

MÔ PHỎNG NƯỚC DÂNG DO BÃO TẠI KHU VỰC VỊNH BẮC BỘ VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP PHÒNG TRÁNH, GIẢM NHẸ THIẾT HẠI

Nguyễn Hồng Lân, Phạm Hòa Thành

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Hiện nay biến đổi khí hậu (BĐKH) đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu, dưới tác động của BĐKH các thiên tai có nguồn gốc khí tượng, trong đó có bão đang ngày càng có xu hướng gia tăng về số lượng và cường độ. Một trong những hệ quả tiêu cực của bão gây ra là hiện tượng sóng lớn và nước biển dâng. Nước biển dâng là nguyên nhân gây ngập lụt, xâm nhập mặn, xói lở bờ biển đặc biệt nếu bão xảy ra trong thời kỳ triều cường. Nghiên cứu sử dụng mô hình SuWAT tính toán chiều cao nước dâng do bão theo các kịch bản và đề xuất giải pháp phòng tránh, giảm thiểu thiệt hại do bão gây ra.

Bài báo tổng hợp số liệu 66 cơn bão đổ bộ trực tiếp vào khu vực ven biển Vịnh Bắc Bộ từ năm 1952 - 2016. Kết quả nhận được cho thấy phần lớn những cơn bão đổ bộ vào khu vực này di chuyển theo 3 hướng chủ đạo là hướng Đông - Đông Nam, Đông và Đông - Nam trong đó hướng Đông - Đông Nam chiếm tỉ lệ lớn nhất với 40%. Mô hình đã được kiểm định với 2 cơn bão Washi (7/2005) và Frankie (7/1996) gây nước dâng lớn ở khu vực nghiên cứu qua đó cho thấy mô hình có độ tin cậy cao. So sánh kết quả tính toán nước dâng và mực nước quan trắc cho thấy chúng có cùng pha, còn độ cao có sự sai khác không lớn.

Từ khóa: Bão; Nước dâng; Mô hình

Abstract

Simulating storm surges in the Tonkin Gulf and solutions of prevention and reducing damage

Nowadays, natural disasters of meteorological origin including storms are increasing in number and intensity under the impact of climate change on a global scale. One of the negative consequences of storm influences is the phenomenon of large waves and sea level rise. Rising sea levels cause flooding, saline intrusion and coastal erosion, especially if storms occur during high tide. The study uses SuWAT model to calculate storm height according to scenarios and propose solutions to prevent and minimize damage caused by storms.

Analysis of 66 storms directly landing in the Tonkin Gulf region from 1952 - 2016 period showed that most of the storms hitting this area moved in three main directions: East - South, East and East - South, in which the East - South accounts for the largest proportion of 40%. Models tested with Washi (July 2005) and Frankie (July 1996) caused large surges in the study area showing that this model is highly reliable with rising water levels. Highly calculated and important. Comparing the results of calculation of the rising water and the observed water level shows that they are in the same phase, and the altitude is not much different.

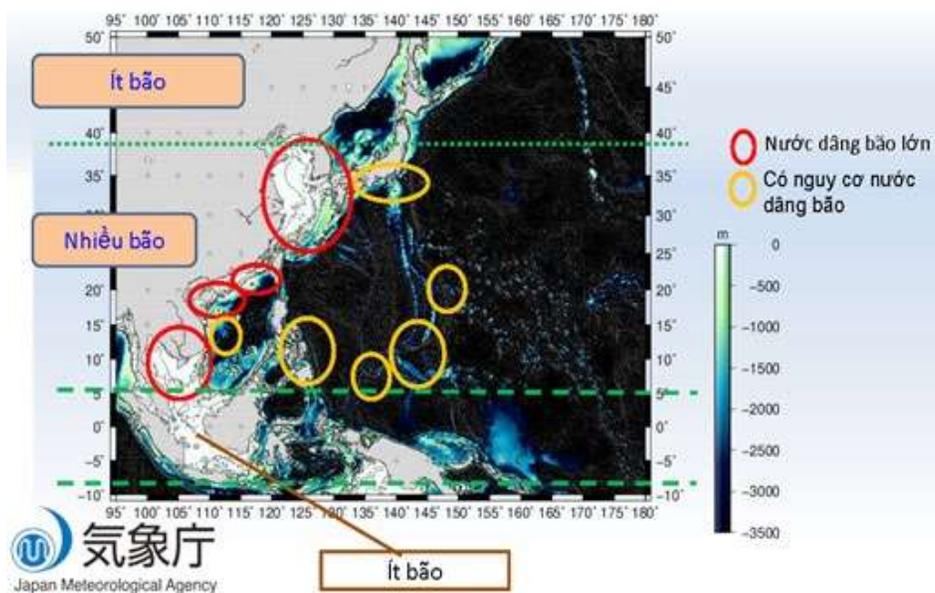
Keywords: Storm; Storm surges; Modeling

Nghiên cứu

1. Đặt vấn đề

Trên thế giới đã từng ghi nhận rất nhiều cơn bão gây nước dâng lớn tiêu biểu như siêu bão Katrina đổ bộ vào Mỹ ngày 29/8/2005 với sức gió lên đến 205 km/h gây hậu quả cho 5 bang ven Vịnh Mexico, trong đó hứng chịu tàn phá nặng nề nhất là bang Louisiana. Bão Katrina làm gần 1.800 người thiệt mạng, ít nhất 273.000 người mất nhà cửa, hơn 1 triệu người đã phải di dời. Nước dâng cao khiến 80% diện tích thành phố New Orleans bị ngập trong nước, chính phủ Mỹ đã phải tiêu tốn hơn 100 tỷ đô la để khắc phục thiệt hại do bão gây ra. Tại khu vực Đông Nam Á, siêu bão Haiyan (Hải Yến) đổ bộ vào

Phillipines năm 2013 với sức gió lên đến 300 km/h gây nước dâng có nơi cao tới 7 m tràn vào bờ từ 1 - 2 km. Do bão đi rất nhanh với cường độ cực mạnh đặc biệt kết hợp với nước biển dâng đã làm hơn 6.000 người chết, 1.800 người mất tích và 27.000 người bị thương, trên 1 triệu ngôi nhà và công trình bị hư hỏng hay phá hủy hoàn toàn. Toàn bộ hệ thống điện, nước, hạ tầng kỹ thuật giao thông và đô thị, thông tin liên lạc, hệ thống cung cấp năng lượng bị hư hỏng nghiêm trọng và dừng hoạt động. Thiệt hại về cơ sở hạ tầng và nông nghiệp ước tính hơn 800 triệu USD. Cần khoảng 5,7 tỷ USD và ít nhất 3 năm để xây dựng lại các khu vực bị ảnh hưởng của siêu bão. [1]



Hình 1: Nguy cơ bão và nước dâng bão tại các nước trong khu vực Đông Nam Á

Nguồn: Cơ quan Khí tượng Nhật Bản

Theo đánh giá của Cơ quan Khí tượng Nhật Bản (JMA), Việt Nam là một trong những nước có nguy cơ nước dâng bão cao trong khu vực Đông Nam Á, nhất là tại dải ven bờ phía Bắc của khu vực Trung Bộ, đây là nơi có tần suất bão hoạt động mạnh và địa hình ven bờ lại nông, đáy thoải (hình 1) [2].

Theo báo cáo kết quả phân vùng bão, xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão và phân vùng gió cho các vùng sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ cũng chỉ ra rằng khu vực dải ven biển từ Quảng Ninh đến Thanh Hóa là khu vực phải hứng chịu số cơn bão nhiều nhất trong cả nước, trung bình 2,0 - 2,5 cơn

bão/năm. Đây cũng là khu vực có nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra đến 3,5 m, trong tương lai khi có bão mạnh, siêu bão đổ bộ vào đúng thời kỳ triều cường nước dâng do bão có thể lên tới 5,7 - 6,0 m.

Nước dâng do bão (NDB) tuy xảy ra trong thời gian ngắn nhưng có tác động rất lớn đến các công trình xây dựng ven bờ. Xác định giá trị cực đại mực nước dâng do bão là một bài toán thực tế, là sự đòi hỏi cấp thiết nhằm có những phương án phòng chống khi bão đổ bộ hay sự thiết kết, tính toán cao độ của các công trình biển nhằm hạn chế thấp nhất thiệt hại mà nước dâng bão gây ra.

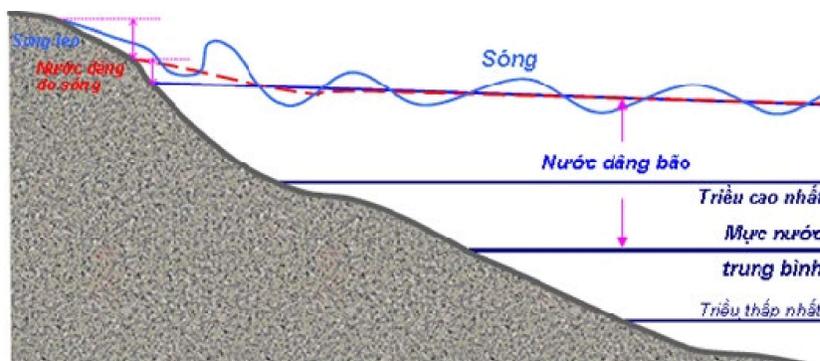
2. Cơ sở lý thuyết và nguồn số liệu

Bão và áp thấp nhiệt đới được gọi chung là xoáy thuận nhiệt đới là một vùng gió xoáy có đường kính tới hàng trăm kilômét, hình thành trên vùng biển nhiệt đới. Các cơn bão được phân loại dựa trên tốc độ gió mạnh nhất. Dựa và tốc độ gió mạnh nhất ở vùng trung tâm xoáy thuận nhiệt đới, Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO: World Meteorological

Organization) quy định phân loại xoáy thuận nhiệt đới thành 4 loại: Áp thấp nhiệt đới, Bão, Bão mạnh, Bão rất mạnh.

Cần chú ý thêm rằng mức độ gây thiệt hại của một cơn bão nhiều khi không phụ thuộc và cường độ bão, vì bão có cường độ thấp hoặc áp thấp nhiệt đới vẫn có thể gây nên thiệt hại lớn hơn các cơn bão có cường độ mạnh khi kết hợp với các hệ thống thời tiết khác. Trên thực tế gió mạnh trong bão có thể không gây thiệt hại nặng nếu chúng ta phòng chống tốt, tuy nhiên mưa lũ sau bão lại gây ra thiệt hại nặng nề về người và của do tính chủ quan của chính chúng ta.

Nước dâng là hiện tượng dâng lên của mực nước biển hoặc hồ lớn so với mực nước nền bình thường khi có gió thổi vào bờ. Trong biển có thủy triều, nước dâng là sự dâng mực nước biển cao hơn mực thủy triều vốn có bởi tác động của bão. Nước dâng do bão là sự dâng mực nước thời đoạn ngắn để phản ứng với trường áp suất và trường ứng suất gió bão trên mặt. Trên hình 2 trình bày các thành phần và sự biến đổi của mực nước trong bão [1, 2].



Hình 2: Sự biến đổi mực nước trong bão

2.1. Tổng quan về mô hình số trị

Phương pháp mô hình hóa số trị được ra đời để khắc phục những thiếu sót về mặt không đủ số liệu đo đạc thực nghiệm. Ưu điểm cơ bản của phương pháp này là giảm được rất nhiều tổn phí

so với phương pháp đo đạc thực nghiệm và có độ tin cậy cao hơn vì bản thân các mô hình số trị thường xem xét ảnh hưởng của hầu hết những nhân tố chính tác động đến nước dâng do bão như địa hình, sóng, thủy triều. Ngoài ra, phương pháp này còn cho phép tính toán, dự báo diễn biến

Nghiên cứu

của hiện tượng theo rất nhiều kịch bản giả định chưa tồn tại trong thực tế hiện nay nhưng có khả năng xảy ra trong tương lai. Trong nghiên cứu bằng mô hình số trị, hiện tượng nước dâng bão phổ biến được mô phỏng dựa trên hệ phương trình sóng dài phi tuyến. Tùy theo từng mục đích, trong dự báo nước dâng bão, mô hình 2 chiều có ưu điểm là không mất nhiều thời gian tính toán nhưng hoàn toàn có thể đáp ứng được độ chính xác. Khi cần những tính toán có mức độ chi tiết hơn, thí dụ như muốn biết phân bố tốc độ của dòng chảy theo các lớp nước thì cần dùng mô hình 3 chiều [2, 3].

Để mô phỏng quá trình nước dâng bão nhóm tác giả sử dụng mô hình SuWAT để so sánh, đánh giá mực nước dâng cao nhất tại các kịch bản khác nhau trong khu vực

Vịnh Bắc Bộ. Để tiến hành theo phương pháp này cần phải thiết lập mô hình, xây dựng bộ số liệu đầu vào gồm tài liệu địa hình, tài liệu mực nước, các thông số bão,... để kiểm định và mô phỏng.

SuWAT (Surge Wave and Tide) là mô hình tích hợp thủy triều, sóng biển và nước dâng bão, được xây dựng tại đại học Kyoto Nhật Bản, bao gồm 2 mô hình thành phần là: mô hình thủy triều và nước dâng dựa trên hệ phương trình nước nông phi tuyến 2 chiều có tính đến nước dâng do ứng suất bức xạ sóng và ứng suất bề mặt do sóng trong bão và mô hình SWAN tính toán sóng. Hệ phương trình nước nông phi tuyến 2 chiều mô phỏng thủy triều và nước dâng bão có xét đến thành phần ứng suất bức xạ gây ra bởi sóng được mô tả như sau:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{d} \right) + gd \frac{\partial \eta}{\partial x} = fN - \frac{1}{\rho_w} d \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{\rho_w} (\tau_s^x - \tau_b^x + F_x) + A_h \left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{NM}{d} \right) + gd \frac{\partial \eta}{\partial y} = -fM - \frac{1}{\rho_w} d \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{1}{\rho_w} (\tau_s^y - \tau_b^y + F_y) + A_h \left(\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right)$$

Trong đó:

η : dao động mực nước bề mặt (m);

M, N : lưu lượng trung bình theo độ sâu hướng x và y (m^3/s);

f : tham số Coriolis;

P : áp suất khí quyển (hPa);

g : gia tốc trọng trường (m/s^2);

d : độ sâu tổng cộng $d = \eta + h$ (m);

A_h : khuếch tán rối theo phương ngang;

ρ_w : mật độ nước (kg/m^3);

F_x, F_y : áp lực do ứng suất bức xạ sóng (kg/ms^2);

τ_b là ứng suất đáy (kg/ms^2), được tính toán bởi công thức:

$$\tau_b = \rho_w g n^2 \frac{\overline{M}}{d^{7/3}} \left| \overline{M} \right|$$

Trong đó:

n : là hệ số nhám Manning ($m/s^{1/3}$);

τ_s : ứng suất bề mặt (kg/ms^2)

Hệ các phương trình trên được sai phân theo sơ đồ so le Arakawa C theo không gian và sơ đồ leap - frog theo thời gian. Sơ đồ upwind được sử dụng cho các thành phần phi tuyến. Sơ đồ Semi - Crank - Nicholson được sử dụng cho thành phần ứng suất đáy, ứng suất gió và ứng suất sóng.

Mô hình SuWAT được thiết lập tính toán trên lưới lồng với cấu trúc minh họa như hình 3 với trình tự dưới đây:

(1) Ban đầu hóa mô hình nước dâng/thủy triều tính toán thủy triều từ miền 1 tới N.

(2) Trong miền tính 1, quá trình tính các tham số sóng được thực hiện sau quá trình tính dòng chảy và mực nước. Giá trị mực nước và dòng chảy của mô đun nước dâng cùng ứng suất gió sẽ được truyền vào mô đun sóng. Mô đun sóng sau khi tính toán ứng suất bức xạ sóng và hệ số kéo sẽ truyền đến mô đun nước dâng bão.

(3) Sau khi hoàn thành tính toán tại miền tính 1, số liệu mực nước và dòng chảy của mô đun thủy triều và nước dâng và số liệu phổ sóng của mô đun sóng tại vị trí các điểm biên của miền tính 2 sẽ nhận làm điều kiện biên cho miền tính thứ 2.

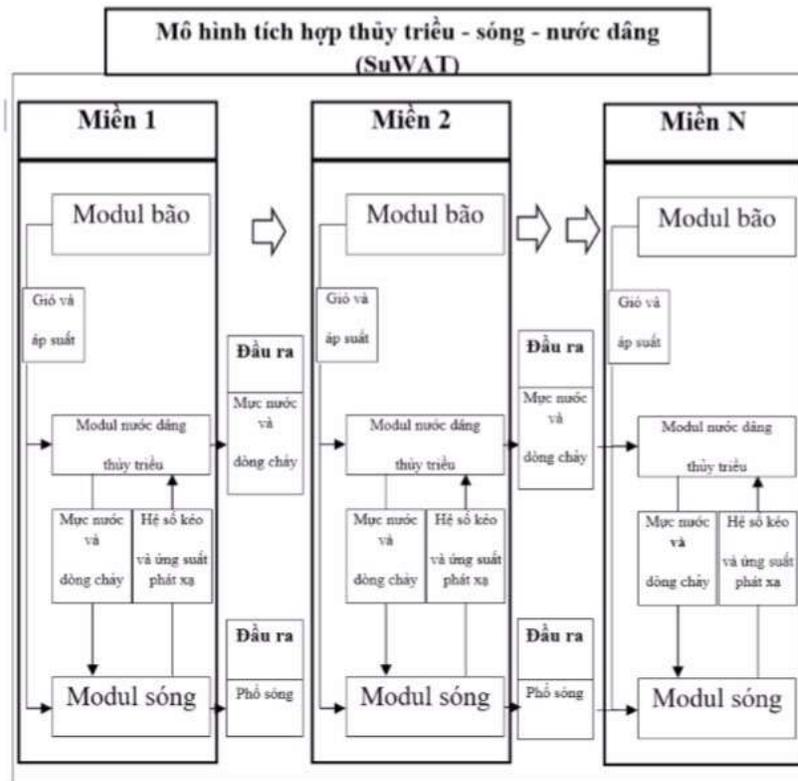
Quy trình trên được lặp lại cho đến miền tính cuối cùng.

Trường gió, áp trong bão cung cấp cho mô đun nước dâng tại từng bước

thời gian. Tuy nhiên với mô đun sóng chỉ truyền dữ liệu tại các thời điểm chuyển giao của mô đun sóng cho mô đun nước dâng. Tại một điểm nào đó, kết quả tính toán có thể nhận được từ nhiều lưới tính độc lập nếu điểm đó nằm trong lưới tính đó.

Mô hình tích hợp có khả năng tính toán theo 6 phương án như sau:

- Chỉ tính thủy triều (H_{tide});
- Chỉ tính sóng;
- Chỉ tính nước dâng do gió và áp ($H_{\text{wind + pressure}}$);
- Nước dâng do gió và áp kết hợp thủy triều ($H_{\text{tide}} \& H_{\text{wind + pressure}}$);
- Nước dâng do gió và áp kết hợp với sóng ($H_{\text{wind + pressure}} \& H_{\text{wave}}$);
- Thủy triều kết hợp với nước dâng do gió, áp và sóng ($H_{\text{tide}} \& H_{\text{wind + pressure}} \& H_{\text{wave}}$).



Hình 3: Mô hình SuWAT đã được nghiên cứu và ứng dụng tại Việt Nam

Nguồn: Đỗ Đình Chiến (2014, 2015), Nguyễn Bá Thủy (2014, 2016).

Nghiên cứu

1.2. Nguồn số liệu

Nguồn số liệu bão trong khoảng thời gian từ năm 1952 đến 2016 được thu thập từ báo cáo thường niên về bão (Annual Tropical Cyclone Report) của Trung tâm hỗn hợp cảnh báo bão JTWC của Hoa Kỳ do các thông tin về quỹ đạo bão (best track) của JTWC thường đầy đủ hơn so

với các thông tin về dữ liệu bão của các cơ quan khác. Các cơn bão có vị trí đổ bộ từ Quảng Ninh đến Hà Tĩnh, có thể gây ra những biến động về mực nước tại khu vực ven biển Vịnh Bắc Bộ. Trên cơ sở đó, danh sách các cơn bão có ảnh hưởng và tác động đến khu vực ven biển Vịnh Bắc Bộ được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Danh sách các cơn bão đổ bộ vào khu vực Vịnh Bắc Bộ từ (1952 - 2016)

| STT | Tên bão | Thời gian đổ bộ | Khu vực đổ bộ | Cấp bão | Hướng đổ bộ |
|-----|---------|-----------------|---------------|---------|-------------|
| 1 | Lois | 28/8/1952 | Hải Phòng | 12 | SE |
| 2 | Nona | 7/9/1952 | Nam Định | 12 | E |
| 3 | Ophela | 14/8/1953 | Thanh Hóa | 12 | ENE |
| 4 | Elise | 12/5/1954 | Quảng Ninh | 10 | SE |
| 5 | Olive | 30/6/1960 | Quảng Ninh | 11 | E |
| 6 | Kit | 13/10/1960 | Thanh Hóa | 9 | ENE |
| 7 | Pasty | 11/8/1962 | Hải Phòng | 9 | SE |
| 8 | Carla | 22/9/1962 | Nam Định | 10 | ESE |
| 9 | Carmen | 17/8/1963 | Thái Bình | 9 | ENE |
| 10 | Faye | 9/9/1963 | Nam Định | 9 | ESE |
| 11 | Winie | 3/7/1964 | Quảng Ninh | 10 | ESE |
| 12 | Freda | 16/7/1965 | Quảng Ninh | 12 | ESE |
| 13 | Phylis | 2/8/1966 | Ninh Bình | 9 | ESE |
| 14 | Rose | 13/8/1968 | Nam Định | 8 | E |
| 15 | Wendy | 9/9/1968 | Nam Định | 8 | E |
| 16 | Jean | 18/7/1971 | Thanh Hóa | 9 | ESE |
| 17 | Della | 30/9/1971 | Thanh Hóa | 9 | ESE |
| 18 | Cora | 26/8/1972 | Hải Phòng | 10 | ESE |
| 19 | Anita | 14/7/1973 | Hà Tĩnh | 11 | E |
| 20 | Kate | 26/8/1973 | Thái Bình | 11 | ESE |
| 21 | Louise | 7/9/1973 | Hải Phòng | 10 | E |
| 22 | Marge | 15/9/1973 | Ninh Bình | 10 | ESE |
| 23 | Dinah | 14/6/1974 | Ninh Bình | 10 | E |
| 24 | Della | 27/10/1974 | Ninh Bình | 9 | E |
| 25 | Alice | 20/9/1975 | Ninh Bình | 9 | ESE |
| 26 | Sarah | 21/7/1977 | Hải Phòng | 12 | ESE |
| 27 | Elaine | 28/8/1978 | Quảng Ninh | 8 | E |
| 28 | Lola | 3/10/1978 | Quảng Ninh | 8 | SE |
| 29 | Joe | 23/7/1980 | Quảng Ninh | 9 | ESE |
| 30 | Ruth | 16/9/1980 | Ninh Bình | 11 | E |
| 31 | Kelly | 5/7/1981 | Thanh Hóa | 9 | SE |
| 32 | Warren | 20/8/1981 | Nam Định | 9 | ESE |
| 33 | Nancy | 18/10/1982 | Thanh Hóa | 12 | ESE |
| 34 | Vera | 18/7/1983 | Hải Phòng | 10 | ESE |
| 35 | Georgia | 1/10/1983 | Nam Định | 9 | ESE |
| 36 | Wayne | 6/9/1986 | Nam Định | 11 | ENE |

| STT | Tên bão | Thời gian đổ bộ | Khu vực đổ bộ | Cấp bão | Hướng đổ bộ |
|-----|----------|-----------------|---------------|---------|-------------|
| 37 | Cary | 22/8/1987 | Thanh Hóa | 10 | ESE |
| 38 | Pat | 23/10/1988 | Nam Định | 9 | SE |
| 39 | Dot | 11/6/1989 | Ninh Bình | 10 | SE |
| 40 | Irving | 23/7/1989 | Thanh Hóa | 10 | SE |
| 41 | Brain | 3/10/1989 | Thanh Hóa | 9 | ESE |
| 42 | Zeke | 14/7/1991 | Hải Phòng | 11 | SE |
| 43 | Fred | 13/8/1991 | Hà Tĩnh | 12 | ESE |
| 44 | Chuck | 29/6/1992 | Thái Bình | 10 | SE |
| 45 | Eli | 14/7/1992 | Thái Bình | 10 | ESE |
| 46 | Coryn | 28/6/1993 | Quảng Ninh | 11 | E |
| 47 | Amy | 7/1/1994 | Ninh Bình | 8 | SE |
| 48 | Harry | 29/9/1994 | Hải Phòng | 10 | ESE |
| 49 | Joel | 7/9/1994 | Hải Phòng | 9 | SE |
| 50 | Luke | 14/9/1994 | Nghệ An | 9 | E |
| 51 | Lois | 29/8/1995 | Thanh Hóa | 12 | E |
| 52 | Frankie | 23/7/1996 | Nam Định | 12 | ESE |
| 53 | Marty | 13/8/1996 | Nam Định | 10 | ENE |
| 54 | Niki | 22/8/1996 | Ninh Bình | 12 | SE |
| 55 | Willie | 22/9/1996 | Thanh Hóa | 12 | ENE |
| 56 | Zita | 23/8/1997 | Quảng Ninh | 12 | E |
| 57 | Koni | 22/7/2003 | Ninh Bình | 11 | ESE |
| 58 | Krovanh | 26/8/2003 | Quảng Ninh | 12 | ESE |
| 59 | Washi | 31/7/2005 | Ninh Bình | 9 | ESE |
| 60 | Damrey | 26/9/2005 | Ninh Bình | 10 | SE |
| 61 | Kaitak | 3/11/2005 | Thanh Hóa | 8 | SE |
| 62 | Toraji | 5/7/2007 | Quảng Ninh | 8 | SE |
| 63 | Kamuri | 6/8/2008 | Quảng Ninh | 8 | E |
| 64 | Kalmaegy | 16/9/2014 | Quảng Ninh | 10 | E |
| 65 | Mirinae | 28/7/2016 | Thái Bình | 10 | E |
| 66 | Dianmu | 20/8/2016 | Nam Định | 9 | E |

Nguồn: Trung tâm Cảnh báo bão liên hợp JTWC

3. Kết quả tính toán và thảo luận

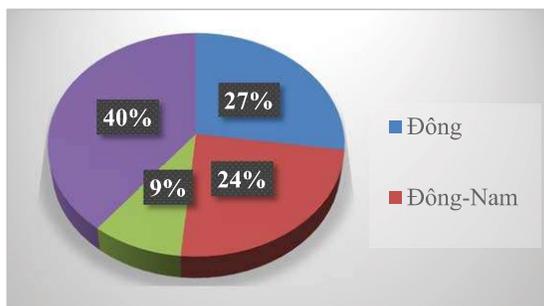
Tại khu vực Vịnh Bắc Bộ hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới rất phức tạp và đa dạng. Ngoài các cơn từ Biển Đông đi vào còn có đi từ phía Nam lên men theo bờ biển Trung Bộ và ngoài khơi Trung Bộ (vĩ tuyến 16°), thậm chí còn có áp thấp nhiệt đới phát triển thành bão ngay trên Vịnh [4, 5, 6].

Bão hoạt động trung bình 5 cơn/ 1 năm, thường bắt đầu vào tháng 4 hoặc tháng 5 và kết thúc vào tháng 11 hoặc tháng 12, nhưng chủ yếu vào các tháng 7, 8 và 9. Sức gió mạnh nhất trong bão có thể đạt tới 50 m/s. Hàng năm trung bình xuất hiện

khoảng 8 cơn bão ảnh hưởng trực tiếp đến vùng nghiên cứu trong đó nhiều cơn bão có quỹ đạo khác thường (nguồn dữ liệu từ trang web: <http://weather.unisys.com>).

Kết quả phân tích cho thấy, hướng bão ảnh hưởng đến khu vực nghiên cứu có hướng di chuyển tập trung từ hướng Đông đến Đông - Nam trong đó hướng Đông - Đông Nam chiếm tỉ lệ cao nhất với 40%, hướng Đông và Đông Đông - Nam đứng thứ 2 và 3 với lần lượt là 27% và 24%. Trong khi đó những cơn bão di chuyển theo hướng Đông Đông - Bắc chỉ chiếm tỉ lệ khá khiêm tốn với 9% (hình 4).

Nghiên cứu



Hình 4: Tỷ lệ hướng đổ bộ của các cơn bão trong khu vực

Sức gió tại tâm bão khi đổ bộ vào bờ dao động từ cấp 8 đến cấp 12 trong đó số cơn bão đạt cấp 10 trở lên là 39 cơn chiếm tỉ lệ 59%, trong đó bão cấp 12 chiếm tỉ lệ khá cao với 13 cơn với tỉ lệ 20% (hình 5).

Cơ sở dữ liệu đầu vào

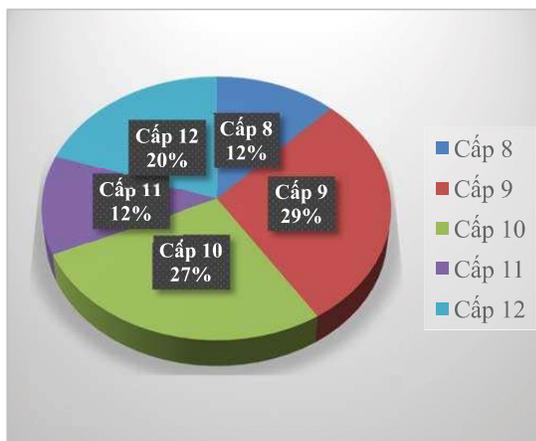
- Dữ liệu độ sâu và dữ liệu đầu vào của các cơn bão được cung cấp từ Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Quốc gia (NCHMF).

- Miền tính: Miền tính lớn trải dài từ vĩ tuyến 8°N đến vĩ tuyến 22°N, trải rộng từ kinh tuyến 103°E đến 120°E.

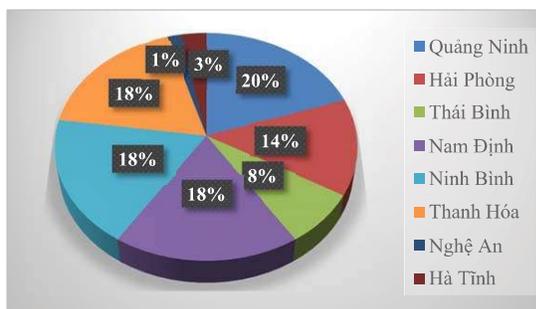
- Lưới tính được sử dụng là lưới tính đơn với độ phân giải 4 phút (khoảng 7.400 m).

- Các tham số bão chính cho mô hình tính toán nước dâng gồm thời gian (năm/tháng/ngày/giờ) (cột 1), kinh độ (cột 2), vĩ độ (cột 3), chênh lệch áp suất khí áp (1013 - khí áp tâm bão) (cột 4). Dưới đây là định dạng format tham số đầu vào của cơn bão Xangsane (9/2006).

Thống kê cũng cho thấy khu vực phải hứng chịu nhiều cơn bão nhất là Quảng Ninh với 13 cơn chiếm 20% theo sau là Nam Định, Ninh Bình và Thanh Hóa với 12 cơn chiếm 18%. Trong khi đó những tỉnh có diện tích khá lớn như Nghệ An, Hà Tĩnh chỉ bị lần lượt là 1 và 2 cơn bão đổ bộ chiếm tỉ lệ lần lượt là 1% và 3% (hình 6).



Hình 5: Tỷ lệ cấp đổ bộ của các cơn bão trong khu vực

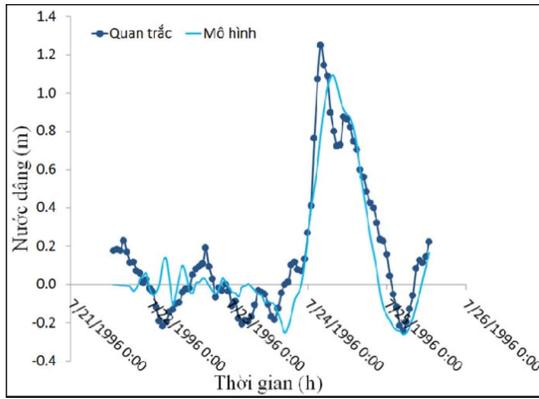


Hình 6: Tỷ lệ khu vực đổ bộ của các cơn bão trong khu vực

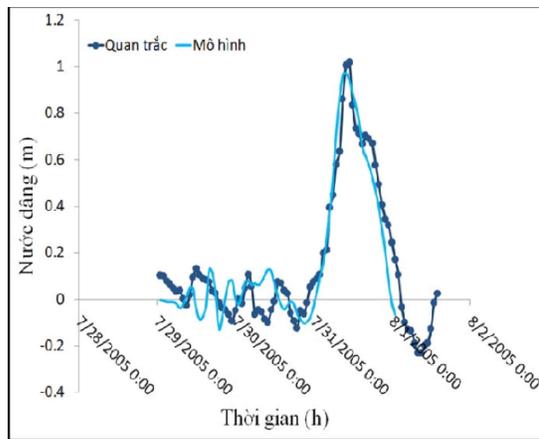
Nghiên cứu sử dụng kết quả hiệu chỉnh mô hình SuWAT mô phỏng nước dâng bão trong trường hợp không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển thuộc đề tài: “Nghiên cứu lựa chọn mô hình dự báo nước dâng bão vào dự báo nghiệp vụ tại Việt Nam”, của Nguyễn Bá Thủy [1, 2].

Để kiểm nghiệm độ tin cậy của kết quả tính toán nước dâng bằng mô hình SuWAT, tác giả đã so sánh kết quả tính toán bằng mô hình SuWAT với số liệu quan trắc nước dâng bão tại trạm Hòn Dấu cho 2 trường hợp, bão là Frankie (7/1996) và Washi (7/2005).

Dưới đây là kết quả so sánh nước dâng tính toán và quan trắc tại trạm Hòn Dấu của 2 cơn bão Frankie (7/1996) và Washi (7/2005).



Hình 7: Đồ thị so sánh giá trị nước dâng quan trắc và tính toán tại trạm Hòn Dấu trong cơn bão Frankie (7/1996)



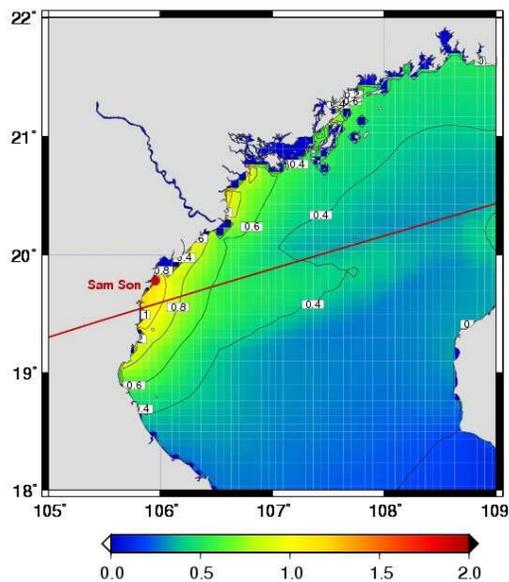
Hình 8: Đồ thị so sánh giá trị nước dâng quan trắc và tính toán tại trạm Hòn Dấu trong cơn bão Washi (7/2005)

Từ kết quả so sánh nước dâng tính toán và quan trắc của 2 cơn bão Frankie (7/1996), Washi (7/2005) cho thấy mô hình có độ tin cậy cao với nước dâng tính toán và quan trắc có cùng pha và độ lớn nước dâng lớn nhất có sự sai khác không lớn. Do vậy có thể ứng dụng mô hình vào tính toán, dự báo nước dâng bão cho khu vực ven biển Vịnh Bắc Bộ (hình 7, 8).

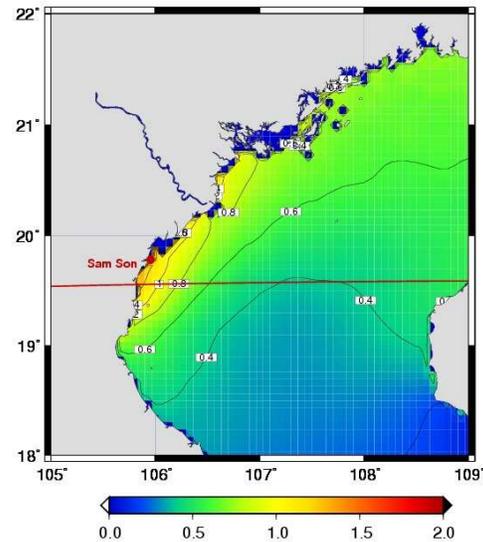
Để thấy được sự ảnh hưởng của hướng bão và vận tốc gió tại tâm bão tới kết quả độ cao nước dâng bão, các tác giả đã đưa ra 2 kịch bản sau đây:

- Kịch bản 1: Thiết lập mô hình mô phỏng 4 cơn bão giả định cấp 12 đổ bộ vào huyện Tĩnh Gia, tỉnh Thanh Hóa theo 4 hướng chủ đạo bao gồm: Đông - Đông Bắc, Đông, Đông - Đông Nam, Đông Nam. Các tham số bão khác được giữ nguyên. Sau khi tìm ra hướng gây nước dâng lớn nhất tiến hành mô phỏng kịch bản 2.

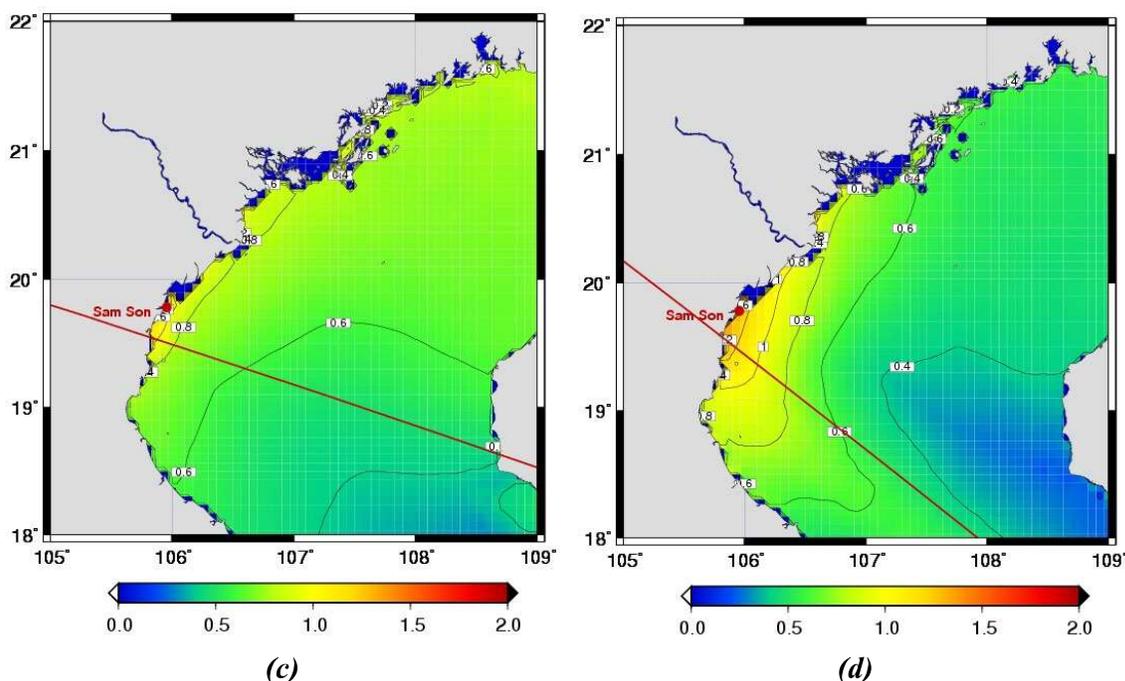
- Kịch bản 2: Thiết lập mô hình mô phỏng 8 cơn bão giả định từ cấp 8 đến cấp 16 đổ bộ vào huyện Tĩnh Gia, tỉnh Thanh Hóa. Giữ nguyên hướng gây nước dâng lớn nhất trong kịch bản 1 và các tham số bão khác không thay đổi.



(a)



(b)



Hình 9: Kết quả trường mực nước khi bão đổ bộ theo hướng theo hướng Đông Đông-Bắc (a), Đông (b), Đông Đông - Nam (c) và hướng Đông - Nam (d)

a) Kết quả mô phỏng kịch bản 1

Để đánh giá ảnh hưởng của hướng đổ bộ đến chiều cao nước dâng bài báo đã sử dụng mô hình mô phỏng trường dòng chảy của 4 cơn bão giả định đổ bộ vào khu vực huyện Tĩnh Gia, tỉnh Thanh Hóa theo 4 hướng Đông Đông Bắc, Đông, Đông Đông Nam và Đông Nam. Kết quả mô phỏng trường nước dâng theo kịch bản 1 được thể hiện trên hình 9.

Từ kết quả mô phỏng nước dâng bão của kịch bản 1 với giả định 4 cơn bão đổ bộ vào huyện Tĩnh Gia, tỉnh Thanh Hóa với hướng khác nhau cho thấy cơn bão đổ bộ theo hướng Đông Nam gây ra nước dâng cực đại lớn nhất đạt 1.32 m vào lúc 9 giờ ngày 3/9/2018. Cơn bão đổ bộ theo hướng Đông gây nước dâng cực đại lớn thứ 2 đạt 1.30 m vào lúc 11 giờ ngày 3/9/2018. Cơn bão đổ bộ theo hướng Đông Đông - Bắc gây nước dâng cực đại 1.20 m xếp thứ 3 còn lại cơn bão đổ bộ

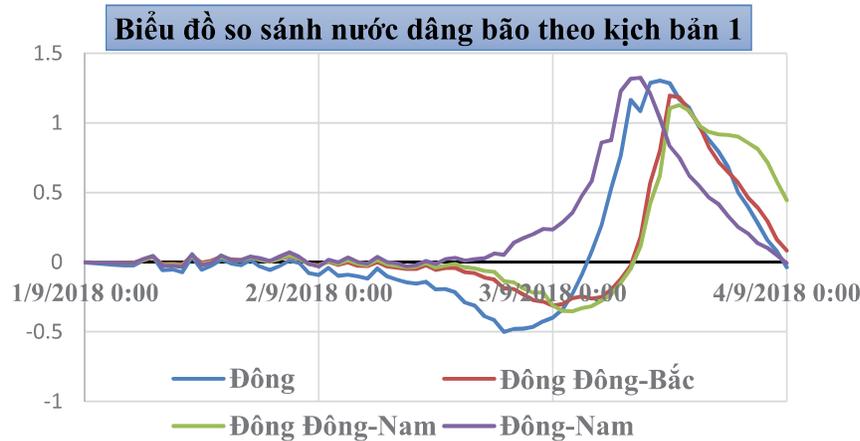
theo hướng Đông Đông - Nam gây nước dâng nhỏ nhất 1.13 m.

Trích xuất mực nước tại điểm có tọa độ (105,9°N; 19,75°E) thuộc thành phố Sầm Sơn, tỉnh Thanh Hóa cách vị trí đổ bộ của bão khoảng 25 km. Mực nước dâng theo kịch bản 1 với 4 cơn bão giả định được thể hiện trong hình 10.

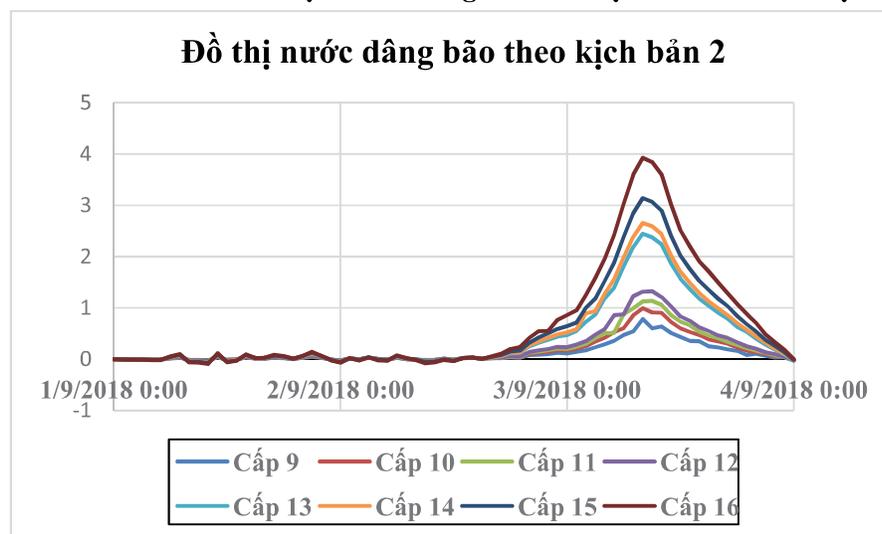
Từ kết quả mô phỏng theo kịch bản 1, tiếp theo bài báo lựa chọn hướng đổ bộ của bão là Đông - Nam để mô phỏng kịch bản 2 với 8 cơn bão giả định từ cấp 9 đến cấp 16 và giữ nguyên vị trí đổ bộ cũng như các thông số khác của kịch bản 1.

b) Kết quả mô phỏng kịch bản 2

Kết quả trường mực nước mô phỏng theo kịch bản 2 với 8 cơn bão giả định và trích xuất mực nước tại điểm có tọa độ (105,9°N; 19,75°E) thuộc thành phố Sầm Sơn, tỉnh Thanh Hóa cách vị trí đổ bộ của bão khoảng 25 km. Mực nước dâng theo kịch bản 2 với 8 cơn bão giả định được thể hiện trong hình 11.



Hình 10: Biểu đồ so sánh mực nước dâng lớn nhất tại Sầm Sơn theo kịch bản 1



Hình 11: Biểu đồ so sánh mực nước dâng lớn nhất tại Sầm Sơn theo kịch bản 2

Từ kết quả mô phỏng nước dâng bão của kịch bản 2 với 8 cơn bão giả định từ cấp 9 đến cấp 16 đổ bộ vào huyện Tĩnh Gia, tỉnh Thanh Hóa cho thấy khi cấp bão tăng dần thì chiều cao nước dâng và phạm vi nước dâng cũng tăng theo. Cụ thể với cơn bão cấp 9 chiều cao nước dâng lớn nhất chỉ đạt 0,79 m nhưng cơn bão cấp 16 chiều cao nước dâng lớn nhất đạt đến gần 4 m. Kéo theo đó là phạm vi ảnh hưởng của bão cũng được mở rộng ra toàn bộ khu vực ven biển Vịnh Bắc Bộ. Khu vực ven biển tỉnh Quảng Ninh cách xa vị trí bão đổ bộ hơn 250 km cũng bị ảnh hưởng đáng kể khiến nước dâng từ 1,2 m - 1.6 m.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã đạt được một số kết quả cơ bản như sau:

Trình bày được tổng quan về các cơ sở lý thuyết được sử dụng để tính toán và mô phỏng nước dâng bão cũng như giới thiệu được một cách sơ bộ về mô hình SuWAT.

Tổng hợp được số liệu 66 cơn bão đổ bộ trực tiếp vào khu vực ven biển Vịnh Bắc Bộ từ năm 1952 - 2016 qua phân tích cho thấy phần lớn những cơn bão đổ bộ vào khu vực này di chuyển theo 3 hướng chủ đạo là hướng Đông Đông - Nam, Đông và Đông - Nam trong đó hướng

Nghiên cứu

Đông Đông - Nam chiếm tỉ lệ lớn nhất với 40%. Bên cạnh đó bài báo cũng chỉ ra rằng Quảng Ninh là tỉnh có số cơn bão đổ bộ nhiều nhất với 13 cơn chiếm 20% theo sau là các tỉnh Ninh Bình, Nam Định và Thanh Hóa với 12 cơn.

Mô hình đã được kiểm định với 2 cơn bão Washi (7/2005) và Frankie (7/1996) gây nước dâng lớn ở khu vực nghiên cứu qua đó cho thấy mô hình có độ tin cậy cao với nước dâng tính toán và quan trắc có cùng pha và độ lớn nước dâng lớn nhất có sự sai khác không lớn.

Sau khi mô phỏng 8 cơn bão giả định đổ bộ trực tiếp vào khu vực huyện Tĩnh Gia, tỉnh Thanh Hóa theo hướng Đông - Nam với sức gió thay đổi từ cấp 9 đến cấp 16 kết quả cho thấy cấp bão tăng sẽ làm cho chiều cao cũng như phạm vi nước dâng cũng tăng đáng kể đặc biệt với cơn bão cấp 16 nước dâng lớn nhất có thể đến gần 4 m với phạm vi ảnh hưởng của bão rộng khắp các tỉnh ven biển Vịnh Bắc Bộ.

Bên cạnh kết quả đạt được thì nghiên cứu cũng tồn tại một số hạn chế như: Mục nước dâng được mô phỏng mới chỉ xét đến ảnh hưởng của yếu tố gió bão mà chưa kể đến các yếu tố khác như sóng, thủy triều, lưu lượng nước đổ ra từ sông,... Đường bờ khu vực Vịnh Bắc Bộ rất phức tạp, thường không ổn định do hệ thống các đảo và đường bờ khúc khuỷu bị cắt xẻ với nhiều sông, luồng lạch nhỏ chia cắt gây ảnh hưởng đến độ chính xác trong tính toán. Việc thu thập số liệu bão đổ bộ gặp nhiều khó khăn nên chỉ có thể sử dụng số liệu thống kê bão đổ bộ vào khu vực từ Quảng Ninh đến Hà Tĩnh. Điều này dẫn đến có thể sai lệch trong kết quả thống kê các đặc trưng các cơn bão.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đỗ Đình Chiên, Nguyễn Bá Thùy, Nguyễn Thọ Sáo, Trần Hồng Thái, Sooyoul Kim (2014). *Nghiên cứu tương tác sóng và nước dâng do bão bằng mô hình số trị*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn (647), tr.19 - 24.

[2]. Bùi Mạnh Hà, Nguyễn Bá Thùy, Phạm Bá Ngọc, Nguyễn Mạnh Linh (2018). *Báo cáo nội dung xây dựng và vận hành mô hình mô phỏng tác động của bão gồm phạm vi không gian và tác động ngập lụt do bão bão gây ra*. Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn Trung ương.

[3]. Nguyễn Xuân Hiền (2013). *Nghiên cứu nước dâng do bão có tính đến ảnh hưởng của sóng và áp dụng cho vùng ven biển Hải Phòng*. Luận án Tiến sĩ Địa lý, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Hà Nội.

[4]. Nguyễn Hồng Lâm và nnk (2005). *Phương pháp tính dao động mực nước biển trong Quản lý tổng hợp vùng ven bờ - Đánh giá rủi ro do ngập nước vùng ven bờ*. Tuyển tập các công trình khoa học - Dao động mực nước biển - Trường Quốc gia KTTV - LB Nga. (Tiếng Nga)

[5]. Nguyễn Hồng Lâm (2005). *Sử dụng mô hình số trị trong hệ tọa độ cong tính nước dâng do bão tại Biển đông Việt Nam*. Tuyển tập các công trình khoa học - Dao động mực nước biển - Trường Quốc gia KTTV - LB Nga. (Tiếng Nga).

[6]. Nguyễn Hồng Lâm (2005). *Mô hình số trị tính nước dâng do bão và sóng thần tại Biển đông Việt Nam*. Tạp chí các công trình khoa học - Các khoa học lý thuyết - Trường Quốc gia KTTV - LB Nga - Tập I năm 2005. (Tiếng Nga).

BBT nhận bài: 30/8/2019; Phản biện
xong: 19/9/2019