



Original Article

Simulation of Dispersal and Growth of *Panulirus Ornatus* Larvae in Coastal Ocean in Central Vietnam

Giap Ngoc Anh^{1,2}, Nguyen Kim Cuong^{2,*}, Nguyen Duc Thinh³

¹Center for Oceanography, 8 Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam

²VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

³Institute of Oceanography - Vietnam Academy of Science and Technology (VAST),

1 Cau Da, Nha Trang, Vietnam

Received 5th November 2024

Revised 12th February 2025; Accepted 22nd April 2025

Abstract: This study analyzes the characteristics of wind, surface currents, temperature, salinity fields, and dispersal patterns of *Panulirus Ornatus* larvae in the Central coastal waters of Vietnam. The wind data were obtained from ERA5, while surface currents, temperature, and salinity were gathered from CMEMS, and the distribution of *Panulirus Ornatus* larvae was simulated using the OpenDrift model. El Niño and La Niña years were simulated and then compared with neutral years. The distribution results show that *Panulirus Ornatus* larvae tend to be dispersed northward during El Niño year, while during La Niña year, they were transported further offshore into the offshore area of the East Vietnam Sea. In neutral years, the larvae were predominantly dispersed northward, with a smaller portion drifting toward the offshore area, similar to the pattern observed during La Niña year. Additionally, the growth of the larvae was analyzed based on time and depth, revealing weight and size growth. These findings provide insights into the dispersal and growth of *Panulirus Ornatus* larvae. This information can inform sustainable management and exploitation of *Panulirus Ornatus* resources in Vietnam.

Keywords: Spiny lobster, Central Vietnam, OpenDrift, ENSO.

* Corresponding author.

E-mail address: cuongnk@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5262>

Mô phỏng sự phân tán và phát triển của ấu trùng tôm hùm bông tại vùng biển miền Trung Việt Nam

Giáp Ngọc Ánh^{1,2}, Nguyễn Kim Cương^{2,*}, Nguyễn Đức Thịnh³

¹Trung tâm Hải văn, 8 Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,

334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

³Viện Hải dương học Nha Trang (VAST), 1 Cầu Đá, Nha Trang, Việt Nam

Nhận ngày 5 tháng 11 năm 2024

Chỉnh sửa ngày 12 tháng 02 năm 2025; Chấp nhận đăng ngày 22 tháng 4 năm 2025

Tóm tắt: Nghiên cứu này phân tích các đặc trưng gió, dòng chảy, nhiệt độ, độ muối nước biển tầng mặt và kết quả phân bố ấu trùng tôm hùm bông tại vùng biển miền Trung Việt Nam. Trong đó, số liệu gió được lấy từ ERA5; dòng chảy, nhiệt độ và độ muối nước biển tầng mặt từ CMEMS, phân bố ấu trùng tôm hùm bông được mô phỏng bằng mô hình OpenDrift. Thời gian đánh giá cho các năm El Niño, La Niña và năm trung tính. Kết quả phân bố cho thấy rằng ấu trùng tôm hùm bông có xu hướng phân tán về phía bắc trong năm El Niño, trong khi trong năm La Niña thì phân tán ra ngoài khơi khu vực Biển Đông. Trong năm trung tính, các kết quả đã chỉ ra ấu trùng tôm chủ yếu phân tán về phía bắc cùng với một phần nhỏ tịnh tiến ra ngoài khơi Biển Đông như trong các năm La Niña. Ngoài ra, quá trình phát triển của ấu trùng tôm cũng được phân tích theo thời gian và theo độ sâu cho thấy sự phát triển về trọng lượng và kích thước. Các kết quả này cung cấp thông tin quan trọng về sự phân tán và quá trình phát triển của ấu trùng tôm hùm bông, góp phần xác định phân bố của loài tôm này. Từ đó, giúp cho việc quản lý và khai thác nguồn giống tôm hùm bông bền vững hơn tại Việt Nam.

Từ khóa: Tôm hùm bông, miền Trung Việt Nam, OpenDrift, ENSO.

1. Mở đầu

Tôm hùm bông (*Panulirus ornatus*) là một loài hải sản có giá trị kinh tế cao và đóng vai trò quan trọng trong ngành thủy hải sản ở Việt Nam. Với điều kiện tự nhiên thuận lợi, khu vực Miền Trung trở thành nơi sinh sống và phát triển tự nhiên cũng như là vùng nuôi tôm hùm bông lớn nhất cả nước. Tuy nhiên, sự phát triển của ngành nuôi tôm hùm bông cũng như số lượng tôm hùm bông ngoài tự nhiên là một điều đáng lo ngại khi tình trạng khai vượt quá cho phép dẫn đến những nguy cơ tiềm ẩn cho sự suy thoái [1], diễn hình

trước đây vào năm 2009 loài tôm hùm bông đã từng bị đưa vào sách đỏ [2]. Hiện nay, Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản III (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn) đang tiến hành nghiên cứu về giống tôm hùm bông thương phẩm bởi con giống tôm hùm khai thác từ tự nhiên trong tỉnh chỉ đáp ứng khoảng 15% nhu cầu của người nuôi, số còn lại phụ thuộc vào nguồn giống nhập khẩu chủ yếu từ các nước như: Indonesia, Philippines, Myanmar [3]. Chính vì vậy, việc hiểu rõ quá trình phát triển và phân bố của ấu trùng tôm trong môi trường biển là một vấn đề quan trọng. Quá trình phát triển của ấu

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: cuongnk@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5262>

trùng tôm hùm bông phải trải qua nhiều giai đoạn phức tạp và phân tán mạnh mẽ trong môi trường biển, bên cạnh đó phải chịu tác động của nhiều yếu tố như nhiệt độ, độ muối, dòng chảy và các điều kiện khí tượng - hải văn khác [4]. Thêm vào đó, việc nghiên cứu mô phỏng này đóng vai trò quan trọng trong việc quản lý nguồn giống và định hướng cho việc phát triển bền vững ngành nuôi trồng thủy sản tại Việt Nam.

Hiện nay, có nhiều mô hình thủy động lực đã được phát triển và ứng dụng trong việc nghiên cứu sự vận chuyển và phân tán cho các vật chất trong biển [5]. Trong trong nghiên cứu này, mô hình OpenDrift đã được lựa chọn để mô phỏng cho ấu trùng tôm hùm bông tại vùng biển miền Trung Việt Nam. OpenDrift là một mô hình mô phỏng vận chuyển dựa trên dữ liệu hải văn và khí tượng, cho phép mô phỏng quá trình phân bố của ấu trùng trong môi trường biển. Qua đó, cung cấp thông tin quan trọng về đặc điểm sinh thái và sự phân bố của ấu trùng tôm hùm bông, giúp nâng cao hiểu biết về quá trình phát triển và phân tán của loài tôm này.

Trong và ngoài nước, đã có nhiều nghiên cứu về quá trình di chuyển và phát triển của các loài sinh vật biển. Nghiên cứu của Hoc và cộng sự (2015) cung cấp dữ liệu quan trọng về phát tán ấu trùng tôm hùm bông trong khu vực Đông Nam Á đã sử dụng các phương pháp di truyền và hải dương học kết hợp để hiểu rõ hơn về sự phát tán quần thể [6]. Đây là nền tảng quan trọng để hỗ trợ các biện pháp bảo tồn và quản lý sinh thái biển. Tuy nhiên, nghiên cứu chưa được toàn diện một phần do có thể chưa phản ánh đầy đủ sự phức tạp của các yếu tố hải dương học. Một nghiên cứu khác của Torrado và cộng sự (2021) đã cung cấp cái nhìn sâu sắc về ảnh hưởng của ngày nở và thời gian ấu trùng sống ở tầng nước mặt đến mô hình phân tán của cá ở Biển Địa Trung Hải, sử dụng mô hình Lagrangian kết hợp dữ liệu từ sỏi tai cá [7]. Tại Việt Nam, nghiên cứu về phân bố của các loài sinh vật biển chủ yếu dựa trên các yếu tố di truyền và khảo sát từ ngư dân tại các địa điểm xuất hiện loài nhiều. Nghiên cứu của Lê Văn Thọ và cộng sự (2014) đã sử dụng phương pháp lặn và bảng phỏng vấn để thu thập thông tin, đặc điểm phân bố để đánh giá độ

phong phú và tần suất xuất hiện các loài tôm hùm trong 10 năm gần nhất [8]. Mặc dù đã có những tiến bộ trong nghiên cứu, nhưng vẫn cần thêm các nghiên cứu chi tiết hơn để hiểu rõ hơn về quá trình phân tán và phát triển của ấu trùng tôm hùm bông trong môi trường biển phức tạp.

Nghiên cứu này nhằm bổ sung thêm kiến thức về quá trình sinh trưởng của ấu trùng tôm hùm bông tại vùng biển miền Trung Việt Nam, từ đó đóng góp vào việc quản lý nguồn giống và phát triển bền vững ngành nuôi tôm hùm bông. Bằng cách sử dụng mô hình OpenDrift, kết quả nghiên cứu sẽ góp phần cung cấp góc nhìn tổng quan cho việc mô phỏng quá trình phân tán và phát triển của ấu trùng tôm dựa trên các yếu tố môi trường như dòng chảy, nhiệt độ, độ mặn, và gió, đồng thời đưa ra các khuyến nghị cho việc quản lý và bảo tồn loài tôm hùm bông tại Việt Nam.

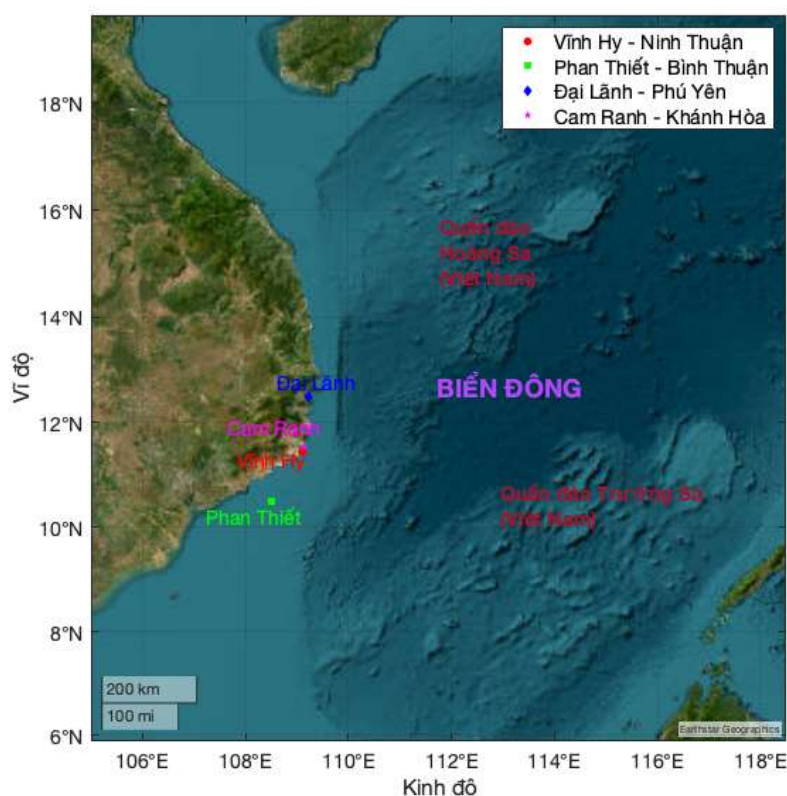
Dựa trên các nghiên cứu về đặc điểm tự nhiên khu vực biển miền Trung Việt Nam cũng như tài liệu nghiên cứu liên quan, nghiên cứu này đã lựa chọn bốn điểm phát sinh ấu trùng tôm hùm bông đó là bãi Đại Lãnh - Phú Yên, Cam Ranh - Khánh Hòa, Vĩnh Hy - Ninh Thuận, vịnh Phan Thiết - Bình Thuận [7, 9].

i) Vịnh Vĩnh Hy - Ninh Thuận: đây là một vịnh bao quanh bởi những dãy núi đá vôi và rừng nguyên sinh, cung cấp nguồn dinh dưỡng phong phú cho ấu trùng tôm hùm bông. Ngoài ra, đây là khu vực có độ sâu lớn, thích hợp cho sự phát triển của ấu trùng;

ii) Vịnh Phan Thiết - Bình Thuận: vịnh này có vùng biển nông, nhưng đáy vịnh có những rạn san hô tự nhiên, cung cấp nguồn dinh dưỡng cho ấu trùng tôm hùm bông. Bên cạnh đó, vịnh cũng có dòng chảy mạnh, giúp ấu trùng phân tán nhanh hơn;

iii) Bãi Đại Lãnh - Phú Yên: bãi này nằm gần biên giới giữa Ninh Thuận và Phú Yên, có đặc điểm nước sạch, trong, địa hình đáy biển đồng đều, cung cấp nguồn dinh dưỡng đủ cho ấu trùng tôm hùm bông;

iv) Vịnh Cam Ranh - Khánh Hòa: Vịnh Cam Ranh có độ sâu lớn, địa hình đáy biển đồng đều, phù hợp cho sự phát triển của ấu trùng. Ngoài ra, đây cũng là khu vực có dòng chảy mạnh, giúp ấu trùng phân tán nhanh hơn.



Hình 1. Vị trí các khu vực sinh sản của tôm hùm bông được lựa chọn trong nghiên cứu này.

2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu

2.1. Mô hình OpenDrift

OpenDrift là một mô hình mô phỏng quỹ đạo biển mã nguồn mở. Khung chương trình của mô hình OpenDrift có tính tổng quát và mô-đun cao tương ứng với mô hình hạt Lagrange theo nghĩa truyền thống [5, 10]. Nghiên cứu này kết hợp hai mô hình con “larvalfish” và “pelagicegg” vì hai mô hình đều có thể mô phỏng các đối tượng trôi dạt trong môi trường biển, bên cạnh đó còn phục vụ cho các quá trình nghiên cứu sinh thái học như sự phân tán và sống sót của các giai đoạn sớm (ấu trùng) trong vòng đời của sinh vật biển [11-13]. Đặc biệt “larvalfish” có thể tính đến các hành vi sinh học phức tạp hơn bao gồm quá trình phát triển và di cư của ấu trùng, trong khi “pelagicegg” tập trung vào sự phát triển và tỷ lệ sống sót hơn. Từ đó, mô hình dựa trên các phương pháp mô phỏng từng bước và tính toán

quỹ đạo của một đối tượng biển bằng cách xác định tác động của các yếu tố môi trường như gió, dòng chảy và điều kiện nhiệt môi trường như nhiệt độ, độ muối. Đầu tiên mô hình định nghĩa đối tượng cần mô phỏng là ấu trùng tôm hùm bông, sau đó từ dữ liệu nhiệt độ, độ muối, gió và dòng chảy biển được lấy làm đầu vào cho quá trình mô phỏng. Trong đó OpenDrift đã thực hiện các quá trình tính toán, phân tích để tính toán quỹ đạo của ấu trùng theo thời gian (Bảng 1). Cuối cùng sau một lượt các bước lặp đi lặp lại ta được quỹ đạo phân bố và phát triển của ấu trùng tôm hùm bông như mong đợi. Từ các kết quả tính toán cho thời gian 30 ngày, các bản đồ, biểu đồ đã được xây dựng để xác định sự phân bố và quỹ đạo dự kiến của ấu trùng.

2.2. Cơ sở dữ liệu

Dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu này gồm số liệu gió tái phân tích ERA5 của Trung

tâm Dự báo Thời tiết Hạn vừa Châu Âu và số liệu nhiệt độ, độ muối, dòng chảy từ sản phẩm tái phân tích của Dịch vụ Giám sát Môi trường biển Copernicus (CMEMS). Dữ liệu gió với 4 obs/ngày và độ phân giải 0,25 độ (<https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels?tab=download>). Bên cạnh đó, dữ liệu lấy từ CMEMS có độ phân giải 0,083 độ (1/12 độ). Dữ liệu khai thác từ cơ sở dữ liệu CMEMS gồm nhiệt độ, độ muối bề mặt biển và thành phần vận tốc của dòng chảy biển (https://data.marine.copernicus.eu/product/GLOBAL_ANALYSISFORECAST_PHY_001_024/services). Những yếu tố này đóng vai trò quan trọng trong quá trình phát triển và phân tán của ấu trùng tôm hùm bông.

2.3. Các kịch bản tính toán mô phỏng sự phân tán ấu trùng tôm hùm bông

Trong các kịch bản, tại 4 khu vực sinh sản ban đầu như đã mô tả ở phần mở đầu, tại mỗi vị trí 100 ấu trùng được thả tại độ sâu 40m dưới mặt

nước biển với bán kính 2 km từ điểm trung tâm, đường kính mỗi ấu trùng là 0,3 mm [14].

i) Kịch bản 1: nghiên cứu sự phân tán và phát triển của ấu trùng trong năm El Niño. Năm 2015 đã được lựa chọn để mô phỏng phân bố và phát triển của ấu trùng tôm hùm bông tại vùng biển miền Trung Việt Nam dưới tác động của Elnino (Bảng 2). Việc sử dụng kịch bản này sẽ giúp chúng ta hiểu rõ hơn về tác động của El Niño đối với phân tán và phát triển của ấu trùng tôm hùm bông tại vùng biển miền Trung Việt Nam;

ii) Kịch bản 2: kịch bản mô phỏng cho năm La Niña 2018. Sử dụng số liệu mô phỏng cho năm 2018 để cho thấy sự khác biệt đối lập với El Niño trong quá trình tác động đến quỹ đạo phân bố và phát triển của ấu trùng tôm hùm bông tại vùng biển miền Trung Việt Nam;

iii) Kịch bản 3: mô phỏng sự phân tán ấu trùng và sự phát triển của ấu trùng trong 01 năm trung tính. Năm 2017 đã được lựa chọn để mô phỏng phân bố và phát triển của ấu trùng tôm hùm bông tại vùng biển miền Trung Việt Nam trong điều kiện khí hậu trung tính, không có sự ảnh hưởng đáng kể của El Niño hoặc La Niña.

Bảng 1. Các tham số tính toán trong mô hình OpenDrift

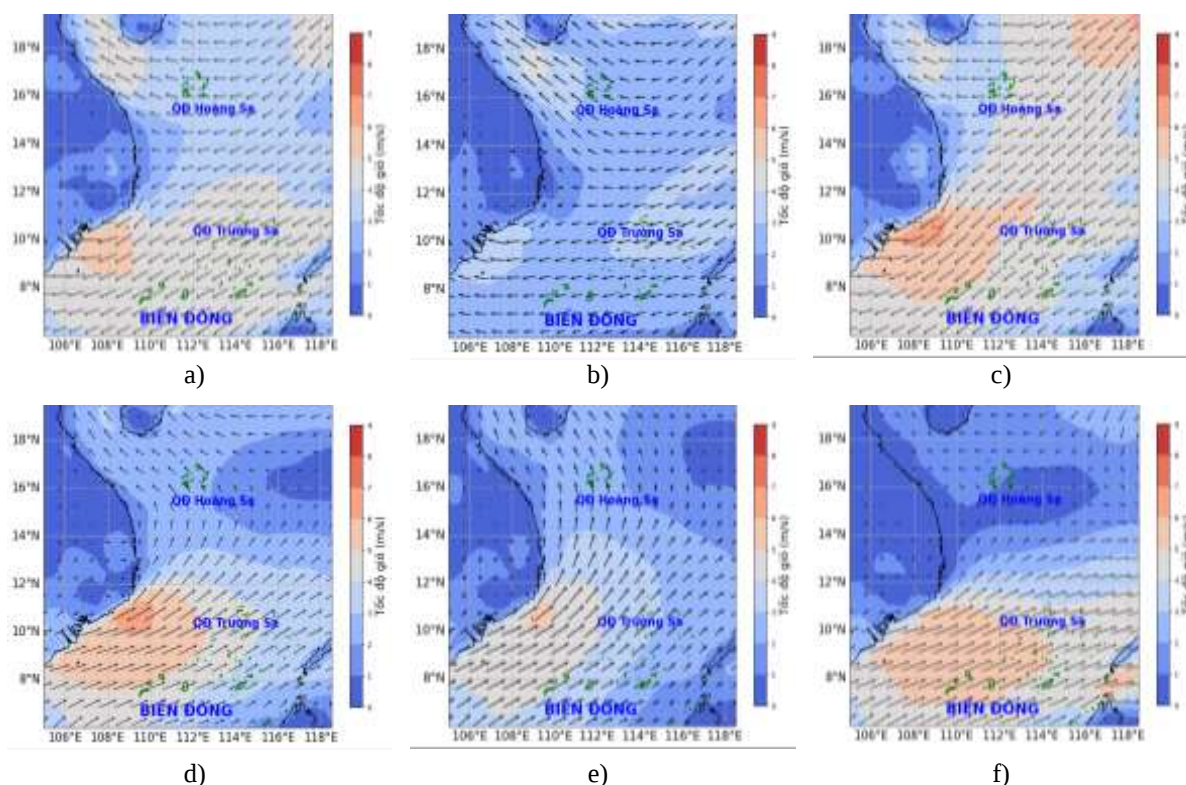
Tham số	Mô tả	Giá trị
vertical_mixing:diffusivitymodel	Mô hình khuếch tán cho sự xáo trộn theo chiều thẳng đứng [15].	'windspeed_Sundby1983'
vertical_mixing:timestep	Bước thời gian tính toán xáo trộn theo chiều thẳng đứng.	60 s
time_step	Bước thời gian tổng thể của mô phỏng.	3600 s
neutral_buoyancy_salinity	Độ muối mà tại đó ấu trùng đạt trạng thái nổi trung tính.	29 PSU
diameter	Đường kính của ấu trùng (mét).	0,0003 m
radius	Bán kính khu vực sinh sản (mét).	2000 m
number	Số lượng ấu trùng được gieo mỗi bước thời gian.	100

Bảng 2. Giá trị chỉ số ONI giai đoạn 2014 - 2019, màu số tương ứng với các pha của hiện tượng ENSO: màu đỏ - El Niño, màu xanh - La Niña, màu đen - Trung tính [16]

Năm	Tháng 12-2	Tháng 01-3	Tháng 02-4	Tháng 3-5	Tháng 4-6	Tháng 5-7	Tháng 6-8	Tháng 7-9	Tháng 8-10	Tháng 9-11	Tháng 10-12	Tháng 11-01
2014	-0,4	-0,5	-0,3	0,0	0,2	0,2	0,0	0,1	0,2	0,5	0,6	0,7
2015	0,5	0,5	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	2,2	2,4	2,6	2,6
2016	2,5	2,1	1,6	0,9	0,4	-0,1	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,7	-0,6
2017	-0,3	-0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	-0,1	-0,4	-0,7	-0,8	-1,0
2018	-0,9	-0,9	-0,7	-0,5	-0,2	0,0	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,8
2019	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,1	0,2	0,3	0,5	0,5

Mỗi kịch bản trên đều lựa chọn mô phỏng với các điều kiện khí tượng – hải văn vào tháng 4 và tháng 9. Đây là hai tháng tôm hùm bông thường sinh sản [17, 18] tại 04 vùng bãi đẻ trên. Miền tính cho các kịch bản được chọn dựa trên vị trí địa lý của vùng biển miền Trung Việt Nam vì đây là môi trường sống tự nhiên của ấu trùng tôm hùm bông, nơi chúng có thể tìm thấy các nguồn thức ăn và điều kiện sống phù hợp để phát triển. Ngoài ra, vùng biển này cũng có mối liên kết với các khu vực khác trong Biển Đông thông qua hệ thống dòng chảy và gió mùa, đóng vai trò quan trọng trong việc vận chuyển ấu trùng và

duy trì tính đa dạng sinh học của toàn khu vực. Hệ thống dòng chảy trong Biển Đông, đặc biệt là dòng chảy mùa hè và mùa đông, không chỉ hỗ trợ sự di cư của ấu trùng tôm hùm mà còn kết nối các quần thể sinh vật giữa các khu vực, góp phần vào sự ổn định sinh thái. Điều này làm tăng giá trị sinh thái và tiềm năng nuôi trồng thủy sản bền vững của vùng biển miền Trung Việt Nam trong bối cảnh toàn Biển Đông. Khu vực nghiên cứu được lựa chọn với giới hạn là $6^{\circ}\text{N} - 19,5^{\circ}\text{N}$ và $105^{\circ}\text{E} - 118,5^{\circ}\text{E}$ với độ phân giải của mô hình tính là $1/12 \times 1/12$ độ kinh vĩ.



Hình 2. Trường gió trung bình mặt biển cho các kịch bản tương ứng với các pha của ENSO:
(a), (b), (c): trường gió tháng 4 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña;
(d), (e), (f): trường gió tháng 9 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Biến động của các trường thủy động lực và trường gió

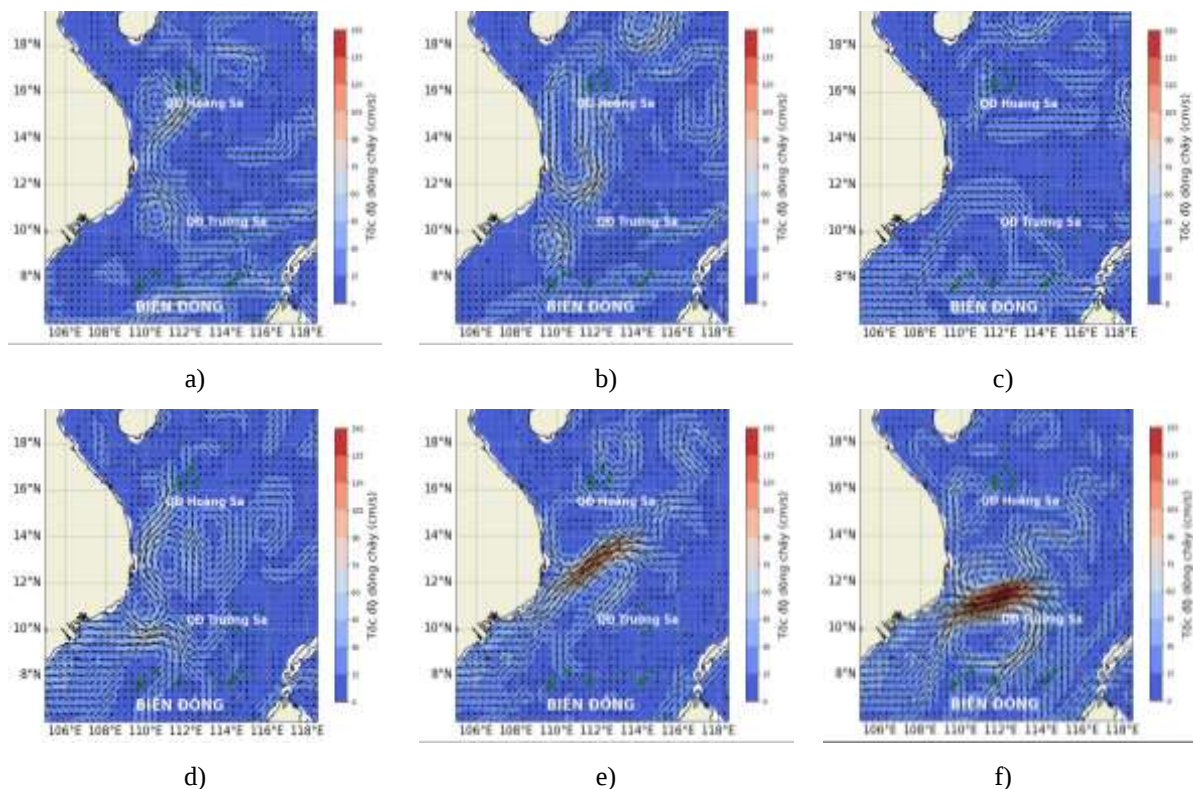
Trường gió trung bình mặt biển khu vực nghiên cứu từ ERA5 cho 3 kịch bản được thể

hiện trong Hình 2 cho thấy sự khác biệt 2 hướng gió chủ đạo giữa tháng 4 và tháng 9. Vào tháng 4, do đây là mùa gió chuyển tiếp nên trường gió có sự phân hóa rõ rệt dọc bờ biển Việt Nam. Hướng gió chủ đạo trên Biển Đông là hướng gió đông bắc nhưng khu vực phía tây bắc Biển Đông

(bên trái kinh tuyến 112°E) hướng gió đông nam chiếm ưu thế. Trong cả ba năm đều ghi nhận được xu thế đó mặc dù trong năm trung tính khu vực có hướng gió đông nam bắt đầu từ vĩ độ 13°N trong khi hai năm ENSO bắt đầu từ vĩ độ 15°N. Trong tháng 4, tốc độ gió trung bình lớn nhất ghi nhận được là khoảng 7 m/s theo vào năm La Niña và tập trung chủ yếu tại khu vực biển Ninh Thuận đến Vũng Tàu. Năm trung tính và năm El Niño có tốc độ gió trung bình toàn khu vực yếu hơn. Năm El Niño, vận tốc gió trung bình lớn nhất là 6 m/s tại khu vực tương tự nhưng nhỏ hơn khá nhiều theo không gian (Hình 2).

Ngược lại với tháng 4, tốc độ dòng chảy trong tháng 9 có sự phân hóa rõ rệt cho các kịch bản đều tương đối cao khoảng trên 80 cm/s. Năm 2018 (La Niña), vận tốc dòng chảy lớn nhất là khoảng 150 cm/s tại vị trí dòng chảy tách bờ

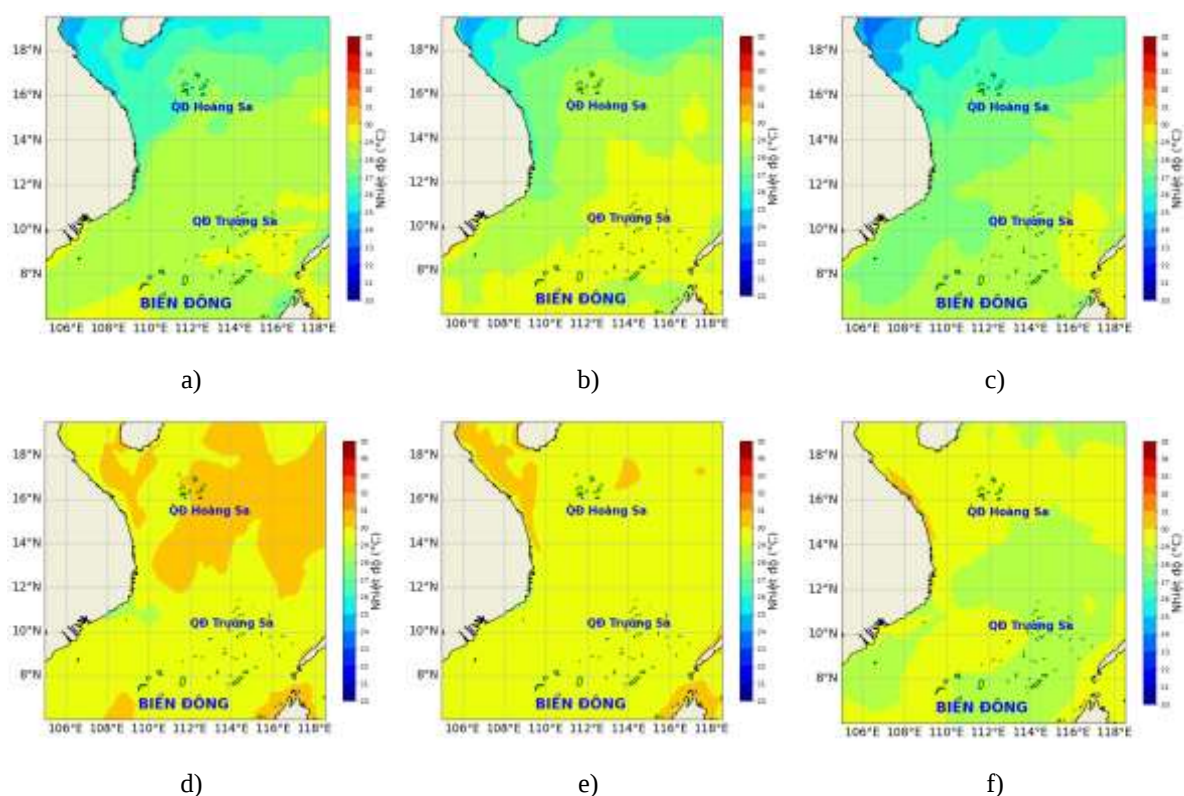
trong khoảng 10°N - 12°N do sự tương tác của hoàn lưu xoáy nghịch ở nam và xoáy thuận phía bắc [19-21]. Năm 2017, tốc độ dòng chảy không mạnh như năm La Niña nhưng xu thế chung của dòng chảy khá tương đồng năm La Niña – 2018 ngoại trừ dòng tách bờ có xu thế dịch lên phía bắc hơn so với năm 2018 và lệch về phía đông bắc. Năm El Niño 2015 lại ghi nhận nhiều xoáy dòng dọc bờ hơn 2 kịch bản còn lại. Điều này có thể do sự ảnh hưởng của El Niño đến sự hình thành gió mùa Tây Nam làm cho thời gian gió mùa Tây Nam bắt đầu muộn hơn, cường độ yếu hơn, ứng suất gió tập trung nhiều hơn ở phía nam. Nhìn chung, tác động từ các hiện tượng khí hậu như El Niño và La Niña đều có tác động lớn đến trường dòng chảy khu vực biển miền Trung Việt Nam.



Hình 3. Trường dòng chảy mặt biển: (a), (b), (c): Trường dòng chảy trung bình tháng 4 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña; (d), (e), (f): Trường dòng chảy trung bình tháng 9 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña.

Dữ liệu nhiệt độ từ sản phẩm tái phân tích của CMEMS được thể hiện trong Hình 4 cho thấy năm El Niño mức nhiệt bề mặt biển cao hơn so với các năm còn lại, đặc biệt là trong tháng 9 khu vực biển Ninh Thuận - Bình Thuận dao động từ 25 °C đến 28 °C; khu vực bắc và giữa Biển Đông về hướng đông bắc ghi nhận đạt trên 31 °C còn lại hầu hết các vùng đều trong khoảng 29 °C đến 30 °C. Năm trung tính 2017, trung bình nhiệt

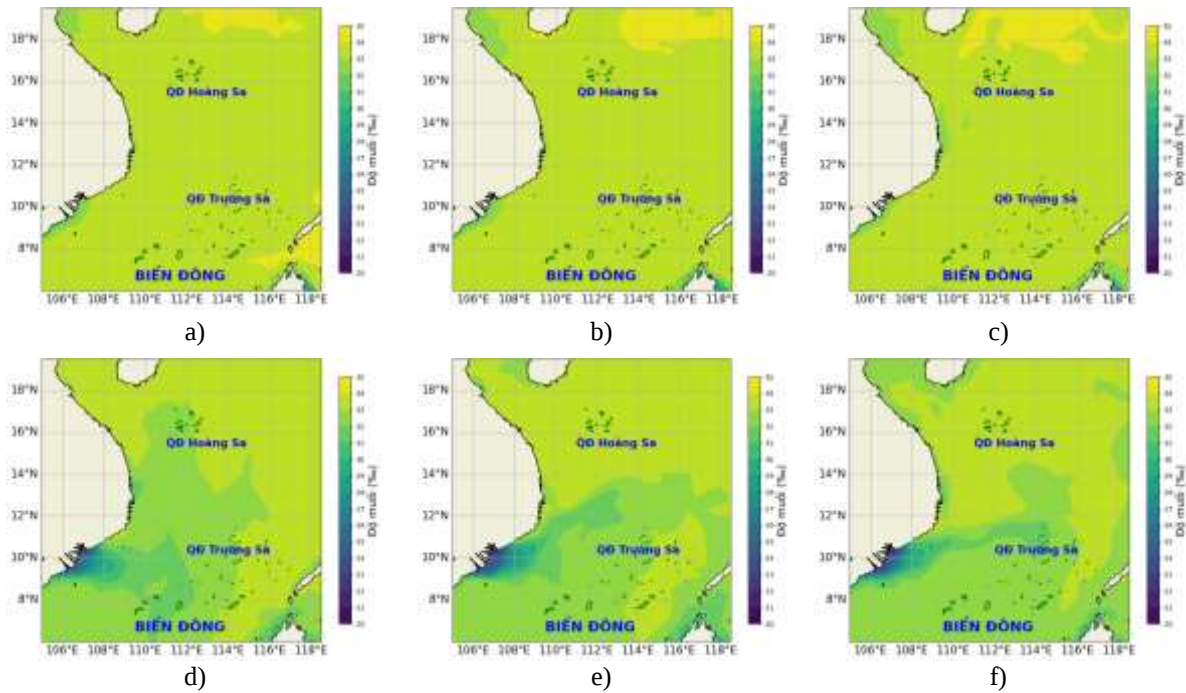
độ là thấp hơn năm 2015 và cao hơn so với năm 2018. Có thể nhận thấy năm 2018 tại hướng tây nam nhiệt độ mặt biển thường thấp hơn liên quan đến hiện tượng nước trời ven bờ khu vực Nam Trung Bộ [20, 21]. Sự thay đổi về nhiệt độ này là một trong những nguyên nhân ảnh hưởng lớn đến quá trình sinh trưởng các loài sinh vật biển và trong nghiên cứu này là ấu trùng tôm hùm bông.



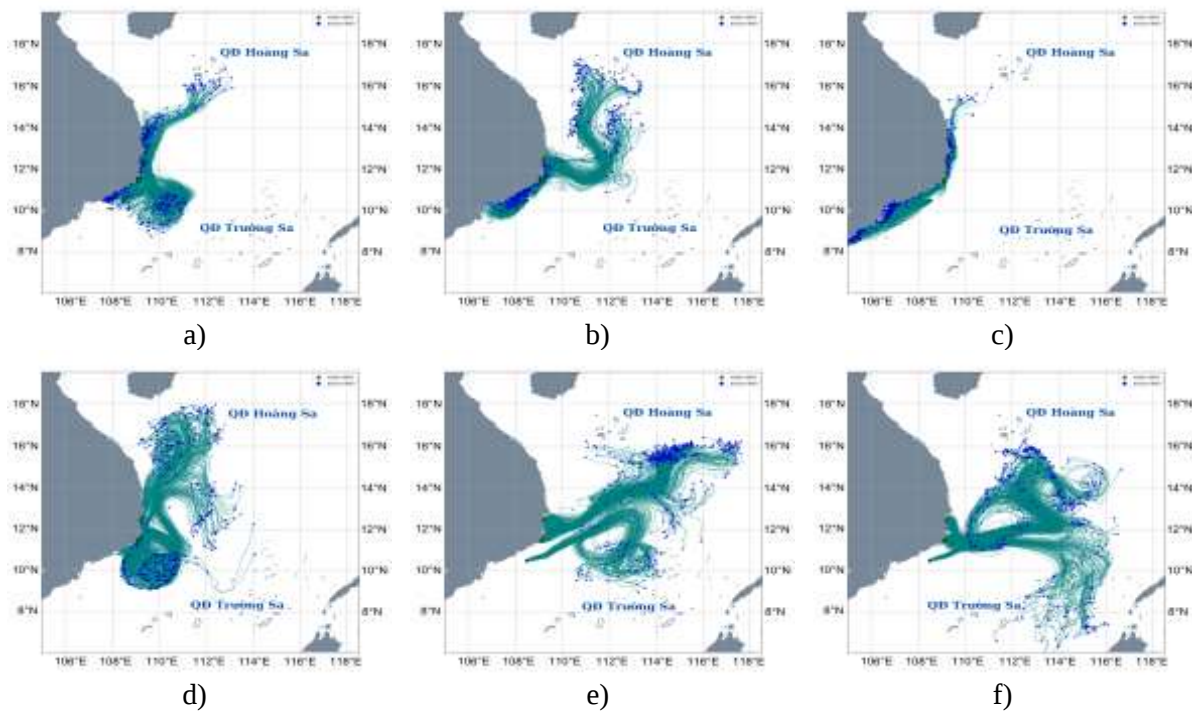
Hình 4. Trường nhiệt độ trung bình mặt biển: (a), (b), (c): Tháng 4 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña; (d), (e), (f): Tháng 9 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña.

Cũng như nhiệt độ thì độ muối là một điều kiện môi trường sống quan trọng của tôm hùm bông (Hình 5). Trong tháng 4, trường độ muối tương đối đồng nhất dao động từ 30‰ đến 34‰ tăng dần từ ven bờ ra ngoài khơi. Trong tháng 9, có sự phân hóa về độ muối chủ yếu ở phía tây nam. Năm El Niño 2015 có sự tăng dần về hầu hết mặt biển khu vực nghiên cứu nhưng hầu hết

là 31‰-33‰. Hai năm 2017 và 2018 khá tương đồng về xu thế nhưng cao hơn ở phía bắc Biển Đông ở khoảng 33‰-34‰. Khu vực phía tây nam có độ muối khoảng 20‰ đến 25‰ do khu vực này chịu ảnh hưởng của lưu lượng nước sông Mê Kông đổ ra. Nhìn chung, những sự phân bố có phần khác biệt này vẫn nằm trong ngưỡng ấu trùng tôm hùm bông có thể sinh trưởng và phát triển.



Hình 5. Trường độ muối mặt biển: (a), (b), (c): Tháng 4 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña; (d), (e), (f): Tháng 9 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña.



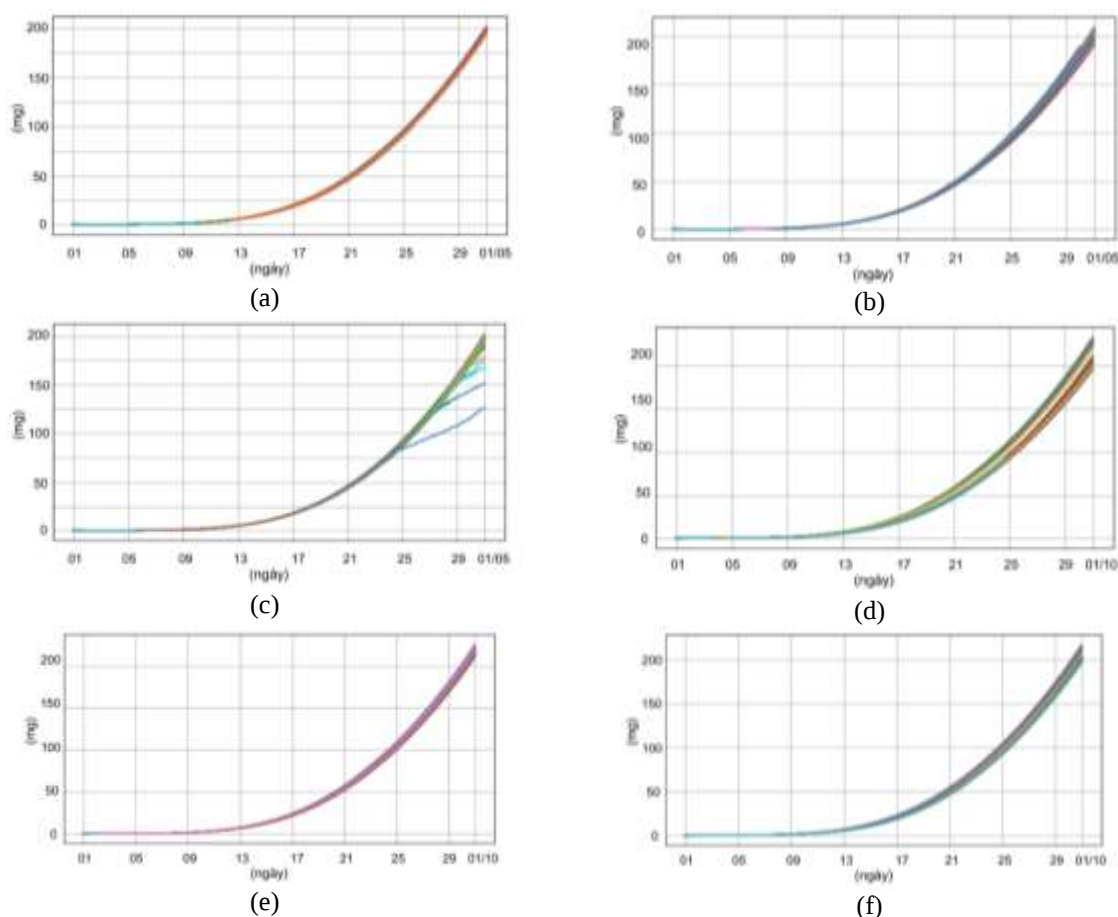
Hình 6. Phân bố của ấu trùng tôm hùm bông sau 30 ngày mô phỏng:
(a), (b), (c): Tháng 4 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña;
(d), (e), (f): Tháng 9 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña.

3.2. Kết quả mô phỏng quá trình phân bố của ấu trùng tôm hùm bông

Mô hình OpenDrift được ứng dụng để mô phỏng trong các điều kiện thủy động lực trong tháng 4 và tháng 9. Giai đoạn mô phỏng được thực hiện trong 30 ngày bởi đây là thời điểm trứng sẽ phát triển thành ấu trùng và nở thành tôm hùm non. Hình 6 thể hiện sự phân bố của các ấu trùng tôm hùm bông từ lúc rời cá thể mẹ và phân tán trong biển. Có thể thấy, vào tháng 4 với hoạt động mạnh của dòng chảy đông bắc và các cấu trúc dòng chảy xoáy, các ấu trùng tôm chủ yếu tập trung ở các khu vực ven bờ. Vào tháng 9, phân bố của ấu trùng tôm rộng hơn và có xu thế được vận chuyển ra ngoài khơi bởi dòng xiết hướng đông [19-21]. Năm trung tính 2017, ấu

trùng tôm có xu thế phân tán ra ngoài khơi và 1 phần đi lên phía bắc trong khi năm Lanina 2018 xu thế phân tán chỉ ra ngoài khơi và năm El Niño chủ yếu chỉ lên phía bắc.

Vào tháng 4, năm trung tính 2017 các ấu trùng chủ yếu phân tán về phía nam và một phần lên phía bắc. Xu thế này cũng tương tự trong năm Lanina 2018 nhưng năm 2018, ấu trùng chủ yếu phân tán tập trung sát bờ chứ không ra ngoài khơi như năm 2017. Một điểm đáng chú ý đó là vào năm El Niño 2015, các ấu trùng hoàn toàn không phân tán tới gần mũi Cà Mau như trong các năm còn lại mà tập trung nhiều dọc bờ từ Phú Yên đến Bình Định và một phần được vận chuyển ra ngoài khơi, một phần lên khu vực quần đảo Hoàng Sa của Việt Nam.

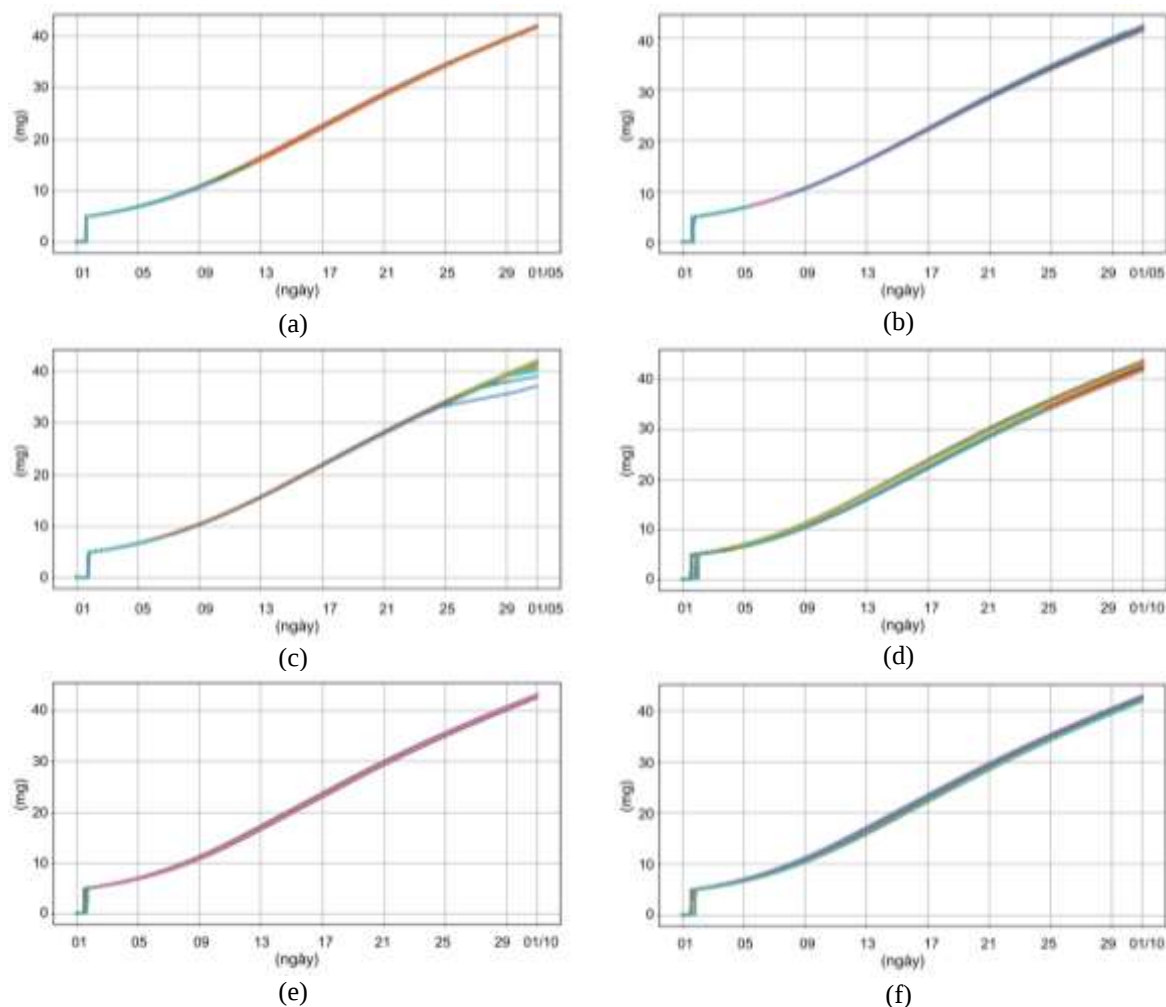


Hình 7. Biến trình phát triển về trọng lượng của ấu trùng tôm: (a), (b), (c): Tháng 4 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña; (d), (e), (f): Tháng 9 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña (màu sắc trên hình thể hiện thứ các ấu trùng).

3.3. Kết quả mô phỏng sự phát triển của ấu trùng tôm hùm bông

Hình 7, 8 thể hiện biến động kích thước mô phỏng của ấu trùng tôm hùm bông trong ba kịch bản mô phỏng: năm El Niño 2015, năm La Niña 2018 và năm trung tính 2017. Các kết quả mô phỏng cho thấy sự tương quan chặt chẽ giữa sự phát triển về mặt kích thước và sự gia tăng về khối lượng. Trong mô hình, giả định là môi trường có đủ chất dinh dưỡng cho ấu trùng tôm và sự phát triển chủ yếu phụ thuộc vào điều kiện nhiệt độ - độ muối. Độ muối lý tưởng để ấu trùng tôm hùm bông phát triển dao động trong khoảng

33-34‰ và nhiệt độ khoảng 25-30 °C. Khi độ muối giảm xuống 20-25‰ trong 3-5 ngày, có thể gây chết cho tôm con [22]. Mặc dù có sự khác biệt trong phân bố trọng lượng giữa hai thời điểm trong năm với ba kịch bản mô phỏng. Về cơ bản ấu trùng phát triển đều và không có sự tăng trưởng đột biến. Sau khoảng 30 ngày, ấu trùng tôm hùm bông hầu hết trong các kịch bản đều đạt trọng lượng khoảng 200 mg với kích thước khoảng 40 mm. Ấu trùng của tôm hầu như chỉ phát triển mạnh từ ngày thứ 21 trong khi hầu như không phát triển về trọng lượng trong 2 tuần đầu tiên sau khi tôm hùm đẻ trứng.



Hình 8. Biến trình phát triển về kích thước của ấu trùng tôm hùm bông: (a), (b), (c): Tháng 4 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña; (d), (e), (f): Tháng 9 lần lượt các năm 2015-El Niño, 2017-Năm trung tính, 2018-La Niña (màu sắc trên hình thể hiện thứ các ấu trùng).

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày các kết quả phân tích đặc trưng trường gió, dòng chảy, nhiệt độ và độ muối nước biển tầng mặt và sự phân tán, phát triển của ấu trùng tôm hùm bông trong các tháng sinh sản và các năm đại diện khác nhau. Sự phân tán của ấu trùng đã được mô phỏng trong tháng 4 và tháng 9 của các năm: năm El Niño (2015), năm trung tính (2017), và năm La Niña (2018). Quỹ đạo phân tán của ấu trùng phụ thuộc vào trường gió và trường dòng chảy, đưa ấu trùng đến các vùng biển khác nhau, đồng thời ảnh hưởng đến điều kiện môi trường và khả năng sống sót. Trong tháng 4 của các năm, ấu trùng tôm hùm bông chủ yếu phân tán dọc bờ biển Việt Nam trong khi hầu như chúng bị đưa ra ngoài khơi trong mùa sinh sản tháng 9. Trong cả hai mùa sinh sản, sau khoảng 30 ngày mô phỏng, ấu trùng tôm hùm bông trong các kịch bản đều đạt trọng lượng khoảng 200 mg với kích thước khoảng 40 mm. Những kết quả này cung cấp cái nhìn tổng quan và góp phần làm cơ sở cho các nghiên cứu phân tích quỹ đạo phân bố và sinh trưởng của các loài sinh vật biển trong tương lai.

Lời cảm ơn

Bài báo được hỗ trợ bởi đề tài cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, mã số: VAST06.05/22-23. Các tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ này.

Tài liệu tham khảo

- [1] L. A. Tuan, Ornate lobster (*Panulirus ornatus*) Seed Supply in Vietnam: Present Status and Constraints, *Journal of Aquatic Science and Technology- Nha Trang University*, Vol. 1, 2022, pp. 70-79 (in Vietnamese).
- [2] A. Cockcroft, M. Butler, A. M. Diarmid, *Panulirus Ornatus*, The IUCN Red List of Threatened Species, 2011, e.T169987A6700058, <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T169987A6700058.en>.
- [3] Khanh Hoa News, Progress in Research on Lobster Seed Production, <https://baokhanhhoa.vn/kinh-te/202312/buoc-tien-trong-nghien-cuusan-xuat-giong-tom-hum-6361d96/> (accessed on: November 3rd, 2024).
- [4] T. Arifin, Lobster Fishery Connectivity and Management in Indonesia Waters, *Journal of Fisheries Science*, Vol. 3, No. 1, 2021, pp. 1-7, <http://dx.doi.org/10.30564/jfsr.v3i1.2466>.
- [5] K. F. Dagestad, J. Röhrs, Ø. Breivik, B. Ådlandsvik, *OpenDrift V1. 0: A Generic Framework for Trajectory Modelling*, *Geoscientific Model Development*, Vol. 11, No. 4, 2018, pp. 1405-1420, <https://doi.org/10.5194/gmd-11-1405-2018>.
- [6] D. T. Hoc, C. S. Keune, E. Wolanski, C. M. Jones, D. R. Jerry, Oceanographic Currents and Local Ecological Knowledge Indicate, and Genetics Does Not Refute, A Contemporary Pattern of Larval Dispersal for the Ornate Spiny Lobster, *Panulirus Ornatus* in the South-East Asian Archipelago, *PloS One*, Vol. 10, No. 5, 2015, pp. e0124568, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124568>.
- [7] H. Torrado, B. Mourre, N. Raventos, C. Carreras, J. Tintoré, M. Pascual, E. Macpherson, Impact of Individual Early Life Traits in Larval Dispersal: A Multispecies Approach Using Backtracking Models, *Progress in Oceanography*, Vol. 192, 2021, pp. 102518, <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102518>.
- [8] L. V. Tho, L. N. Thao, P. D. Dang, H. N. Dien, H. D. Dat, Species Composition and Distributional Characteristics of *Panulirus White*, 1847 (*Palinuridae*) in Cu Lao Cham Marine Protected Area, Quang Nam Province, *Academia Journal of Biology*, Vol. 36, No. 2, 2014, pp. 140-146, <https://doi.org/10.15625/0866-7160/v36n2.5112> (in Vietnamese).
- [9] K. C. Williams, Spiny Lobster Ecology and Exploitation in the South China Sea Region, *Acia Proceedings, Nha Trang, Vietnam*, Vol. 120, 2004, 73pp.
- [10] R. Vennell, M. Scheel, S. Weppe, B. Knight, M. Smeaton, Fast Lagrangian Particle Tracking in Unstructured Ocean Model Grids, *Ocean Dynamics*, Vol. 71, 2021, pp. 423-437, <https://doi.org/10.1007/s10236-020-01436-7>.
- [11] M. C. Henry, J. Solé, N. Bahamona, M. Carretón, J. B. Companya, Larval Transport of *Aristeus Antennatus* Shrimp (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata: Aristeidae) Near the Palamós Submarine Canyon (NW Mediterranean Sea) Linked to the North Balearic Front, *Progress in Oceanography*, Vol. 192, 2021, pp. 1-10, <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102515>.

- [12] C. R. Norrie, B. J. Dunphy, M. Roughan, S. Weppe, C. Lundquist, Spill-Over from Aquaculture May Provide a Larval Subsidy for the Restoration of Mussel Reefs, *Aquaculture Environment Interactions*, Vol. 12, 2020, pp. 231-249, <http://dx.doi.org/10.3354/aei00363>.
- [13] G. Romagnoni, K. O. Kvile, K. F. Dagestad, A. M. Eikeset, T. Kristiansen, N. C. Stenseth, O. Langangen, Influence of Larval Transport and Temperature on Recruitment Dynamics of North Sea Cod (*Gadus Morhua*) Across Spatial Scales of Observation, *Fisheries Oceanography*, Vol. 29, No. 4, 2020, pp. 324-339, <https://doi.org/10.1111/fog.12474>.
- [14] V. V. Nha, Cage Culture Techniques for Lobster and Disease Management Measures, Agriculture Publishing House, Hanoi, 2006, https://khuyennongvn.gov.vn/portals/0/tailieu/2014/12/host/kythuat_nuoi_tomhum.pdf (accessed on: October 21st, 2024) (in Vietnamese).
- [15] S. Sundby, A One-Dimensional Model for the Vertical Distribution of Pelagic Fish Eggs in the Mixed Layer, *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, Vol. 30, 1983, pp. 645-661, [https://doi.org/10.1016/0198-0149\(83\)90042-0](https://doi.org/10.1016/0198-0149(83)90042-0).
- [16] NOAA, Cold & Warm Episodes by Season, https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php (accessed on: October 21st, 2024).
- [17] Student Channel, Discover How Lobsters Reproduce, <https://kenhsinhvien.vn/t/kham-pha-tom-hum-sinh-san-nhu-the-nao.804431/> (accessed on: October 21st, 2024) (in Vietnamese).
- [18] Tepbac, Lobster, <https://tepbac.com/species/full/35/Tom-hum.htm> (accessed on: October 21st, 2024) (in Vietnamese).
- [19] C. Chen, Z. Lai, R. C. Beardsley, Q. Xu, H. Lin, N. T. Viet, Current Separation and Upwelling Over the Southeast Shelf of Vietnam in the South China Sea, *Journal of Geophysical Research: Oceans*, Vol. 117, 2012, pp. C003033, <https://doi.org/10.1029/2011JC007150>.
- [20] M. Herrmann, T. T. Duy, C. Estournel, Intraseasonal Variability of the South Vietnam Upwelling, South China Sea: Influence of Atmospheric Forcing and Ocean Intrinsic Variability, *Ocean Science*, Vol. 19, No. 2, 2023, pp. 453-467, <https://doi.org/10.5194/os-19-453-2023>.
- [21] T. T. Duy, M. Herrmann, C. Estournel, P. Marsaleix, T. Duhaut, L. B. Hong, N. T. Bich, The Role of Wind, Mesoscale Dynamics, and Coastal Circulation in the Interannual Variability of the South Vietnam Upwelling, South China Sea – Answers from A High-Resolution Ocean Model, *Ocean Science*, Vol. 18, 2022, pp. 1131-1161, <https://doi.org/10.5194/os-18-1131-2022>.
- [22] Technical Document on Lobster (*Panulirus*) Cage Farming, <https://luanvan.net.vn/luan-van/tai-lieu-ky-thuat-nuoi-tom-hum-panulirus-trong-long-65205/> (accessed on: October 21st, 2024) (in Vietnamese).