TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Check for updates

Bài báo khoa học

Phân tích tương quan giữa mực nước quan trắc bổ sung với mực nước tại các trạm mực nước ven biển Tây Nam Bộ

Lê Đình Quyết[1*], Nguyễn Minh Giám[1], Huỳnh Minh Nhân[1], Trịnh Xuân Hưng[1], Lê Xuân Hiền[1], Nguyễn Thị Tuyết[2]

[1] Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ; quyet.le74@gmail.com; nmgkttv@gmail.com; baclieu@kttvnb.vn; camau@kttvnb.vn; kiengiang@kttvnb.vn
[2] Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường thành phố Hồ Chí Minh; nttuyet@hcmunre.edu.vn

*Tác giả liên hệ: quyet.le74@gmail.com; Tel.: +84–934180776

Ban Biên tập nhận bài: 8/1/2023; Ngày phản biện xong: 18/2/2023; Ngày đăng bài: 25/3/2023

Tóm tắt: Những năm gần đây, vùng ven biển Tây Nam Bộ thường xảy ra hiện tượng mực nước dâng cao bất thường, gây thiệt hại rất nặng nề. Để dự báo, cảnh báo được hiện tượng này, cần xác định được nguyên nhân, cơ chế chính. Để có cơ sở khoa học xác định nguyên nhân gây mực nước biển dâng dị thường cũng cần tính mối tương quan giữa mực nước đo bổ sung vùng ven biển với các trạm thủy văn lân cận.Số liệu đưa vào tính toán là số liệu mực nước giờ, trong tháng 7 và tháng 8 năm 2022. Phương pháp chủ yếu sử dụng gồm phương pháp tương quan hồi quy bằng hàm tuyến tính. Tương quan được biểu diễn bằng phương trình hồi quy $Y = a_0 + a_1 X_t$. Trong đó: Y là giá trị của hàm; Xt: số thứ tự thời gian và a_0, a_1: các hệ số hồi qui. Hệ số a_1 cho biết hướng dốc của đường hồi quy, nói lên xu thế biến đổi tăng hay giảm theo thời gian. Nếu a_1 âm nghĩa là xu thế giảm theo thời gian và ngược lại. Kết quả nghiên cứu cho thấy chỉ có trạm Sông Đốc có hệ số tương quan tốt với số liệu mực nước đo bổ sung tại khu vực ven biển Hòn Đá Bạc, những trạm bên biển Tây có hệ số tương quan $R^2 > 0,45$, các trạm bên biển Đông hệ số tương qua thấp. Kết quả này có thể làm tham khảo để xây dựng mô hình dự báo, cảnh báo.

Từ khóa: Nước biển dâng; Mực nước ven biển Cà Mau; Nguyên nhân sạt lở đê biển; Sóng cao tràn bờ.

1. Mở đầu

Sự biến động bãi biển trong vùng nước nông ven bờ là kết qủa tác động của các quá trình tự nhiên như gió, sóng, dòng chảy, sóng thần và biến động của mực nước biển. Tuy nhiên sự tác động của con người cũng có ảnh hưởng đáng kể thông qua các công trình nhân tạo như xây dựng kè, đê chắn sóng, tường đứng ven biển và các quá trình nạo vét luồng cũng như nuôi bãi. Vùng ven biển Tây Nam Bộ, nhất là Cà Mau được nhắc tới nhiều trong những năm gần đây. Các số liệu thu thập được cho thấy, mực nước dâng có thể đạt tới 2,0 m [1]. Ngày 3/8/2019, sóng lớn kết hợp với mưa kèm theo dông lốc và triều cường dâng cao với mực nước đo tại cống Đá Bạc là 1,70 m, khiến nước biển tràn qua tuyến đê biển Tây đoạn từ Kênh Mới đến Đá Bạc từ 0,3–0,4 m, gây ra sạt lở rất nguy hiểm đến nhiều đoạn đê. Ngày 11/7/2022, sóng lớn và triều cường đã gây sạt lở 3 vị trí với tổng chiều dài 110 m tại đê biển Tây. Thời điểm xảy ra sự cố có gió cấp 5, cấp 6, giật cấp 7; lượng mưa ngày đo được 50–90 mm, riêng tại huyện Trần Văn Thời là 146 mm.

Thủy triều dâng cao nhất 1,75 m (tại Đá Bạc), vượt trên báo động 3 là 0,8 m. Mực nước sông dâng cao, gây ảnh hưởng ngập lụt nghiêm trọng và nguy hiểm cho đời sống sinh hoạt,

sản xuất của nhân dân. Sóng biển ven bờ cao từ 1,5–2 m, thời điểm cao nhất tràn qua mặt đê bê tông (+3,0 m) là 15–20 cm. Kết quả thống kê cho thấy đa số các lần xuất hiện mực nước dâng đều không đi kèm với hoạt động của bão và các hoạt động địa chấn; Các đợt mực nước biển dâng đều xảy ra vào các tháng VII, VIII, X, XI, nghĩa là mực nước dâng bất thường thường xuất hiện vào các tháng có biên độ thủy triều cao; các đợt mực nước biển dâng cao trùng vào thời kỳ gió mùa tây nam hoạt động mạnh kết hợp với hoàn lưu của các cơn bão/ ATNĐ ở phía Bắc [2]. Theo các nghiên cứu của nước ngoài, một số nguyên nhân gây mực nước dâng dị thường tại vùng ven bờ, cửa sông và cảng biển là do sự cộng hưởng của các sóng dài từ ngoài khơi truyền vào [3]. Các sóng có chu kỳ dài này được sinh ra chủ yếu bởi một số nguyên nhân như quá trình nhiễu động khí áp, sóng thần, các hoạt động địa chấn địa phương, các sóng nội và dòng chảy siết. Ngoài ra nước dâng lớn trong các đợt gió mùa mạnh, kéo dài, thổi theo hướng ổn định cũng là nguyên nhân gây nước dâng dị thường lớn tại nhiều khu vực.

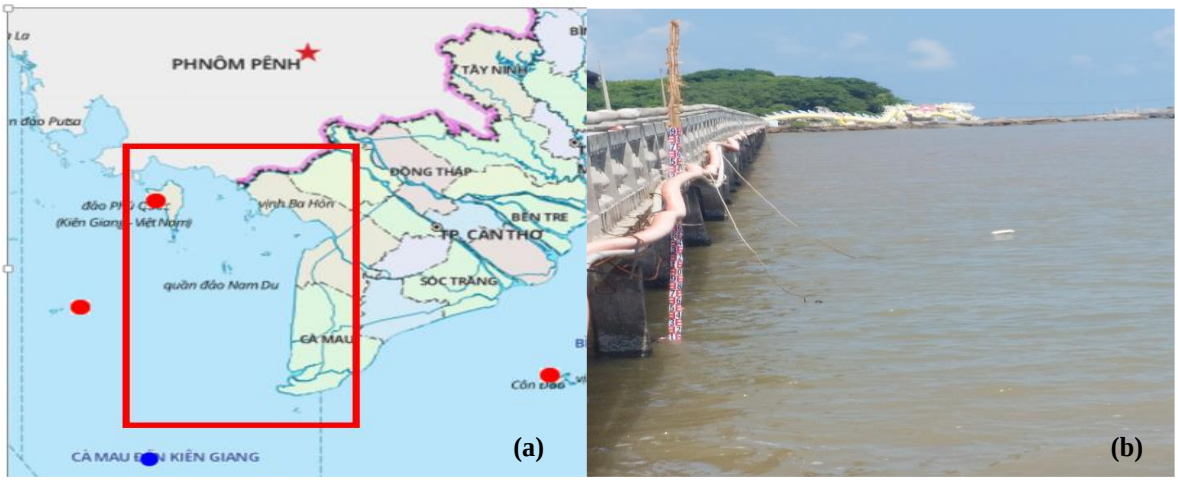
Nhiều nghiên cứu cho thấy độ lớn của nước dâng dị thường do nhiễu động khí áp là rất lớn và thường xảy ra trong một số tháng nhất định của năm tùy theo từng khu vực [4–6]. Mực nước biển dâng cao bất thường cũng xuất hiện tại nhiều nước trên thế giới, nó xảy ra phần lớn ở các khu vực ven bờ, cảng biển, vùng cửa sông [7–22]. Mực nước dâng cao bất thường do tác động của gió mùa thường thấp, có tính ổn định [23–24]. Dao động mực nước tại các vị trí trong cảng biển tương đối tương đối phức tạp theo từng vị trí trong cảng, từng cảng, chu kỳ sóng ngoài khơi và hướng truyền sóng [24]. Tại tất cả các điểm phân tích trong mỗi cảng biển phần lớn đều tồn tại 2 khoảng chu kỳ sóng có khả năng gây mực nước dị thường và độ dài của các chu kỳ sóng này thay đổi tùy địa hình cảng và hướng truyền sóng. Nhìn chung, các điểm nằm sâu trong cảng thường có nước dâng lớn hơn tại các vị trí thoáng hơn [24]. Theo kết quả nghiên cứu từ [3] hiện tượng mực nước biển dâng cao bất thường tại một số vùng ven biển tại Việt Nam chủ yếu xuất hiện trong những ngày có bão. Song cũng có một số lần xuất hiện mực nước biển dâng cao bất thường xảy ra trong ngày có thủy triều cao (triều cường), tác động của mực nước biển dâng cao bất thường là rất lớn, khi mực nước biển dâng cao kèm theo sóng lớn đã gây ngập lụt, sạt lở và phá hủy nhiều công trình nghiên cứu hiện tượng nước dâng bất thường tại khu vực đảo Kyushu và Okinawa (Nhật Bản) thông qua mô hình sóng dài phi tuyến 2 chiều [16]. Kết quả nghiên cứu cho thấy ảnh hưởng của sự chênh lệch khí áp và tốc độ di chuyển của khối khí đến mực nước dâng cao bất thường. Bằng cách phân tích dữ liệu độ cao vệ tinh (TOPEX/Poseidon) và dữ liệu gió từ NCEP/NCAR, kết quả cho thấy mức nước biển có sự biến đổi đáng kể trong năm, tương quan chặt chẽ với sự thay đổi ứng suất gió mùa.

Do vậy, nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo, cảnh báo mực nước biển dâng cao bất thường, thu thập số liệu địa hình đáy biển vùng ven bờ là hết sức cần thiết và quan trọng đối với việc tính toán xây dựng công nghệ dự báo, cảnh báo mực nước biển dâng cao bất thường. Để có cơ sở khoa học xác định nguyên nhân gây mực nước biển dâng dị thường thì mối liên hệ, hay mối tương quan giữa mực nước vùng biển dâng bất thường với các trạm thủy văn cần được nghiên cứu phân tích kỹ lưỡng. Trong nghiên cứu này sẽ tập trung vào đánh giá phân tích tương quan giữa mực nước các trạm thủy văn và trạm khảo sát vùng có nước dâng bất thường. Kết quả phân tích mối tương quan này sẽ đánh giá được mối liên hệ giữa mực nước dâng bất thường với các các trạm thủy văn để tìm ra sự tương quan mực nước dâng bất thường tại vùng biển Tây Nam Bộ.

2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu thu thập

2.1. Số liệu thu thập

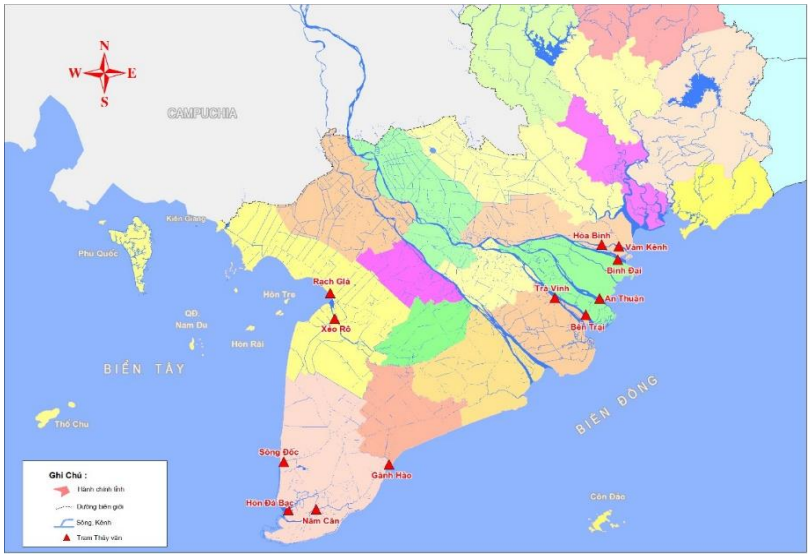
Từ số liệu đo mực nước bổ sung ven biển Hòn Đá Bạc (ấp Kinh Hòn, xã đảo Khánh Bình Tây, huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau), (Hình 1) từ ngày 15/7/2022 đến 15/8/2022. Từ hệ thống trạm thủy văn truyền thống của Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ chọ ra các trạm sau:



Hình 1. Khu vực nghiên cứu (a) và địa điểm đo bổ sung mực nước ven biển Cà Mau (b).

Để đánh giá tương quan mực nước giữa điểm đo khảo sát với số liệu mực nước các trạm thủy văn trong sông, nghiên cứu này chọn một số trạm có vị trí gần biển tây nhất để tính toán. Số liệu đo khảo sát được đọc trực tiếp trên thước, tần suất đo từng giờ (24 giờ/ ngày), kéo dài 30 ngày liên tục. Số liệu mực nước để tính toán tương quan lấy từ các trạm thủy văn trong sông (Hình 2), số liệu từng giờ tương ứng, số liệu của các trạm thủy văn đo bằng máy đo Steven, sau đó được đọc, quy toán.

1. Sông Đốc
2. Gành Hào
3. An Thuận
4. Bến Trại
5. Bình Đại
6. Hòa Bình
7. Trà Vinh
8. Vàm Kênh
9. Năm Căn
10. Xẻo Rô
11. Rạch Giá



Hình 2. Sơ đồ các trạm thủy văn truyền thống và tự động.

Bảng 1. Danh sách các trạm thủy văn.

TT	Trạm	Sông	Tỉnh/ Thành Phố	Kinh độ	Vĩ độ	Hạng	Ghi chú
1	Sông Đốc	Sông Đốc	Cà Mau	104° 49' 50"	09° 02' 27"	III	
2	Gành Hào	Gành Hào	Bạc Liêu	105° 25' 10"	09° 01' 55"	III	
3	An Thuận	Hàm Luông	Bến Tre	106° 36' 07"	09° 58' 52"	III	
4	Bến Trại	Cổ Chiên	Bến Tre	106° 28' 15"	09° 54' 12"	III	
5	Bình Đại	Cửa Đại	Bến Tre	106° 42' 20"	10° 12' 15"	III	
6	Hòa Bình	Cửa Tiểu	Tiền Giang	106° 35' 33"	10° 17' 25"	III	
7	Trà Vinh	Cổ Chiên	Trà Vinh	106° 21' 15"	09° 58' 31"	III	
8	Vàm Kênh	Cửa Tiểu	Tiền Giang	106° 44' 14"	10° 16' 28"	III	
9	Năm Căn	Cửa Lớn	Cà Mau	105° 00' 21"	08° 45' 45"	III	
10	Xẻo Rô	Cái Lớn	Kiên Giang	105° 06' 42"	09° 51' 48"	III	
11	Rạch Gía	Kiên	Kiên Giang	105° 05' 03"	10° 00' 44"	III	

2.2. Phương pháp thực hiện

Phương pháp thống kê: tính toán và phân tích diễn biến theo thời gian và không gian của các đặc trưng khí hậu. Phương pháp tương quan hồi quy, Phương pháp này được sử dụng việc xác định tương quan được sử dụng bằng hàm tuyến tính. Tương quan có thể thể hiện khi biểu diễn phương trình hồi quy:

$$Y = a_0 + a_1 X_t \quad (1)$$

Trong đó Y là giá trị của hàm; X_t là số thứ tự thời gian và a_0, a_1 là các hệ số hồi qui. Hệ số a_1 cho biết hướng dốc của đường hồi quy, nói lên xu thế biến đổi tăng hay giảm theo thời gian. Nếu a1 âm nghĩa là xu thế giảm theo thời gian và ngược lại.

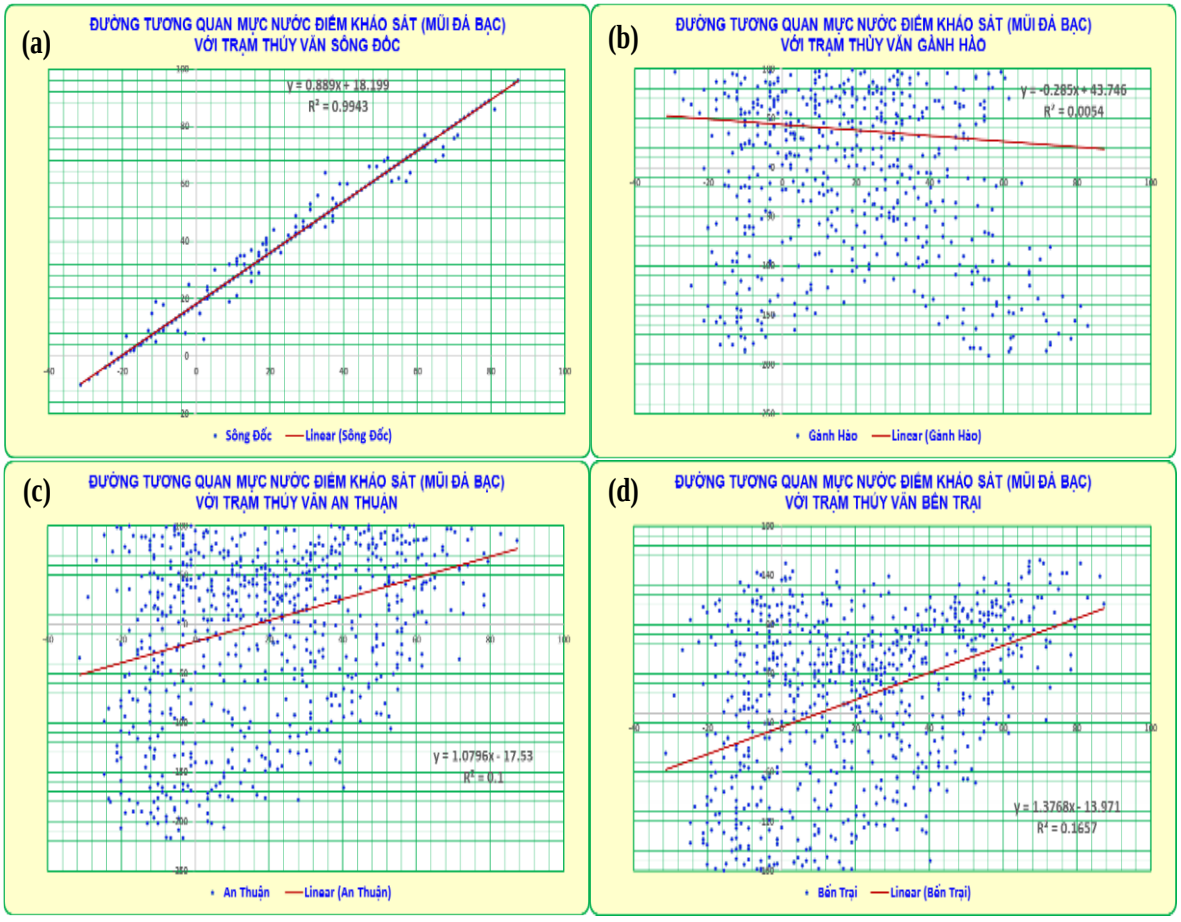
Các hệ số a_0 và a_1 tính theo công thức sau:

$$a_0 = \bar{y} - a_1\bar{\chi}$$

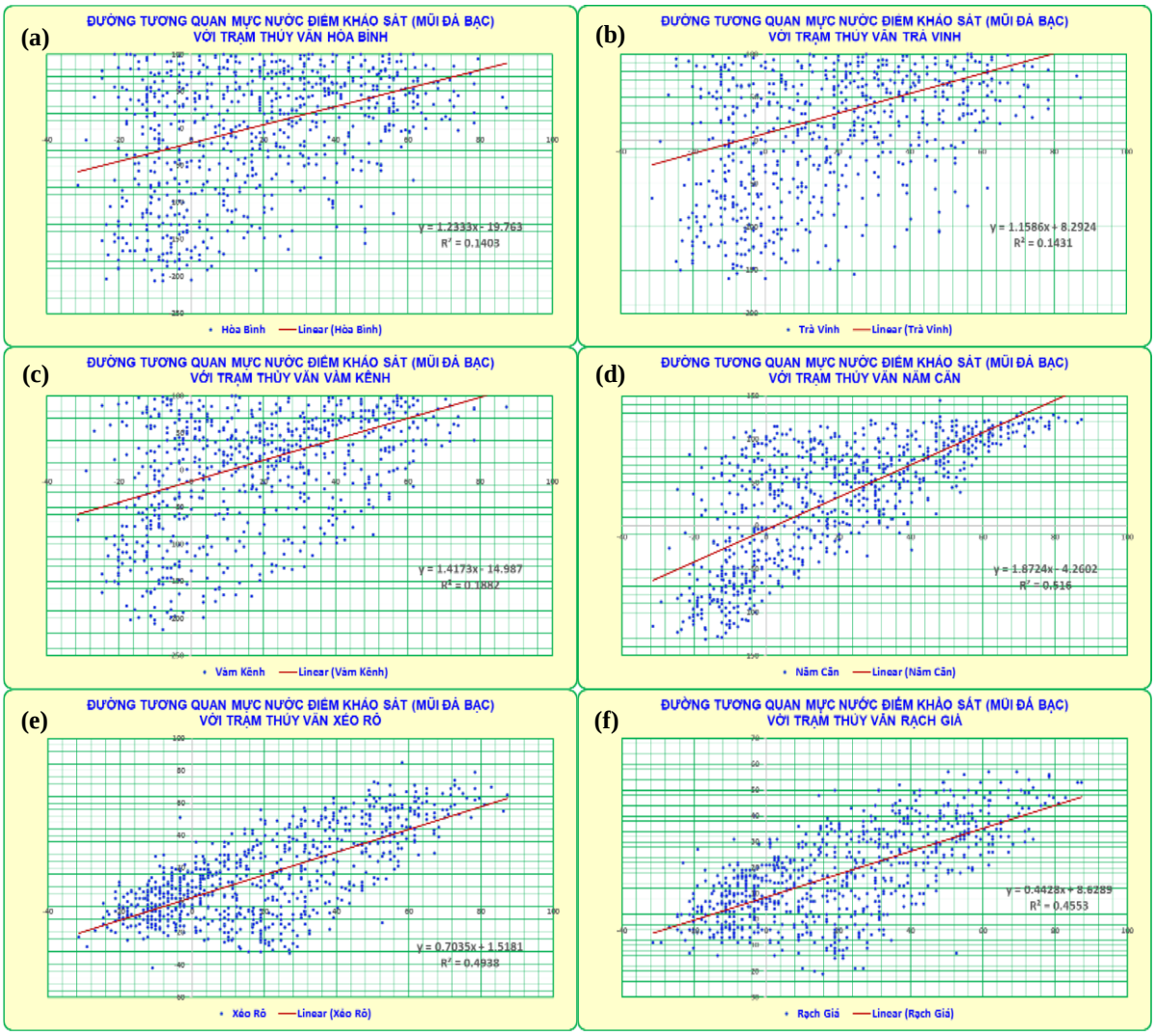
$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(y_t - \bar{y}\right)x_1 - \sum_{i=1}^{n}\left(y_t - \bar{y}\right)\bar{x}}{\sum_{i=1}^{n}\left(x_t - \bar{x}\right)x_t - \sum_{i=1}^{n}\left(x_t - \bar{x}\right)\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(y_t - \bar{y}\right)\left(x_t - \bar{x}\right)}{\sum_{i=1}^{n}\left(x_t - \bar{x}\right)^2} \quad (2)$$

3. Kết quả tương quan điểm khảo sát và các trạm thủy văn tại tây Nam Bộ

Số liệu khảo tại Hòn Đá Bạc từ ngày 15/7/2022 đến 15/8/2022 và cùng với thời gian tương ứng đối với các trạm để tính tương quan kết quả được thể hiện trên Hình 3–4.



Hình 3. Đồ thị phương trình và hệ số tương quan điểm khảo sát (mũi Đá Bạc) với trạm thủy văn: (a) Sông Đốc; (b) Gành Hoà; (c) An Thuận; (d) Bến Trại.



Hình 4. Đồ thị phương trình và hệ số tương quan điểm khảo sát (mũi Đá Bạc) với trạm thủy văn: (a) Hoà Bình; (b) Trà Vinh; (c) Vàm Kênh; (d) Năm Căn; (e) Xẻo Rô; (f) Rạch Giá.

Các trạm thủy văn bên biển phía tây có vị trí gần cửa sông, có thể thời điểm tiến hành đo khảo sát (tháng 7, tháng 8) là thời kì gió tây nam hoạt động mạnh, hướng sóng, đà sóng tại khu vực ven biển Hòn Đá Bạc không khác biệt với các vị trí trạm thủy văn, do vậy chu kì mực nước lên, xuống trùng nhau, trong khi khu vực biển phía đông thời kì này hướng đón sóng, gió không trùng nhau. Bảng 2 là tổng hợp phương trình và hệ số tương quan tại các trạm.

Bảng 2. Tổng hợp phương trình tương quan Hòn Đá Bạc với các trạm thủy văn.

Tên trạm		Phương trình tương quan	Hệ số tương quan
Sông Đốc	:	y = 0,889x + 18,199	0,994
Gành Hào	:	y = –0,285x + 43,746	0,005
An Thuận	:	y = 1,0796x – 17,53	0,100
Bến Trại	:	y = 1,3768x – 13,971	0,166
Bình Đại	:	y = 1,0556x – 15,195	0,098
Hòa Bình	:	y = 1,2333x – 19,763	0,140
Trà Vinh	:	y = 1,6224x – 0,9919	0,282
Vàm Kênh	:	y = 1,4173x – 14,987	0,188
Năm Căn	:	y = 1,8724x – 4,2602	0,516
Xẻo Rô	:	y = 0,7035x + 1,5181	0,494
Rạch Giá	:	y = 0,4428x + 8,6289	0,455

4. Kết luận

Số liệu mực nước các trạm thủy văn Rạch Giá, Xẻo Rô, Năm Căn, Sông Đốc có hệ số tương quan với số liệu đo khảo sát tại ven biển Cà Mau với mức từ 0,4 đến 0,5. Riêng số liệu trạm Sông Đốc có hệ số tương quan cao nhất (0,99). Số liệu các trạm khác thuộc ven biển phía đông (Bạc Liêu, Sóc Trăng, Bến Tre…) có hệ số tương quan rất thấp.

Qua tính toán cho thấy chỉ có trạm Sông Đốc có hệ số tương quan tốt có thể dùng số liệu trạm sông Đốc để tính toán cho điểm khảo sát Hòn Đá Bạc.

Hạn chế của kết quả nghiên cứu này là nghiên cứu mới chỉ đánh giá giá trị mực nước phía trong sông với khu vực ven biển, để xác định quan hệ mực nước giữa các vị trí quan trắc mực nước với số liệu đo bổ sung ven biển, chưa xem xét đến các quá trình tác động khác. Bên cạnh đó số liệu đo bổ sung để tính toán chỉ tổ chức đo 1 địa điểm, thời gian đo 30 ngày vào tháng 7, tháng 8 do đó chưa phản ảnh đầy đủ quan hệ trong các tháng khác.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: L.Đ.Q., N.M.G.; Xử lý số liệu: H.M.N., N.T.T.; Viết bản thảo bài báo: N.M.G.; Chỉnh sửa bài báo: L.Đ.Q.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành có sự hỗ trợ về mặt dữ liệu của các Đài KTTV tỉnh Cà Mau, Kiên Giang, Bạc Liêu, Sóc Trăng, Bến Tre, dữ liệu khảo sát bổ sung lấy từ Đề tài nghiên cứu Khoa học cấp Bộ Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo, cảnh báo mực nước biển dâng cao bất thường cho vùng ven biển Việt Nam.

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

Tài liệu tham khảo

1. Huấn, P.V.; Thành, H.T. Sơ đồ chi tiết phân tích điều hòa thủy triều. *Tạp chí khoa học ĐHQGHN* **2009**, *25(1S)*, 66–75.
2. Huấn, P.V. Dao động tự do và dao động mùa của mực nước Biển Đông. Luận án Tiến sỹ, Hà Nội, 1993.
3. Mạnh, Đ.V. và cs. Phát triển và hoàn thiện mô hình dự báo sóng bão, nước dâng do bão, thủy triều cho dải ven biển Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Cơ học, 2011.
4. Thông, B.X. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu hiện tượng mực nước biển dâng dị thường không phải do bão xảy ra tại các vùng cửa sông, ven biển Việt Nam", 2007.
5. Tiến, T.Q. Nghiên cứu nguyên nhân và xây dựng quy trình công nghệ cảnh báo, dự báo hiện tượng mực nước biển dâng dị thường tại miền Trung và Nam Bộ Việt Nam, Đề tài NCKH cấp nhà nước, 2018.
6. Thủy, N.B.; Trang, N.T.; Trinh, N.Q.; Hà, B.M. Tính toán phân tích dao động mực nước trong một số cảng biển có hình dạng khác nhau bằng mô hình số trị. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2012**, *613*, 25–29.
7. Akamatsu, H. On seiches in Nagasaki Bay. *Pap. Meteor. Geophys.* **1982**, *33(2)*, 95–115.
8. Carr, J.H.; Stelzriede, M.E. Diffraction of Water Waves by Breakwaters, Gravity Waves. Circular 521. National Bureau of Standards, Washington, DC, 1952, pp. 109–125.
9. Chen, W.B.; Lin, L.Y.; Jang, J.H. Simulation of typhoon–induced storm surge storm tides and wind waves for the Northeastern coast of Taiwan Using a tide–surge–wave couple model. *Water Res.* **2017**, *9*, 549.
10. De Jong, M.P.C. Seiche characteristics of Rotterdam Harbour. *Coastal Eng.* **2004**, *51*, 373–386.

11. Garcies, M.; Gomis, D.; Monserrat, S. Pressure–forced seiches of large amplitude in inlets of the Balearic Islands. Part II: Observational study. *J. Geophys. Res.* **1996**, *101*, 6453–6467.
12. Hwang, L.S.; Tuck, E.O. On the oscillations of harbours of arbitrary shape. *J. Fluid Mech.* **1970**, *42*, 447–464.
13. Hibiya, T.; Kajiura, K. Origin of "Abiki" phenomenon (kind of seiches) in Nagasaki Bay. *J. Oceanogr. Soc. Japan* **1982**, *38*, 172–182.
14. Kim, S.Y.; Yasuda, T.; Mase, H. Numerical analysis of effects of tidal variations on storm surges and waves. *Appl. Ocean Res.* **2010**, *28*, 311–322.
15. Monserrat, S.; Vilibi, I.; Rabinovich, A.B. Atmospherically induced destructive ocean waves in the tsunami frequency band, 2006.
16. Kono, N. Summary of the Seiches in the west coast of Kyusyu, which happened from 24 to 28 February 2009, 2010.
17. Pugh, D.T.; Woodworth, P.L. Sea–level science: Understanding tides, surges, tsunamis and mean sealevel changes. Cambridge University Press, Cambridge. 2014, ISBN 9781107028197.
18. Nguyen, T. The mechanism of after–runner storm surge along the Northern coast of Vietnam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển* **2017**, *17*, 208–216.
19. Rabinovich, A.B. Seiches and Harbor Oscillations – Handbook of Coastal and Ocean Engineering (Edited by Kim, Y.C.), World Scientificc Publ., Singapoure, 2009.
20. Kakinuma, T.; Fukita, K. A numerical study on longwave generation due to atmospheric–pressure variation. *Coastal Eng. J.* **2012**, *33*, 1–8.
21. Titov, V.V.; Synolakis, C.E. Extreme inundation flows during the Hokkaido Nansei–Oki tsunami. *Geophys. Res. Lett.* **1997**, *24(11)*, 1315–1318.
22. Whithmore, P.; Knight, B. Meteorological tsunami forecasting: Sensitivities demonstrated by the 2008 Boothbay, Marine. *J. Nat. Hazard* **2014**, 11–23.
23. Thuy, N.B.; Tanimoto, K.; Tanaka, N.; Harada K.; Iimura, K. Effect of open gap in coastal forest on tsunami Run–up – Investigations by experiment and numerical simulation. *Ocean Eng.* **2009**, *36*, 1258–1269.
24. Thuy, N.B., Dang, V.H.; Chien, D.D.; Trang, N.T.; Dung, N.M. Numerical analysis of the risk of anomalous water level in Habor. The 14th Asian Congress of Fluid Mechanics – 14ACFM October 15–19, 2013, Hanoi and Halong, Vietnam, 2013, pp. 971–977.

Analysis of correlation between supplementary water levels and water levels at Southwest coastal water stations

Le Dinh Quyet[1*], Nguyen Minh Giam[1], Huynh Minh Nhan[1], Trinh Xuan Hung[1], Le Xuan Hien[1], Nguyen Thi Tuyet[2]

[1] Southern Regional Hydrometeorological Center; quyet.le74@gmail.com; nmgkttv@gmail.com; nmgkttv@gmail.com; baclieu@kttvnb.vn; camau@kttvnb.vn; kiengiang@kttvnb.vn
[2] Ho Chi Minh city University of Natural Resources and Environment; nttuyet@hcmunre.edu.vn

Abstract: In recent years, the Southwestern coastal area has been experiencing unusually high water levels. To predict and warn about this phenomenon, the main causes and mechanisms must be identified. To have a scientific basis for determining the cause of the unusual sea level rise, it is also necessary to calculate the correlation between the additional measured water level in the coastal area and the neighboring hydrological stations. The data put in to calculate is the hourly water level, in July and August 2022. The regression correlation using linear functions was one of the main methods used. The correlation can be

expressed when representing the regression equation $Y = a_0 + a_1X_t$. Where: Y is the value of the function; X_t: chronological number and a_0, a_1: regression coefficients. The coefficient a_1 represents the slope of the regression line, which indicates whether the trend is increasing or decreasing over time. If a_1 is negative, the trend is downward over time, and vice versa. The results showed that only Song Doc station has a high correlation coefficient with additional measured water level data in the Hon Da Bac coastal area. West Sea stations have a correlation coefficient of $R^2 > 0.45$. All stations on the East Sea have low correlation coefficients. This result can be used as a reference to build forecasting and warning models.

Keywords: Sea level rise; Ca Mau coastal water level; Causes sea dyke erosion; High waves overflowing the shore.