

NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG NƯỚC DÂNG DO GIÓ MÙA KHU VỰC BIỂN TÂY NAM BỘ

Nguyễn Lê Tuấn, Nguyễn Thị Khang*, Phạm Thị Thủy
Viện Khoa học môi trường, biển và hải đảo

Tóm tắt

Tây Nam Bộ là khu vực có cơ chế tác động của gió mùa và bão khác với các khu vực còn lại của Việt Nam, nước dâng ở khu vực này đã được ghi nhận nhưng chưa có bất kỳ nghiên cứu nào. Bài báo này trình bày kết quả tính toán mô phỏng mực nước và nước dâng do gió mùa Tây Nam kết hợp với hoàn lưu của bão và áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông ảnh hưởng đến khu vực biển Tây Nam Bộ bằng mô hình ROMS 2D. Kết quả cho thấy, với hình thế gió mùa Tây Nam mạnh kết hợp với hoàn lưu của bão và áp thấp khu vực này có nước dâng trong khoảng từ 20 - 60 cm. Những khu vực có đường bờ lõm mực nước dâng lớn hơn so với các khu vực còn lại. Khu vực có nước dâng lớn chủ yếu tập trung vào Kiên Giang. Trên toàn dải ven biển Tây Nam Bộ, khu vực ven biển Rạch Giá là khu vực có nguy cơ bị ảnh hưởng do nước dâng lớn nhất với độ cao nước dâng trên 50 cm.

Từ khóa: Gió mùa; Nước dâng; Tây Nam Bộ.

Abstract

Study on simulating monsoon-induced surges in the Southwest coastal region of Vietnam

The Southwest region of Vietnam is subject to distinct meteorological phenomena due to its geographical location and the influence of monsoon winds and storms. While the impact of surges has been documented in this area, more comprehensive studies need to examine this phenomenon. This paper aims to address this gap by simulating water level fluctuations and surge events caused by the interplay of Southwest monsoon winds and the circulation of storms and tropical depressions in the East Sea, utilizing the ROMS2D model. The findings reveal that combining a strong Southwest monsoon and the circulation patterns of storms and tropical depressions in the East Sea can generate surges ranging from 20 to 60 cm in the Southwest coastal region of Vietnam. Notably, areas with concave coastlines experienced higher surge levels than other regions, with Kien Giang province being the most vulnerable to elevated surge levels. Furthermore, the coastal area of Rach Gia emerged as the most at-risk location, where surge levels exceeded 50 cm.

Keywords: Monsoon; Surge; Southwest Vietnam.

*Tác giả liên hệ, Email: khangnt994@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.63064/khtnmt.2024.579>

1. Đặt vấn đề

Các yếu tố gây nước biển dâng có chu kỳ như thủy triều hay yếu tố gây nước

biển dâng vĩnh viễn như biến đổi khí hậu thường không có tác động ngắn hạn đến công tác phòng tránh thiên tai, quy hoạch,

phát triển kinh tế - xã hội và an ninh quốc phòng vùng ven bờ. Tuy nhiên, thiệt hại do nước dâng bất thường có thể rất nghiêm trọng. Nước dâng thường được gây ra do nhiều tác động khác nhau như: Bão, gió mùa, áp suất khí quyển, sóng, động đất, sóng thần,... Nhìn chung, khu vực ven biển Việt Nam nói chung và Tây Nam Bộ nói riêng hầu như không có động đất gây sóng thần. Ngoài ra, khu vực ven biển Tây Nam Bộ là nơi ít chịu ảnh hưởng của bão nên nguyên nhân chính gây mực nước dâng sẽ chủ yếu do tác động trực tiếp từ gió (nước dâng do gió) và gián tiếp thông qua sóng, bao gồm nước dâng do sóng và nước dâng do sóng dài gây cộng hưởng trên Vịnh Thái Lan. Do hậu quả nặng nề của các thảm họa liên quan đến bão, bao gồm triều cường và sóng cao, nhiều nhà nghiên cứu trong và ngoài nước đã chú ý đến việc điều tra các sự kiện lịch sử. Tại Việt Nam, đã có nhiều nghiên cứu cũng như đánh giá nguy cơ và thiệt hại đến phát triển kinh tế - xã hội về nước dâng do bão.

Tác giả Bùi Mạnh Hà và cs (2023) [7] đã thử nghiệm thuật toán XGBoost dự báo nước dâng do bão tại trạm Hòn Dấu; Nguyễn Phương Anh và cs (2022) [1] đã đánh giá bão trên Biển Đông và nước dâng do bão tại ven biển Bắc Bộ trong bối cảnh biến đổi khí hậu; Phạm Trí Thức và cs (2020) [21] đã đánh giá ảnh hưởng của tham số bão tới nước dâng sau khi bão đổ bộ tại ven biển Bắc Bộ; Nguyễn Thanh Cơ và cs (2021) [3] đã đánh giá ảnh hưởng của thủy triều đến nước dâng do bão ở vùng biển Đồ Sơn, Hải Phòng; Nguyễn Mạnh Dũng và cs (2018) [5] đã sử dụng mô hình SuWAT dự báo nước dâng bão trên Vịnh Bắc Bộ theo kịch bản dự kiến;

Nguyễn Xuân Hiền và cs (2009, 2012) [8, 9] đã ứng dụng mô hình ADCIRC tính toán nước dâng do bão tại khu vực cửa sông ven biển Hải Phòng trong cơn bão Damrey 2005 và đã đánh giá sự ảnh hưởng của thủy triều đến nước dâng do bão ở khu vực ven biển Hải Phòng; Bùi Xuân Thông (1998) [13] sử dụng hệ thống lưới lồng trong phương pháp giải số để dự báo nước dâng do bão tại Vịnh Bắc Bộ; Nguyễn Vũ Thắng (1994) [12] đã tính toán nước dâng do gió mùa Đông Bắc ở khu vực Hải Phòng; Phạm Văn Tiến và cs (2023) [22] đã bước đầu mô phỏng ngập lụt vùng ven biển Thanh Hóa do nước dâng bão sử dụng mô hình SuWAT; Nguyễn Bá Thủy và cs (2017a, b) [14, 17] đã nghiên cứu cơ chế gây nước dâng sau khi bão đổ bộ tại ven biển Bắc Bộ và đánh giá ảnh hưởng của thủy triều và sóng tới nước dâng bão tại ven biển Bắc Bộ. Với số lượng bão lớn, địa hình nông, khu vực Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ là khu vực có nguy cơ nước dâng do bão cao nhất trên toàn dải ven biển của Việt Nam, đây là vùng nghiên cứu phổ biến cho các nghiên cứu về nước dâng. Có thể nói khu vực này đã có rất nhiều nghiên cứu chi tiết từ việc sử dụng mô hình đến việc áp dụng các công nghệ mới trong việc dự báo nước dâng do bão, đánh giá các tham số bão, đánh giá ảnh hưởng của thủy triều đến nước dâng do bão.

Khác với khu vực Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ, khu vực Trung và Nam Trung Bộ là khu vực có địa hình sâu, ít bão hơn nên nguy cơ ảnh hưởng của nước dâng do bão là thấp hơn so với khu vực trên. Cũng đã có những nghiên cứu về nước dâng tại khu vực này, cụ thể là tác giả Trần Hồng Thái và cs (2018) [11] đã nghiên

cứ mô phỏng tác động của sóng và nước dâng bão khu vực ven biển miền Trung; Nguyễn Bá Thủy và cs (2018, 2019 a, b) [15, 16, 18] đã mô phỏng hiện tượng nước biển dâng dị thường do nhiễu động khí áp tại ven biển miền Trung và nước dâng dị thường trong đợt triều cường tháng 12 năm 2016 tại Tuy Hòa - Phú Yên bằng mô hình số trị, bước đầu nghiên cứu nước dâng do hiệu ứng bơm Ekman tại ven biển miền Trung; Vũ Hải Đăng và cs (2017) [6] đã sử dụng mô hình SuWat tính toán nước dâng trong bão Xangsane đổ bộ vào Đà Nẵng tháng 9 năm 2006.

Nam Bộ là khu vực có thể có nước dâng lớn do khu vực này có thềm lục địa nông, tuy nhiên, do bão ít khi xuất hiện nên mức độ nguy hiểm do nước dâng do bão tại khu vực này là thấp. Đã có một số nghiên cứu về nước dâng tại khu vực này như Nguyễn Hồng Lân và cs (2015) [10] sử dụng mô hình Delft3D nghiên cứu nước dâng tại khu vực Phú Quốc - Côn Đảo; Nguyễn Bá Thủy và cs (2017) [19] đã nghiên cứu nước dâng trong các đợt triều cường tại ven biển Đông Nam Bộ.

Các nghiên cứu khác về vấn đề nước dâng bão bao gồm luận án Tiến sĩ Hải dương học của Đỗ Đình Chiến (2016) [2] “Nghiên cứu cơ sở khoa học tính toán và đánh giá quy mô nước dâng bão ở vùng biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam”; Luận án Tiến sĩ của Phạm Tri Thức (2020) [20] “Nghiên cứu đặc điểm nước dâng do bão và gió mùa khu vực biển ven bờ vịnh Bắc Bộ”; Hoàng Đức Cường và cs (2017) [4] trong nghiên cứu “Đánh giá nguy cơ bão và nước dâng do bão tại ven biển Việt Nam” đã sử dụng mô hình số trị để đánh giá nước dâng do bão trên dải ven biển Việt Nam.

Có thể nhận thấy được trên toàn bộ dải ven biển Việt Nam từ Quảng Ninh cho tới Cà Mau, hiện tượng nước dâng đã được quan tâm và nghiên cứu. Các nghiên cứu đã chỉ ra được một số đợt nước dâng bất thường do các tác động khác nhau cũng như cơ chế gây nước dâng tại các khu vực ven biển. Hiện tượng nước dâng đã được ghi nhận tại khu vực Tây Nam Bộ, tuy nhiên, vẫn chưa có bất kì nghiên cứu nào. Đây là khu vực có cơ chế tác động của gió mùa và bão khác với các khu vực còn lại của Việt Nam. Tại đây, gió mùa Đông Bắc kèm với cơ chế bơm Ekman gần như không tác động tới do hình thái và hướng bờ biển khác biệt. Hơn nữa, tại vùng này ảnh hưởng của bão và hoàn lưu bão là không nhiều nên chính quyền và người dân địa phương không có nhiều kinh nghiệm phòng chống như các vùng miền khác. Chính vì thế, trong nghiên cứu này, mô hình ROMS 2D sẽ được áp dụng để mô phỏng chi tiết trường mực nước và nước dâng khu vực Tây Nam Bộ do gió mùa Tây Nam mạnh thịnh hành kết hợp với hoàn lưu của bão hoặc áp thấp nhiệt đới trên khu vực Biển Đông nhằm có những đánh giá sơ bộ về nước dâng tại khu vực này.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu

Số liệu địa hình được lấy từ GEBCO (General Bathymetry Chart of the Ocean) của BODC (British Ocean Data Center) độ phân giải 1 phút cho lưới tính Biển Đông (Hình 1); 0,5 phút cho lưới tính khu vực Tây Nam Bộ (Hình 2). Số liệu được số hóa từ bản đồ địa hình đáy biển tỉ lệ 1/100.000 của Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam (nay là Cục Biển và Hải đảo Việt Nam) dùng cho ven bờ.

Số liệu hằng số điều hòa thủy triều được lấy từ mô hình toàn cầu làm điều kiện biên cho mô hình.

Số liệu mực nước quan trắc tại trạm Rạch Giá, Kiên Giang từ ngày 01/8/2019 đến ngày 07/8/2019 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình.

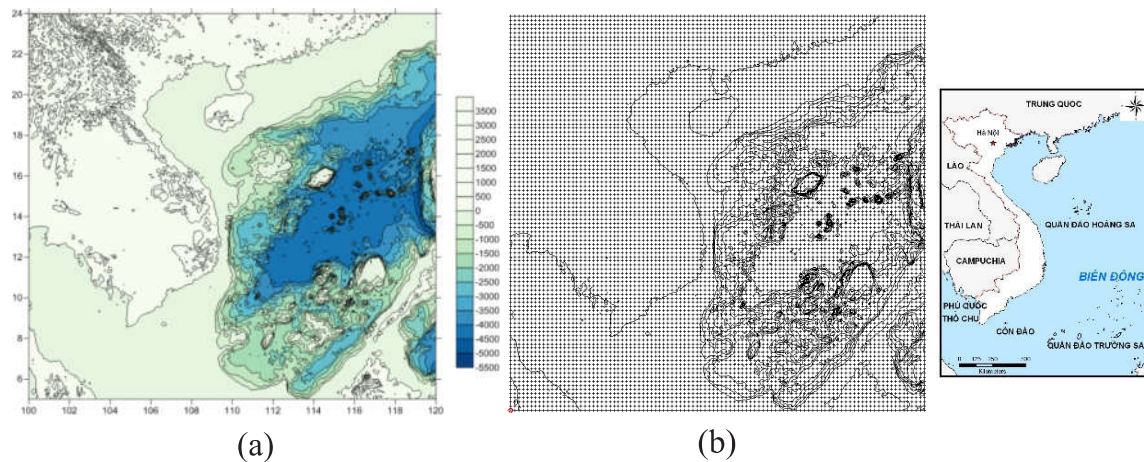
2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để phục vụ cho việc tính toán trường mực nước và nước dâng do gió mùa Tây Nam kết hợp với hoàn lưu của bão, áp thấp nhiệt đới tại khu vực nghiên cứu, mô hình ROMS 2D được thiết kế trên lưới

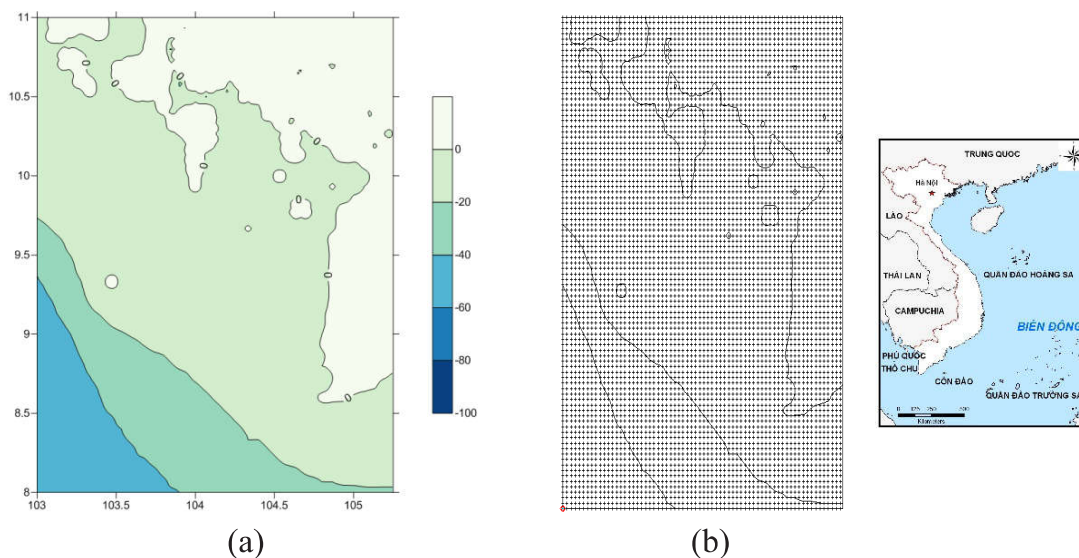
vuông và lồng 2 lớp với miền tính và độ phân giải của lưới tính như Hình 1 và 2 cụ thể:

- Lưới tính Biển Đông (Lưới D1): Đây là miền tính lớn nhất được xây dựng với độ phân giải ngang 4 phút (khoảng 7.400 m), bao phủ từ kinh độ 100 - 120°E và vĩ độ 0 - 24°N.

- Lưới lồng kế tiếp (Lưới tính khu vực D2): Được thiết lập cho ven biển Tây Nam Bộ với độ phân giải 1 phút (khoảng 1.850 m) trong phạm vi kinh độ từ 103° - 105.5°E và vĩ độ từ 8 - 11°N (Hình 2).



Hình 1: Miền tính (a) và lưới tính (b) cho lưới tính Biển Đông



Hình 2: Miền tính (a) và lưới tính (b) cho lưới tính ven bờ vùng biển Tây Nam Bộ

Nghiên cứu

Xây dựng điều kiện biên và điều kiện ban đầu

- Tại thời điểm ban đầu: Cho trước giá trị U , V và ξ . Thông thường có thể sử dụng điều kiện tĩnh ($U = V = \xi = 0$) và khi đó, để loại bỏ ảnh hưởng của việc chọn điều kiện ban đầu, cần phải bắt đầu tính toán từ thời điểm trước khá lâu (khoảng 4 ngày) so với thời điểm nghiên cứu.

- Tại biên cứng (ranh giới biển với đất liền hoặc đảo): Sử dụng điều kiện không thấm, tức là thành phần vận tốc pháp tuyến $V_n = 0$.

- Tại biên lỏng ngoài khơi, trong trường hợp tính thủy triều, hằng số điều hòa của các sóng thủy triều được cho làm điều kiện biên.

Trong trường hợp tính với thủy triều, với lưới tính Biển Đông, tại biên lỏng, hằng số điều hòa của 16 sóng triều (M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2, Q1, M1, J1, OO1, 2N2, μ_2 , γ_2 , L2, T2) được lấy từ

3. Kết quả

3.1. Hiệu chỉnh mô hình

Kết quả hiệu chỉnh có được hệ số tốt nhất cho mô hình ROMS là hệ số nhám bằng 0,012, hệ số kéo của gió là 0,9.

mô hình thủy triều toàn cầu làm điều kiện biên lỏng.

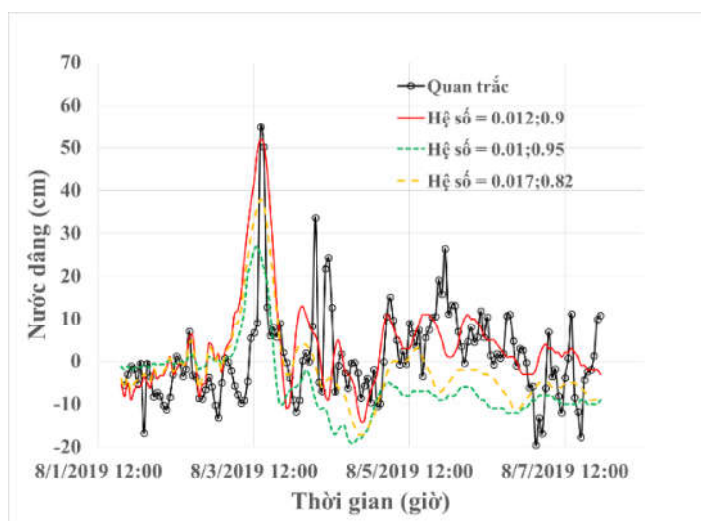
Trong quá trình hiệu chỉnh mô hình, các tham số hiệu chỉnh sẽ lần lượt được thay đổi để tìm ra được hệ số phù hợp nhất cho mô hình.

Nguyên lý tách nước dâng từ số liệu mực nước tổng cộng.

Số liệu mực nước tổng cộng tại một khu vực ven biển nào đó chính là tổng hợp của mực nước thủy triều ζ_{tide} và nước dâng ζ_{surge} . Để xác định thành phần nước dâng yêu cầu phải tách dao động nước dâng từ chuỗi mực nước tổng cộng. Thành phần nước dâng tại thời điểm t nào đó sẽ được xác định bởi công thức:

$$\zeta_{surge}(t) = \zeta_{Obs}(t) - \zeta_{tide}(t)$$

Với: $\zeta_{Obs}(t)$ là mực nước tổng cộng tại thời điểm t ; $\zeta_{tide}(t)$: Độ cao mực nước thủy triều tại thời điểm t ; $\zeta_{surge}(t)$ độ cao nước dâng tại thời điểm t .

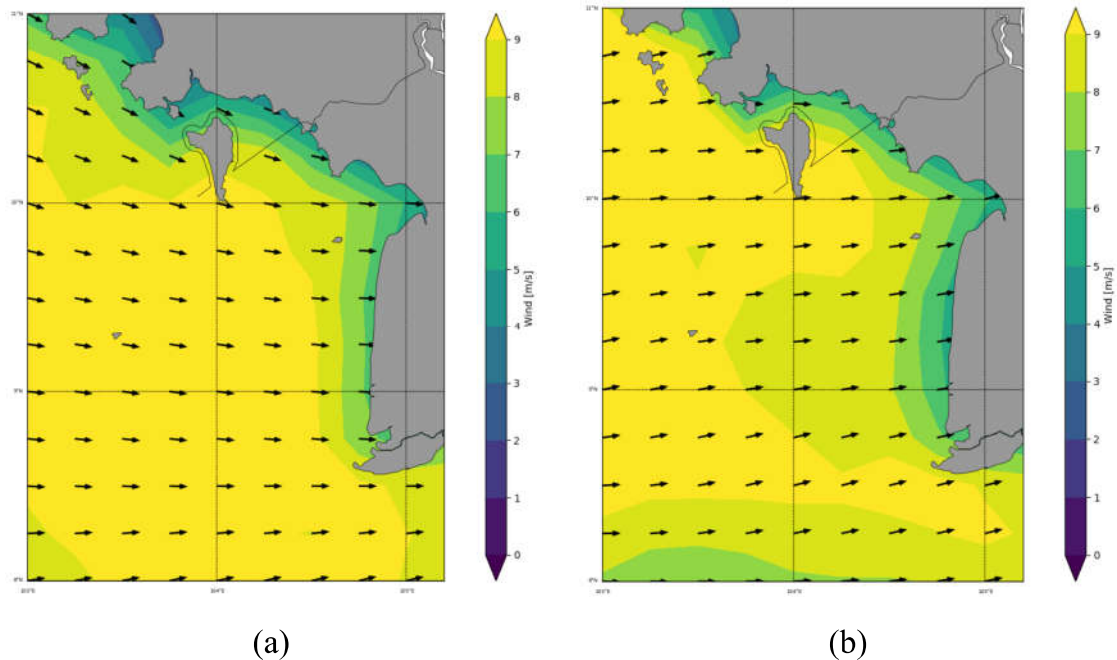


Hình 3: So sánh hệ số hiệu chỉnh của mô hình ROMS 2D

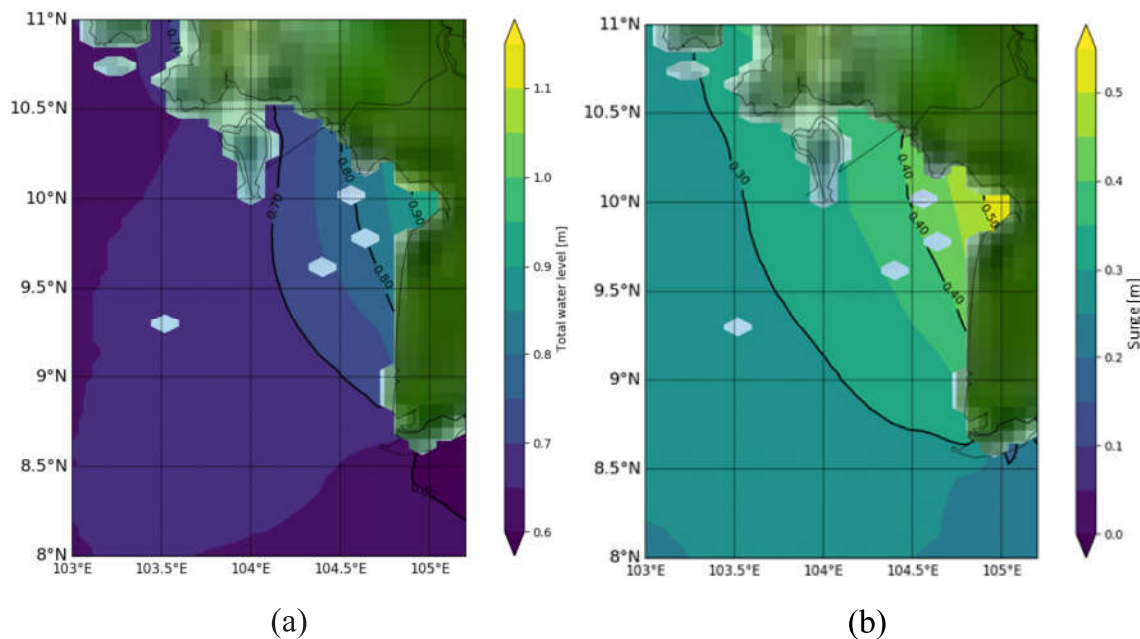
Dưới đây là mô phỏng mực nước, nước dâng tại ven biển Tây Nam Bộ trong một số đợt được thực hiện liên tục từ tháng 8 đến tháng 10 năm 2019 và năm 2020. Các đợt nước dâng được mô phỏng

hầu hết đều gắn liền với hình thái thời tiết là gió mùa Tây Nam mạnh thịnh hành và ảnh hưởng trực tiếp tới khu vực kết hợp với hoàn lưu của bão hoặc áp thấp nhiệt đới trên khu vực Biển Đông.

3.2. Mô phỏng mực nước, nước dâng tại ven biển Tây Nam Bộ ngày 14, 15 tháng 9 năm 2019



Hình 4: Trường gió trên khu vực Tây Nam Bộ ngày 14 (a) và 15 (b) tháng 9 năm 2019



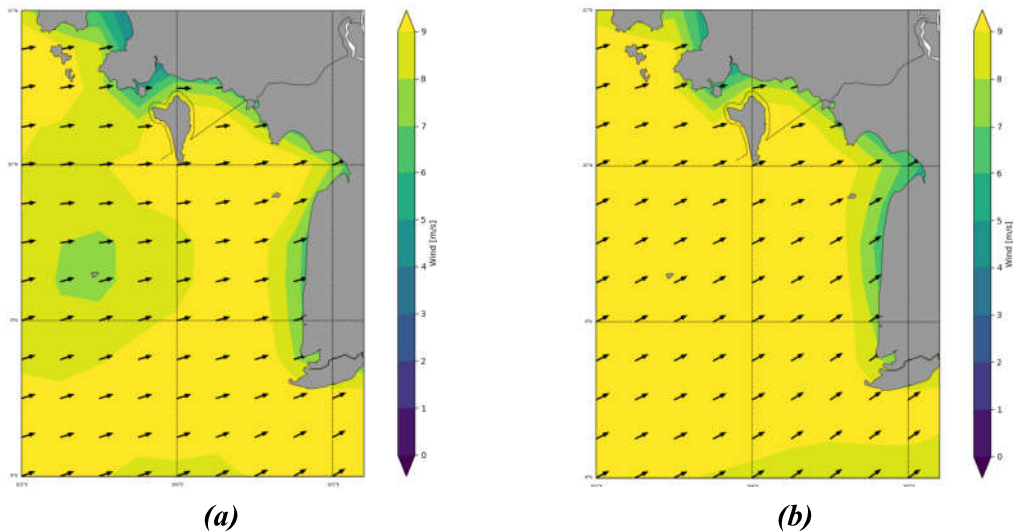
Hình 5: Trường mực nước (a) và nước dâng (b) tại ven biển Tây Nam Bộ trong ngày 14 tháng 9 năm 2019

Nghiên cứu

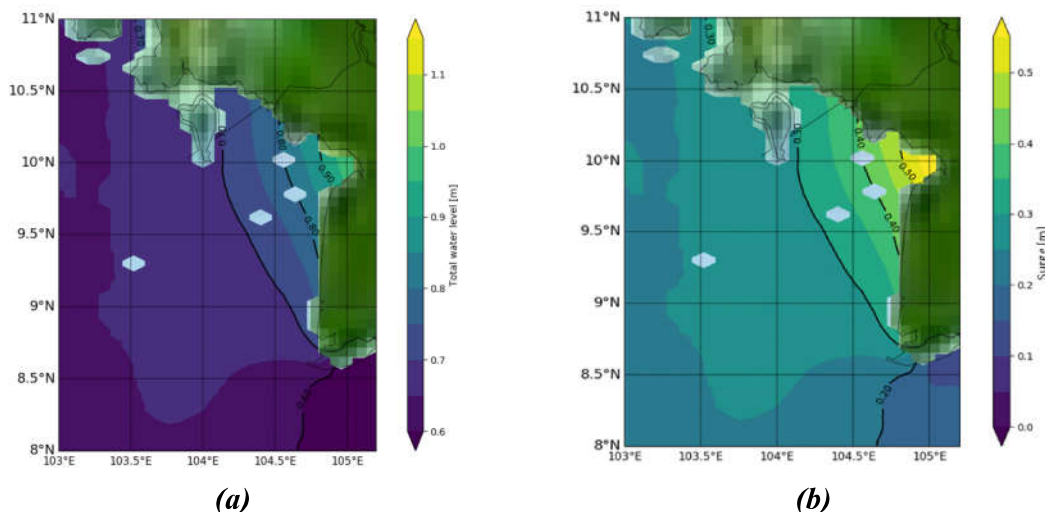
Ngày 14 tháng 9 năm 2019, trường gió Tây đến Tây Nam thịnh hành trên khu vực Vịnh Thái Lan và vùng biển Tây Nam Bộ với cường độ cấp 4 - 5 kết hợp với hoàn lưu vùng áp thấp trên khu vực giữa Biển Đông. Đến ngày 15 tháng 9 năm 2019 sau khi vùng áp thấp suy yếu hoàn lưu còn lại của nó đã khiến cho gió trên khu vực Vịnh Thái Lan mạnh lên cấp 6 và vùng biển Tây Nam Bộ phổ biến

cấp 5. Hình 4 thể hiện trường gió trên vùng biển Tây Nam Bộ trong hai ngày 14 và 15 tháng 9 năm 2019, hình thể thời tiết này đã gây nên nước dâng từ 30 - 50 cm cho ven biển các tỉnh từ Cà Mau đến Kiên Giang. Mực nước tổng cộng trong thời kỳ này dao động trong khoảng 80 - 95 cm. Nơi xảy ra nước dâng lớn nhất thuộc Rạch Giá và thị xã Kiên Lương của tỉnh Kiên Giang.

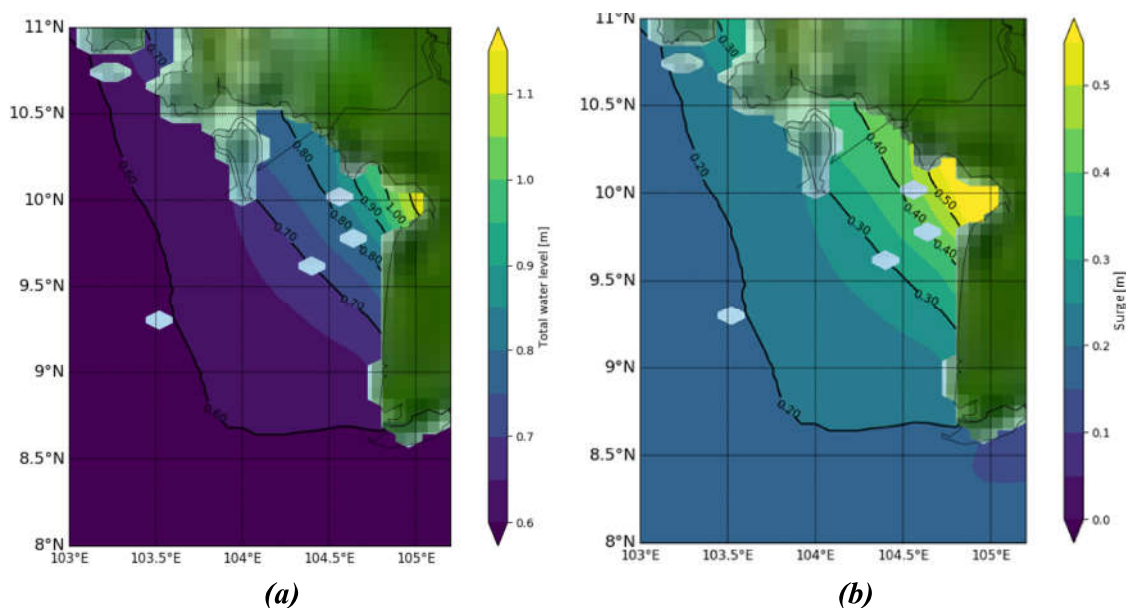
3.3. Mô phỏng mực nước, nước dâng tại ven biển Tây Nam Bộ ngày 01 - 03 tháng 8 năm 2020



Hình 6: Trường gió trên khu vực Tây Nam Bộ ngày 02 (a) và 03 (b) tháng 8 năm 2020



Hình 7: Trường mực nước (a) và nước dâng (b) tại ven biển Tây Nam Bộ trong ngày 02/8/2020

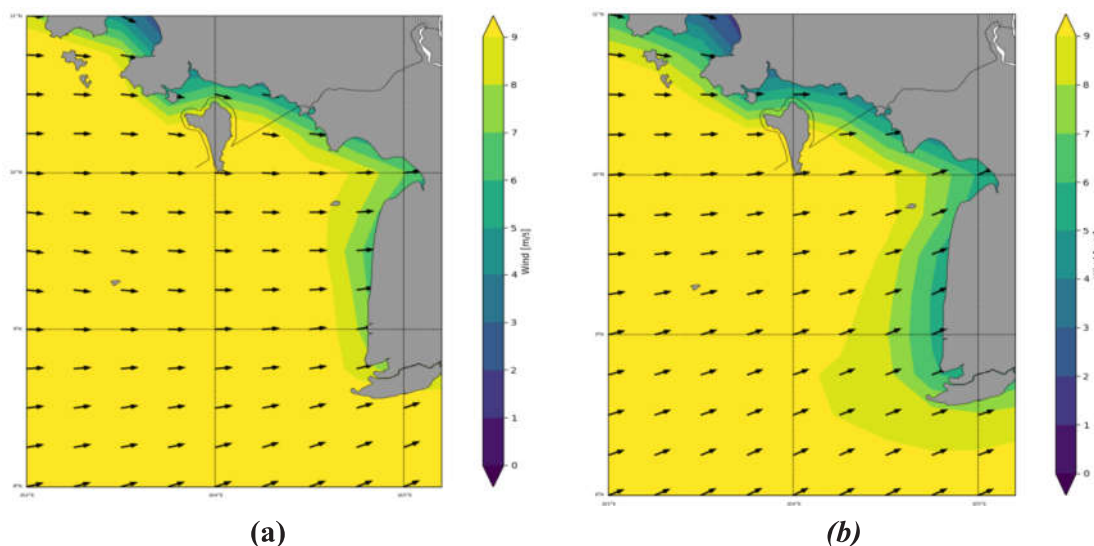


Hình 8: Trường mực nước (a) và nước dâng (b) tại ven biển Tây Nam Bộ trong ngày 03/8/2020

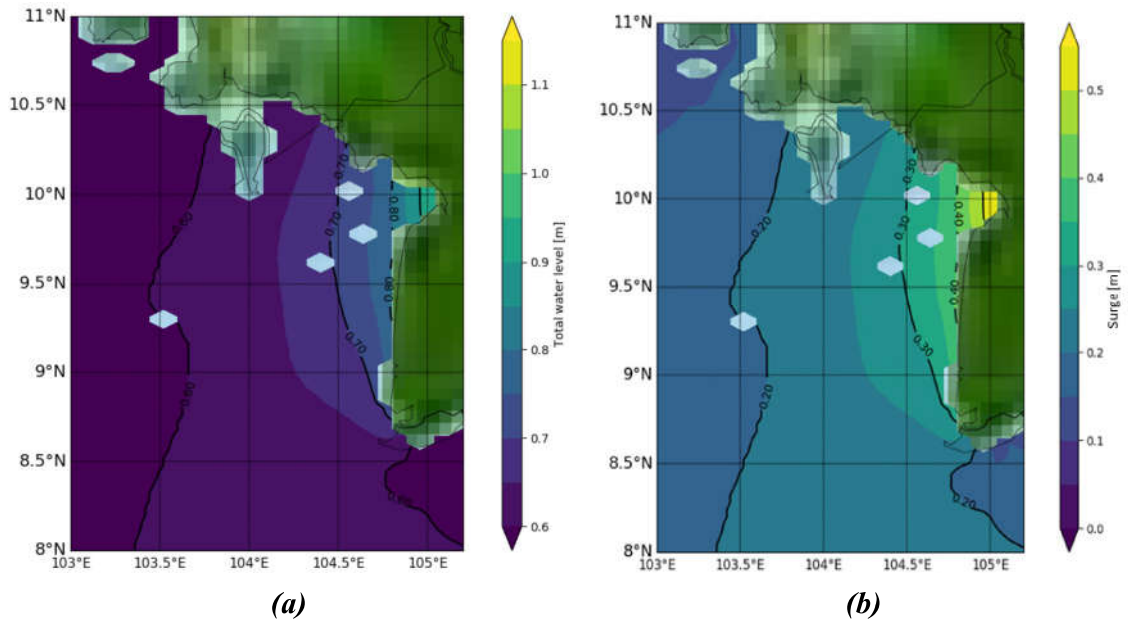
Cơn bão Sinlaku (cơn bão số 2 năm 2020) đi vào khu vực Biển Đông ngày 01/8/2020. Đến 13h ngày 02/8/2020 cơn bão này đổ bộ vào đất liền các tỉnh từ Ninh Bình đến Thanh Hóa. Hoàn lưu của cơn bão kết hợp với trường gió Tây Nam trên khu vực Vịnh Thái Lan và ven biển Tây Nam Bộ có cường độ cấp 5, cấp 6 (Hình

6), vận tốc gió mạnh nhất tại ven biển các tỉnh từ Cà Mau đến Kiên Giang phổ biến từ 6 - 8 m/s. Đồng thời gây nước dâng và mực nước tổng cộng tại khu vực này dao động phổ biến tương ứng trong khoảng 20 - 50 cm và 90 - 110 cm. Khu vực Rạch Giá có nước dâng lớn nhất đạt trên 50 cm và mực nước tổng cộng là khoảng 110 cm.

3.4. Mô phỏng mực nước, nước dâng tại ven biển Tây Nam Bộ ngày 18 và 28 tháng 9 năm 2020



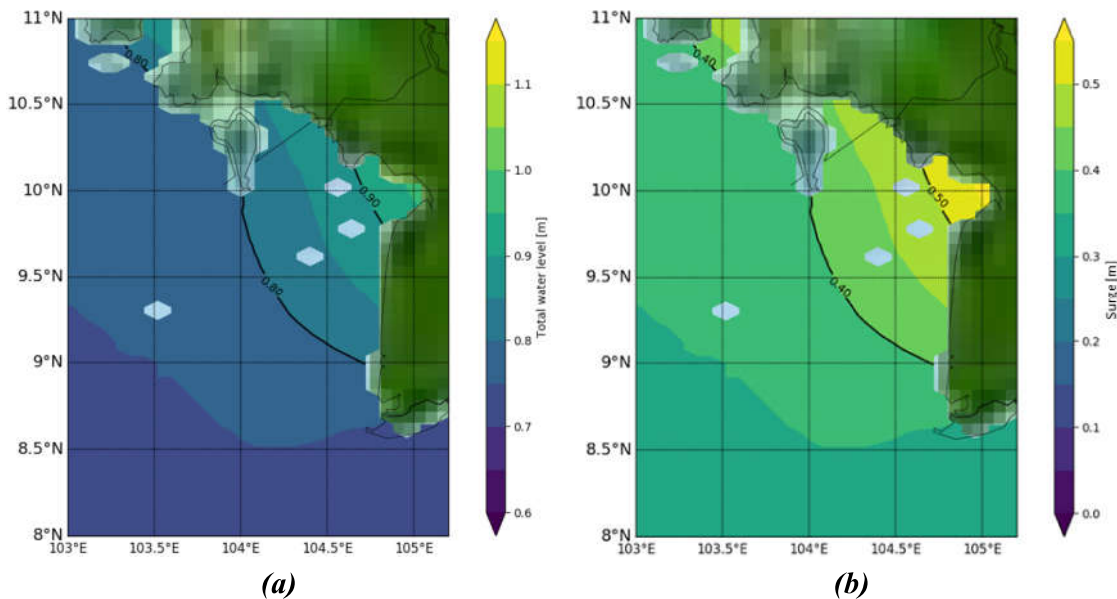
Hình 9: Trường gió trên vùng biển Tây Nam Bộ ngày 18 (a) và ngày 28 (b) tháng 9 năm 2020



**Hình 10: Trường mực nước tổng cộng (a)
và nước dâng (b) ven biển Tây Nam Bộ ngày 18/9/2020**

Ngày 15 tháng 9 áp thấp nhiệt đới ở khu vực giữa Biển Đông mạnh lên thành bão, cơn bão số 5 năm 2020 (bão Noul). Ngày 18 tháng 9 bão đổ bộ vào các tỉnh Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế và suy yếu thành áp thấp nhiệt đới. Hoàn lưu gió mạnh từ cơn bão Noul kết hợp với trường

gió Tây Nam hoạt động mạnh với cường độ cấp 5 - 6 trên vùng biển Vịnh Thái Lan và ven biển Tây Nam Bộ đã gây ra trường nước dâng lớn nhất cho khu vực này dao động trong khoảng 30 - 50 cm và mực nước tổng cộng lớn nhất đạt được trong thời kỳ này là 70 - 90 cm.



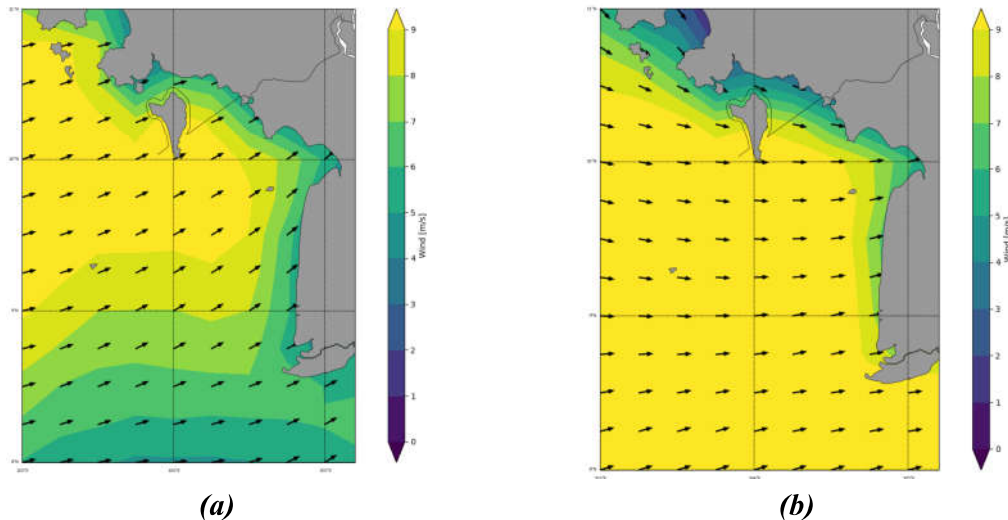
**Hình 11: Trường mực nước tổng cộng (a)
và nước dâng (b) ven biển Tây Nam Bộ ngày 28/9/2020**

Thời kỳ từ ngày 27 - 29/9/2020, gió mùa Tây Nam hoạt động mạnh trên các vùng biển phía Nam, trên khu vực Tây Nam Bộ trường gió Tây Nam có cường độ phổ biến cấp 4 - 5 tương đương 6 - 9 m/s. Gió mạnh thổi vuông góc với bờ trong thời gian dài đã gây ra nước dâng cao từ 40 - 50 cm và mực nước tổng cộng cũng dao động trong khoảng 85 - 95 cm tại khu vực này.

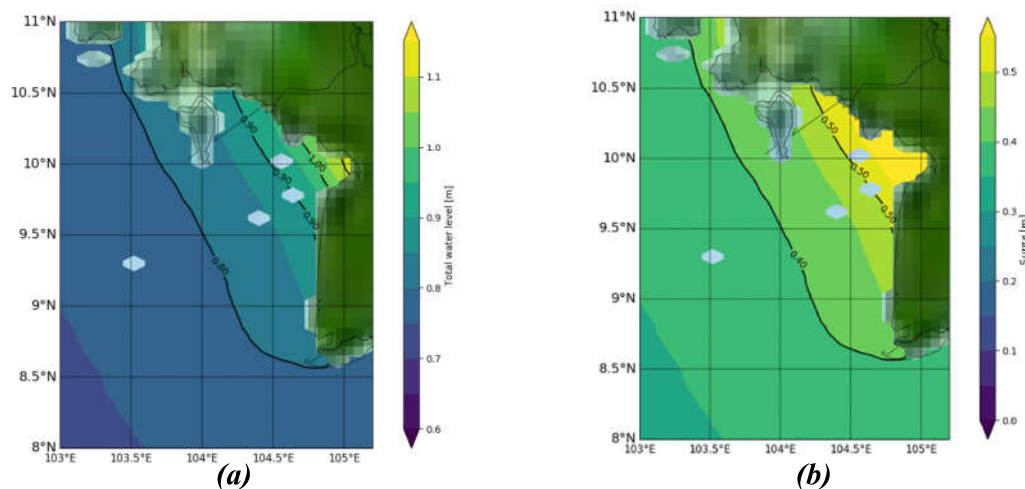
3.5. Mô phỏng mực nước, nước dâng tại ven biển Tây Nam Bộ ngày 13 - 14 tháng 10 năm 2020

Ngày 12 tháng 10 áp thấp nhiệt đới mạnh lên thành bão có tên quốc tế là

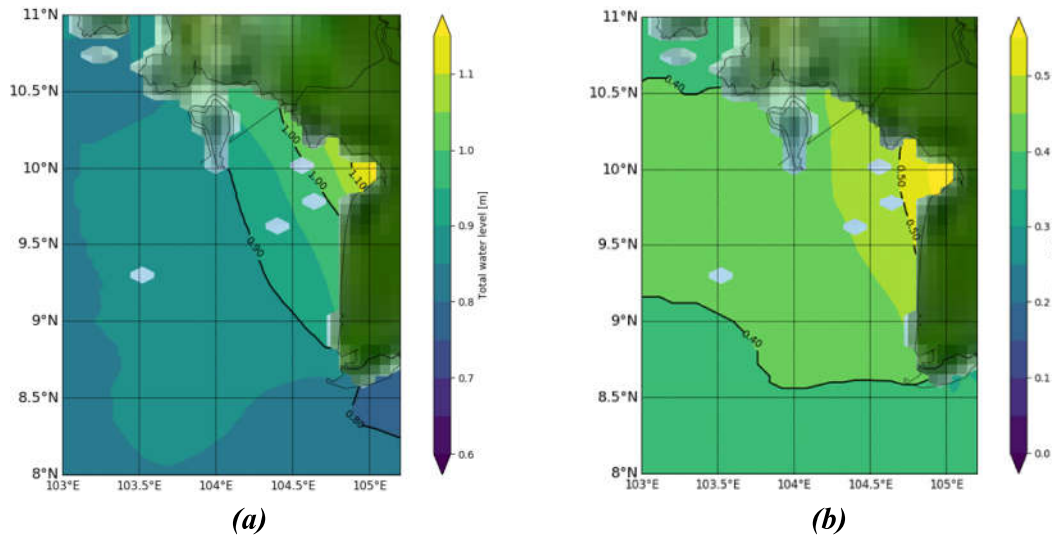
Nangka, Việt Nam gọi là bão số 7. Đêm 13 rạng sáng 14 tháng 10, bão số 7 vào Vịnh Bắc Bộ và bắt đầu suy yếu. Chiều ngày 14 tháng 10, bão đã suy yếu thành áp thấp nhiệt đới trên vùng biển từ Thái Bình đến Thanh Hóa. Hoàn lưu xa của cơn bão kết hợp với trường gió Tây Nam hoạt động mạnh trên vùng biển phía Nam khiến cho vùng ven biển Tây Nam có gió mạnh cấp 5, cấp 6. Gió mạnh và sóng lớn đã khiến cho các tỉnh ven biển từ Cà Mau đến Kiên Giang xảy ra một đợt nước dâng cao từ 40 - 60 cm. Mực nước tổng cộng trong thời kỳ này tại đây cũng khá lớn, phổ biến trong khoảng 90 - 120 cm.



Hình 12: Trường gió trên khu vực Tây Nam Bộ ngày 13 (a) và 14 (b) tháng 10 năm 2020



Hình 13: Trường mực nước (a) và nước dâng (b) tại ven biển Tây Nam Bộ trong ngày 13/10/2020



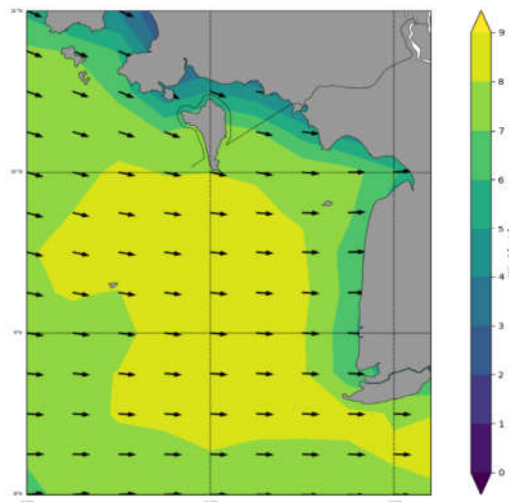
Hình 14: Trường mực nước (a) và nước dâng (b) tại ven biển Tây Nam Bộ trong ngày 14/10/2020

3.6. Mô phỏng mực nước, nước dâng tại ven biển Tây Nam Bộ ngày 28 tháng 10 năm 2020

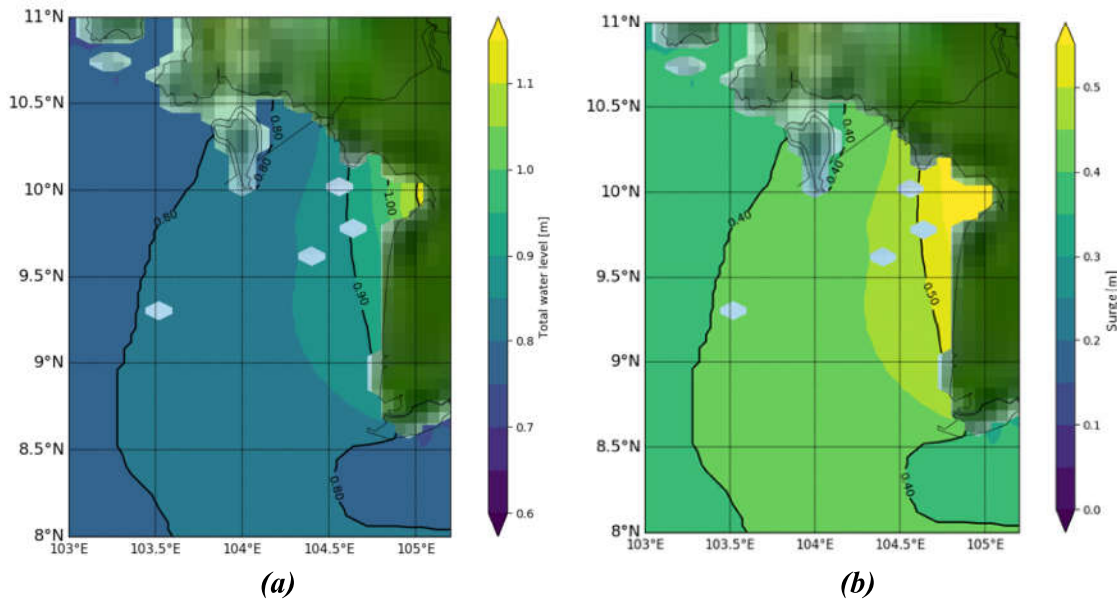
Sáng ngày 26/10, một cơn bão mạnh có tên quốc tế là Molave đi vào Biển Đông và trở thành cơn bão số 9 trong năm 2020. Khi vào Biển Đông bão có cường độ mạnh cấp 12, giật cấp 14, di chuyển nhanh theo hướng Tây với tốc độ khoảng 20 - 25 km/h. Khoảng trưa ngày 28/10, vùng tâm bão số 9 đã đi vào các tỉnh từ Quảng Nam đến Bình Định với cường độ mạnh cấp 11 - 12, giật cấp 14, sau đó

đi sâu vào đất liền và suy yếu dần thành vùng áp thấp trên khu vực Nam Lào.

Mặc dù cơn bão đổ bộ vào khu vực các tỉnh Trung Bộ nhưng hoàn lưu gió mạnh của nó đã ảnh hưởng tới vùng biển phía Nam nói chung và khu vực ven biển Tây Nam Bộ nói riêng. Gió trên khu vực Vịnh Thái Lan và ven biển các tỉnh từ Cà Mau đến Kiên Giang phổ biến cấp 4 - 5 tương đương 6 - 9 m/s. Hình thể thời tiết này cũng đã gây ra một đợt nước dâng cao từ 50 - 60 cm và mực nước tổng cộng dao động trong khoảng từ 90 - 110 cm cho khu vực này.



Hình 15: Trường gió trên vùng biển Tây Nam Bộ ngày 28/10/2020



Hình 16: Trường mực nước tổng cộng (a) và nước dâng lớn nhất (b) ven biển Tây Nam Bộ ngày 28/10/2020

Qua các tính toán trên có thể nhận thấy rằng, đối với những cơn bão mạnh, sự kết hợp giữa gió mùa Tây Nam và hoàn lưu bão thường gây ra nước dâng tương đối lớn 40 - 60 cm trên toàn dải ven bờ Tây Nam Bộ. Hình thế gió mùa mạnh cũng gây nước dâng tương đối lớn. Những khu vực có đường bờ lõm mực nước dâng lớn hơn so với các khu vực còn lại. Khu vực có nước dâng lớn chủ yếu tập trung vào Kiên Giang do địa hình khu vực này nông và thoải, đường bờ lõm. Dải ven biển Cà Mau nước dâng nhỏ hơn với độ cao nước dâng trong khoảng 20 - 40 cm. Trên toàn dải ven biển Tây Nam Bộ, khu vực ven biển Rạch Giá là khu vực có nguy cơ bị ảnh hưởng do nước dâng lớn nhất với độ cao nước dâng trên 50 cm.

4. Kết luận

Khu vực ven biển Tây Nam Bộ là nơi ít chịu ảnh hưởng của bão nên nguyên nhân chính gây mực nước dâng tại đây chủ yếu là do tác động trực tiếp từ gió (nước dâng do gió) và gián tiếp thông qua sóng, bao

gồm nước dâng do sóng và nước dâng do sóng dài gây cộng hưởng trên Vịnh Thái Lan. Các đợt nước dâng thường gắn liền với các đợt gió mùa Tây Nam hoạt động mạnh trong các tháng 8, 9, 10 hằng năm tác động trực tiếp với bờ biển kết hợp với hoàn lưu của các cơn bão, áp thấp nhiệt đới trên khu vực Biển Đông.

Kết quả áp dụng mô hình ROMS 2D mô phỏng mực nước và nước dâng ở ven biển Tây Nam Bộ cho thấy mô hình ROMS 2D mô phỏng tốt, xu thế tương đối phù hợp với các giá trị quan trắc. Với trường gió mùa Tây Nam kết hợp với hoàn lưu bão áp thấp nhiệt đới trên Biển Đông có thể gây nước dâng khoảng 30 - 60 cm đối với toàn dải ven biển Tây Nam Bộ. Hạn chế của nghiên cứu là mới chỉ tập trung vào gió mùa Tây Nam kết hợp với hoàn lưu bão và áp thấp nhiệt đới, chưa tính đến thời điểm triều cường, chưa tính đến ảnh hưởng của sóng, do vậy chưa thể đánh giá hết các khả năng có thể xảy ra tại khu vực này. Để đánh giá được cụ thể chi tiết các yếu tố ảnh hưởng tới đặc điểm

nước dâng khu vực này cần có thêm nhiều nghiên cứu chi tiết hơn nữa. Thêm vào đó, nước dâng ở khu vực Tây Nam Bộ ít được ghi nhận lại và không có trạm quan trắc ven biển. Các đợt mô phỏng nước dâng trong nghiên cứu này chủ yếu được thực hiện dựa trên hình thể thời tiết được nhận định có thể gây nước dâng là gió mùa kết hợp với hoàn lưu của bão và áp thấp nhiệt đới. Do vậy, để nhận định rõ hơn các hình thể thời tiết gây nước dâng tại khu vực này cần bổ sung thêm các trạm quan trắc định kỳ, thường xuyên trong năm, xây dựng mạng lưới các trạm (điểm) điều tra cơ bản hợp lý dựa trên cơ sở khoa học.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ của 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*”. Mã số ĐTĐL.CN-56/20.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Phương Anh, Nguyễn Bá Thủy, Phạm Khánh Ngọc, Sooyoul Kim (2022). *Đánh giá bão trên Biển Đông và nước dâng do bão tại ven biển Bắc Bộ trong bối cảnh biến đổi khí hậu*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 737, trang 75 - 87.
- [2]. Đỗ Đình Chiến (2016). *Nghiên cứu cơ sở khoa học tính toán và đánh giá quy mô nước dâng bão ở vùng biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam*. Luận án Tiến sĩ Hải dương học, Trường Đại học Khoa học tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [3]. Nguyễn Thanh Cơ, Đinh Văn Mạnh, Nguyễn Văn Mui (2021). *Ảnh hưởng của thủy triều đến nước dâng do bão ở vùng biển Đồ Sơn, Hải Phòng*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, Tập 21, Số 4, trang 471 - 480.
- [4]. Hoàng Đức Cường, Nguyễn Bá Thủy, Nguyễn Văn Hưởng, Dư Đức Tiến (2017). *Đánh giá nguy cơ bão và nước dâng do bão tại ven biển Việt Nam*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 684, trang 1 - 9.
- [5]. Nguyễn Mạnh Dũng, Nguyễn Bá Thủy (2018). *Dự báo nước dâng bão trên vịnh Bắc Bộ theo kịch bản dự đoán*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 689, trang 52 - 57.
- [6]. Vũ Hải Đăng, Nguyễn Bá Thủy, Đỗ Đình Chiến, Sooyoul Kim (2017). *Nghiên cứu đánh giá định lượng các thành phần nước dâng trong bão bằng mô hình số trị*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển. Tập 17. Số 2, trang 132 - 138.
- [7]. Bùi Mạnh Hà, Nguyễn Bá Thủy, Phạm Khánh Ngọc, Phạm Văn Tiến (2023). *Kết quả bước đầu thử nghiệm thuật toán XGBoost dự báo nước dâng do bão tại trạm Hòn Dấu*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 756, trang 83 - 94.
- [8]. Nguyễn Xuân Hiền, Phạm Văn Tiến, Dương Ngọc Tiến, Đinh Văn Ưu (2009). *Ứng dụng mô hình ADCIRC tính toán nước dâng do bão tại khu vực cửa sông ven biển Hải Phòng trong cơn bão Damrey 2005*. Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 25(3S), 431 - 438.
- [9]. Nguyễn Xuân Hiền, Trần Thực, Đinh Văn Ưu (2012). *Đánh giá sự ảnh hưởng của thủy triều đến nước dâng do bão ở khu vực ven biển Hải Phòng*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Số 616, trang 8 - 14.
- [10]. Nguyễn Hồng Lân, Vũ Văn Lân (2016). *Tính toán nước dâng do bão phục vụ quy hoạch phát triển không gian biển khu vực Phú Quốc - Côn Đảo sử dụng mô hình DELFT3D*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển. Tập 16, Số 3, 275 - 282.
- [11]. Trần Hồng Thái, Đoàn Quang Trí, Đinh Việt Hoàng (2018). *Nghiên cứu mô phỏng tác động của sóng và nước dâng bão khu vực ven biển miền Trung*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 687, trang 1 - 14.
- [12]. Nguyễn Vũ Thắng (1994). *Nước dâng do gió mùa Đông Bắc ở khu vực Hải Phòng*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 403, trang 30 - 32.

- [13]. Bùi Xuân Thông (1998). *Sử dụng hệ lưới lồng trong phương pháp giải số để dự báo nước dâng do bão tại vịnh Bắc Bộ*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 454, trang 14 - 22.
- [14]. Nguyễn Bá Thủy (2017). *Nghiên cứu cơ chế gây nước dâng sau khi bão đổ bộ tại ven biển Bắc Bộ*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển. Tập 17, Số 4b, trang 208 - 216.
- [15]. Nguyễn Bá Thủy (2018). *Mô phỏng hiện tượng nước biển dâng dị thường do nhiễu động khí áp tại ven biển miền Trung*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển. Tập 18, Số 4, trang 475 - 483.
- [16]. Nguyễn Bá Thủy (2019). *Mô phỏng nước dâng dị thường trong đợt triều cường tháng 12 năm 2016 tại Tuy Hòa - Phú Yên bằng mô hình số trị*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 701, trang 1 - 8.
- [17]. Nguyễn Bá Thủy, Nguyễn Văn Hường (2017). *Ảnh hưởng của thủy triều và sóng tới nước dâng bão tại ven biển Bắc Bộ*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 673, trang 36 - 42.
- [18]. Nguyễn Bá Thủy, Nguyễn Kim Cương (2019). *Bước đầu nghiên cứu nước dâng do hiệu ứng bơm Ekman tại ven biển miền Trung*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 702, trang 13 - 20.
- [19]. Nguyễn Bá Thủy, Trần Quang Tiến (2017). *Nghiên cứu nước dâng trong các đợt triều cường tại ven biển Đông Nam Bộ*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 683, trang 29 - 36.
- [20]. Phạm Trí Thức (2020). *Nghiên cứu đặc điểm nước dâng do bão và gió mùa khu vực biển ven bờ Vịnh Bắc Bộ*. Luận án Tiến sĩ Hải dương học, Trường Đại học Khoa học tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [21]. Phạm Trí Thức, Nguyễn Bá Thủy, Đỗ Đình Chiến, Đinh Văn Mạnh, Phạm Khánh Ngọc, Nguyễn Văn Mơi (2020). *Ảnh hưởng của tham số bão tới nước dâng sau khi bão đổ bộ tại ven biển Bắc Bộ*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 712, tr. 1 - 9.
- [22]. Phạm Văn Tiến, Trần Thùy Linh, Phạm Khánh Ngọc, Bùi Mạnh Hà, Nguyễn Bá Thủy (2023). *Kết quả ban đầu về mô phỏng ngập lụt vùng ven biển Thanh hoá do nước dâng bão*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 752, trang 87 - 96.
- BBT nhận bài: 12/4/2024; Phản biện xong: 19/4/2024; Chấp nhận đăng: 28/6/2024