho tương lai với các mốc năm 2030, 2050.

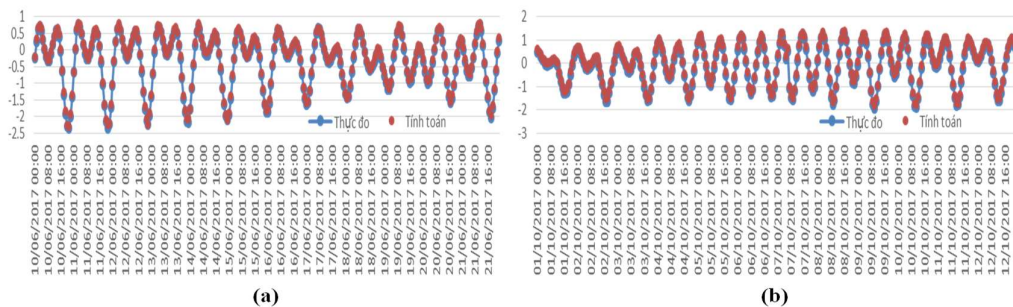
Bảng 1. Số liệu mưa ứng với các tần suất.

TT	Tần suất	Lượng mưa (mm)		
		Hiện trạng	Đến 2030	Đến 2050
1	1%	305,8	376,1	412,8
2	5%	214	263,2	288,9
3	10%	196,1	241,2	264,7

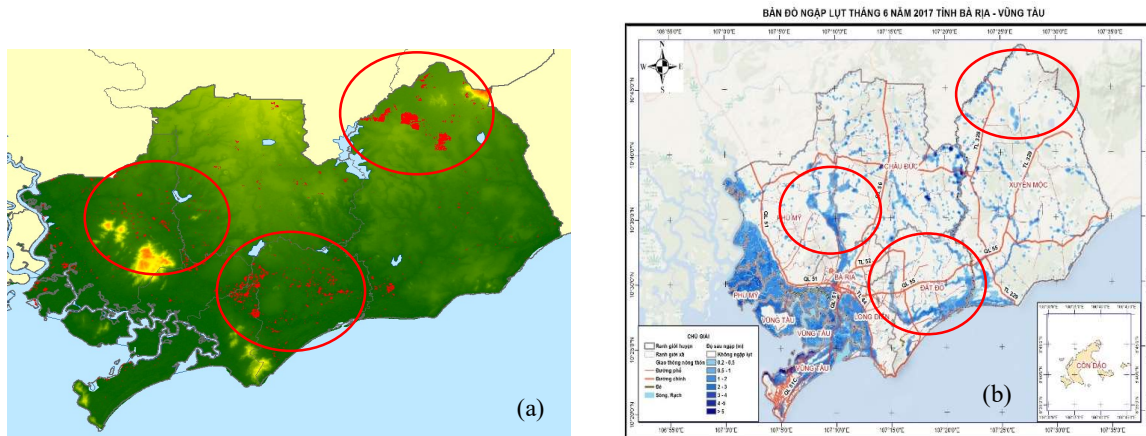
Để có các dữ liệu này, nghiên cứu đã thiết lập mô hình ngập lụt MIKE FLOOD [16] cho khu vực nghiên cứu (Hình 4) với dữ liệu địa hình 1: 10.000 [17]. Do trên địa bàn tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu không có trạm đo lưu lượng và mực nước thủy văn chỉ có trạm đo hải văn nên việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình mô phỏng ngập lụt dựa trên các vết lũ khảo sát và sự so sánh ngập lụt qua ảnh vệ tinh. Hiệu chỉnh và kiểm định các vết lũ cho thấy các sai số của vết lũ chỉ từ 0,01–0,2 m đều ở mức cho phép (Bảng 2). Bên cạnh đó, nghiên cứu còn tiến hành hiệu chỉnh mực nước trạm hải văn Vũng Tàu vẫn giai đoạn từ ngày 10–21/06/2017 và từ ngày 01–12/10/2017 (Hình 5a–5b). Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình bằng ảnh vệ tinh (Hình 6) và mực nước cho thấy về dao động mực nước tương đối chính xác. Như vậy có thể thấy, mô hình có độ tin cậy và phù hợp với điều kiện hiện tại của tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu nên có thể sử dụng bộ thông số của mô hình để tính toán trong các kịch bản xây dựng cho tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu.



Hình 4. Tọa độ kết nối và sơ đồ kết nối mô hình MIKE FLOOD cho tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu.



Hình 5. (a) Mực nước tính toán và thực đo trạm hải văn Vũng Tàu từ ngày 10–21/06/2017; (b) Mực nước tính toán và thực đo trạm hải văn Vũng Tàu từ ngày 01–12/10/2017.

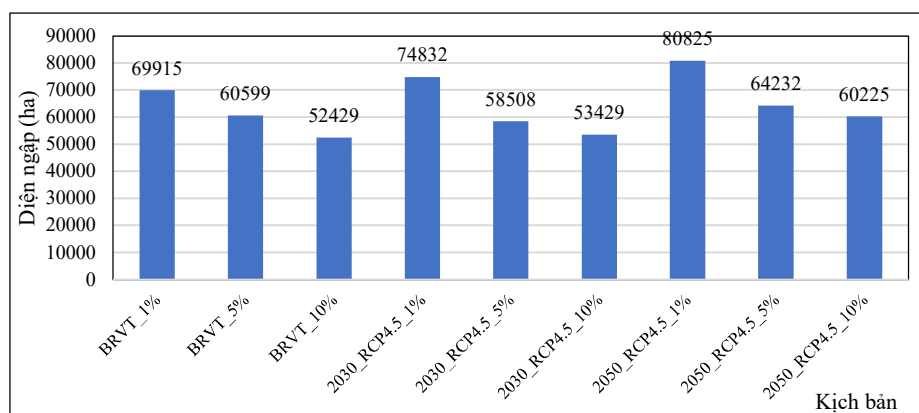


**Hình 6.** So sánh kết quả tính toán giữa ảnh vệ tinh và mô phỏng ngập lụt tháng 6/2017: (a) Giải đoán ảnh vệ tinh vệ tinh sentinel 2; (b) Kết quả mô phỏng ngập lụt.

**Bảng 2.** So sánh kết quả tính toán và vết lũ (Đơn vị: m).

TT	X	Y	Vết lũ	Tính toán	Sai số	Kí hiệu
1	737407,5	1163166	6,5	6,3	0,2	VL8
2	737698	1155472	1,69	1,65	0,04	VL9
4	729818,6	1160319	1,61	1,54	0,07	VL11
5	725184,4	1171889	6,32	6,52	0,2	VL13
7	758282,3	1172651	16,65	16,83	0,18	VL1A
9	759508,4	1161867	2,43	2,33	0,1	VL5
10	761342,5	1161274	2,70	2,83	0,13	VL3
12	742971,7	1152741	3,06	3,18	0,12	VL7
13	730037,2	1149500	3,40	3,34	0,06	VL14
14	728621,2	1147977	1,79	1,78	0,01	VL14A

Với kịch bản lũ do mưa lớn được tính toán từ chuỗi số liệu mưa từ năm 1980–2019 phân tích và tính toán mưa cho các giá trị mưa một ngày lớn nhất. Mưa lớn ở tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu gây ra ngập úng ở rất nhiều nơi và đặc biệt nghiêm trọng. Với tần suất 10% diện ngập trên địa bàn tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu khoảng 52.429 ha; với tần suất 5%, diện ngập tăng lên đến khoảng 60.599 ha; với tần suất 1%, diện ngập lớn nhất trên địa bàn tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu khoảng 69.915 ha (gấp 1,33 lần so với tần suất 10%). Diện ngập trên địa bàn tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu chủ yếu là các khu vực trũng thấp, lòng chảo do lượng mưa lớn gây ra. Một số nơi có diện tích ngập nhiều như huyện Xuyên Mộc, huyện Châu Đức và TX. Phú Mỹ. Với các kịch bản tương lai, cho thấy mức độ ngập lụt có xu hướng gia tăng (Hình 7).



**Hình 7.** Diện tích ngập lụt tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu theo các kịch bản.

### 2.3.2. Xác định các yếu tố chịu rủi ro lũ lụt – Dữ liệu về mức độ lộ diện

#### a) Hiện trạng và phương hướng sử dụng đất

Đánh giá rủi ro định lượng sẽ dựa trên giá trị kinh tế của các loại đất do đó để đánh giá rủi ro định lượng cho tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu cần xác định được diện tích và sự phân bố các loại đất trên lưu vực sông. Hai bản đồ sử dụng đất đã được phân tích với 2 khoảng thời gian: bản đồ hiện trạng năm 2015 và bản đồ quy hoạch đến 2020. Trong đó bản đồ năm 2015 được sử dụng để phân tích các kịch bản hiện trạng (kịch bản cơ sở) và bản đồ năm 2020 được sử dụng để phân tích cho các kịch bản Biến đổi khí hậu các năm 2030 và 2050.

Bản đồ phân bố các loại đất thể hiện diện tích và sự phân bố các loại đất theo 12 nhóm đất chính là: đất sản xuất nông nghiệp, đất ngư nghiệp, đất trồng lúa, đất lâm nghiệp, đất nông thôn, đất đô thị, đất du lịch, đất cơ sở hạ tầng thiết yếu, đất công nghiệp, đất giao thông, đất công cộng và đất chưa sử dụng (Bảng 3).

**Bảng 3.** Tổng hợp diện tích hiện trạng sử dụng đất và quy hoạch sử dụng đất trên địa bàn tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu.

ID	Loại đất	Diện tích hiện trạng (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ %	Diện tích quy hoạch (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ	Chênh lệch
1	Đất cây lâu năm, hàng năm	696,8	37,7	753,1	40,5	2,7
2	Đất Ngư nghiệp	8,5	0,5	34,9	1,9	1,4
3	Đất trồng lúa và hoa màu	128,6	7,0	0,6	0,0	-6,9
4	Đất Lâm nghiệp	264,0	14,3	251,9	13,5	-0,8
5	Đất Nông thôn	249,3	13,5	204,7	11,0	-2,5
6	Đất đô thị	53,0	2,9	80,2	4,3	1,4
7	Đất du lịch	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
8	Đất cơ sở hạ tầng thiết yếu	4,1	0,2	96,0	5,2	4,9
9	Đất công Nghiệp	1,4	0,1	152,2	8,2	8,1
10	Đất giao thông	55,7	3,0	83,5	4,5	1,5
11	Đất công cộng	19,3	1,0	11,0	0,6	-0,5
12	Đất chưa sử dụng	365,6	19,8	192,8	10,4	-9,4

#### b) Xác định giá trị ứng với các đối tượng chịu tác động của ngập lụt

Giá trị kinh tế của đất dựa theo số liệu từ Dự án Tăng cường hỗ trợ ứng phó với thiên tai vùng ven biển Việt Nam–Giai đoạn 2 [8]. Các giá trị này là cho từng quốc gia và dựa theo mối quan hệ với GDP. Các giá trị không có trong báo cáo thì sẽ được thu thập từ các nguồn khác: từ các dự án tham khảo [18], thiệt hại do địa phương đánh giá và ý kiến của các chuyên gia dựa trên kinh nghiệm bản địa. Các giá trị đã được điều chỉnh lạm phát đến năm 2018.

### 2.3.3. Lựa chọn hàm thiệt hại

Đối với các loại đất được phân loại, hàm thiệt hại và giá trị kinh tế được thu thập dựa trên tài liệu và giá trị địa phương thích ứng. Nguồn chính cho các hàm thiệt hại là từ báo cáo JRC [19], bổ sung bởi các dự án tham chiếu của RHDHV với Sri Lanka cho WB và nghiên cứu Hà Lan HIS–SSM. Các yếu tố thiệt hại có ngưỡng 10cm để giải thích cho sự không chắc chắn của mô hình, các rào cản vật lý và phù hợp ý kiến chung rằng một vài cen–ti–mét ngập lụt sẽ không gây ra thiệt hại khác biệt đáng kể. Các hàm thiệt hại này đã được sử dụng để đánh giá rủi ro do lũ lụt trong Dự án Tăng cường hỗ trợ ứng phó với thiên tai vùng ven biển Việt Nam–Giai đoạn 2 do Ngân hàng Thế giới thực hiện năm 2019. Các hàm thiệt hại này được xác định cho 11 loại đất trong bảng 4.

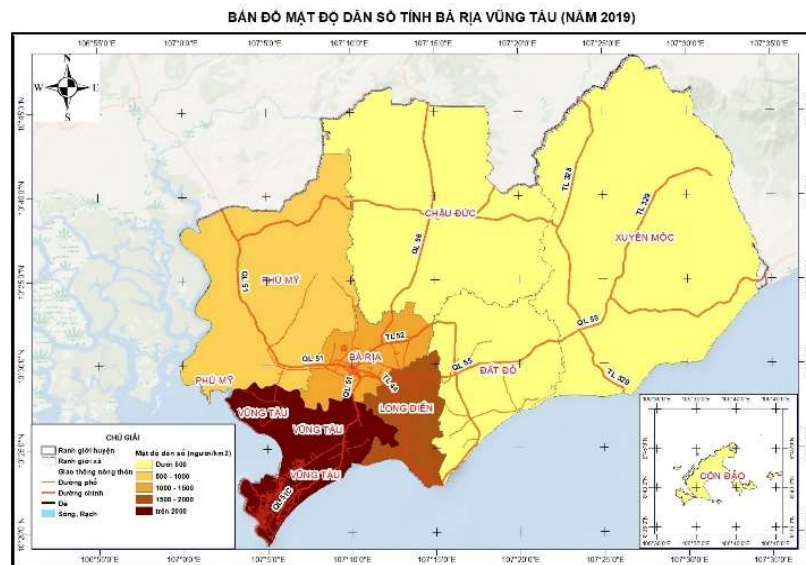
**Bảng 4.** Hàm thiệt hại cho 11 loại đất.

Yếu tố thiệt hại	Lúa và hoa màu	Cây lâu năm, hang năm	Lâm nghiệp	Ngư nghiệp	Thành thị	Nông thôn	Công nghiệp	Giao thông vận tải	Cơ sở hạ tầng thiết yếu	Đất công cộng	Du lịch
Độ sâu ngập (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,35	0,13	0,07	0,05	0,07	0,16	0,04	0,14	0,09	0,15	0,05	0,16
0,5	0,25	0,14	0,1	0,14	0,33	0,08	0,28	0,18	0,3	0,1	0,33
1	0,38	0,37	0,2	0,37	0,49	0,17	0,48	0,29	0,6	0,4	0,49
1,5	0,5	0,52	0,3	0,52	0,62	0,25	0,63	0,51	0,7	0,6	0,62
2	1	0,56	0,5	0,56	0,72	0,33	0,72	0,67	0,8	0,6	0,72
3	1	0,66	0,5	0,66	0,87	0,5	0,86	0,67	0,9	0,6	0,87
4	1	0,83	0,5	0,83	0,93	0,67	0,91	0,67	0,95	0,6	0,93
5	1	0,99	0,5	0,99	0,98	0,83	0,96	0,67	1	0,6	0,98
6	1	1	0,5	1	1	1	1	0,67	1	0,6	1
Nguồn:	Reference project WB, Sri Lanka	JRC, Asia Average	Reference project WB, Sri Lanka	JRC, Asia Average	JRC, Asia Average	JRC, Cambodia rural	JRC, Asia Average	JRC, Asia Average	SSM2015	Reference project WB, Sri Lanka	JRC, Asia Average

Các thiệt hại gián tiếp rất khó để xác định, trong nghiên cứu này giả định rằng thiệt hại gián tiếp được tính bằng thiệt hại trực tiếp [8]. Nghiên cứu đánh giá rủi ro cho các đối tượng cụ thể trong điều kiện hiện trạng: Sử dụng các giá trị thiệt hại ứng với các kịch bản ngập lụt tương ứng với các trận lũ có tần suất 1%, 5% và 10% để tính toán rủi ro. Tương tự như vậy đối với kịch bản tương lai. Sau đó tổng hợp thiệt hại cho các ngành: Nông nghiệp, công nghiệp, giao thông, thủy lợi, lâm nghiệp, nuôi trồng thủy sản, CSHT thiết yếu, du lịch.

2.3.4. Dân cư

Để đánh giá được số người bị ảnh hưởng do lũ, nhóm nghiên cứu đã xây dựng bản đồ phân bố dân cư chi tiết. Dựa trên niên giám thống kê 2019 [20], tổng dân số cho từng xã sẽ được tính lại mật độ dân số trên diện tích đất ở (Hình 8). Theo Niên giám thống kê 2019, dân số tăng bình quân giai đoạn 2015–2019 là 1,07% (Bảng 5).



**Hình 8.** Mật độ dân số tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu năm 2019.



**Bảng 5.** Dân số năm 2019 và tương lai theo kịch bản phát triển KTXH (Đơn vị: Người).

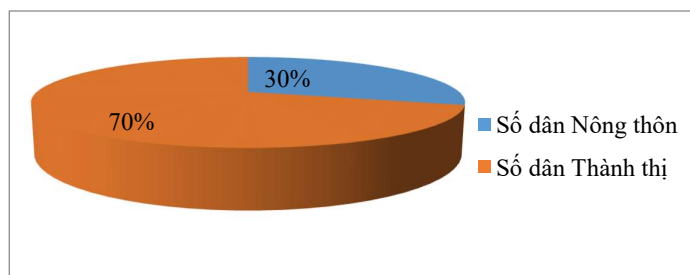
Năm	2019	2030	2050
		Tăng 1,07%	
Bà Rịa–Vũng Tàu	1.152.218	1.287.834	1.534.409

Kịch bản BĐKH&NBD RCP 4.5 (kịch bản nồng độ khí nhà kính mức trung bình) [15] được sử dụng cho tương lai với các mốc năm 2030, 2050 với sự thay đổi về lượng mưa thể hiện trong mức độ ngập lụt (hiểm họa), gia tăng dân số theo kịch bản gia tăng 1,07%/năm, giá trị kinh tế đất giả sử không đổi.

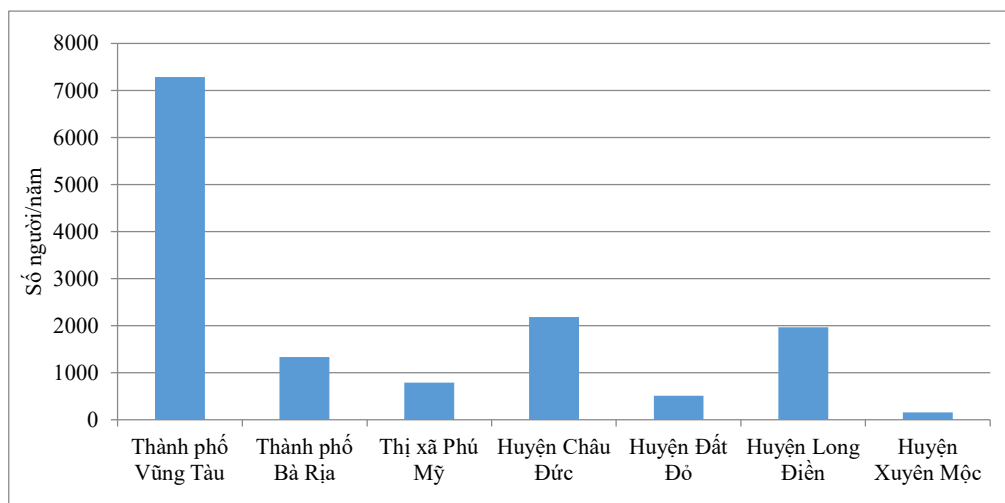
### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Đánh giá số người chịu rủi ro do ngập lụt

Tính toán số người chịu rủi ro do lũ hiện trạng cho kết quả cho thấy tổng số dân chịu rủi ro là khoảng 14.000 người/năm trong đó phần lớn là dân số thuộc khu vực thành thị (khoảng 10.000 người/năm chiếm 70%), số dân nông thôn khoảng 4.000 người/năm chiếm 30% tổng số dân chịu rủi ro (Hình 9). Thành phố Vũng Tàu có số dân chịu rủi ro lớn nhất khoảng 7.300 người/năm chiếm khoảng 51% tổng số dân chịu rủi ro toàn tỉnh, huyện Xuyên Mộc có số người chịu rủi ro ít nhất khoảng 150 người/năm chỉ chiếm 1,1% (Hình 10).



**Hình 9.** Tỷ lệ số dân thành thị và nông thôn toàn tỉnh chịu rủi ro do lũ hiện trạng.

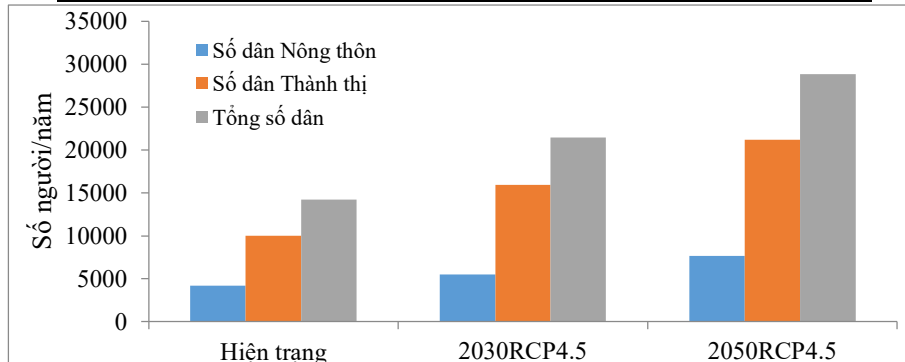


**Hình 6.** Số dân chịu rủi ro do lũ hiện trạng theo đơn vị hành chính.

Theo Kịch bản BĐKH, số dân chịu rủi ro tăng dần theo các năm. Năm 2030 RCP4.5 số dân chịu rủi ro tăng thêm 50% so với hiện trạng, năm 2050 RCP4.5 tăng thêm 102% so với hiện trạng (Bảng 6, Hình 11). Điều này do ảnh hưởng của mưa lũ và gia tăng dân số.

**Bảng 6.** Số dân chịu rủi ro do lũ các kịch bản (ĐVT: người/năm)

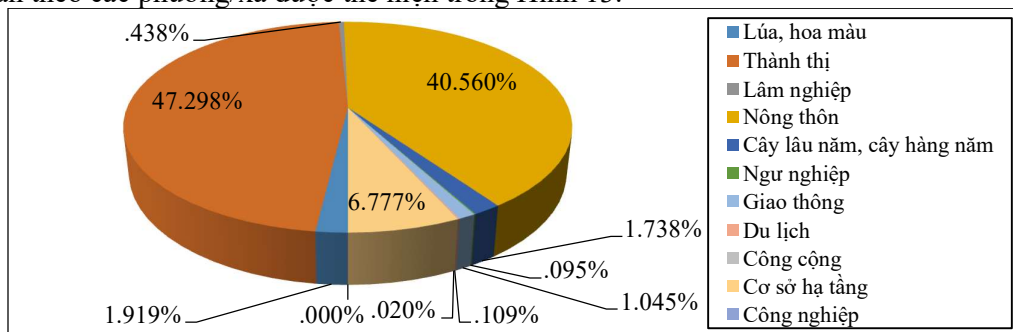
Kịch bản	Số dân Nông thôn	Số dân Thành thị	Tổng số dân
Hiện trạng	4.000	10.000	14.000
2030RCP4.5	5.500	16.000	21.500
2050RCP4.5	7.500	21.000	28.500



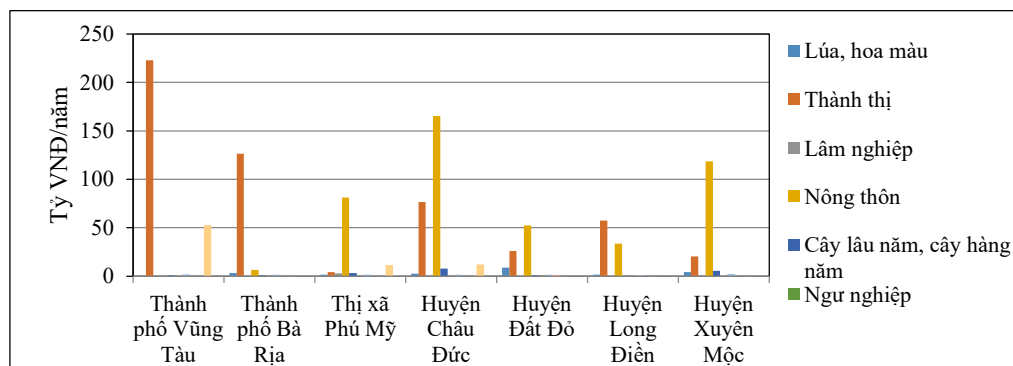
**Hình 7.** Số dân chịu rủi ro do lũ các nhóm kịch bản.

### 3.2. Đánh giá rủi ro ngập lụt định lượng theo các ngành, lĩnh vực

Rủi ro hiện trạng: Trong các nhóm sử dụng đất, thì rủi ro hàng năm đối với khu vực thành thị là lớn nhất, khoảng 534 tỷ VNĐ/năm, chiếm 47,3% tổng giá trị rủi ro, khu vực nông thôn cũng bị ảnh hưởng lớn, khoảng 458 tỷ VNĐ/năm, chiếm 40,56% tổng giá trị rủi ro, tiếp đến là hệ thống cơ sở hạ tầng ước khoảng 77 tỷ VNĐ/năm chiếm tỷ lệ tương ứng là 6,78%, các lĩnh vực còn lại đều ở mức trên dưới 2% (Hình 12). Rủi ro hàng năm cho các lĩnh vực sử dụng đất phân theo các phường/xã được thể hiện trong Hình 13.



**Hình 8.** Tỷ lệ các ngành/lĩnh vực chịu rủi ro do lũ hiện trạng.



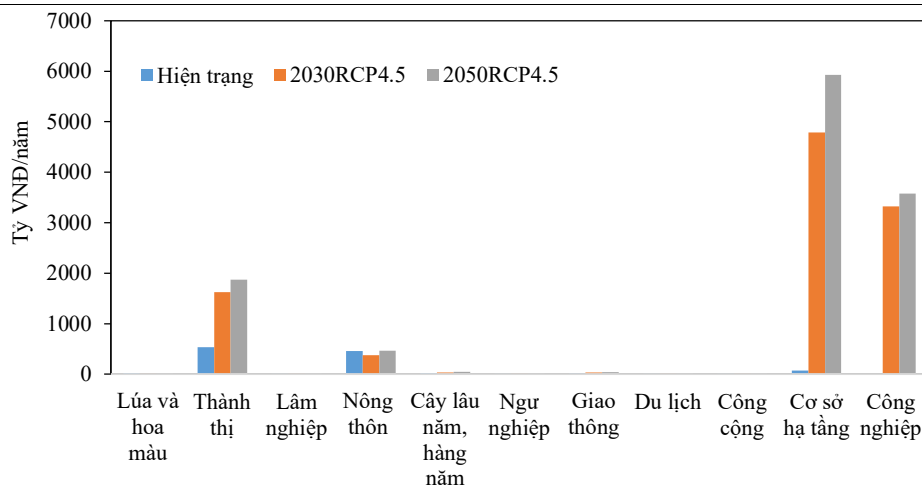
**Hình 9.** Giá trị rủi ro hiện trạng theo đơn vị hành chính.

Đối với kịch bản 2030 RCP4.5, tổng rủi ro của tỉnh khoảng 10.200 tỷ VNĐ/năm, trong đó chịu huyện Xuyên Mộc rủi ro lớn nhất, khoảng 3.223 tỷ VNĐ/năm, chiếm 31,63% tổng giá trị rủi ro. Tiếp đến là thành phố Vũng Tàu chiếm 21,28%, thị xã Phú Mỹ 19,44%, huyện Châu Đức 11,5%. Các thành phố/huyện còn lại đều ở mức dưới 10%. Đối với kịch bản 2050 RCP4.5, tổng rủi ro của tỉnh là 11.960 tỷ VNĐ/năm, trong đó chịu huyện Xuyên Mộc rủi ro lớn nhất, khoảng 4.062 tỷ VNĐ/năm, chiếm 33,97% tổng giá trị rủi ro. Tiếp đến là thành phố Vũng Tàu chiếm 19,08 %, thị xã Phú Mỹ 17,23%, huyện Châu Đức 11,78%. Các thành phố/huyện còn lại đều ở mức từ 10% trở xuống.

Do ảnh hưởng của mưa lũ và sự thay đổi sử dụng đất mà giá trị rủi ro tăng dần theo các nhóm năm, đồng thời có sự thay đổi giá trị rủi ro giữa các nhóm sử dụng đất với nhau và của đơn vị hành chính. Ở điều kiện hiện trạng, khu vực thành thị và nông thôn chịu rủi ro nhiều nhất, trong khi với các kịch bản tương lai thì khu vực cơ sở hạ tầng và công nghiệp chịu rủi ro lớn nhất. Đối với đơn vị hành chính, ở hiện trạng thành phố Vũng Tàu chịu rủi ro nhiều nhất, nhưng với các kịch bản tương lai thì huyện Xuyên Mộc lại là đơn vị cấp huyện chịu rủi ro nhiều nhất (Hình 14–18, Bảng 7–8).

**Bảng 7.** Giá trị rủi ro các nhóm kịch bản phân theo các ngành, lĩnh vực (ĐVT: tỷ VNĐ/năm).

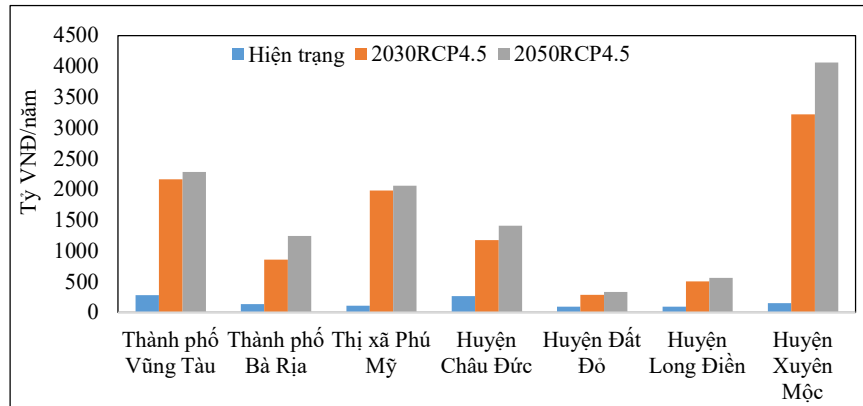
Kịch bản	Lúa và hoa màu	Thành thị	Lâm nghiệp	Nông thôn	Cây lâu năm, hàng năm	Ngư nghiệp	Giao thông	Du lịch	Công cộng	Cơ sở hạ tầng	Công nghiệp	Tổng
Hiện trạng	22	534	5	458	20	1	12	1	0,23	77	0,00	1.130
2030RCP4.5	0,07	1.626	6	377	32	5	30	1	0,15	4.790	3.323	10.200
2050RCP4.5	0,08	1.876	7	470	44	7	36	1	0,17	5.935	3.580	11.960



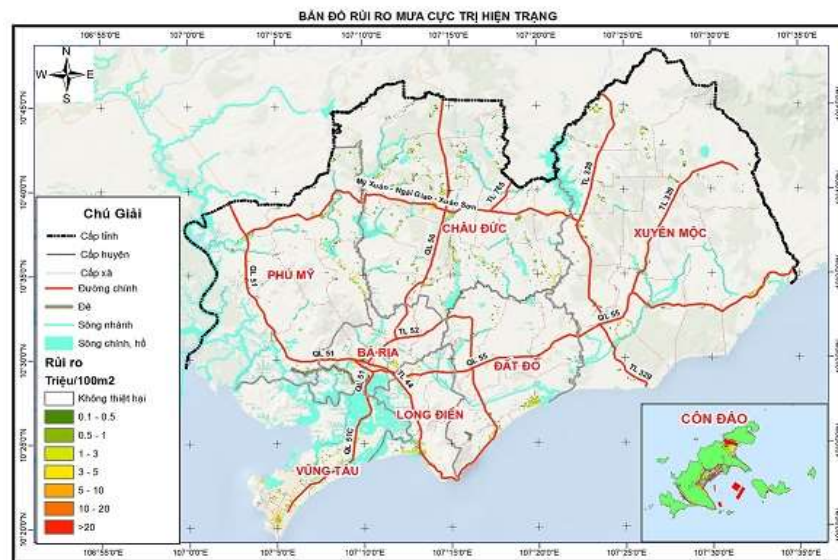
**Hình 10.** Giá trị rủi ro các nhóm kịch bản phân theo các ngành, lĩnh.

**Bảng 8.** Giá trị rủi ro các nhóm kịch bản phân theo đơn vị hành chính (ĐVT: tỷ VNĐ/năm).

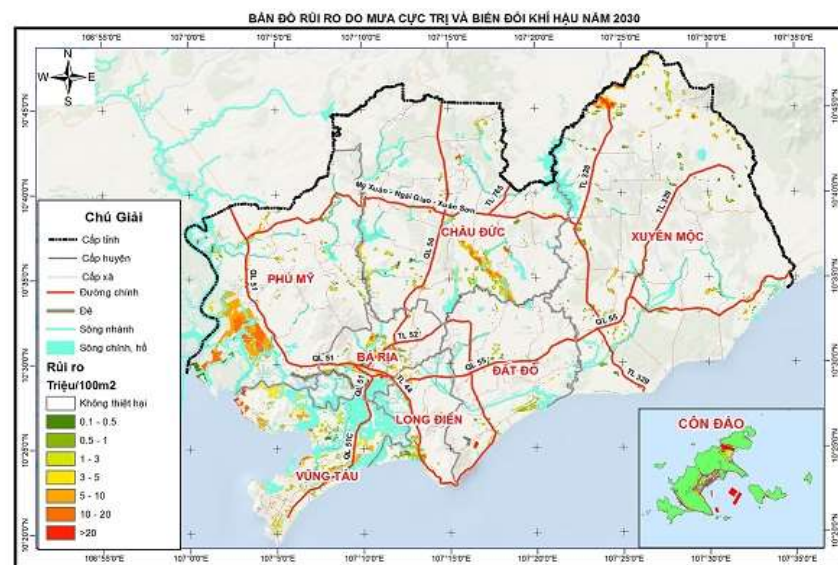
Kịch bản	Thành phố Vũng Tàu	Thành phố Bà Rịa	Thị xã Phú Mỹ	Huyện Châu Đức	Huyện Đất Đỏ	Huyện Long Điền	Huyện Xuyên Mộc	Tổng
Hiện trạng	280	140	106	266	92	94	153	1.130
2030RCP4.5	2.168	855	1.982	1.173	287	503	3.223	10.200
2050RCP4.5	2.281	1.243	2.060	1.410	335	565	4.062	11.960



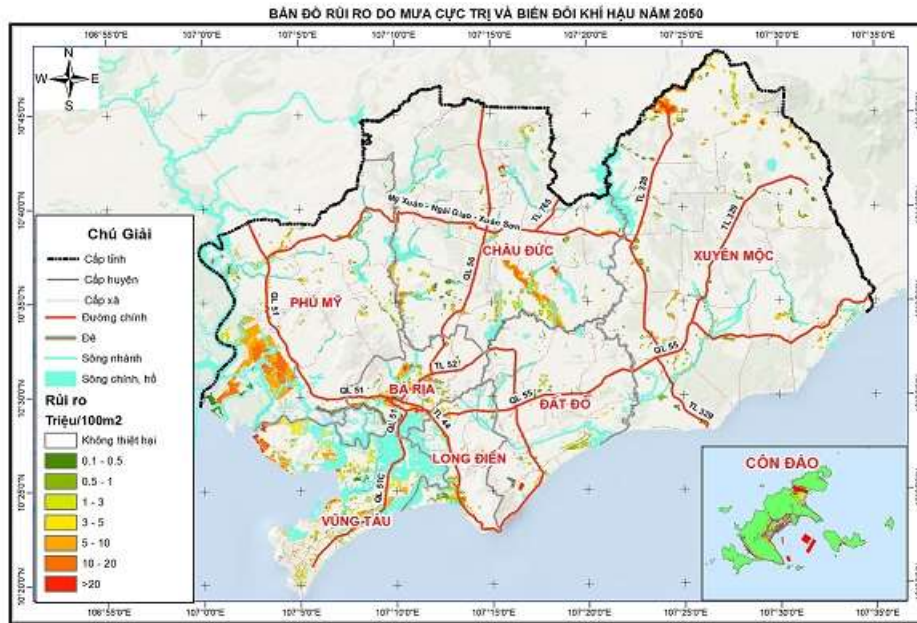
Hình 11. Giá trị rủi ro các nhóm kịch bản phân theo đơn vị hành chính.



Hình 12. Bản đồ rủi ro hiện trạng.



Hình 13. Bản đồ rủi ro kịch bản 2030 RCP4.5.



Hình 14. Bản đồ rủi ro kịch bản 2050 RCP4.5.

#### 4. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu đã đánh giá rủi ro định lượng do ngập lụt áp dụng đối với tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu, đánh giá được một cách tổng thể tình hình rủi ro thiên tai lũ và dân số bị ảnh hưởng trong hiện tại và tương lai với các bước thời gian đến năm 2030, 2050 gắn với biến đổi khí hậu. Qua đó thấy được, do ảnh hưởng của mưa lũ và sự thay đổi sử dụng đất mà giá trị rủi ro tăng dần theo các nhóm năm, đồng thời có sự thay đổi giá trị rủi ro giữa các nhóm sử dụng đất với nhau và của đơn vị hành chính. Ở hiện trạng, khu vực thành thị và nông thôn chịu rủi ro nhiều nhất, các kịch bản tương lai thì khu vực cơ sở hạ tầng và công nghiệp chịu rủi ro nhiều nhất. Đối với đơn vị hành chính, ở hiện trạng thành phố Vũng Tàu chịu rủi ro nhiều nhất, đến các kịch bản tương lai huyện Xuyên Mộc chịu rủi ro nhiều nhất. Các đánh giá này sẽ giúp định hướng xác định các giải pháp phù hợp cho mỗi khu vực của tỉnh trước rủi ro do lũ lụt ngày càng gia tăng.

Trong khuôn khổ nghiên cứu này, tác giả sử dụng kịch bản BĐKH&NBD RCP 4.5 [15] được sử dụng cho tương lai với các mốc năm 2030, 2050 với sự thay đổi về lượng mưa. Trong các nghiên cứu tiếp theo sẽ sử dụng thêm kịch bản BĐKH được cập nhật mới để so sánh mức độ rủi ro từ đó thấy được bức tranh đầy đủ hơn.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu và phân công nhiệm vụ triển khai: N.K.N.A., T.N.A., L.N.Q., P.H.Q.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.K.N.A., T.N.A.; Tính toán kịch bản: N.K.N.A., N.T.B., L.T.A.H.; Viết bản thảo bài báo: N.K.N.A., T.N.A., N.T.B., L.T.A.H.; Chính sửa bài báo: T.N.A., L.N.Q., P.H.Q.T.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được thực hiện tại Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội và Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ với sự tài trợ của nghiên cứu “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến vấn đề ngập lụt, lập bản đồ phân vùng nguy cơ ngập lụt và xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu trong vấn đề chống ngập tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu”.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Sơn, N.T. Đánh giá mức độ tổn thương về kinh tế – xã hội do lũ lụt trên một số lưu vực sông chính ở miền Trung trong bối cảnh biến đổi khí hậu và khai thác công trình thủy điện, thủy lợi, mã số BDKH-19, 2015.
2. Văn, C.T.; Sơn, N.T. Nghiên cứu thiết lập phương pháp cơ bản đánh giá rủi ro lũ lụt ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường* **2016**, 32(3S), 264–270.
3. Liên hợp quốc UNISDR, Sổ tay Thuật ngữ giảm nhẹ giảm nhẹ rủi ro thiên tai, 2019.
4. Luật số: 33/2013/QH13 ngày 19 tháng 6 năm 2013 Luật Phòng, chống thiên tai.
5. ADRC, Total diaster risk management - good practices, Asian Diaster Reduction Center, Kobe, Japan, 2005.
6. Hương, H.T.L.; Hiền, N.X.; Thủy, N.T.; Hằng, V.T.; Công, N.T. Đánh giá rủi ro thiên tai do lũ lụt khu vực Trung Trung Bộ. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2020**, 715, 13–26.
7. Varnes, D.J. The International Association of Engineering Geology Commission on Landslides and Other Mass Movements on Slopes. Landslide hazard zonation: a review of principles and practice, United nations educational. Scientific and Cultural organization, 2008, ISBN:92-3-101895-7.
8. Apel, H.; Thielen, A. H.; Merz, B.; Blöschl, G. Flood risk assessment and associated uncertainty. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* **2004**, 4, 295–308.
9. Meyer, V.; Scheue, S.; Haase, D. A multicriteria approach for flood risk mapping exemplified at the Mulde river, Germany. *Nat. Hazards* **2009**, 48, 17–39.
10. Kandilioti, G.; Makropoulos, C. Preliminary. Flood risk assessment: the case of Athens. *Nat. Hazards* **2012**, 61, 441–468.
11. Meyer, V.; Priest, S.; Kuhlicke, C. Economic evaluation of structural and non-structural flood risk management measures: examples from the Mulde River. *Nat. Hazards* **2012**, 62(2), 301–324.
12. Cát, V.M. Đánh giá rủi ro thiên tai do lũ lụt lưu vực sông Dinh. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2020**, 717, 1–10.
13. World Bank, Báo cáo Dự án Tăng cường hỗ trợ ứng phó với Thiên tai vùng Ven biển Việt Nam - Giai đoạn 2, 2019.
14. DVWK–Fachausschuss, Economic evaluation of flood protection effects: Working materials for the methodical approach, Bonn: German Association for Water Management and Cultivation, 1985.
15. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Kịch bản BDKH và NBD cho Việt Nam, 2016.
16. DHI, MIKE FLOOD manual, 2014.
17. Cục Đo đạc, Bản đồ, Bản đồ địa hình 1: 10.000 khu vực Bà Rịa - Vũng Tàu.
18. Liên danh Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường - Công ty TNHH Tư vấn Trường đại học Thủy lợi - Công ty TNHH Tư vấn Tài nguyên nước và Môi trường Minh Long, Dự án Xây dựng kế hoạch phòng chống thiên tai cấp tỉnh gắn với quản lý lũ tổng hợp một số lưu vực sông khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, 2020.
19. Joint Research Center - European Commission. Global flood depth–damage funtions, 2017.
20. Cục thống kê tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu. Niên giám thống kê tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu năm 2019, 2020.

## **Quantitative assessment of flood risks in Ba Ria–Vung Tau in the context of climate change**

**Nguyen Kim Ngoc Anh<sup>1\*</sup>, Tran Ngoc Anh<sup>1,2</sup>, Nguyen Thanh Binh<sup>1</sup>, Pham Ho Quoc Tuan<sup>3</sup>, Le Thi An Hai<sup>3</sup>, Le Ngoc Quyen<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Center for Environmental Fluid Dynamics, VNU University of Science, Vietnam National University, Hanoi; ngocanhnk@hus.edu.vn; tranngocanh@hus.edu.vn; binh.gis.cefd@hus.edu.vn

<sup>2</sup> Faculty of Hydrology, Meteorology and Oceanography, VNU University of Sciences, Vietnam National University, Hanoi; tranngocanh@hus.edu.vn

<sup>3</sup> Hydrometeorological Station of the Southern Region; phamhoquoctuan@yahoo.com; lehai0013@gmail.com; Quyentccb@gmail.com.

**Abstract:** This paper presents the results of a quantitative risk assessment method applying to Ba Ria–Vung Tau province using: hazard maps (map of inundation depth for each scenarios), exposure data (land–use map, population, resident area) and various damage functions of different exposures. As the result the of assessment, it presents that the total population affected is about 1.4000 people/year. The total risk for industries and fields is about 1,130 billion VND/year in which the areas with the highest risk density per unit area of 776.8 million VND/km<sup>2</sup> are mainly concentrated in Vung Tau city. In the future, according to climate change scenarios to 2050, the total value of these economic risks will increase to 902% to 1058% and expand the affected area from about 86 km<sup>2</sup> to 120 km<sup>2</sup>.

**Keywords:** Ba Ria–Vung Tau; Climate change; Flooding; Risk.

Bài báo khoa học

## Đánh giá xu thế biến động của độ cao và chu kỳ sóng tại khu vực vịnh Bắc Bộ thuộc vùng biển ven bờ Việt Nam

Hoàng Trung Thành<sup>1</sup>, Nguyễn Trung Thành<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Viện Nghiên cứu Biển và Hải đảo, Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam; thanhphutho2002@gmail.com

<sup>2</sup> Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên – môi trường biển khu vực phía Bắc, Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam; thanhnt2212@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: thanhnt2212@gmail.com; Tel.: +94–904695966

Ban biên tập nhận bài: 23/11/2021; Ngày phản biện xong: 30/12/2021; Ngày đăng bài: 25/2/2022

**Tóm tắt:** Nghiên cứu này tập trung vào việc tính toán, đánh giá xu thế biến đổi độ cao và chu kỳ sóng có nghĩa tại 05 điểm đại diện trên vịnh Bắc Bộ, cách bờ biển Việt Nam khoảng 24 hải lý (44 km). Việc tính toán xu thế được dựa trên các kết quả tính toán trường sóng trong 20 năm (2000–2019) ở khu vực Vịnh Bắc Bộ bằng mô hình SWAN sau khi đã kiểm định với số liệu quan trắc. Các kết quả tính toán tại 05 điểm này cho thấy các yếu tố sóng đều có xu hướng gia tăng, trong đó độ cao sóng có nghĩa cực đại trung bình các tháng trong năm gia tăng trong khoảng từ 0,0026 m/năm đến 0,0285 m/năm, độ cao sóng có nghĩa trung bình năm gia tăng trong khoảng từ 0,0004 m/năm đến 0,0046 m/năm, chu kỳ sóng có nghĩa trung bình năm gia tăng trong khoảng từ 0,0003 s/năm đến 0,0176 s/năm.

**Từ khoá:** Mô hình SWAN; Xu thế biến đổi độ cao và chu kỳ sóng; Vịnh Bắc Bộ.

### 1. Mở đầu

Các yếu tố hải văn nói chung và sóng biển nói riêng có tác động mạnh đến các công trình trên và ven biển, các phương tiện giao thông đường biển, các hoạt động kinh tế trên biển. Chính vì vậy từ lâu sóng biển đã được nghiên cứu trên nhiều phương diện khác nhau. Việc phân tích, đánh giá xu thế biến đổi các yếu tố sóng đã được nghiên cứu ở nhiều nơi trên thế giới. Từ năm 1970, Waldel đã tập trung vào việc phân tích sự thay đổi của chế độ sóng khí hậu ở Bắc Đại Tây Dương, thông qua số liệu độ cao sóng của 09 trạm đo từ năm 1950–1967, [1] cho rằng có sự thay đổi đáng kể về độ cao sóng trung bình giữa các năm. Trong những năm tiếp theo, cũng có nhiều nghiên cứu tập trung vào việc đánh giá xu thế thay đổi độ cao sóng, các kết quả nghiên cứu cho thấy xu thế tăng đối với cả độ cao sóng trung bình và độ cao sóng cực trị ở hầu hết các đại dương trên thế giới [2–9].

Ở Biển Đông, cũng có một số nghiên cứu đối với xu thế biến đổi độ cao sóng có nghĩa, trong đó ở khu vực giữa Biển Đông độ cao sóng Hs90 có tốc độ tăng trung bình khoảng 0,011 m/năm, độ cao sóng có nghĩa trung bình có xu thế tăng trung bình khoảng 0,0152m/năm giai đoạn 1988 đến 2011 [10–12].

Ở Việt Nam, việc nghiên cứu tính toán dự báo sóng cũng đã được quan tâm nghiên cứu, đặc biệt là việc áp dụng mô hình SWAN trong các tính toán ở khu vực Biển Đông [13–14]. Việc nâng cao độ chính xác của mô hình thông qua việc áp dụng các công cụ hiện đại như việc hiệu chỉnh mô hình tự động [15], hay áp dụng đồng hóa số liệu cũng đã được quan tâm nghiên cứu [16–18]. Tuy nhiên, việc đánh giá xu thế biến đổi độ cao sóng ở khu vực ven bờ



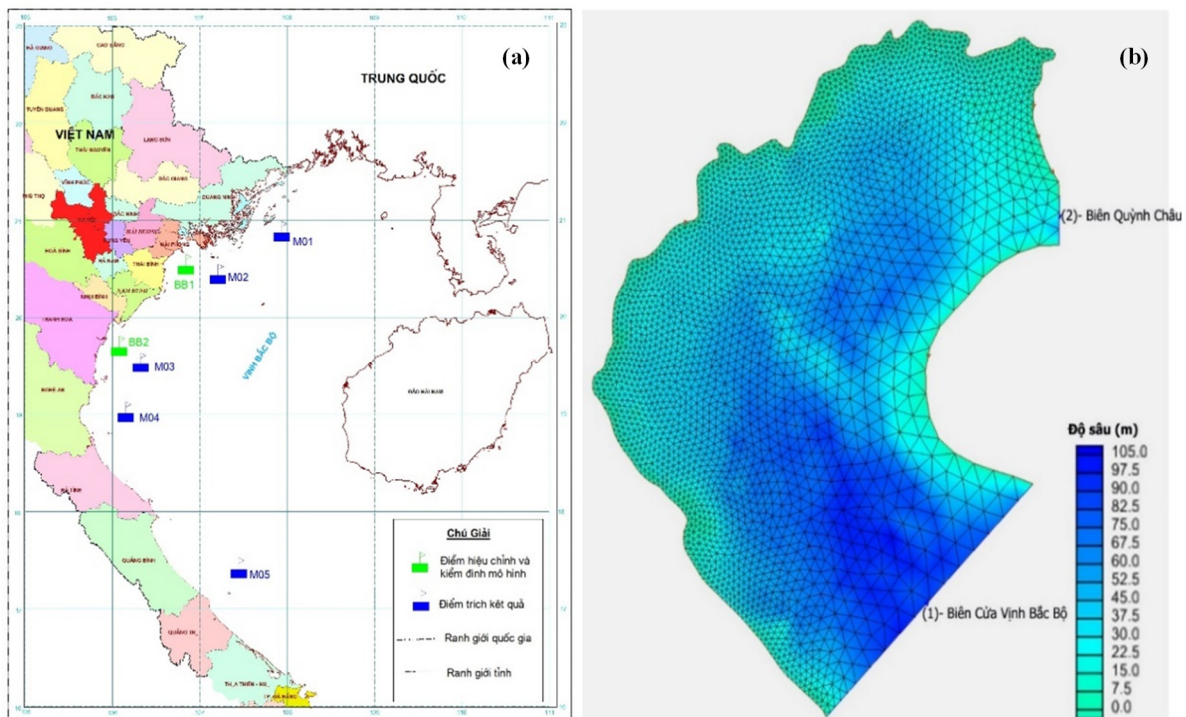
Việt Nam nói chung và khu vực Vịnh Bắc Bộ nói riêng vẫn chưa được quan tâm đúng mức. Vì vậy, nghiên cứu này tiến hành mô phỏng trường sóng ở khu vực Vịnh Bắc Bộ trong 20 năm (2000–2019) và trích ra các điểm ở vùng ven biển Việt Nam nhằm đánh giá xu thế biến động của độ cao sóng từ đó thấy được tác động của biến đổi khí hậu tới khu vực này.

## 2. Phương pháp và số liệu tính toán

### 2.1. Mô hình sóng và số liệu đầu vào

Nghiên cứu sử dụng mô hình tính sóng SWAN phiên bản 41.10 để tính toán mô phỏng trường sóng. Đây là mô hình tính toán sóng thế hệ ba [19], tính toán phổ sóng hai chiều bằng cách giải phương trình cân bằng tác động sóng có tính tới sự lan truyền sóng từ vùng nước sâu vào vùng nước nông ven bờ, đồng thời trao đổi năng lượng với gió thông qua hàm nguồn cùng với sự tiêu tán năng lượng sóng [20–21]. Trong mô hình SWAN các sóng được mô tả bằng phổ mật độ tác động sóng hai chiều. Phương trình cân bằng phổ mật độ tác động cơ bản được sử dụng trong những điều kiện phi tuyến cao. Trong mô hình SWAN phổ mật độ tác động  $N(\sigma, \theta)$  được chú ý hơn bởi vì, khi có mặt dòng chảy mật độ tác động được bảo toàn trong khi phổ mật độ năng lượng thì không [22]. Các biến độc lập là tần số  $\sigma$  và hướng sóng  $\theta$ . Mật độ tác động được tính bằng mật độ năng lượng chia cho tần số.

Địa hình là yếu tố quan trọng bậc nhất của mô hình thủy động lực nói chung và tính toán sóng nói riêng. Độ chính xác của mô hình phụ thuộc rất lớn vào số liệu địa hình, đặc biệt là vùng ven bờ. Chính vì vậy việc thu thập và xử lý số liệu địa hình đóng vai trò quan trọng, để đảm bảo độ chính xác của địa hình, nhóm nghiên cứu tiến hành thu thập các loại số liệu bao gồm: Độ sâu và đường bờ trên toàn Biển Đông được thu thập từ nguồn số liệu ETOPO của NOAA [23] và các số liệu địa hình chi tiết tại khu vực gần bờ của các đợt điều tra khảo sát biển trong vùng nghiên cứu [24]. Từ các số liệu địa hình này nghiên cứu sử dụng phần mềm ADCIRC của SMS phiên bản 10.0 [25] để tạo lưới tính phi cấu trúc với bước lưới ở khu vực gần bờ là 3km và thưa dần ra ngoài khơi, tổng số ô lưới là 5.365. Có 2 biên lỏng là biên cửa Vịnh Bắc Bộ (1) và eo biển Quỳnh Châu (2). Phạm vi, lưới tính và địa hình của mô hình thể hiện trên hình 1a–1b.



Hình 1. Phạm vi (a), lưới tính và địa hình (b) cho mô hình tại khu vực nghiên cứu.

Số liệu biên trên mặt: là trường gió tái phân tích toàn cầu CFSv2 của Trung tâm Dự báo Môi trường Quốc Gia Mỹ (NCEP) [26–27]. Số liệu tại các biên mở (biên 1–2): là độ cao, chu kỳ và hướng sóng được trích ra từ số liệu sóng tái phân tích toàn cầu của ECMWF [28].

Trong nghiên cứu này, số liệu quan trắc tại trạm BB1 và BB2 được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Tại trạm BB1 đo vào 02 đợt, trong đó đợt 1: từ 0 giờ ngày 18/6/2019 đến 23 giờ 24/6/2019 với tổng số 168 số liệu, 01 số liệu/01 giờ; đợt 2: từ 19 giờ ngày 3/11/2019 đến 19 giờ 10/11/2019 với tổng số 336 số liệu, 01 số liệu/0,5 giờ. Tại trạm BB2 đo vào 02 đợt, trong đó đợt 1: từ 0 giờ ngày 6/8/2019 đến 23 giờ 12/8/2019 với tổng số 168 số liệu, 01 số liệu/01 giờ; đợt 2: từ 13 giờ ngày 12/11/2019 đến 13 giờ 30 phút 19/11/2019 với tổng số 337 số liệu, 01 số liệu/0,5 giờ [29].

## 2.2. Đánh giá sai số

Trước khi tiến hành tính toán mô phỏng, mô hình SWAN đã được hiệu chỉnh và kiểm định thông qua đánh giá sai số các sai số sau:

- Sai số trung bình (ME)

Công thức tính sai số trung bình (*ME – Mean Error*) có dạng như sau:

$$ME = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\text{for}(i) - \text{obs}(i)) \quad (1)$$

Trong đó *obs* (i) là giá trị quan trắc tại thời điểm i, *for* (i) là giá trị dự báo tương ứng tại thời điểm i, và k là số lượng các giá trị quan trắc trong chuỗi quan trắc. Giá trị của ME nằm trong khoảng  $(-\infty, +\infty)$ . ME cho biết xu hướng lệch trung bình của giá trị dự báo so với giá trị quan trắc, nhưng không phản ánh độ lớn của sai số. ME dương cho biết giá trị dự báo thiên cao so với giá trị quan trắc và ngược lại. Mô hình được xem là “hoàn hảo” (không thiên lệch về một phía nào cả) nếu ME=0.

- Sai số tuyệt đối trung bình (MAE)

Công thức tính sai số tuyệt đối trung bình (*MAE – Mean Absolute Error*) có dạng như sau:

$$MAE = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k |\text{for}(i) - \text{obs}(i)| \quad (2)$$

Trong đó | | là viết tắt của hàm trị tuyệt đối. Giá trị MAE nằm trong khoảng  $(0, +\infty)$ . MAE biểu thị biên độ trung bình của sai số mô hình nhưng không nói lên xu hướng lệch của giá trị dự báo và quan trắc. Khi MAE = 0, giá trị của mô hình hoàn toàn trùng khớp với giá trị quan trắc, mô hình được xem là “lý tưởng”. Thông thường MAE được sử dụng cùng với ME để đánh giá độ tin cậy. Chẳng hạn, nếu MAE của sản phẩm khác biệt hẳn so với ME thì việc hiệu chỉnh là hết sức mạo hiểm. Trong trường hợp ngược lại, khi mà MAE và ME tương đối “sát” với nhau thì có thể dùng ME để hiệu chỉnh sản phẩm dự báo một cách đáng tin cậy.

- Sai số trung bình quân phương (RMSE)

Công thức tính sai số bình phương trung bình quân phương (*RMSE – Root Mean Square Error*) có dạng như sau:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\text{for}(i) - \text{obs}(i))^2} \quad (3)$$

Sai số trung bình quân phương là một trong những đại lượng cơ bản và thường được sử dụng phổ biến cho việc đánh giá kết quả của mô hình dự báo số trị. Người ta thường hay sử dụng đại lượng sai số trung bình quân phương (RMSE) biểu thị độ lớn trung bình của sai số. RMSE rất nhạy với những giá trị sai số lớn. RMSE không chỉ ra độ lệch giữa giá trị dự báo và giá trị quan trắc. Giá trị của RMSE nằm trong khoảng  $(0, +\infty)$ .

## 2.3. Phương pháp xác định xu thế

Biến thiên theo thời gian của độ cao sóng được xác định theo phương pháp phân tích xu thế (phân tích trend) [30]. Mỗi quan hệ giữa độ cao sóng và thời gian được xác định thông qua phương trình hồi quy tuyến tính dạng:

$$y = ax + b \quad (4)$$

Trong đó  $a = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r$ ,  $b = m_y - a m_x$ ,  $r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - m_x m_y}{\sigma_x \sigma_y}$ ,  $m_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ ,  $D_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - m_x^2$ ,  $\sigma_x = \sqrt{D_x}$ ,  $m_y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$ ,  $D_y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n} - m_y^2$ ,  $\sigma_y = \sqrt{D_y}$ , n là độ dài của chuỗi số liệu.

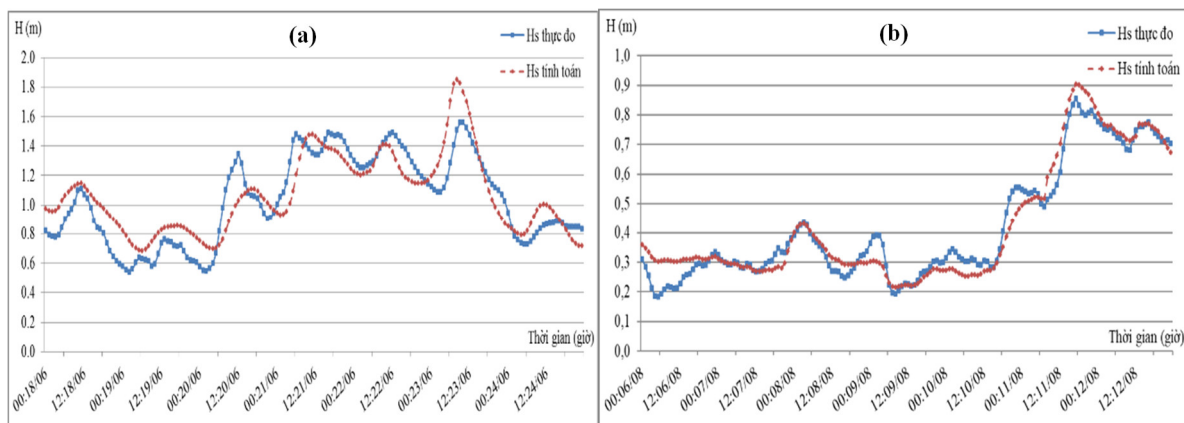
### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

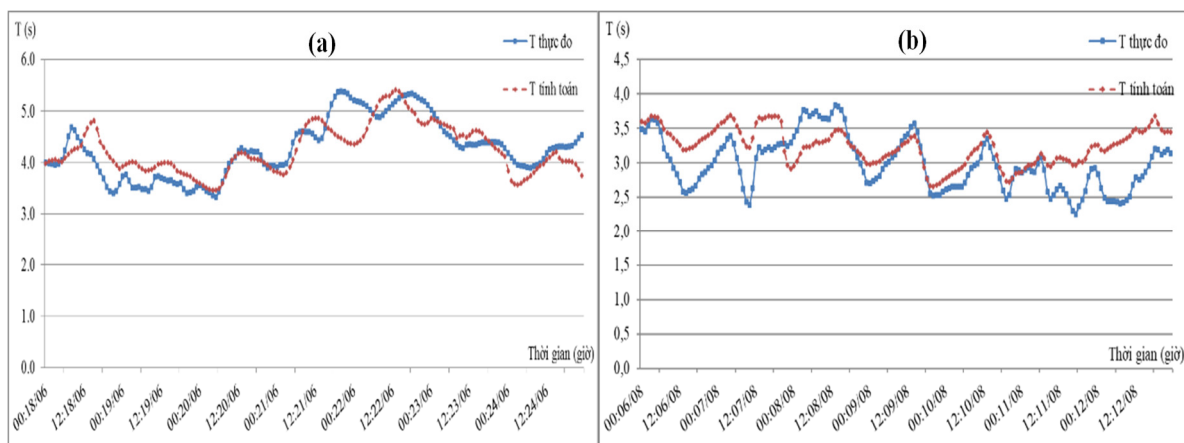
Có rất nhiều tham số có thể được đưa vào để hiệu chỉnh mô hình SWAN, trong nghiên cứu này chỉ tập trung vào các tham số đối với sóng nước sâu đó là các tham số: CDS2 – tốc độ tiêu tán sóng do sóng bạc đầu; powst – tỉ lệ giữa độ dốc phổ sóng thông thường với độ dốc phổ sóng Pierson–Moskowitz; powk – tỉ lệ giữa số sóng thông thường với số sóng trung bình và tham số cutfr – tỉ lệ giữa tần số sóng cực đại và tần số sóng trung bình [15].

##### 3.1.1. Hiệu chỉnh mô hình

Nghiên cứu sử dụng các chuỗi số liệu đo đạc đợt 1 tại trạm BB1 và BB2 [29] để hiệu chỉnh mô hình. So sánh giữa kết quả tính toán và thực đo tại các vị trí quan trắc thể hiện trên hình 2 và 3 cho thấy đối với cả độ cao và chu kỳ sóng đường biên trình đều khá trùng nhau cả về pha lẫn độ lớn. Tại một số thời điểm độ cao sóng có xu hướng cao hơn độ cao sóng thực đo đặc biệt là vào những giai đoạn gió mùa tây nam tăng cường, tại một số thời điểm độ cao sóng tính toán lại thấp hơn độ cao sóng thực đo. Tương tự, đối với chu kỳ sóng cũng có diễn biến gần giống so với độ cao sóng.



Hình 2. So sánh độ cao sóng tính toán và thực đo đợt 1: a) trạm BB1; b) trạm BB2.



Hình 3. So sánh chu kỳ sóng tính toán và thực đo đợt 1: a) trạm BB1; b) trạm BB2.

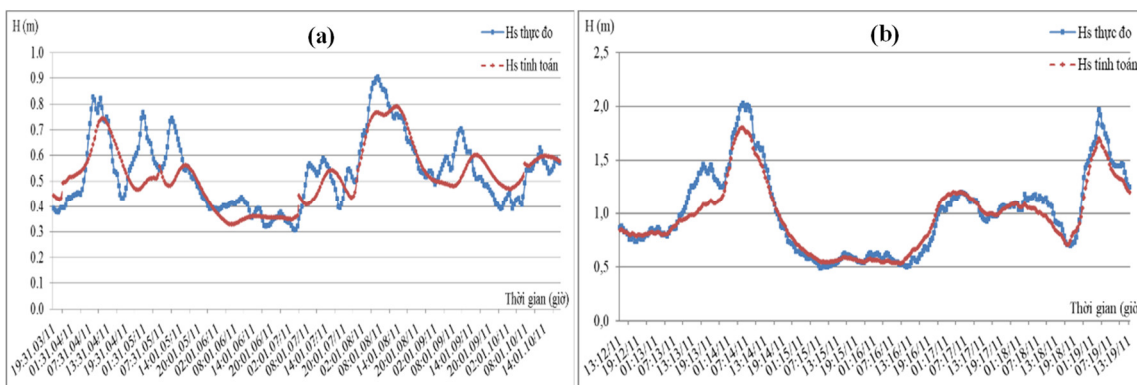
Để đánh giá sai số giữa kết quả tính toán và thực đo, các sai số ME (công thức 1), MAE (công thức 2), RMSE (công thức 3) được sử dụng. Kết quả trong bảng 1 cho thấy, đối với sai số ME độ cao sóng tính toán có xu hướng thiên cao, tuy nhiên mức thiên lệch khá nhỏ chỉ 0,04m đối với trạm BB1 và 0,01m đối với trạm BB2. Chu kỳ sóng có xu hướng thiên thấp tại trạm BB1 và thiên cao tại trạm BB2 với các giá trị tương ứng là -0,02s và 0,25s. Tương tự với sai số MAE, các kết quả cho thấy biên độ trung bình của sai số giữa tính toán và thực đo của độ cao sóng là 0,13m và 0,04m, chu kỳ là 0,28s và 0,35s, tương ứng tại trạm BB1 và trạm BB2. Sai số RMSE lại thể hiện độ lớn trung bình của sai số giữa tính toán và thực đo và cho các giá trị tương ứng của độ cao sóng là 0,16m và 0,05m, chu kỳ sóng là 0,35s và 0,41s tương ứng tại trạm BB1 và trạm BB2. Có thể thấy, sai số giữa tính toán và quan trắc độ cao và chu kỳ sóng khá nhỏ và chấp nhận được.

**Bảng 1.** Sai số giữa tính toán và thực đo tại các trạm quan trắc khi hiệu chỉnh.

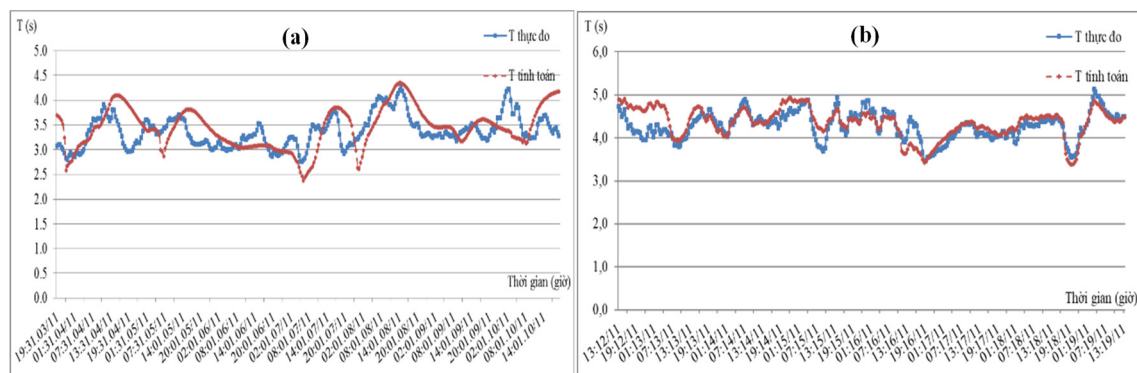
Sai số	Trạm BB1		Trạm BB2	
	Độ cao sóng (m)	Chu kỳ sóng (s)	Độ cao sóng (m)	Chu kỳ sóng (s)
ME	0,04	-0,02	0,01	0,25
MAE	0,13	0,28	0,04	0,35
RMSE	0,16	0,35	0,05	0,41

### 3.1.2. Kiểm định mô hình

Nghiên cứu sử dụng các chuỗi số liệu đo đạc đợt 2 tại trạm BB1 và BB2 [29] để kiểm định mô hình. So sánh diễn biến độ cao, chu kỳ sóng tính toán và thực đo thể hiện trên hình 4 và 5, tương ứng. Kết quả cho thấy, mặc dù có nhiều thời điểm độ cao và chu kỳ sóng tính toán còn thiên thấp và thiên cao so với thực đo, nhưng nhìn chung xu thế tương đối phù hợp cả về pha và độ lớn.



**Hình 4.** So sánh độ cao sóng tính toán và thực đo đợt 1: a) trạm BB1; b) trạm BB2.



**Hình 5.** So sánh chu kỳ sóng tính toán và thực đo đợt 1: a) trạm BB1; b) trạm BB2.

Cũng tương tự như hiệu chỉnh mô hình, kiểm định mô hình cũng sử dụng các sai số ME, MAE, RMSE để đánh giá sai số giữa kết quả tính toán và thực đo. Kết quả kiểm định trong bảng 2 cho thấy, đối với sai số ME độ cao sóng tính toán có xu hướng thiên thấp, tuy nhiên mức thiên lệch khá nhỏ chỉ  $-0,02$  m đối với trạm BB1 và  $-0,04$  m đối với trạm BB2. Chu kỳ sóng có xu hướng thiên cao tại cả trạm BB1 và trạm BB2 với giá trị đều là  $0,07$ s. Tương tự với sai số MAE, các kết quả cho thấy biên độ trung bình của sai số giữa tính toán và thực đo của độ cao sóng là  $0,06$  m và  $0,08$  m, chu kỳ là  $0,31$ s và  $0,18$ s tương ứng tại trạm BB1 và trạm BB2. Sai số RMSE lại thể hiện độ lớn trung bình của sai số giữa tính toán và thực đo và cho các giá trị tương ứng của độ cao sóng là  $0,08$ m và  $0,11$ m, chu kỳ sóng là  $0,38$ s và  $0,24$ s tương ứng tại trạm BB1 và trạm BB2. Như vậy, có thể thấy sai số giữa tính toán và thực đo của độ cao và chu kỳ sóng khi kiểm định cũng khá nhỏ và chấp nhận được.

**Bảng 2.** Sai số giữa tính toán và thực đo tại các trạm quan trắc khi kiểm định.

Sai số	Trạm BB1		Trạm BB2	
	Độ cao sóng (m)	Chu kỳ sóng (s)	Độ cao sóng (m)	Chu kỳ sóng (s)
ME	$-0,02$	$0,07$	$-0,04$	$0,07$
MAE	$0,06$	$0,31$	$0,08$	$0,18$
RMSE	$0,08$	$0,38$	$0,11$	$0,24$

Qua hiệu chỉnh và kiểm định mô hình ở trên có thể thấy, sai số của mô hình là chấp nhận được và bộ thông số sau khi hiệu chỉnh sẽ sử dụng để tính toán các tham số sóng trong mục 3.2 dưới đây.

### 3.2. Kết quả tính toán xu thế

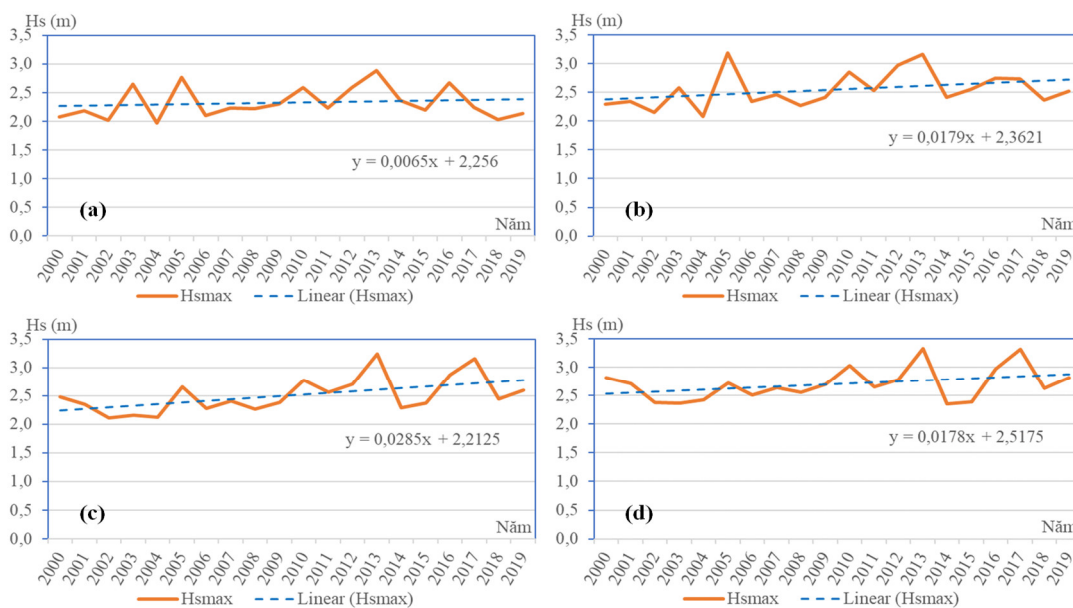
Với các kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình ở trên, nghiên cứu sử dụng các tham số đã lựa chọn được tiến hành tính toán trường sóng trong 20 năm từ 00 giờ ngày 01/01/2000 đến 23 giờ ngày 31/12/2019 bằng mô hình SWAN với bước trích xuất kết quả là 01 số liệu/01 giờ tại tất cả các điểm lưới của mô hình. Để đánh giá xu thế biến động trường sóng ở vùng biển ven bờ Việt nam trong Vịnh Bắc Bộ, nghiên cứu lựa chọn 05 điểm để trích kết quả và tính toán thống kê đối với độ cao sóng có nghĩa  $H_s$  và chu kỳ sóng có nghĩa  $T_s$ , các kết quả thống kê được thể hiện như sau:

a) Xu thế biến động độ cao sóng có nghĩa cực đại trung bình các tháng trong năm ( $H_{smax}$ )

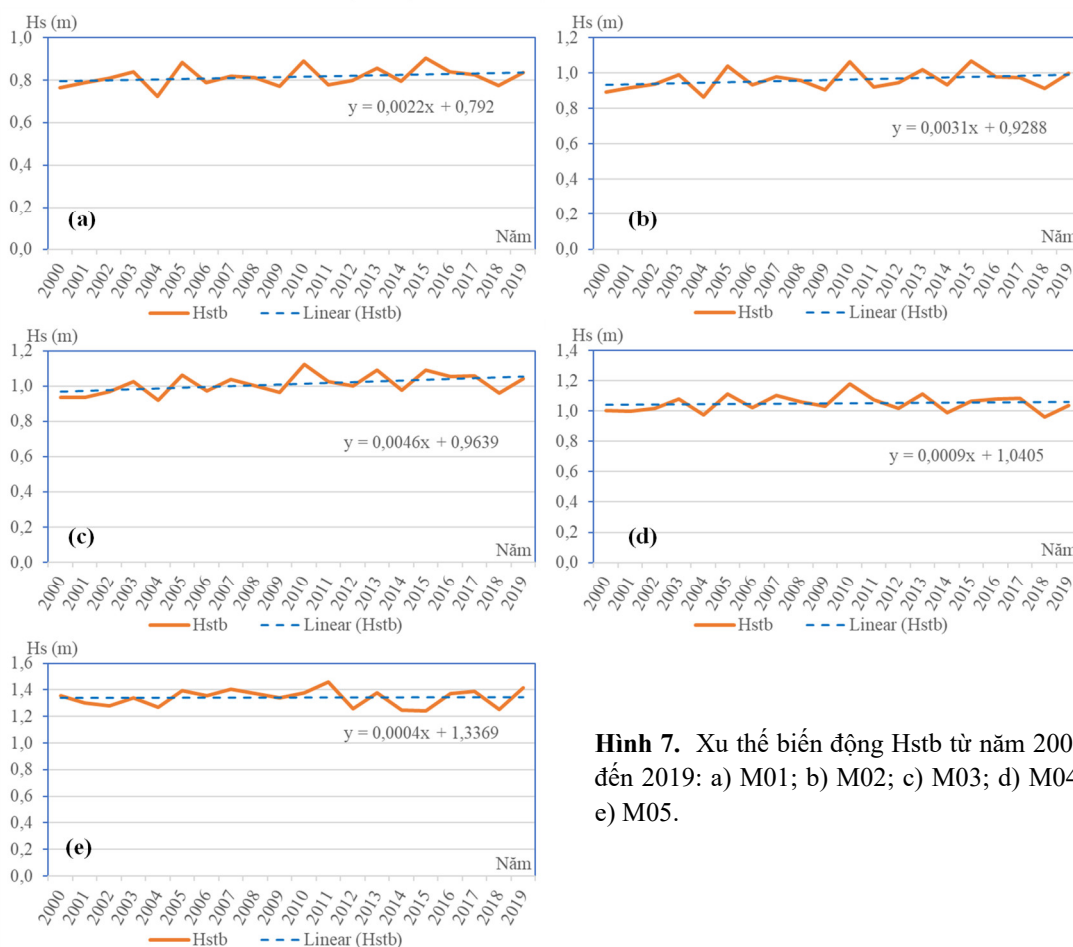
Các kết quả tính toán được thể hiện trong hình 6 cho thấy  $H_{smax}$  tại tất cả các điểm đều có xu hướng tăng với mức độ tăng trung bình tại tất cả các điểm là  $0,0146$  m/năm. Trong đó, điểm có mức độ gia tăng lớn nhất là điểm M03, với giá trị gia tăng là  $0,0285$  m/năm, điểm này nằm ở ngoài khơi vùng biển Sầm Sơn, Thanh Hóa. Điểm có mức độ gia tăng nhỏ nhất là điểm M05, với giá trị gia tăng là  $0,0026$  m/năm, điểm này nằm ở gần đảo Cồn Cỏ thuộc ngoài khơi tỉnh Quảng Trị. Như vậy, có thể thấy xu thế biến đổi độ cao sóng có nghĩa cực đại trung bình các tháng trong năm ở vùng biển này có hướng gia tăng có thể do tác động của biến đổi khí hậu.

b) Xu thế biến động độ cao sóng có nghĩa trung bình năm ( $H_{stb}$ )

Các kết quả tính toán đối  $H_{stb}$  trong hình 7 cũng tương tự như với  $H_{smax}$ , trong đó tại tất cả các điểm  $H_{stb}$  đều có xu hướng tăng với mức độ tăng trung bình tại tất cả các điểm là  $0,0022$  m/năm. Trong đó, điểm có mức độ gia tăng lớn nhất là điểm M03, với giá trị gia tăng là  $0,0046$  m/năm, điểm này nằm ở ngoài khơi vùng biển Sầm Sơn, tỉnh Thanh Hóa. Điểm có mức độ gia tăng nhỏ nhất là điểm M05, với giá trị gia tăng là  $0,0004$  m/năm, điểm này nằm ở gần đảo Cồn Cỏ, tỉnh Quảng Trị. Như vậy, tác động của biến đổi khí hậu có thể là nguyên nhân làm cho độ cao sóng có nghĩa trung bình năm ở vùng biển này có xu hướng gia tăng.



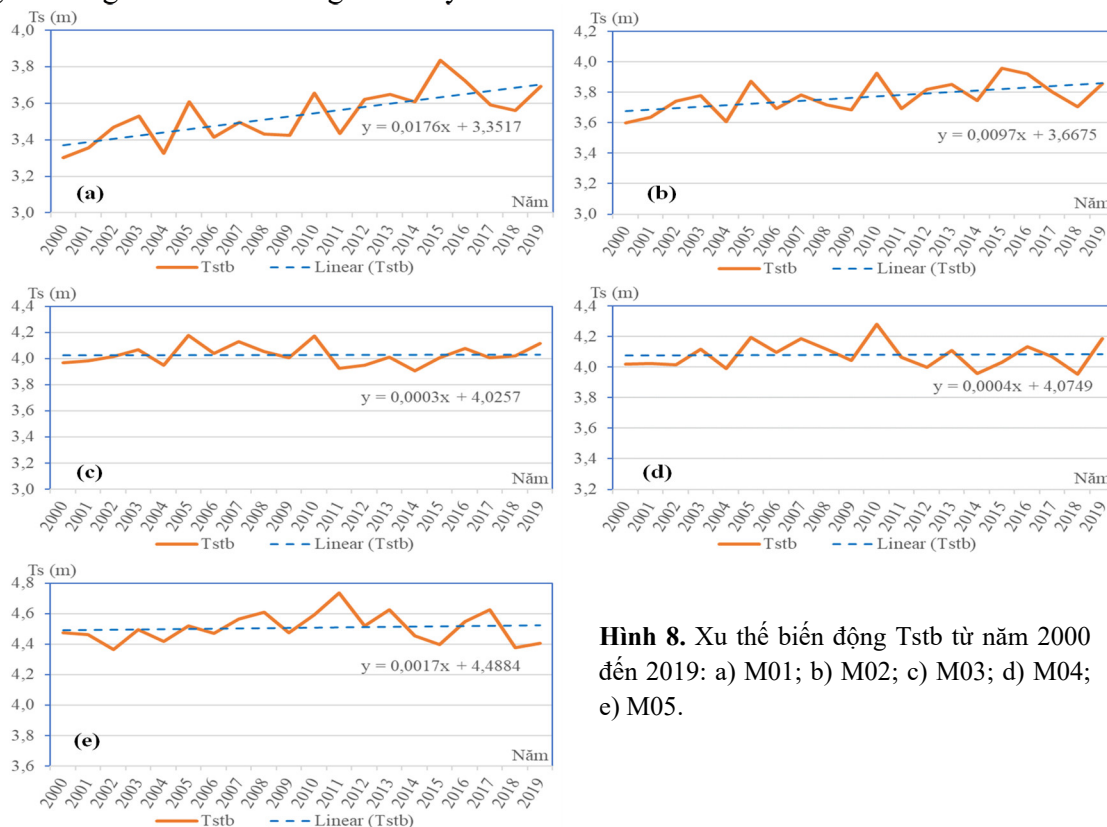
**Hình 6.** Xu thế biến động Hsmax từ năm 2000 đến 2019: a) M01; b) M02; c) M03; d) M04; e) M05.



**Hình 7.** Xu thế biến động Hstb từ năm 2000 đến 2019: a) M01; b) M02; c) M03; d) M04; e) M05.

c) Xu thế biến động chu kỳ sóng có nghĩa trung bình năm (Tstb)

Các kết quả tính toán đối Tstb trong hình 8 cho thấy tại tất cả các điểm đều có xu hướng tăng với mức độ tăng trung bình tại tất cả các điểm là 0,0059 s/năm. Trong đó, điểm có mức độ gia tăng lớn nhất là điểm M01, với giá trị gia tăng là 0,0176 s/năm, điểm này nằm ở ngoài khơi vùng biển tỉnh Quảng Ninh. Điểm có mức độ gia tăng nhỏ nhất là điểm M03, với giá trị gia tăng là 0,0003 s/năm, điểm này nằm ở vùng biển Sầm Sơn, tỉnh Thanh Hóa. Như vậy, có thể thấy tác động của biến đổi khí hậu có thể là nguyên nhân làm thay đổi chu kỳ sóng có nghĩa trung bình năm ở vùng biển này.



**Hình 8.** Xu thế biến động Tstb từ năm 2000 đến 2019: a) M01; b) M02; c) M03; d) M04; e) M05.

**4. Kết luận**

Việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được thực hiện tại 02 vị trí với 02 chuỗi số liệu độc lập và được đánh giá thông qua các chỉ số ME, MAE, RMSE và dưới dạng biểu đồ. Các kết quả so sánh hiệu chỉnh và kiểm định tại trạm đo BB1 và BB2 ở khu vực Vịnh Bắc Bộ cho thấy các tham số lựa chọn là phù hợp và mô hình tính toán đủ độ tin cậy để áp dụng vào mô phỏng các yếu tố sóng trong khu vực.

Thông qua kết quả tính toán trường sóng trong 20 năm từ năm 2000 đến năm 2019 trên khu vực vịnh Bắc Bộ và kết quả phân tích tại 05 điểm đại diện, có thể thấy độ cao sóng có nghĩa cực đại trung bình tháng trong năm ở khu vực này cũng có xu hướng gia tăng. Với 05 điểm được lựa chọn để đánh giá xu thế cho thấy mức độ gia tăng trung bình tại 05 điểm này là 0,0146 m/năm, mức độ gia tăng lớn nhất là 0,0285 m/năm và mức độ gia tăng nhỏ nhất là 0,0026 m/năm. Độ cao sóng có nghĩa trung bình năm ở 05 điểm này có mức độ tăng trung bình là 0,0022 m/năm, mức độ gia tăng lớn nhất là 0,0046 m/năm và mức độ gia tăng nhỏ nhất là 0,0004 m/năm. Chu kỳ sóng có nghĩa trung bình có mức độ tăng trung bình tại 05 điểm này là 0,0059 s/năm, mức độ gia tăng lớn nhất là 0,0176 s/năm, mức độ gia tăng nhỏ nhất là 0,0003 m/năm.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: H.T.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: H.T.T.; N.T.T.; Mô hình hóa: N.T.T., Phân tích kết quả: H.T.T.; Chỉnh sửa bài báo: N.T.T.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng mạng lưới điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển giai đoạn 2020–2030, tầm nhìn 2045 (ĐTĐL.CN–56/20)”.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Walden, H. Long Term Variability. Proceeding of 4<sup>th</sup> International Ship Structures Congress, Tokyo, 1970.
2. Wang, X.L.; Swail, V.R. Changes of extreme wave heights in northern hemisphere oceans and related atmospheric circulation regimes. *J. Clim.* **2001**, *14*(10), 2204–2221.
3. Wang, X.L.; Swail, V.R. Trends of Atlantic wave extremes as simulated in a 40-yr wave hindcast using kinematically reanalyzed wind fields. *J. Clim.* **2002**, *15*(9), 1020–1035.
4. Young, I.R.; Babanin, A. Global Trends in Wind Speed and Wave Height. *Scienceexpress* **2011**, *332*, 451–455.
5. Young, I.R. Investigation of trends in extreme value wave height and wind speed. *Geophys. Res. Ocean* **2012**, *117*, 1–13.
6. Shanas, P.R.; Kumar, V.S. Trends in surface wind speed and significant wave height as revealed by ERA–Interim wind wave hindcast in the Central Bay of Bengal. *Climatol.* **2015**, *35*, 2654–2663.
7. Kumar, P. Influence of climate variability on extreme ocean surface wave heights assessed from ERA–interim and ERA–20C, Climate, 2016.
8. Young, I.R.; Ribal, A. Multiplatform evaluation of global trends in wind speed and wave height. *Science* **2019**, *19*(364(6440)), 548–552.
9. Timmermans, B.W. Global Wave Height Trends and Variability from New Multimission Satellite Altimeter Products, Reanalyses, and Wave Buoys. *Geophys. Res. Lett.* **2020**, *47*(9), e2019GL086880.
10. Adekunle, O. Long–Term Variability of Extreme Significant Wave Height in the South China Sea. *Adv. Meteorol.* **2016**, *2419353*, pp. 21.
11. Wu, L.; Li, X. South China Sea Wave Height Trends Analysis Using 20CR Reanalysis. International Conference on Automatic Control and Information Engineering (ICACIE 2016), 2016.
12. Zheng, C. Trends in significant wave height and surface wind speed in the China Seas between 1988 and 2011. *Oceanic Coastal Sea Res.* **2017**, *16*, 717–726.
13. Điền, D.C.; Hùng, N.M. Calibration and verification of a storm wave model in the coastal zones of the East Sea. Tuyển tập công trình Hội nghị khoa học Cơ học Thủy Khí Toàn Quốc, 2006.
14. Hung, N.M.; Dien, D.C. Wave Energy Atlas in Vietnam. In Proceedings of the 3rd International Conference on Ocean Energy, Bilbao, Spain, 6–8 October 2010.
15. Thanh, N.T.; Huan, N.M.; Tien, T.Q. Application of automated calibration method to calibrate parameters in SWAN model using wave height data from satellite and MSP1 in Eastern Vietnam Sea. *J. Marine Sci. Technol.* **2017**, *17*(3), 271–278.
16. Thanh, N.T.; Huan, N.M.; Tien, T.Q. Application of data assimilation method for wave height in eastern vietnam sea by the Ensemble Kalman Filter. *J. Marine Sci. Technol.* **2018**, *18*(4), 358–367.
17. Thành, N.T.; Hà, D.T.; Tiến, D.Đ. Thử nghiệm đồng hoá số liệu độ cao sóng tại trạm phao và vệ tinh bằng phương pháp lọc Kalman tổ hợp. *Tạp chí Khoa học và công nghệ Thủy lợi* **2019**, *55*, 43–55.



18. Thanh, N.T.; Lars, R.H.; Tien, D.D.; Huan, N.M. A Case Study of Wave Forecast Over South China Sea Using SWAN Model and Ensemble Kalman Filter Method. *Oceanogr. Fish.* **2020**, *12(4)*, 555842.
19. The SWAN team. Swan user manual. Delft University of Technology, 2016.
20. Booij, N.; Ris, R.C.; Holthuijsen, L.H. A third-generation wave model for coastal regions: 1. Model description and validation. *J. Geophys. Res.* **1999**, *104(C4)*, 7649–7666.
21. Ris, R.C.; Holthuijsen, L.H.; Booij, N. A third-generation wave model for coastal regions: 2. Verification. *J. Geophys. Res.* **1999**, *104(C4)*, 7667–7681.
22. Whitham, G.B. Linear and Nonlinear Waves. Wiley, New York, 1974, pp. 636.
23. Smith, W.H.S.; Sandwell, D.T. Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings. *Science* **1977**, *277*, 1957–1962.
24. Dương, N.Đ. Đề tài cấp nhà nước: Ô nhiễm dầu trên vùng biển Việt Nam và Biển Đông. Chương trình Khoa học và Công nghệ biển phục vụ phát triển bền vững kinh tế – xã hội, KC.09/06–10, 2011.
25. Environmental Modeling Research Laboratory. ADCIRC Analysis. Surface Water Modeling System, 2009.
26. Kalnay, E.; Kanamitsu, M.; Kistler, R.; Collins, W.; Deaven, D.; Gandin, L.; Iredell, M.; Saha, S.; White, G.; Woollen, J.; Zhu, Y.; Chelliah, M.; Ebisuzaki, W.; Higgins, W.; Janowiak, J.; Mo, K.C.; Ropelewski, C.; Wang, J.; Leetmaa, A.; Reynolds, R.; Jenne, R.; Joseph, D. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* **1996**, *77(3)*, 437–472.
27. Saha, S. The NCEP Climate Forecast System Version 2. *J. Clim.* **2014**, *27*, 2185–2208.
28. <http://apps.ecmwf.int/datasets> Truy cập ngày 24/12/2020.
29. Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên – môi trường biển khu vực phía Bắc: Dự án Điều tra cơ bản tài nguyên – môi trường các bãi bồi ven biển phục vụ phát triển kinh tế biển và bảo vệ an ninh quốc phòng, 2019.
30. Tín, N.V.; Thịnh, N.N. Nghiên cứu xu thế biến đổi các yếu tố khí hậu, mực nước tại Bà Rịa - Vũng Tàu. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2012**, *622*, 13–16.

## Evaluation of the wave height and period trends in the Gulf of Tonkin in the coastal area of Vietnam

Hoang Trung Thanh<sup>1</sup>, Nguyen Trung Thanh<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Vietnam Institute of Seas and Island, Vietnam Administration of Seas and Islands; thanhphutho2002@gmail.com

<sup>2</sup> Northern Center for Planning and Investigation of Marine Resources – Environment, Vietnam Administration of Seas and Islands; thanhnt2212@gmail.com

**Abstract:** This study focuses on evaluating the significant wave height and period trends at 05 representative locations in the Gulf of Tonkin, about 24 nautical miles (44 kilometers) from the coast of Vietnam. The simulation of trends are based on the wave field calculation results for 20 years (2000–2019) in the Gulf of Tonkin using the SWAN model after calibration and verification with observed data. The results at these 05 locations in the Gulf of Tonkin show that the wave factors tend to increase, in which the monthly average maximum significant wave height increases in the range of 0.0026 m/year to 0.0285 m/year, the mean annual significant wave height increases in the range of 0.0004 m/year to 0.0046 m/year, the mean annual significant wave period increases in the range of 0.0003 s/year to 0.0176 s/year.

**Keywords:** SWAN model; Wave height and period trend; Gulf of Tonkin.

Bài báo khoa học

## Nghiên cứu đặc điểm và sự tích lũy vi nhựa trong than bùn tại xã Thuận Nghĩa Hòa, huyện Thạnh Hóa, tỉnh Long An

Nguyễn Minh Kỳ<sup>1,2\*</sup>, Nguyễn Tri Quang Hưng<sup>1</sup>, Nguyễn Công Mạnh<sup>1</sup>, Bạch Quang Dũng<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Khoa Môi trường và Tài nguyên, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh; quanghungmt@hcmuaf.edu.vn

<sup>2</sup> Bộ môn Môi trường và Tài nguyên, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh – Cơ sở Gia Lai; nmky@hcmuaf.edu.vn

<sup>3</sup> Phòng 1703, Chung cư 25, Tân Mai, Phường Tân Mai, Q. Hoàng Mai, TP. Hà Nội; dungmmu05@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: nmky@hcmuaf.edu.vn; Tel.: +84-916121204

Ban Biên tập nhận bài: 08/11/2021; Ngày phản biện xong: 31/12/2021; Ngày đăng bài: 25/2/2022

**Tóm tắt:** Mục đích nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá đặc điểm và sự tích lũy vi nhựa trong trầm tích than bùn, trường hợp nghiên cứu điển hình ở tỉnh Long An. Nghiên cứu tiến hành khảo sát thực địa và chọn lấy mẫu đại diện tại 10 vị trí khác nhau trong khu vực có các lớp than bùn thuộc địa bàn xã Thuận Nghĩa Hòa, huyện Thạnh Hóa, Long An. Các mẫu được xử lý nhằm xác định hàm lượng, kích thước hạt, màu sắc, hình dạng và định danh chủng loại vi nhựa. Mức độ nhiễm bẩn vi nhựa cho thấy hàm lượng trong than bùn tại Long An có sự dao động 0–360,0 hạt/kg. Vi nhựa có kích thước tương đối lớn, hình dạng chủ yếu là dạng mảnh (69,6%), bọt (17,4%), sợi (8,7%) và dạng film (4,3%), chúng thường có màu trắng, nước biển, xanh. Về thành phần vi nhựa được phát hiện gồm các loại như polypropylene (PP), polyethylene (PE), polyvinyl chloride (PVC) và các dạng sợi polyester; trong đó, nhựa PVC chiếm chủ yếu với tỷ lệ 70,6%. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy sự phân bố vi nhựa theo không gian và chỉ thị dấu hiệu tác động của con người lên hiện trạng than bùn. Do đó, về lâu dài cần có những giải pháp thích hợp nhằm quản lý, bảo vệ nguồn tài nguyên than bùn một cách hữu hiệu trước các áp lực phát triển kinh tế-xã hội.

**Từ khóa:** Vi nhựa; Nhiễm bẩn; PVC; Than bùn; Polypropylene; Tích lũy.

### 1. Đặt vấn đề

Ngày nay, vấn đề nhiễm bẩn rác thải nhựa là tiêu điểm nổi bật trong các thách thức liên quan đến sinh thái môi trường. Theo các thống kê trên toàn thế giới cho thấy tốc độ sản xuất nhựa không ngừng gia tăng từ 1,7 triệu tấn năm 1950 lên 335 triệu tấn năm 2017 [1]. Vi nhựa (microplastic) là chất ô nhiễm mới nổi, có khả năng đe dọa nghiêm trọng đến hệ sinh thái và chúng được định nghĩa là các mảnh nhựa có kích thước nhỏ hơn 5 mm [2]. Vi nhựa được phân loại theo 2 hình thức, gồm các hạt vi nhựa sơ cấp và thứ cấp. Vi nhựa sau khi xâm nhập vào cơ thể và được xem như là chất có nguy cơ gây độc cho sức khỏe con người. Sự nhiễm bẩn vi nhựa đã được tìm thấy ở khắp nơi, chúng tồn tại ở các điều kiện môi trường khác nhau từ đất, nước, không khí cho tới các nguồn thực phẩm [3–4]. Kết quả nghiên cứu [5] cho thấy hàm lượng vi nhựa trong trầm tích tại Pháp là 67 hạt/kg. Tương tự, mức độ nhiễm bẩn vi nhựa trong trầm tích ở Tây Ban Nha chủ yếu gồm các dạng mảnh, sợi

với hàm lượng xác định là 100–900 hạt/kg [6]. Không những vậy, tỷ lệ tái chế nhựa thấp ở các quốc gia đang phát triển sẽ càng làm gia tăng nguy cơ và sự lo lắng về mặt môi trường, sức khỏe [7]. Trong khi, Việt Nam là một trong những đất nước có mức độ tiêu thụ nhựa cao nhất khu vực Đông Nam Á [8] và cũng như thuộc trong số 20 quốc gia có sự chậm trễ, thiếu hiệu quả trong việc quản lý rác thải nhựa [9]. Quá trình thiếu sự quản lý chặt chẽ rác thải nhựa sẽ gây ra những vấn đề khủng hoảng về mặt môi trường liên quan đến vấn nạn nhiễm bẩn vi nhựa. Có thể thấy, sự cần thiết đánh giá hiện trạng nhiễm bẩn nhựa trong tiến trình quản lý và kiểm soát để bảo vệ môi trường. Chính vì lẽ đó, đã có một số nhóm nghiên cứu tiến hành lấy mẫu, phân tích và đánh giá hiện trạng nhiễm bẩn vi nhựa ở Việt Nam [8–10]. Thực tế cho thấy số lượng báo cáo về nhiễm bẩn nhựa vẫn còn nhiều hạn chế. Các nghiên cứu trước đây chủ yếu tập trung đánh giá sự nhiễm bẩn vi nhựa ở môi trường nước [11], trầm tích [10–12], động vật hai mảnh vỏ [13], cát biển [14], hải sản [15] hay trong môi trường không khí [16]. Hiện trạng ô nhiễm rác thải nhựa nói chung, vi nhựa nói riêng đã và đang là vấn đề nổi cộm. Tuy nhiên, thực tế hiện nay chưa có công bố nào thực hiện trên đối tượng than bùn.

Mặc dù than bùn (peatland) chỉ chiếm 3% tổng diện tích các lục địa (5 triệu km<sup>2</sup>) nhưng lại có ý nghĩa quan trọng đối với các giá trị của hệ sinh thái toàn cầu [17]. Sự tích lũy vi nhựa trong tầng trầm tích than bùn sẽ có thể gây ảnh hưởng đến đời sống các loài thủy sinh và thông qua các chuỗi thức ăn tác động đến sức khỏe con người [18]. Do lượng vi nhựa trong than bùn được tiêu thụ bởi một số loài thủy sinh như cá, tôm... hay như sự tích lũy trong canh tác nông nghiệp. Từ đó, sẽ gây ra những ảnh hưởng tiềm tàng thông qua chuỗi thức ăn, hậu quả là vấn đề sức khỏe cho con người. Mặt khác, Long An là tỉnh tiếp giáp với Thành phố Hồ Chí Minh, Tây Ninh ở phía Đông, giáp với Campuchia ở phía Bắc, tỉnh Đồng Tháp ở phía Tây và Tiền Giang về phía Nam. Tỉnh Long An có vị trí địa lý đặc biệt quan trọng, nằm ở vùng đồng bằng sông Cửu Long và thuộc vùng phát triển kinh tế trọng điểm phía Nam. Đây là cầu phân không thể thiếu của vùng kinh tế động lực trong chiến lược phát triển kinh tế-xã hội đồng bằng sông Cửu Long. Hơn nữa, Long An có địa hình bằng phẳng, có xu thế thấp dần từ phía Bắc-Đông Bắc xuống Nam-Tây Nam [19]. Địa hình bị chia cắt bởi hai dòng sông lớn (Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây), và với hệ thống kênh rạch chằng chịt, phần lớn diện tích đất của tỉnh Long An được xếp vào vùng đất ngập nước. Do đó, đã hình thành nên những lớp than bùn đầm lầy lâu đời. Các mỏ than bùn đầm lầy ở đây có quy mô nhỏ và được phân bố rải rác nhưng có ý nghĩa trong trọng về mặt môi trường cũng như sinh kế người dân. Theo kết quả điều tra của dự án quản lý bền vững than bùn khu vực Đông Nam Á, than bùn ở Long An phát hiện ở các huyện như Thạnh Hóa, Tân Thạnh và Đức Huệ với tổng diện tích khoảng 72 ha [20]. Than bùn là nguồn nguyên liệu khá tốt để chế biến ra nhiều loại sản phẩm có giá trị kinh tế cao [21–22]. Các kết quả phân tích và đánh giá chất lượng cho thấy than bùn ở Long An dày 0,5–5,0 m, độ tro thấp, lượng khoáng cao, mùn cao, có thể sử dụng làm chất đốt và phân bón. Tuy vậy, trong những năm gần đây với tốc độ tăng trưởng kinh tế cao ở Long An đã tạo nên áp lực về mặt môi trường. Các hoạt động sản xuất, kinh doanh trên địa bàn đóng góp vào sự nhiễm bẩn nói chung và rác thải nhựa nói riêng. Do đó, rất cần những nghiên cứu đánh giá đặc điểm và sự tích lũy thành phần vi nhựa để có cơ sở đề ra các giải pháp quản lý thích hợp. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xem xét mức độ nhiễm bẩn thông qua việc lấy mẫu, phân tích và đánh giá đặc điểm và sự tích lũy vi nhựa trong than bùn, trường hợp nghiên cứu điển hình ở xã Thuận Nghĩa Hòa, huyện Thạnh Hóa, tỉnh Long An.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

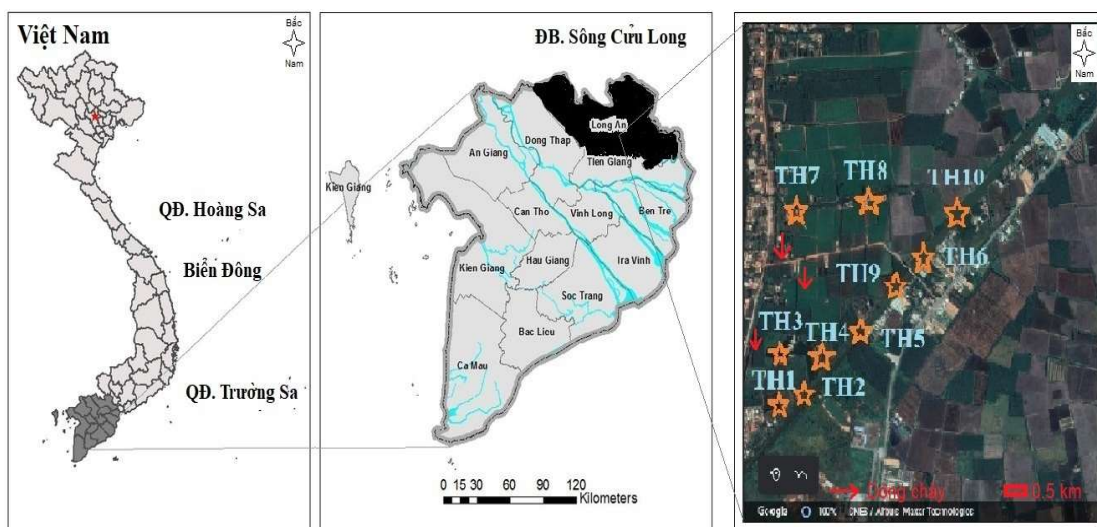
### 2.1. Khảo sát thực địa và lấy mẫu

Nghiên cứu tiến hành khảo sát thực địa và chọn mẫu đại diện ở 10 vị trí khác nhau trong khu vực chứa than bùn thuộc địa bàn xã Thuận Nghĩa Hòa, Thạnh Hóa, Long An (Hình 1). Liên quan đến vị trí các điểm lấy mẫu được mô tả trong Bảng 1.

**Bảng 1.** Vị trí các điểm lấy mẫu.

TT	Ký hiệu	Tọa độ	
		Vĩ độ	Kinh độ
1	TH1	10°39'53.1"N	106°11'06.0"E
2	TH2	10°39'56.1"N	106°11'10.6"E
3	TH3	10°39'59.8"N	106°11'05.0"E
4	TH4	10°40'00.9"N	106°11'10.5"E
5	TH5	10°40'04.1"N	106°11'18.4"E
6	TH6	10°40'16.9"N	106°11'24.5"E
7	TH7	10°40'20.4"N	106°11'03.3"E
8	TH8	10°40'23.2"N	106°11'13.1"E
9	TH9	10°40'10.8"N	106°11'21.4"E
10	TH10	10°40'24.0"N	106°11'27.5"E

Phương pháp lấy mẫu dựa theo nguyên tắc lấy mẫu định hướng. Căn cứ quá trình khảo sát thực địa nghiên cứu lựa chọn các vị trí tập trung than bùn và đại diện trong khu vực. Mẫu trầm tích than bùn được lấy bằng gầu lấy mẫu, diện tích mẫu là 500 cm<sup>2</sup>. Các mẫu được lấy ở độ sâu so với tầng mặt với từ 5–15 cm. Để đảm bảo tính đại diện, than bùn từ gầu được thả ra khay và tiến hành trộn đều trước khi cho vào các túi giấy nhôm (aluminum foil bag) chuyên dụng. Khối lượng mỗi mẫu được lấy tương đương 500 gram. Mẫu sau lấy được bảo quản lưu trữ và vận chuyển về phòng thí nghiệm để phân tích xác định đặc điểm, định danh thành phần vi nhựa [12, 23].



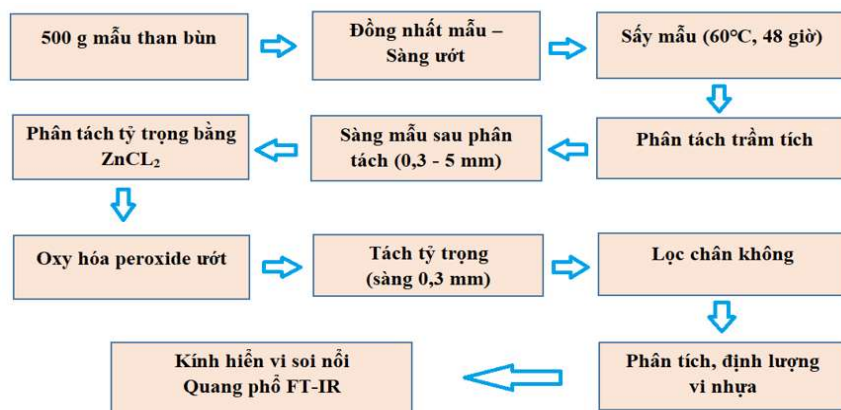
**Hình 1.** Sơ đồ vị trí các điểm lấy mẫu tại xã Thuận Nghĩa Hòa, huyện Thanh Hóa.

## 2.2. Xử lý và phân tích mẫu

Các mẫu được xử lý nhằm xác định hàm lượng (hạt/kg), kích thước hạt (mm), màu sắc (trắng, xanh, đỏ,...), hình dạng (hình cầu, sợi, mảnh,...) và loại nhựa (PE, PP, PVC,...). Trong đó, kích thước, màu sắc và hình dạng được xác định bởi thiết bị kính hiển vi soi nổi, độ phóng đại 10x (*Optika B-292PLi*). Phương pháp hấp thụ bức xạ hồng ngoại FT-IR (*Fourrier Transformation InfraRed*) được sử dụng để xác định loại nhựa trong các mẫu nghiên cứu. Quá trình xử lý và phân tích mẫu được mô tả như Hình 2 [11, 12, 23].

## 2.3. Phân tích thống kê

Các số liệu thu thập được tính toán giá trị trung bình ( $\bar{x}$ ) và độ lệch chuẩn ( $S_x$ ) theo công thức:  $S = \sqrt{(\sum((x_i - \bar{x})^2/n-1))}$ . Trong đó,  $x_i$  là giá trị trên quan sát thứ  $i$  của mẫu nghiên cứu và  $n$  là kích thước mẫu. Thủ tục phân tích thống kê thực hiện bằng phần mềm SPSS 16.0 for Windows.



Hình 2. Quy trình xử lý và phân tích vi nhựa.

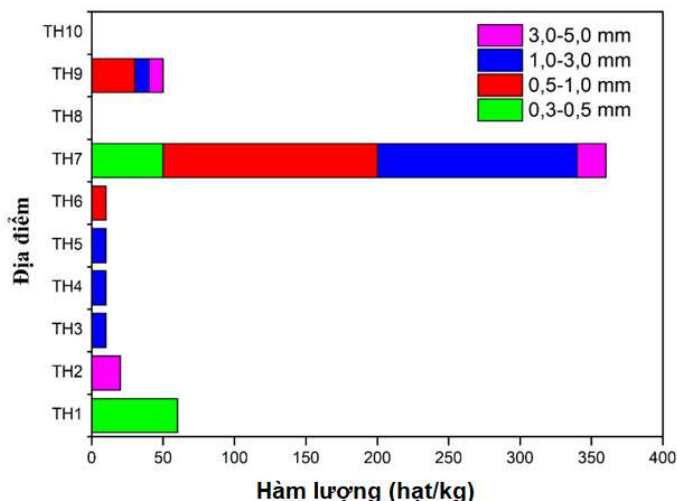
### 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

#### 3.1. Sự tích lũy vi nhựa trong thành phần than bùn

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự tích lũy hàm lượng vi nhựa tại các địa điểm lấy mẫu than bùn ở Thanh Hóa chủ yếu tập trung ở vị trí TH7 (Hình 3). Trong đó, số lượng vi nhựa chiếm lớn nhất với sự có mặt các loại kích thước khác nhau (0,3–5,0 mm) đạt giá trị trung bình  $360,0 \pm 4,7$  hạt/kg. Các kết quả tại vị trí lấy mẫu TH1 và TH9 lần lượt với hàm lượng  $60,0 \pm 2,5$  và  $50,0 \pm 1,3$  hạt/kg. Như vậy, số lượng vi nhựa trong than bùn ở Thanh Hóa lần lượt thứ tự: TH7 > TH1 > TH9 > TH2, TH3, TH4, TH5, TH6 > TH8, TH10. Quá trình thực địa cho thấy sự khác biệt ở các vị trí lấy mẫu nêu trên là do sự tiếp giáp dân cư đông đúc và các hoạt động đi kèm của con người. Nhìn chung, mức độ nhiễm bẩn vi nhựa tại khu vực nghiên cứu còn thấp tuy nhiên phần nào cảnh báo đã có sự ảnh hưởng từ các nguồn xả thải, tác động và gây ra sự xuất hiện hàm lượng vi nhựa trong thành phần than bùn. Thông thường, sự nhiễm bẩn vi nhựa có thể do từ các nguồn xả thải nước thải (công nghiệp và sinh hoạt), các hoạt động nông nghiệp, sự chảy tràn bề mặt và ô nhiễm không khí [24–25]. Đối với hàm lượng vi nhựa xuất hiện với sự tích lũy cao ở địa điểm lấy mẫu TH7 có thể giải thích bởi khu vực tiếp cận với nguồn xả thải từ hoạt động nông nghiệp cũng như sự ảnh hưởng của lượng nước chảy tràn và một phần gián tiếp do hoạt động dân sinh xung quanh. Trong các hoạt động nông nghiệp, việc sử dụng các lớp phủ nhựa là nguyên nhân phát thải lượng lớn thành phần vi nhựa như polyvinyl chloride (PVC), polypropylene (PP), polyethylene (PE), v.v.. Hoạt động canh tác sử dụng phân bón hữu cơ từ compost cũng là nguyên đóng góp vào sự nhiễm bẩn vi nhựa trong môi trường đất [26]. Thông qua các hoạt động thường nhật, vi nhựa còn được phát sinh từ thói quen sử dụng chai nhựa, bao bì, sợi tổng hợp... trong các hộ dân cũng như các sản phẩm chăm sóc cá nhân như dầu gội, sữa rửa mặt, son môi,... Có thể thấy rằng, quá trình nhiễm bẩn rác thải nhựa và hậu quả sâu xa là sự nhiễm bẩn vi nhựa vào môi trường đặc biệt các vùng sinh thái quan trọng như đất nông nghiệp, khu vực đầm lầy, hệ sinh thái ven sông là vấn đề môi trường cần được quan tâm giải quyết [26–29]. Do đó về lâu dài cần có những cảnh báo sớm và giải pháp quản lý thích hợp nhằm hạn chế sự ô nhiễm rác thải nhựa nhằm hạn chế tác động đến nguồn tài nguyên than bùn.

Để xem xét sự tích lũy và phân bố nhiễm bẩn vi nhựa tại các khu vực ở Việt Nam và trên thế giới, Bảng 2 tổng hợp so sánh kết quả các hàm lượng của chúng trong môi trường nước, trầm tích. Từ mức độ nhiễm bẩn vi nhựa cho thấy, hàm lượng tại Long An có dao động trong khoảng giá trị 0–360,0 hạt/kg, thấp hơn nhiều so với môi trường nước mặt ở sông Sài Gòn và kênh rạch phụ cận ( $10\text{--}519000$  hạt/m<sup>3</sup>) hay như trong trầm tích bờ biển Đà Nẵng ( $9238 \pm 2097$  hạt/kg) và trầm tích bãi triều ở Thanh Hóa ( $2921\text{--}5365$  hạt/kg). Tuy nhiên, giữa chúng lại có sự khá tương đồng tại các mẫu trầm tích sông Sài Gòn–Đồng Nai ( $38\text{--}498$  hạt/kg). Bảng 2 còn thể hiện so sánh hàm lượng vi nhựa ở trầm tích một số quốc

gia ở Châu Âu. Nghiên cứu thực hiện tại vịnh Biscay (Pháp) và đảo Pianosa (Ý) chỉ ra hàm lượng vi nhựa tích lũy trong trầm tích lần lượt 67 hạt/kg và 1,09 g/m<sup>2</sup>. Có thể thấy, với mức độ đô thị hóa nhanh cùng với áp lực xả thải từ các nguồn công nghiệp trong hoạt động sản xuất, kinh doanh đã góp phần gia tăng nhanh chóng mức độ nhiễm bẩn vi nhựa vào môi trường [24].



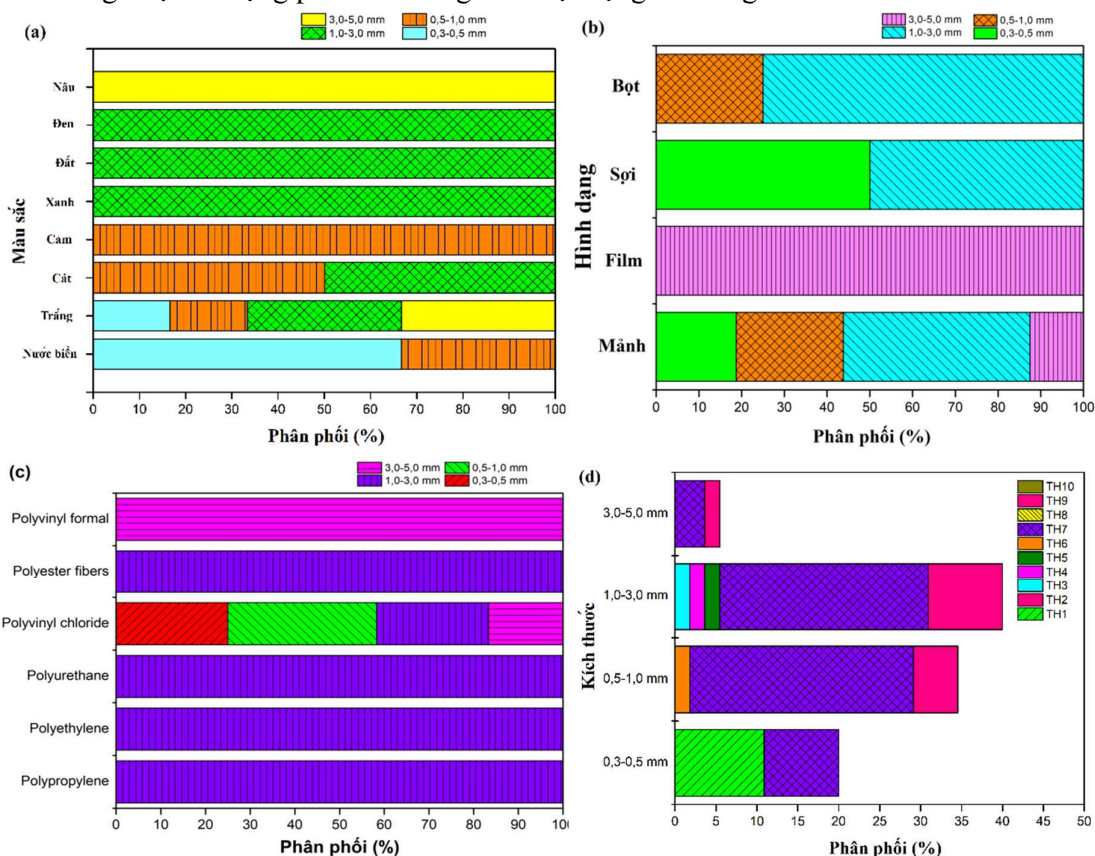
Hình 3. Mức độ tích lũy vi nhựa trong than bùn ở Thanh Hóa.

Bảng 2. So sánh mức độ nhiễm bẩn vi nhựa trong môi trường ở Việt Nam và thế giới.

Địa phương	Địa lý	Mô tả	Đối tượng	Hàm lượng	Hình dạng	Tham khảo
Quảng Ninh	Miền Bắc	- Vịnh Cửa Lục	Nước mặt	0,35 hạt/m <sup>3</sup>	Sợi, mảnh	[30]
Hà Nội		- Hồ Tây	Nước mặt	611,0 hạt/m <sup>3</sup>	Sợi, mảnh	[30]
		- Sông Hồng		2,3 hạt/m <sup>3</sup>		
		- Sông Nhuệ		93,7 hạt/m <sup>3</sup>		
- Sông Tô Lịch	2522 hạt/m <sup>3</sup>					
Thanh Hóa	Miền Trung	- Huyện Hậu Lộc	Trầm tích bãi triều	2921–5365 hạt/kg	Mảnh, bọt, sợi, film	[12]
Đà Nẵng		- Đà Nẵng	Trầm tích bờ biển	9238±2097 hạt/kg	Sợi, mảnh, bọt, film, viên nén	[10]
		- Sông Hàn	Nước mặt	2,7 hạt/m <sup>3</sup>	Sợi, mảnh	[30]
		- Hồ Công Viên		70,0 hạt/m <sup>3</sup>		
Bình Định	- Đầm Thị Nại	Nước mặt	3,2–24,3 hạt/m <sup>3</sup>	Sợi, mảnh	[30]	
Tiền Giang	Miền Nam	- Tiền Giang	Cát biển	0–281,4 hạt/kg	Mảnh, sợi, hạt	[14]
Vũng Tàu		- Sông Dinh	- Nước mặt	28,4 hạt/m <sup>3</sup>	Sợi, mảnh	[30]
		- Vũng Tàu	- Cát biển	0–295,0 hạt/kg	Mảnh, sợi, hạt	[14]
Đồng Nai		- Sông Sài Gòn–Đồng Nai	Trầm tích	38–498 hạt/kg	Sợi, hạt	[11]
		- Hồ Trị An	Nước mặt	1,5 hạt/m <sup>3</sup>	Sợi, mảnh	[30]
		- Sông Đồng Nai		3,9 hạt/m <sup>3</sup>		
Tp. Hồ Chí Minh		- Sông Sài Gòn và kênh rạch	Nước mặt	10–519000 hạt/m <sup>3</sup>	Sợi, mảnh	[8]
Long An		- Huyện Thạnh Hóa	Than bùn	0–360,0 hạt/kg	Mảnh, sợi, bọt, film	Nghiên cứu này
Anh		- Lưu vực Tame	Trầm tích	165,0 hạt/kg	Sợi, mảnh	[31]
Pháp		Châu Âu	- Vịnh Biscay	Trầm tích	67,0 hạt/kg	Mảnh
Ý	- Đảo Pianosa		Trầm tích	1,09 g/m <sup>2</sup>	Mảnh	[32]
	- Biển Địa Trung Hải		Trầm tích	100–900 hạt/kg	Sợi, mảnh	[6]

### 3.2. Đặc điểm vi nhựa trong than bùn

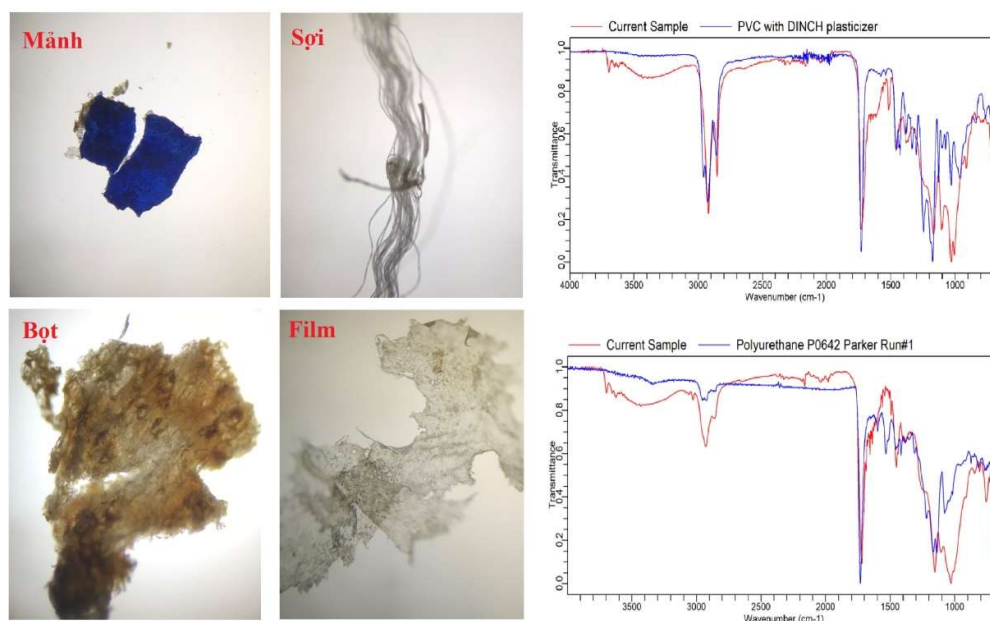
Đặc điểm vi nhựa (kích thước, hình dạng, màu sắc, thành phần) trong than bùn ở Thanh Hóa được thể hiện ở các Hình 4a–4d. Về chủng loại thành phần vi nhựa được phát hiện gồm các loại như polypropylene (PP), polyethylene (PE), polyvinyl chloride (PVC) và các dạng sợi polyester. Trong đó, nhựa PVC chiếm chủ yếu với tỷ lệ 70,6%. Đối với các loại hình dạng vi nhựa gồm các thể loại chính (mảnh, sợi, bột và film), trong đó dạng mảnh và bột đạt tỷ lệ cao nhất (chiếm 87,0%). Về màu sắc các loại vi nhựa khá đa dạng, gồm các màu nâu, đen, trắng, nước biển, xanh, cam, màu cát biển và màu đất. Màu sắc nước biển và trắng chiếm đa số với thành phần tương ứng 35,3% và 17,6%. Liên quan đến kích thước các hạt vi nhựa được tìm thấy trong trầm tích than bùn tồn tại các khoảng giá trị 0,3–0,5 mm; 0,5–1,0 mm; 1,0–3,0 mm; và 3,0–5,0 mm. Các hạt vi nhựa có kích thước 0,5–3,0 mm chiếm đa số (74,6%), cụ thể bao gồm các hạt vi nhựa có kích thước 1,0–3,0 mm đạt mức cao nhất, với tỷ lệ 40,0%. Ngoài vi nhựa có kích thước tương đối lớn, hình dạng chủ yếu là hình dạng mảnh (69,6%), bột (17,4%), sợi (8,7%) và dạng film (4,3%), chúng thường có màu trắng, nước biển, xanh (Hình 5). Như vậy, dựa vào các đặc điểm thành phần, kích thước chủ đạo các hạt vi nhựa có thể khám phá những sự hiểu biết về sự nhiễm bẩn và tích lũy vi nhựa trong môi trường [33, 34]. Do phần lớn hạt vi nhựa có kích thước tương đối lớn cho thấy sự tích lũy chưa lâu và việc phân rã trong môi trường diễn ra ở mức độ thấp. Đồng thời, các thành phần nhựa tổng hợp nhân tạo như PVC chiếm tỷ lệ cao cũng có thể lý giải bởi chúng được sử dụng phổ biến trong các hoạt động đời sống.



**Hình 4.** Đặc điểm vi nhựa (a) màu sắc, (b) hình dạng, (c) thành phần và (d) kích thước trong than bùn.

So sánh mẫu được phân tích trầm tích khu vực sông Sài Gòn–Đồng Nai có khoảng 38–498 hạt/kg trầm tích, mảnh nhựa có kích thước từ 0,1–0,5 mm là chủ yếu, trong đó nhựa thu được của PE chiếm 51,2% [11]. Trong khi đó, kết quả phân tích trầm tích bãi triều ven biển ở Thanh Hóa cho thấy số lượng của các hạt vi nhựa dao động từ 2921 đến 5365 hạt/kg,

với giá trị trung bình là 4123 hạt/kg. Theo nghiên cứu thành phần vi nhựa trong cát biển ở Tiền Giang chỉ ra rằng vi nhựa dạng mảnh chiếm ưu thế (60,2%) trong các loại hình khác như sợi, hạt [14]. Kết quả cũng đã tiết lộ chủng loại nhựa phổ biến như PE, PP và PS được tìm thấy trong vị trí lấy mẫu. Như vậy, về cơ bản thành phần chủng loại vi nhựa giữa các nghiên cứu có sự tương đồng. Ở một nghiên cứu khác, các hạt vi nhựa có kích thước dao động trong khoảng 300–5000  $\mu\text{m}$  được tìm thấy trong trầm tích bờ biển ở Đà Nẵng [10]. Hơn nữa, hàm lượng vi nhựa khám phá ở các khu vực biển Đà Nẵng có mức độ cao hơn so với các khu vực khác trên thế giới. Hầu hết chúng có dạng hình sợi, màu sắc xanh (59,9%) và trắng (22,9%) chiếm tỷ lệ phổ biến nhất với độ dài trung bình tương ứng  $1701 \pm 1029 \mu\text{m}$ . Do đặc thù khác biệt về địa lý (bờ biển miền Trung so với đồng bằng sông Cửu Long) cũng như thời gian ảnh hưởng và các nguồn tác động nên hình dạng vi nhựa tìm thấy có sự khác biệt nhỏ và được thể hiện chủ yếu dưới dạng hình mảnh.



Hình 5. Hình dạng và phân tích FT-IR định danh vi nhựa trong than bùn.

#### 4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu chỉ ra mức độ nhiễm bẩn vi nhựa ở xã Thuận Nghĩa Hòa, Thạnh Hóa, Long An có hàm lượng dao động trong khoảng giá trị 0–360,0 hạt/kg. Quá trình phân tích và định danh, thành phần vi nhựa có màu sắc nước biển và trắng chiếm đa số với thành phần tương ứng 52,9%. Liên quan đến kích thước các hạt vi nhựa được tìm thấy trong trầm tích than bùn tồn tại các khoảng giá trị 0,3–0,5 mm; 0,5–1,0 mm; 1,0–3,0 mm; và 3,0–5,0 mm. Vi nhựa có kích thước tương đối lớn, hình dạng chủ yếu là hình dạng mảnh (69,6%), bột (17,4%), sợi (8,7%) và dạng film (4,3%), chúng thường có màu trắng, nước biển, xanh. Về chủng loại thành phần vi nhựa được phát hiện gồm các loại như PP, PE, PVC và các dạng sợi polyester. Nghiên cứu đã xác định hàm lượng và bước đầu tìm ra một số nguyên nhân gây ra sự nhiễm bẩn. Từ đó cho thấy quá trình nhiễm bẩn rác thải nhựa, đặc biệt ở các vùng sinh thái quan trọng như than bùn là vấn đề môi trường cần được quan tâm cấp bách.

**Đóng góp của các tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.M.K., N.T.Q.H.; Phương pháp nghiên cứu: N.M.K., B.Q.D., N.C.M.; Phân tích, đánh giá kết quả: N.M.K., N.T.Q.H., B.Q.D., N.C.M.; Viết bản thảo bài báo: N.M.K.; Chỉnh sửa bài báo: N.T.Q.H., N.M.K., B.Q.D.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được thực hiện bởi sự tài trợ của WRI Indonesia và Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh. Nhóm tác giả chân thành cảm ơn xã Nghĩa Thuận



Hòa, huyện Thanh Hóa, tỉnh Long An đã hỗ trợ trong quá trình khảo sát, thực hiện nghiên cứu này. Đồng thời, tập thể các tác giả xin chân thành cảm ơn các phản biện, đồng nghiệp đã góp ý hoàn thiện bài viết.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

### **Tài liệu tham khảo**

1. PlasticEurope. Plastics-the Facts 2017. An analysis of European latest plastics production, demand and waste data. The Association of Plastics Manufacturers in Europe, Brussels, 2018.
2. Andrady, A.L. Microplastics in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull.* **2011**, 62, 1596-1605.
3. Novotna, K.; Cermakova, L.; Pivokonska, L.; Cajthaml, T.; Pivokonsky, M. Microplastics in drinking water treatment—Current knowledge and research needs. *Sci. Total Environ.* **2019**, 667, 730–740.
4. Yao, P.; Zhou, B.; Lu, Y.; Yin, Y.; Zong, Y.; Chen, M.-T.; O'Donnell, Z. A review of microplastics in sediments: Spatial and temporal occurrences, biological effects, and analytic methods. *Quat. Int.* **2019**, 519, 274–281.
5. Phuong, N.N.; Poirier, L.; Lagarde, F.; Kamari, A.; Zalouk-Vergnoux, A. Microplastic abundance and characteristics in French Atlantic coastal sediments using a new extraction method. *Environ. Pollut.* **2018**, 243, 228–237.
6. Alomar, C.; Estarellas, F.; Deudero, S. Microplastics in the Mediterranean Sea: Deposition in coastal shallow sediments, spatial variation and preferential grain size. *Mar. Environ. Res.* **2016**, 115, 1–10.
7. Wu, C.; Zhang, K.; Xiong, X. Microplastic pollution in inland waters focusing on Asia. In *Freshwater microplastics. The Handbook of Environmental Chemistry*, Springer, Cham. **2018**, 58, 85–99.
8. Lahens, L.; Strady, E.; Kieu-Le, T.C.; Dris, R.; Boukerma, K.; Rinnert, E.; Gasperi, J.; Tassin, B. Macroplastic and microplastic contamination assessment of a tropical river (Saigon River, Vietnam) transversed by a developing megacity. *Environ. Pollut.* **2018**, 236, 661–671.
9. Jambeck, J.R.; Geyer, R.; Wilcox, C.; Siegler, T.R.; Perryman, M.; Andrady, A.; Narayan, R.; Law, K.L. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* **2015**, 347, 768–771.
10. Nguyen, Q.A.T.; Nguyen, H.N.Y.; Strady, E.; Nguyen, Q.T.; Trinh-Dang, M. Characteristics of microplastics in shoreline sediments from a tropical and urbanized beach (Da Nang, Vietnam). *Mar. Pollut. Bull.* **2020**, 161, 111768.
11. Phú, H.; Hân, H.T.N.; Thảo, N.L.N.; Đông, Đ.V.; Hân, T.G. Nghiên cứu mức độ ô nhiễm vi nhựa trong nước và trầm tích sông Sài Gòn–Đồng Nai. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2021**, 731, 69-81.
12. Dũng, L.V.; Dục, T.H.; Hà, N.T.H.; Tùng, N.D.; Tuệ, N.T.; Hiếu, P.V.; Định, N.Q.; Nhuận, M.T. Nghiên cứu phương pháp xác định hạt vi nhựa trong môi trường trầm tích bãi triều ven biển, áp dụng thử nghiệm tại xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2020**, 715, 1–12.
13. Phuong, N.N.; Duong, T.T.; Pham, Q.T.; Le, Q.T.P.; Amiard, F. Contamination of microplastics in bivalve: First evaluation in Vietnam. *VJES* **2019**, 41(3), 252–258.
14. Hien, T.T.; Nhon, N.T.T.; Thu, V.T.M.; Nguyen, N.T. The Distribution of Microplastics in Beach Sand in Tien Giang Province and Vung Tau City, Vietnam. *J. Eng. Technol. Sci.* **2020**, 52, 208.
15. Karami, A.; Golieskardi, A.; Choo, C.K.; Larat, V.; Karbalaei, S.; Salamatinia, B. Microplastic and mesoplastic contamination in canned sardines and sprats. *Sci. Total Environ.* **2018**, 612, 1380–1386.

16. Truong, T.N.S.; Strady, E.; Kieu-Le, T.C.; Tran, Q.V.; Le, T.M.T.; Thuong, Q.T. Microplastic in atmospheric fallouts of a developing Southeast Asian megacity under tropical climate. *Chemosphere* **2021**, *272*, 129874.
17. Gore, A.J.P. *Ecosystems of the World—Mires: Swamps, Bog, Fen, and Moor*; New York, NY: Elsevier, 1983.
18. Wright, S.L.; Kelly, F.J. Plastic and human health: a micro issue? *Environ. Sci. Technol.* **2017**, *51*, 6634–6647.
19. Phuong, T.; Luru, Q.T.; Lê, T.H. Địa chí Long An: Nhà xuất bản Long An, 1989.
20. SEApeatProject. *Distribution and Status of Peatlands in Vietnam: Sustainable Management of Peatland Forests in Southeast Asia*, 2010.
21. Bullock, C.H.; Collier, M.J.; Convery, F. Peatlands, their economic value and priorities for their future management—The example of Ireland. *Land Use Policy* **2012**, *29*, 921–928.
22. Glenk, K.; Martin-Ortega, J. The economics of peatland restoration. *J. Environ. Econ. Manage.* **2018**, *7*, 345–362.
23. Masura, J.; Baker, J.; Foster, G.; Arthur, C. *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments: The NOAA Marine Debris Program 2015*.
24. Anik, A.H.; Hossain, S.; Alam, M.; Sultan, M.B.; Hasnine, M.T.; Rahman, M.M. Microplastics Pollution: A Comprehensive Review on the Sources, Fates, Effects, and Potential Remediation. *Environ. Nanotechnol. Monit. Manag.* **2021**, *16*, 100530.
25. Bui, X.T.; Nguyen, P.T.; Nguyen, V.T.; Dao, T.S.; Nguyen, P.D. Microplastics pollution in wastewater: Characteristics, occurrence and removal technologies. *Environ. Technol. Innov.* **2020**, *19*, 101013.
26. Tian, L.; Jinjin, C.; Ji, R.; Ma, Y.; Yu, X. Microplastics in agricultural soils: Sources, effects and their fate. *Curr. Opin. Environ. Sci. Health.* **2021**, 100311.
27. Kiessling, T.; Knickmeier, K.; Kruse, K.; Gatta-Rosemary, M.; Nauendorf, A.; Brennecke, D.; Thiel, L.; Wichels, A.; Parchmann, I.; Körtzinger, A., et al. Schoolchildren discover hotspots of floating plastic litter in rivers using a large-scale collaborative approach. *Sci. Total Environ.* **2021**, *789*, 147849.
28. Vianello, A.; Boldrin, A.; Guerriero, P.; Moschino, V.; Rella, R.; Sturaro, A.; Da Ros, L. Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: First observations on occurrence, spatial patterns and identification. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **2013**, *130*, 54–61.
29. Mani, T.; Hauk, A.; Walter, U.; Burkhardt-Holm, P. Microplastics profile along the Rhine River. *Sci. Rep.* **2015**, *5*, 17988.
30. Strady, E.; Dang, T.H.; Dao, T.D.; Dinh, H.N.; Do, T.T.D.; Duong, T.N.; Duong, T.T.; Hoang, D.A.; Kieu-Le, T.C.; Le, T.P.Q. Baseline assessment of microplastic concentrations in marine and freshwater environments of a developing Southeast Asian country, Viet Nam. *Mar. Pollut. Bull.* **2021**, *162*, 111870.
31. Tibbetts, J.; Krause, S.; Lynch, I.; Sambrook Smith, G.H. Abundance, distribution, and drivers of microplastic contamination in urban river environments. *Water* **2018**, *10*, 1597.
32. Mistri, M.; Infantini, V.; Scoponi, M.; Granata, T.; Moruzzi, L.; Massara, F.; De Donati, M.; Munari, C. Microplastics in marine sediments in the area of Pianosa Island (Central Adriatic Sea). *Rend. Lincei Sci. Fis. Nat.* **2018**, *29*, 805–809.
33. Lindeque, P.K.; Cole, M.; Coppock, R.L.; Lewis, C.N.; Miller, R.Z.; Watts, A.J.; Wilson-McNeal, A.; Wright, S.L.; Galloway, T.S. Are we underestimating microplastic abundance in the marine environment? A comparison of microplastic capture with nets of different mesh-size. *Environ. Pollut.* **2020**, *265*, 114721.

34. Isobe, A.; Azuma, T.; Cordova, M.R.; Cózar, A.; Galgani, F.; Hagita, R.; Kanhai, L.D.; Imai, K.; Iwasaki, S.; Kako, S.I. A multilevel dataset of microplastic abundance in the world's upper ocean and the Laurentian Great Lakes. *Microplastics Nanoplastics* 2021, 1, 1–14.

## **Characteristics and accumulation of microplastics in peatland of Thuan Nghia Hoa commune, Thanh Hoa district, Long An province**

**Nguyen Minh Ky<sup>1,2\*</sup>, Nguyen Tri Quang Hung<sup>1</sup>, Nguyen Cong Manh<sup>1</sup>, Bach Quang Dung<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Faculty of Environment and Natural Resources, Nong Lam University – Ho Chi Minh City; quanghungmt@hcmuaf.edu.vn

<sup>2</sup> Department of Environment and Natural Resources, Nong Lam University of Ho Chi Minh City – Gia Lai Branch; nmky@hcmuaf.edu.vn

<sup>3</sup> Room 1703, Apartment 25, Tan Mai Street, Tan Mai Ward, Hoang Mai District, Ha Noi City; dungmmu05@gmail.com

**Abstract:** The purpose of the study was to evaluate the characteristics and accumulation of microplastics in peatland, a case study in Long An province. The study conducted field surveys and selected representative sampling sites at ten different peatland areas in Thuan Nghia Hoa commune, Thanh Hoa district, Long An province. Samples are processed to determine the content, particle size, colour, shape and identification of their microplastics. The levels of microplastic contamination showed that the average value fluctuated from 0 to 360.0 items/kg in the peatland in Long An. Microplastics had a large size, their shape was mainly in the form of the fragment (69.6%), foam (17.4%), fiber (8.7%) and film (4.3%), and they were white, aqua, blue. Regarding the types of microplastic components detected include polypropylene (PP), polyethylene (PE), polyvinyl chloride (PVC) and polyester fibers; in which, PVC mainly accounted for 70.6%. The findings also demonstrated the spatial distribution of microplastics and indicated signals of human-related impacts on the status quo of peatland quality. Therefore, in the long term, it is necessary to propose appropriate solutions to effectively manage and protect natural resources (i.e., peatland) against the pressures of socio-economic development.

**Keywords:** Microplastics; Contamination; PVC; Peatland; Polypropylene; Accumulation.

# Table of content

- 1** Tuyen, L.T.B.; Tran, N.Q.; Linh, V.T.P.; Trung, N.H.; Thanh, V.Q. Evaluation of the supply possibility of natural water sources for shallot cultivation model and whiteleg shrimp farming in Vinh Chau District, Soc Trang Province. *VN J. Hydrometeorol.* **2022**, 734, 1–12.
- 13** Ha, N.M.; Tai, V.A.; Van, T.T.T.; Hai, P.H.; Yen, D.T.H.; Nhung, N.T.; Bac, H.; Hong, N.V.; Thuc, D.N. Results of biodiversity research on wetland ecosystem at the northeast coast region of Vietnam. *VN J. Hydrometeorol.* **2022**, 734, 13–27.
- 28** Tuan, D.H.; Dieu, L.T. Assessment of water quality trend of Day River section in Nam Dinh Province from 2011–2019. *VN J. Hydrometeorol.* **2022**, 734, 28–38.
- 39** Truong, N.H.; Hung, T.V.; Nam, T.T. Research on droughts based on the drought index (K) on Binh Thuan Province. *VN J. Hydrometeorol.* **2022**, 734, 39–49.
- 50** Tin, N.V.; Dieu, T.T.N.; Quoc, B.K.; Phung, N.K. Research on the application of utide to forecast tide level in the South Viet Nam. *VN J. Hydrometeorol.* **2022**, 734, 50–62.
- 63** Anh, N.K.N.; Anh, T.N.; Binh, N.T.; Tuan, P.H.Q.; Hai, L.T.A.; Quyen, L.N. Quantitative assessment of flood risks in Ba Ria–Vung Tau in the context of climate change. *VN J. Hydrometeorol.* **2022**, 734, 63–77.
- 78** Thanh, H.T.; Thanh, N.T. Evaluation of the wave height and period trends in the Gulf of Tonkin in the coastal area of Viet Nam. *VN J. Hydrometeorol.* **2022**, 734, 78–87.
- 88** Ky, N.M.; Hung, N.T.Q.; Manh, N.C.; Dung, B.Q. Characteristics and accumulation of microplastics in peatland of Thuan Nghia Hoa commune, Thanh Hoa District, Long An Province. *VN J. Hydrometeorol.* **2022**, 734, 88–97.