

Đánh giá ảnh hưởng của mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu đến mực nước triều ven biển miền Trung

Vũ Công Hữu*, Nguyễn Minh Huân, Nguyễn Thị Trang, Phùng Quốc Trung

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 08 tháng 8 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 26 tháng 8 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 12 năm 2016

Tóm tắt: Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu thường được đánh giá dựa trên các kịch bản biến đổi khí hậu trong tương lai và được biểu hiện qua các biến động của nhiệt độ không khí, lượng mưa, mực nước biển dâng và các tác động khác (UNEP, 2009). Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của mực nước biển dâng đến mực nước triều vùng ven biển miền Trung. Mô hình mô phỏng thủy triều cho khu vực biển miền Trung được áp dụng với các kịch bản nước dâng. Kết quả tính toán cho thấy rằng dao động thủy triều biến đổi rõ nét với các vùng có biên độ lớn ở phía bắc miền Trung. Tại những vùng này, mực nước biển tăng do biến đổi khí hậu làm cho biên độ dao động tăng lên và làm chậm pha dao động. Tại các vùng phía nam miền Trung, biên độ triều lại giảm. Kết quả nghiên cứu này có ý nghĩa tham khảo cho các nhà nghiên cứu, quản lý và kỹ thuật khi quan tâm đến mực nước tổng cộng trong tương lai tại các địa phương của miền Trung.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, nước biển dâng, thủy triều miền Trung.

1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) toàn cầu biểu hiện bởi bốn yếu tố cơ bản đó là sự thay đổi nhiệt độ; sự dâng cao mực nước biển, thay đổi lượng mưa và các hiện tượng thời tiết cực đoan. Trong các yếu tố này, sự thay đổi nhiệt độ trung bình toàn cầu theo xu thế ngày càng tăng là thước đo phổ biến về thực trạng khí hậu toàn cầu và dâng cao mực nước biển là yếu tố nguy hại lâu dài nhất đối với chúng ta [1]. Biến đổi khí hậu toàn cầu đã được Liên hiệp quốc quan tâm, thể hiện ở việc đưa ra Nghị định thư Kyoto (1997) nhằm giảm thiểu khí thải gây ra hiệu ứng nhà kính và đẩy nhanh tốc độ nóng lên của khí hậu toàn cầu.

Nguyên nhân gây ra hiện tượng trái đất ấm lên được đại đa số các nhà khoa học nhất trí đó là việc tăng hàm lượng khí CO₂ và các loại khí thải gây hiệu ứng nhà kính do hoạt động của con người gây ra trong bầu khí quyển trái đất. Bên cạnh vấn đề gia tăng nhiệt độ do hiệu ứng nhà kính còn liên quan đến giai đoạn nóng lên của trái đất do hoạt động nội tại có tính chu kỳ trong lịch sử hình thành và phát triển của trái đất [2].

Cả hai nguyên nhân trên đều có cơ sở thực tế và chúng cùng tác động gây ra tình trạng trái đất nóng lên hiện nay, chu kỳ nóng ấm của trái đất mang tính nội sinh và ngoại sinh tự nhiên được đẩy nhanh, trở nên nghiêm trọng hơn do những tác động của khí thải và hiệu ứng nhà kính.

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-633041948

Email: vuconghuu80@gmail.com

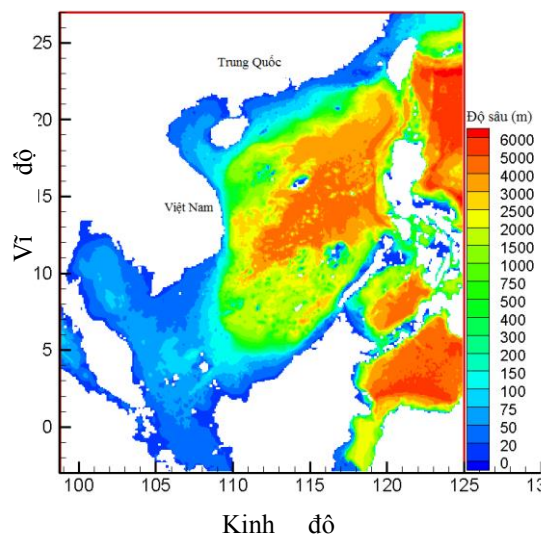
Cho đến nay, các nghiên cứu dự đoán dâng cao mực nước biển (NBD) sẽ tăng lên 0 – 1m trong thế kỷ 21, ba yếu tố cơ bản được đề cập bao gồm: (i) hiện tượng dẫn nở vì nhiệt của đại dương; (ii) tan băng ở Greenland và Nam cực; và (iii) thay đổi khả năng giữ nước ở đất liền [2].

Việt Nam có bờ biển dài 3.260km, hơn 1 triệu km² lãnh hải và trên 3000 hòn đảo gần bờ và hai quần đảo xa bờ, nhiều vùng đất thấp ven biển. Các khu vực này hàng năm phải chịu ngập lụt nặng nề trong mùa mưa và hạn hán, xâm nhập mặn trong mùa khô. Việt Nam là nước bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi sự dâng cao của mực nước biển, đa số ảnh hưởng này tác động đến đồng bằng sông Hồng và đồng bằng sông Cửu Long, phần lớn dân cư Việt Nam và các hoạt động kinh tế nằm trên vùng đồng bằng của hai con sông này. BDKH và nước biển dâng sẽ làm trầm trọng thêm tình trạng nói trên, làm tăng diện tích ngập lụt, gây khó khăn cho thoát nước, tăng xói lở bờ biển, nhiễm mặn nguồn nước ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp và nước sinh hoạt, gây rủi ro lớn đối với các công trình ven biển như đê biển, đường giao thông, bến cảng các nhà máy, các đô thị và khu dân cư ven biển. Mực nước biển dâng và nhiệt độ nước biển tăng ảnh hưởng đến các hệ sinh thái biển và ven biển, gây nguy cơ đối với các rạn san hô và rừng ngập mặn, ảnh hưởng tới nền tảng sinh học cho các hoạt động khai thác và nuôi trồng thủy sản ven biển.

Các kịch bản biến đổi khí hậu được lựa chọn là hai mức cao nhất và thấp nhất được tham khảo từ Kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam được Bộ TN&MT công bố năm 2012.

2. Phương pháp mô phỏng

ADCIRC (Advanced Circulation Model) là mô hình số trị được phát triển để giải hệ phương trình chuyển động của chất lỏng trên trái đất quay, sử dụng xấp xỉ thủy tĩnh và xấp xỉ Boussinesq, hệ phương trình được rời rạc hóa trong không gian sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, rời rạc hóa theo thời gian sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn [3].



Hình 1. Trường độ sâu của khu vực tính toán.

Miền quan tâm là khu vực biển miền Trung, tuy nhiên mô hình ADCIRC được thiết lập cho khu vực Biển Đông với những đặc điểm sau:

Địa hình trong nghiên cứu này được thu thập từ nguồn số liệu địa hình của Bộ Tư lệnh Hải quân với các tỷ lệ khác nhau: 1/25.000, 1/50.000, 1/100.000, 1/200.000, 1/500.000 và 1/1000.000. Những khu vực không có số liệu thì được bổ sung bằng số liệu địa hình toàn cầu GEBCO30 của Anh với số liệu độ sâu sử dụng hệ quy chiếu là mực nước biển trung bình (hình 1). Lưới tính phần tử tam giác được xây dựng theo phương pháp chia lưới tự động (Scalar paving density) với các phần tử có kích thước cạnh nhỏ nhất là 200m ở vùng ven bờ biển, độ lớn của các phần tử biến đổi tỉ lệ với vận tốc lan truyền sóng trọng lực.

Các điều kiện biên tương tác với khí quyển như ứng suất trên bề mặt thoáng (gió và/hoặc ứng suất phát xạ sóng) và áp suất khí quyển không được xét tới trong mô phỏng này.

Quá trình truyền triều được xây dựng bằng phương pháp mô hình số trị dựa trên hệ phương trình thủy động lực phi tuyến hyperbolic với điều kiện biên hỗn hợp: điều kiện không thấm ở biên cứng và dao động mực nước trên biên lỏng được xác định từ các hằng số điều hòa thủy triều toàn cầu với độ phân giải thấp, trong

nghiên cứu này sử dụng bộ hằng số điều hòa toàn cầu với độ phân giải 15'x15' của C. Le Provost [4] và mô hình ADCIRC 2DDI (2000) được sử dụng để tính toán lan truyền sóng triều. Kết quả dao động mực nước trên toàn bộ lưới tính sẽ được phân tích xác định các giá trị pha và biên độ của các hằng số điều hòa đối với 8 sóng triều chính (O1, K1, P1, Q1, M2, N2, K2, S2) trên lưới với độ phân giải 2' x 2' kinh vĩ.

Từ kết quả tính toán của mô hình, chuỗi số liệu mực nước 365 ngày lưu giữ trên toàn bộ lưới tính của khu vực miền Trung được phân tích bằng phương pháp bình phương tối thiểu để xác định các giá trị của các hằng số điều hòa đối với 8 sóng triều chính (O1, K1, P1, Q1, M2, N2, K2, S2). Kết quả so sánh đối chứng cho thấy rằng sai số trung bình của biên độ các sóng triều chính là 5.8cm với hệ số tương quan $R^2 = 0.8249$ và đối với giá trị pha lần lượt là 9.11° và $R^2 = 0.8918$. Kết quả này đã được trình bày trong bài [5]. Việc hiệu chỉnh mô hình cho phép lựa chọn các tham số chính như sau: Model type: 2DDI; Cold start; Coriolis option variable; Finite amplitude terms; Wetting/drying; Advective terms; Time derivative terms; Solver type Iterative JCG; Wave continuity: 0.01; Lateral viscosity: $6.8 \text{ m}^2/\text{s}$; friction coefficient: 0.0025.

Các tham số được lựa chọn này là kết quả của các tính toán hiệu chỉnh và kiểm chứng kết quả của mô hình và giá trị mực nước tại các trạm hải văn ven bờ.

Để đánh giá được tác động của quá trình dâng cao mực nước do biến đổi khí hậu toàn cầu đến biến đổi của mực nước thủy triều, nghiên cứu đã sử dụng các kịch bản nước biển dâng đối với hai trường hợp nước biển dâng cực tiểu và cực đại tương ứng với kịch bản phát thải cao và phát thải thấp được Bộ TN&MT năm 2012 xây dựng cho vùng biển Việt Nam. Mô hình ADCIRC 2DDI được sử dụng để tính toán lan truyền sóng triều với hai kịch bản nước biển dâng cho cả Biển Đông là kịch bản phát thải thấp (kịch bản B1 – mực nước trung bình dâng thêm 0.5m) và kịch bản phát thải cao nhất của nhóm các kịch bản phát thải cao (kịch bản

A1FI- mực nước trung bình dâng thêm 1.0m). Sự gia tăng mực nước biển được xét tương ứng với sự gia tăng độ sâu của biển.

Kết quả dao động mực nước trên toàn bộ lưới tính sẽ được phân tích để xác định sự thay đổi các giá trị pha và biên độ dưới tác động của hiện tượng dâng cao mực nước biển trung bình làm thay đổi độ sâu của khu vực tính toán tương ứng với các kịch bản phát thải khí nhà kính được lựa chọn để xây dựng kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam.

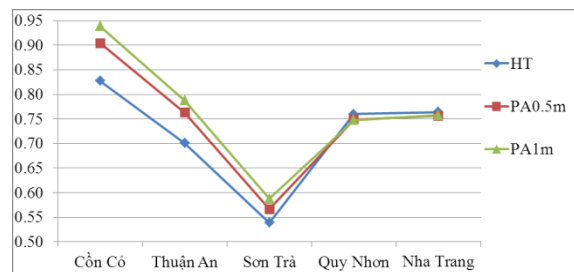
3. Kết quả nghiên cứu

Kết quả tính toán cho thấy rằng dao động thủy triều biến đổi rõ nét với những vùng có biên độ lớn ở phía bắc miền Trung (tính từ trạm Sơn Trà về phía bắc). Ở những vùng biên độ lớn thì khi mực nước biển tăng do biến đổi khí hậu làm cho biên độ dao động tăng lên và làm chậm pha dao động. Tại các vùng phía nam miền Trung (tính từ trạm Sơn Trà về phía nam), biên độ triều thu hẹp lại và không tuân theo quy luật biến đổi do ảnh hưởng của hệ số ma sát.

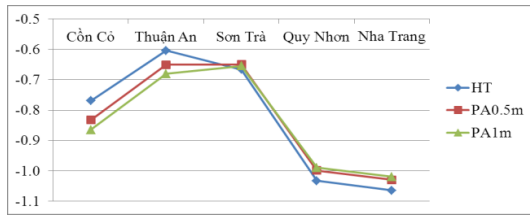
Tại khu vực Quy Nhơn lên phía bắc, mực nước cực đại dâng cao lên khi mực nước biển trung bình dâng cao do biến đổi khí hậu.

Tại khu vực từ Quy Nhơn xuống phía nam, mực nước cực đại hạ thấp nhưng mức độ biến đổi tuyệt đối nhỏ hơn so với khu vực phía bắc.

Tại khu vực Sơn Trà lên phía bắc, mực nước cực tiểu hạ thấp khi mực nước biển trung bình dâng cao do biến đổi khí hậu.



Hình 2. So sánh mực nước cao nhất.



Hình 3. So sánh mực nước thấp nhất giữa các phương án tại các trạm.

Tại khu vực Sơn Trà xuống phía nam, mực nước cực tiểu dâng cao nhưng mức độ biến đổi nhỏ so với khu vực phía bắc khi mực nước biển trung bình dâng cao do biến đổi khí hậu.

Như vậy, dao động thủy triều biến đổi rõ nét với những vùng có biên độ lớn ở phía bắc miền Trung (từ trạm Sơn Trà về phía bắc). Ở những vùng biên độ lớn thì khi mực nước biển tăng do biến đổi khí hậu làm cho biên độ dao động của thủy triều tăng lên và làm chậm pha dao động. Tại các vùng phía nam miền Trung (tính từ trạm Sơn Trà về phía nam), biên độ triều suy giảm và không tuân theo quy luật biến đổi tương ứng.

Các sóng bán nhật triều M2, S2, N2, K2 khá nhạy cảm đối với tác động của NBD. Tại phía Nam Đà Nẵng, biên độ của các sóng triều này đều có xu thế tăng.

Ngược lại, các sóng nhật triều K1, O1, P1, Q1 không nhạy cảm với NBD ở khu vực phía nam Đà Nẵng nhưng nhạy cảm hơn ở khu vực phía bắc Đà Nẵng.

Trong điều kiện nước biển dâng, điểm vô triều khu vực Thuận An có xu thế dịch chuyển lên phía bắc, sự dịch chuyển của điểm vô triều dưới tác động của NBD là nhất quán với sự thay đổi của bước sóng của các sóng triều cộng

hưởng tại vùng thềm lục địa, do thủy triều là sóng nước nông lan truyền với vận tốc $C = (gh)^{1/2}$, do độ sâu (h) tăng lên trong mô phỏng với các kịch bản nước biển dâng, sóng thủy triều sẽ lan truyền nhanh hơn trong khu vực. Do tần số sóng (f) vẫn giữ nguyên nên bước sóng sẽ tăng theo tỉ lệ với $h^{1/2}$, với sự biến động nhỏ của vị trí điểm vô triều cho thấy sự biến động lớn đối với biên độ thủy triều. Sự biến động vận tốc pha của sóng triều cũng gây ra sự biến động chậm về pha trong kết quả tính toán mô phỏng

Do NBD, tỷ lệ ảnh hưởng các sóng bán nhật triều trong dao động mực nước ngày càng tăng, khuynh hướng bán nhật triều hóa chế độ triều diễn ra có thể dẫn đến sự thay đổi của chế độ triều tại đây.

Hiện tượng tiêu tán năng lượng của thủy triều do ma sát phụ thuộc vào độ sâu sẽ ảnh hưởng tới động lực của thủy triều, đặc biệt ở vùng nước nông, so sánh biến động của biên độ các sóng triều từ kết quả tính toán tương ứng với các kịch bản NBD cho thấy sự biến động lớn của biên độ tại các vùng nước nông có biến động về độ sâu do NBD.

Sự biến động tăng lên tuy nhỏ của bước sóng thủy triều phát sinh do độ sâu tăng lên sẽ ảnh hưởng tới các đặc điểm thủy triều của các vùng cửa sông và các vùng vũng vịnh, có nhiều cửa sông và vũng vịnh trong khu vực với độ dài đặc trưng (L) gần với độ lớn $1/4$ độ dài của sóng triều sẽ bị cộng hưởng dao động, khi vận tốc sóng triều tăng lên với NBD, các đặc trưng độ dài của các vũng vịnh không thay đổi, chu kỳ của các dao động sẽ có xu thế tiến gần tới chu kỳ tạo ra hiện tượng cộng hưởng.

Bảng 1. Mực nước lớn nhất và nhỏ nhất trong các phương án hiện trạng (HT) và phương án AIFI với mực nước biển dâng 1m

Tên trạm	Hiện trạng		Mực nước biển dâng 1m	
	Cực tiểu (m)	Cực đại (m)	Cực tiểu (m)	Cực đại (m)
Cồn Cỏ	-0.770	0.827	-0.865	0.938
Thuận An	-0.604	0.700	-0.681	0.787
Sơn Trà	-0.666	0.539	-0.655	0.587
Quy Nhơn	-1.033	0.760	-0.990	0.748
Nha Trang	-1.064	0.764	-1.020	0.757

Các kết quả đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đối với mực nước tại vùng ven bờ miền Trung có tính đến tác động của NBD trong tương lai với thủy triều bằng mô hình số cho thấy sự phụ thuộc của độ chính xác mô phỏng thủy triều với địa hình đáy biển, yêu cầu đối với lưới tính toán cần phải có độ phân giải mịn hơn $\frac{1}{4}$ độ kinh vĩ. Đánh giá đầy đủ tác động của NBD rất quan trọng do sự biến động về biên độ của thủy triều có quan hệ mật thiết với độ lớn mực nước cực trị tại khu vực hoặc trực tiếp dưới tác động tăng giảm biên độ của sóng triều, hoặc gián tiếp thông qua tương tác giữa sóng triều và nước dâng do bão, tiếp theo biến động của các mực nước cực trị sẽ ảnh hưởng đến mực nước thiết kế tương ứng đối với các dạng công trình bảo vệ bờ và phòng tránh lũ lụt.

4. Kết luận

Biến đổi khí hậu khiến cho mực nước biển trung bình có xu thế tăng lên. Sự gia tăng mực nước biển được xét tương ứng với sự gia tăng độ sâu của biển.

Mô hình ADCIRC 2DDI cho phép đánh giá tốt sự biến động của dao động thủy triều, các phân triều khi mực nước biển dâng. Kết quả của mô hình là phân bố theo thời gian và không gian của mực nước triều.

Các kết quả của nghiên cứu này có ý nghĩa tham thảo trong nghiên cứu về biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến dao động thủy triều cho từng địa phương và ý nghĩa tham khảo cho việc nghiên

cứu mực nước tổng hợp theo các kịch bản biến đổi khí hậu.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên trong đề tài mã số TN.16-21 và đề tài QGTĐ.13.09. Các tác giả xin cảm ơn sự tài trợ này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Bộ TN-MT (2012). Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam.
- [2] IPCC, 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry, Martin L., Canziani, Osvaldo F., Palutikof, Jean P., van der Linden, Paul J., and Hanson, Clair E. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1000 pp.
- [3] R.A. Luettich, JR and J.J. Westerink. A (Parallel) Advanced Circulation Model for Oceanic, Coastal and Estuaries Waters, University of Notre Dame, 2000.
- [4] C. Le Provost, M.L. Genco, F. Lyard, P. Vincent, P. Canceill, Spectroscopy of the world ocean tides from a hydrodynamic finite element model, Journal of Geophysical Research 99 (C12), 24,777-24,797(1994).
- [5] Nguyễn Minh Huân. Xây dựng dữ liệu các hằng số điều hòa thủy triều phân bố trên không gian của vùng biển miền Trung Việt Nam. Tạp chí ĐHQG: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 31, số 3S (2015), 157-166.

Assessing the Impact of Mean Sea Level Rise Caused by Climate Change on the Tidal Water Level of Coastal Central Vietnam

Vu Cong Huu, Nguyen Minh Huan, Nguyen Thi Trang, Phung Quoc Trung

VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

Abstract: The impacts of climate change is often accessed based on climatic variation scenarios in the future and is expressed as the fluctuations of air temperature, precipitation, mean sea level rise and other climate impacts (UNEP, 2009). This research evaluated the effect of mean sea level rise on tidal water level along the Central Vietnam sea region. Tidal simulation model has been applied for the scenario of mean sea level rise causing by climate change. Calculation results shown that tidal oscillation is clearly affected on large amplitude in north subareas of Central Vietnam. In these subareas, mean sea level rise due to climate change makes the increasing on the tidal level amplitude and delaying of oscillation phase but in the south subarea of Central Vietnam the tidal amplitude decreased. The research results should have meaningful reference for researchers, managers and technicians when interesting in the total water level in the future at the coastal locals of Central Vietnam.

Keywords: Climate change, waer level rise, tide of Central Vietnam.