

Bài báo khoa học

Phân tích xu thế biến động của mực nước cực trị ven bờ Việt Nam

Lê Quốc Huy^{1*}, Trần Văn Mỹ¹

¹ Viện Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu; huy1q2@gmail.com;
tranvanmy88@gmail.com

*Tác giả liên hệ: huy1q2@gmail.com; Tel.: +84988699552

Ban Biên tập nhận bài: 8/2/2021; Ngày phản biện xong: 1/4/2022; Ngày đăng bài: 25/4/2022

Tóm tắt: Nghiên cứu này phân tích xu thế biến đổi của giá trị cực trị mực nước biển ven bờ Việt Nam. Dữ liệu phục vụ tính toán dựa trên số liệu thực đo tại 17 trạm hải văn và số liệu vệ tinh trích xuất tại vị trí của các trạm. Kết quả tính toán, phân tích, đánh giá xu thế biến đổi mực nước lớn nhất và trung bình tại 17 trạm hải văn ven bờ cho thấy hầu hết các trạm có xu thế tăng. Tuy nhiên vẫn có một số trạm có xu hướng giảm điển hình như; Cô Tô, Hòn Ngự, Quy Nhơn. Đánh giá mối tương quan giữa trung bình chuẩn sai mực nước thực đo và vệ tinh nhận được kết quả cho thấy tương quan giữa 2 chuỗi số liệu là rất tốt. Tuy nhiên một số trạm có mối tương quan vẫn còn thấp như; Côn Cỏ, Sơn Trà, Vũng Tàu. Kết quả tính toán theo tần suất hiếm tại các trạm nhận thấy tại Vũng Tàu mực nước lớn nhất có thể xuất hiện với P20% là khoảng 312,5cm; tiếp đến mực nước lớn nhất xuất hiện tại trạm DK1 với P10%, P5%, P2%, P1% lần lượt là: 320,1cm, 345,3cm, 395,9cm. Sau cùng với trường hợp giá trị trung bình lớn nhất của tần suất hiếm là 332,8cm tại trạm Hòn Ngự.

Từ khóa: Mực nước cực trị; Biến đổi khí hậu.

1. Mở Đầu

Nghiên cứu tính toán và đánh giá các giá trị cực trị của yếu tố hải văn là hết sức quan trọng và cần thiết. Trong đó giá trị cực trị của mực nước biển là một trong các yếu tố quan trọng trong việc nghiên cứu đánh giá về Biến đổi khí hậu (BĐKH). Việc đánh giá các giá trị cực trị có nhiều cách tiếp cận khác nhau. Tuy nhiên, hiện nay hầu hết tiếp cận theo hai cách (1) Nghiên cứu từ nguồn số liệu và các thống kê trong quá khứ dựa trên số liệu quan trắc và thực đo (2) Dự báo cho tương lai từ bộ số liệu có sẵn trong quá khứ hay các kịch bản được xây dựng trên mô hình toán...Hiện nay BĐKH đang diễn ra ngày càng phức tạp khi mực nước toàn cầu có xu hướng tăng nhanh. Nhưng bên cạnh đó vẫn còn một số khu vực có xu hướng giảm, vấn đề này vẫn còn có nhiều tranh cãi và chưa có một giải thích phù hợp.

Ở Việt Nam đã có một số nghiên cứu đánh giá về xu thế biến đổi mực nước, tiêu biểu như trong nghiên cứu [8] đã chỉ ra rằng biến đổi mực nước tại các trạm có xu hướng tăng trừ một số trạm như Cô Tô, Hòn Ngự, Quy Nhơn có xu hướng giảm. Bên cạnh đó một số nghiên cứu như [6, 9, 10] phân tích sự biến đổi của các trạm cũng chỉ ra rằng mực nước của các trạm cũng có xu hướng tăng và vẫn có một số trạm có sự suy giảm, đây là sự tương đồng giữa các nghiên cứu. Ngoài ra, trong báo cáo [1] cũng đưa ra kết quả phân tích mực nước biển dâng trung bình ven biển Việt Nam có xu hướng tăng, trong đó mực nước biển dâng trung bình khu vực ven biển các tỉnh phía nam cao hơn so với khu vực phía bắc.

2. Số liệu và phương pháp tiếp cận

2.1. Nguồn số liệu

2.1.1. Nguồn số liệu quan trắc

Trong nghiên cứu này bộ số liệu quan trắc được sử dụng để tính toán được lấy từ số liệu mực nước quan trắc tại 17 trạm hải văn của Việt Nam. Tuy nhiên, số liệu không đồng bộ, nên nhóm nghiên cứu tiến hành xử lý và lọc số liệu lựa chọn những năm liên tục để phân tích. Chính vì số liệu không đồng bộ theo thời gian nên trong nghiên cứu này nhóm nghiên cứu đã gộp các trạm thành 4 nhóm chính theo độ dài thời gian cho phù hợp (1) từ năm 1960–2019 gồm có; Bãi Cháy, Cô Tô, Hòn Dấu, Hòn Ngur, tiếp theo (2) từ năm 1976–2019 gồm Côn Cỏ, Phú Quý, Quy Nhơn, Sơn Trà, Vũng Tàu. Kế đến là (3) từ năm 1985–2019 gồm Côn Đảo, Cửa Ông, DKI, Phú Quốc và (4) từ năm 1995–2019 có các trạm như; Bạch Long vĩ, Sầm Sơn, Trường Sa, Thổ Chu.

Bảng 1. Danh sách các trạm quan trắc mực nước biển [5].

TT	Tên trạm	Tọa độ		Thời gian quan trắc	Độ dài chuỗi (Năm)
		Kinh độ	Vĩ độ		
1	Bạch Long Vĩ	107,43	20,08	1998 – 2019	21
2	Bãi Cháy	107,70	20,87	1962 – 2019	57
3	Cửa Ông	107,37	21,03	1962 – 2019	57
4	Cô Tô	107,77	20,97	1960 – 2019	59
5	Côn Cỏ	107,22	17,10	1981 – 2019	38
6	Côn Đảo	106,60	8,68	1986 – 2019	33
7	DKI	110,37	8,01	1985 – 2019	34
8	Hòn Dấu	106,82	20,67	1960 – 2019	59
9	Hòn Ngur	105,46	18,48	1960 – 2019	59
10	Phú Quý	108,56	10,31	1986 – 2019	33
11	Phú Quốc	103,97	10,22	1986 – 2019	33
12	Quy Nhơn	109,22	13,75	1976 – 2019	43
13	Sơn Trà	108,20	16,12	1980 – 2019	37
14	Thổ Chu	104,80	10,00	1995 – 2019	24
15	Sầm Sơn	105,54	19,45	1998 – 2019	21
16	Trường sa	111,55	8,39	2004 – 2019	15
17	Vũng Tàu	107,07	10,33	1978 – 2019	41

2.1.2. Số liệu vệ tinh

Nguồn số liệu vệ tinh sử dụng được từ bộ số liệu tổ hợp từ các vệ tinh ERS-1/2, Topex/Poseidon (T/P), ENVISAT and Jason-1/2. Số liệu có độ phân giải thời gian là 7 ngày và không gian là 1/4 độ kinh vĩ. Các sai số của phép đo đã được hiệu chỉnh như sự trễ tín hiệu ở tầng đối lưu, tầng điện ly, thủy triều đại dương, áp suất nghịch đảo và sai số thiết bị. Sự biến thiên của chuỗi số liệu vệ tinh được xác định bằng phương pháp phân tích xu thế tuyến tính cho các trạm đặc trưng ven biển và hải đảo của Việt Nam [10]. Các số liệu vệ tinh của AVISO có thể truy cập và tải về qua đường liên kết: <ftp://ftp.aviso.oceanobs.com/pub/oceano/AVISO/>.

2.2. Phương pháp tiếp cận

2.2.1. Phương pháp thống kê

Phương pháp thống kê hiện nay được sử dụng khá phổ biến rộng rãi trong các ngành nghiên cứu Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, đặc biệt là trong các trường hợp phải xử lý chuỗi số liệu phân tích có chu kỳ dài, không đồng bộ về thời gian, số liệu và phức tạp. Bài toán thống kê thường là kiểm tra tính đồng nhất, tính phù hợp của số liệu qua việc lựa chọn các chỉ tiêu phân tích ý nghĩa thống kê thông qua dạng hình học hay phân bố của chuỗi và các tham số đặc trưng của nó, các hàm sử dụng để mô tả các giai đoạn tần suất xuất hiện, tương quan và cấu trúc của mực nước, sóng, dòng chảy.... Ngay cả trong tính toán mô hình số thì việc xác định các thông số, tham số, các thành phần cũng thường xuyên áp dụng các lời giải từ phép

toán lý thuyết xác suất thống kê. Chính vì vậy, việc sử dụng phương pháp phân tích thống kê vào tính toán và phân tích hiện nay là cần thiết [7].

b) Phương pháp tính tần suất theo phân bố Pearson III

- Hàm mật độ xác suất

Hàm mật độ xác suất biểu thị xác suất xuất hiện giá trị của đại lượng ngẫu nhiên X bằng một giá trị x cụ thể nào đó theo luật phân bố xác suất Pearson III như:

$$f(x) = \frac{b^c}{\Gamma(c)} (x - a)^{c-1} \exp \{-b(x - a)\} \quad (1)$$

Với a là thông số vị trí b là thông số tỷ lệ c là thông số hình dạng và hàm $\Gamma(c)$ là hàm Gamma

$$\Gamma(c) = \int_0^\infty t^{c-1} e^{-t} dt \quad (2)$$

Nếu thông số tỷ lệ là nghịch đảo $\frac{1}{b}$ thì sẽ nhận được hàm phân bố xác suất Gamma với 3 thông số $a, \frac{1}{b}$ và c .

- Hàm mật độ xác suất

Hàm phân bố tần suất lũy tích biểu thị xác suất xuất hiện các giá trị của đại lượng ngẫu nhiên X nhỏ hơn hoặc bằng một giá trị x cụ thể nào đó

$$F(x) = P\{X \leq x\} = \int_{-\infty}^x f(x) dx = \frac{\gamma(c, x)}{\Gamma(c)} = P(c, x) \quad (3)$$

$$P = P\{X \leq x\} = \int_{-\infty}^x f(x) dx = 1 - F(x) \frac{\Gamma(c, x)}{\Gamma(c)} = Q(c, x) \quad (4)$$

$$\gamma(c, x) = \int_0^x t^{c-1} e^{-t} dt \quad (5)$$

$$\Gamma(c, x) = \int_0^\infty t^{c-1} e^{-t} dt \quad (6)$$

- Xác định các thông số theo phương pháp Moments

$$x = a + \frac{c}{b} \quad (7)$$

$$C_v = \frac{\sqrt{c}}{ab+c} \quad (8)$$

$$C_s = \frac{2}{\sqrt{c}} \quad (9)$$

hay

$$a = (1 - 2C_v \frac{1}{C_s})x \quad (10)$$

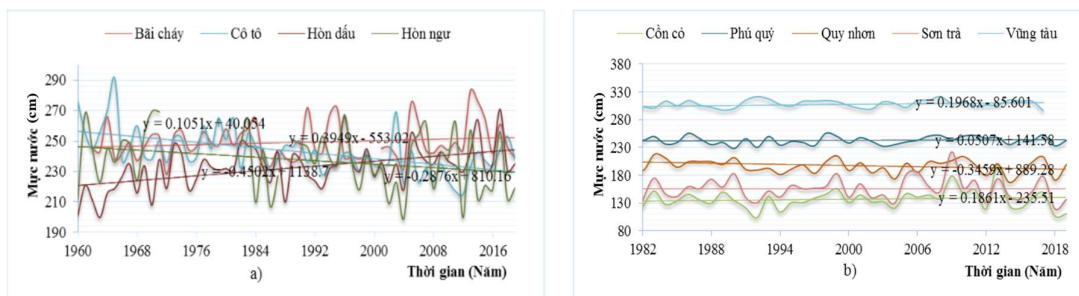
$$b = (\frac{2}{xC_v C_s}) \quad (11)$$

$$c = (\frac{4}{C_s^2}) \quad (12)$$

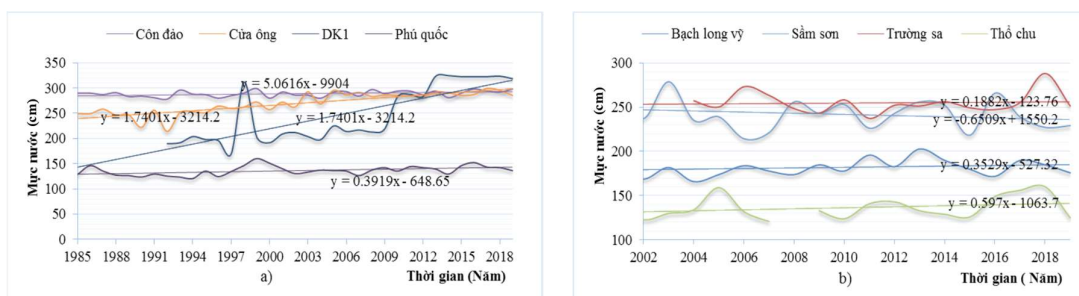
3. Kết quả và phân tích

3.1. Xu thế biến đổi mực nước lớn nhất tại trạm

Như đã trình bày phần nguồn số liệu quan trắc nhóm nghiên cứu đã chia thành 4 nhóm để tiện phân tích. Theo hình 1a xét nhóm (1) Nhận thấy xu thế biến đổi mực nước lớn nhất tại trạm Bãi Cháy và Hòn Dấu có xu thế tăng tương ứng với 0,39 cm và 0,10 cm. Đối với trạm Cô Tô và Hòn Ngự kết quả phân tích nhận được tại hai trạm này có xu hướng giảm lần lượt là -0,45 cm và -0,28 cm. Tiếp theo tại nhóm (2) Xu thế biến đổi của các trạm là tăng tương ứng với, Cồn Cỏ là 0,18 cm, Phú Quý là 0,05 cm, Sơn Trà là 0,18 cm và Vũng Tàu là 0,19 cm chỉ trừ trường hợp tại trạm Quy Nhơn xu thế mực nước có xu hướng giảm là -0,34 cm được hiển thị tại hình 1b.



Hình 1. Xu thế biến đổi mực nước cực trị của 9 trạm hải văn đặc trưng (a) Bãi Cháy, Cô Tô, Hòn Dấu, Hòn Ngur, (b) Cồn Cỏ, Phú Quý, Quy Nhơn, Sơn Trà, Vũng Tàu.

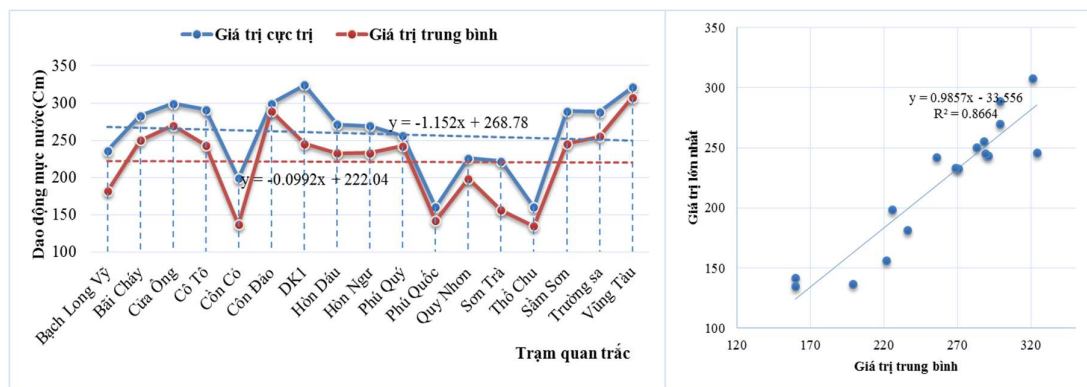


Hình 2. Xu thế biến đổi mực nước cực trị của 8 trạm hải văn đặc trưng (a) Cồn Đảo, Cửa Ông, DKI, Phú Quốc (b) Bạch Long Vĩ, Sầm Sơn, Trường Sa, Thổ Chu.

Xét đến nhóm (3), nhận thấy xu thế biến đổi mực nước lớn nhất tại các trạm có xu hướng tăng tại Cồn Đảo 0,21 cm, trạm Cửa Ông là 1,74 cm trạm DKI là 5,06 cm và Phú Quốc là 0,39 cm (Hình 2a). Đối với nhóm (4) các trạm Bạch Long Vĩ, Sầm Sơn, Trường Sa và Thổ Chu có xu thế tăng kết quả thu được lần lượt là 0,35 cm, -0,65 cm, 0,18 cm, 0,59 cm (Hình 2b).

Bảng 2. Giá trị cực trị của 17 trạm Hải văn đặc trưng của Việt Nam.

Stt	Tên trạm	Thời gian quan trắc (Năm)	Giá trị cực trị (cm)	Trung bình cực trị (cm)	Cận dưới (cm)	Cận trên (cm)
1	Bạch Long Vĩ	1998 – 2019	236.00	181.50	179.51	183.49
2	Bãi Cháy	1962 – 2019	283.00	250.00	248.24	251.76
3	Cửa Ông	1962 – 2019	299.00	269.43	265.86	273.00
4	Cô Tô	1960 – 2019	291.00	242.98	241.14	244.83
5	Cồn Cỏ	1981 – 2019	199.00	136.45	133.62	139.28
6	Cồn Đảo	1986 – 2019	299.00	288.86	287.87	289.84
7	DKI	1985 – 2019	324.00	245.46	234.99	255.94
8	Hòn Dấu	1960 – 2019	271.00	232.55	230.73	343.70
9	Hòn Ngur	1960 – 2019	269.00	332.82	230.24	235.40
10	Phú Quý	1986 – 2019	256.00	242.02	241.00	244.12
11	Phú Quốc	1986 – 2019	160.00	141.66	138.23	145.09
12	Quy Nhơn	1976 – 2019	226.00	198.25	196.35	200.15
13	Sơn Trà	1980 – 2019	222.00	245.00	152.82	158.96
14	Thổ Chu	1995 – 2019	160.00	134.48	152.82	136.77
15	Sầm Sơn	1998 – 2019	289.00	245.01	240.88	249.12
16	Trường Sa	2004 – 2019	288.00	254.88	251.87	257.88
17	Vũng Tàu	1978 – 2019	321.00	307.36	306.27	308.00



Hình 3. Xu thế biến đổi mực nước trạm lớn nhất và trung bình đặc trưng trên dải ven biển Việt nam (a) Xu thế biến đổi (b) Tương quan giữa hai giá trị.

Phân tích xu thế biến đổi mực nước trạm lớn nhất và trung bình nhận thấy trên toàn dải ven biển theo chiều từ Bắc đến Nam, mực nước có xu thế giảm $\pm 1,15$ cm với trường hợp mực nước lớn nhất và $\pm 0,09$ cm với mực nước trung bình (Hình 3). Sự phân bố theo không gian của mực nước lớn nhất này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu [2]. Kết quả phân tích của Phạm Tiến Đạt cho thấy giá trị mực nước lớn nhất ở các trạm phía Bắc cao hơn khu vực phía Nam.

3.2. Mối tương quan giữa số liệu vệ tinh và thực đo

Kết quả tính toán sự tương quan giữa chuẩn sai mực nước vệ tinh và mực nước thực đo nhận thấy 2 chuỗi số liệu có sự tương quan cao về xu thế biến đổi mực nước giữa các trạm: Bãi Cháy, Hòn Dấu, Cồn Cỏ, Cồn Đảo... Bên cạnh đó vẫn có một số trạm hệ số tương quan vẫn còn thấp chưa phù hợp với xu thế biến đổi giữa 2 trạm như: Cô Tô, Sơn Trà, Vũng Tàu có nhiều nguyên nhân của sự khác biệt này như phương pháp quan trắc hay sự sụt lún địa chất cũng gây ảnh hưởng đến mối tương quan giữa 2 chuỗi số liệu. Tuy nhiên, nếu tính trung bình cho tất cả các trạm thì không có sự khác biệt đáng kể về tốc độ biến đổi mực nước biển theo số liệu thực đo (4,5 mm/năm) và theo số liệu vệ tinh (3,5 mm/năm) [8].

Bảng 3. Tương quan giữa số liệu thực đo và số liệu vệ tinh.

TT	Trạm	Tốc độ dâng của trung bình chuẩn sai mực nước biển (cm/năm)		Hệ số tương quan giữa hai số liệu (R)
		Số liệu trạm	Số liệu vệ tinh	
1	Bãi Cháy	0,75 \pm 1,72	0,28 \pm 0,37	0,85
2	Cồn Cỏ	0,47 \pm 1,80	-0,70 \pm 0,79	0,73
3	Cồn Đảo	-0,52 \pm 0,30	0,12 \pm 0,16	0,65
4	Cô Tô	0,34 \pm 1,31	0,64 \pm 0,73	0,47
5	Cửa Ông	-1,47 \pm 0,08	0,22 \pm 0,32	0,80
6	Hòn Dấu	0,23 \pm 0,67	0,53 \pm 0,61	0,70
7	Phú Quốc	0,88 \pm 2,34	-0,15 \pm -0,06	0,81
8	Phú Quý	-0,53 \pm 0,34	-0,33 \pm 0,24	0,82
9	Sơn Trà	0,93 \pm 1,63	0,47 \pm 0,56	0,54
10	Vũng Tàu	-0,43 \pm 0,39	-0,4 \pm 0,30	0,60

3.3. Tần suất xuất hiện mực nước hiếm lớn nhất tại các trạm thực đo

Với kết quả thu được từ Bảng 4 nhận thấy việc tính toán tần suất xuất hiện theo chu kỳ năm là rất khó khăn khi việc tính toán phụ thuộc vào rất nhiều về sự đồng bộ của số liệu. Tuy nhiên, với những kết quả đạt được nhận thấy dao động mực nước ở các trạm theo tần suất hiếm là cao từ 134,5 đến 395,9 cm. Trong đó với tần suất hiếm P20% mực nước lớn nhất xuất hiện

là 312,5 cm tại trạm Vũng Tàu, tiếp đến P10% tần suất xuất hiện lớn nhất là 320,1 cm tiếp theo với P5% thì mực nước lớn nhất xuất hiện là 345,3 cm và cùng với đó tương ứng với P2% và P1% cho kết quả lần lượt là 375,2 và 395,9 cm. So sánh về giá trị với kết quả tính toán của các nghiên cứu trước đây [3-4] thì mực nước theo các hồi kì tại các trạm hải văn trong nghiên cứu này cao hơn. Điều này là do chuỗi số liệu trong nghiên cứu này dài hơn và được cập nhật đến năm 2019.

Kết quả đạt được tại Bảng 4 vẫn còn một số hạn chế, nguyên nhân vẫn do từ nguồn số liệu không đủ dài và đồng bộ nên việc tính toán tần suất hiếm có thể đưa ra một kết quả vẫn còn có những hạn chế về mức độ chính xác.

Bảng 4. Tần suất xuất hiện mực nước hiếm tại 17 trạm Hải văn của Việt Nam.

Stt	Tên trạm	P20% 5(Năm)	P10% 10(Năm)	P5% 20(Năm)	P2% 50(Năm)	P1% 100(năm)	Giá trị trung bình (cm)	Hệ số phân tán CV	Hệ số thiên lệch CS
1	Bạch Long Vĩ	188,7	193,5	197,8	202,9	206,4	181,5	0,05	0,58
2	Bãi Cháy	259	266,6	273,8	282,9	289,6	250	0,05	1,23
3	Cửa Ông	288	295,2	300,4	305,7	308,9	269,4	0,08	-0,69
4	Cô Tô	254,2	262,4	269,8	278,9	285,4	243	0,06	0,82
5	Cồn Cỏ	149,5	160,1	170	182,4	191,6	136,5	0,13	1,13
6	Côn Đảo	293,8	296,2	298,2	300,4	301,8	288,9	0,02	-0,11
7	DK1	291,3	320,1	345,3	375,1	395,9	245,5	0,23	0,46
8	Hòn Dấu	244,1	250,7	256,2	262,6	266,9	232,6	0,06	0,19
9	Hòn Ngur	250,2	260,1	268,4	278	284,5	332,8	0,09	0,19
10	Phú Quý	249,1	252,2	254,7	257,6	259,4	242,	0,03	-0,09
11	Phú Quốc	155,1	167,8	180,2	196,4	208,5	141,7	0,14	1,58
12	Quy Nhơn	208,4	212,9	216,4	220,1	225,5	198,3	0,06	-0,39
13	Sơn Trà	260,9	270,9	279,6	290	297,2	245	0,08	0,46
14	Thổ Chu	143,5	150,6	157,2	165,4	171,4	134,5	0,09	1,04
15	Sầm Sơn	260,9	270,9	279,6	290	297,2	245	0,08	0,46
16	Trường sa	263,6	271,7	279,6	289,7	297,3	254,9	0,05	1,51
17	Vũng Tàu	312,5	315,2	317,4	319,9	321,6	307,4	0,02	-0,02
	MAX	312,5	320,1	345,3	375,1	395,9	332,8	0,23	1,58

4. Kết luận

Kết quả tính toán, phân tích, đánh giá xu thế biến đổi mực nước lớn nhất và trung bình tại 17 trạm Hải văn thực đo ven bờ của Việt Nam nhận thấy hầu hết các trạm có xu thế tăng. Tuy nhiên vẫn có một số trạm có xu hướng giảm điển hình như; Cô Tô, Hòn Ngur, Quy Nhơn với giá trị từ 2–4 mm/năm.

Đánh giá mối tương quan giữa trung bình chuẩn sai mực nước thực đo và vệ tinh nhận được kết quả cho thấy tương quan giữa 2 chuỗi số liệu là rất tốt. Nhưng bên cạnh đó vẫn còn một số trạm mối tương quan vẫn còn thấp như; Cồn Cỏ, Sơn Trà, Vũng Tàu.

Với kết quả tính toán, tần suất hiếm tại các trạm nhận thấy tại Vũng Tàu mực nước lớn nhất có thể xuất hiện với P20% là vào khoảng 312,5 cm. Tiếp đến với P10%, P5%, P2%, P1% thì mực nước tương ứng lần lượt là; 320,1, 345,3, 395,9 cm tại trạm DK1. Sau cùng với trường hợp giá trị trung bình lớn nhất của tần suất hiếm là 332,9 cm tại trạm Hòn Ngur.

Kết quả đạt được trong nghiên cứu vẫn còn một số hạn chế, nguyên nhân vẫn do từ nguồn số liệu không đủ dài và đồng bộ nên việc tính toán xu thế và mối tương quan cùng với tần suất hiếm có thể ảnh hưởng đến kết quả cuối cùng. Tuy nhiên, với những kết quả có được có ý nghĩa rất lớn trong việc tham khảo phân tích, tính toán phục vụ cho việc tính toán tuổi thọ các công trình ven biển.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: L.Q.H.; phân tích số liệu: T.V.M.; Viết bản thảo bài báo: L.Q.H., T.V.M.; Chỉnh sửa bài báo: L.Q.H., T.V.M.

Lời cam đoan: Bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không có sự trùng lặp hay sao chép từ những nghiên cứu trước đây.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ TNMT, Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, Nhà xuất bản Nông nghiệp, 2016.
2. Dat T. Pham. Spatiotemporal variations of extreme sea levels around the South China Sea: assessing the influence of tropical cyclones, monsoons and major climate modes. *Nat. Hazards* **2019**. Special Issue: Extreme Value Analysis and Application to Natural Hazards. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03596-2>.
3. Ưu, Đ.V. Đánh giá biến động mực nước biển cực trị do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu phục vụ chiến lược kinh tế biển. Báo cáo tổng kết đề tài KC-09.23/06-10, Hà Nội, 2010.
4. Thành, H.T.; Thành, H.T. Nghiên cứu đặc điểm biến thiên mực nước biển ven bờ Việt Nam, Luận án Tiến sĩ, Hà Nội, 2011.
5. IPCC. The Physical Science Basic, Fifth Assessment Report, 2013.
6. Khang, N.; Duy.; Bình, T.T.; Phụng, H.P. Khảo sát xu thế thay đổi mực nước biển vùng Nam Bộ sử dụng số liệu đo cao của vệ tinh. Hội thảo khoa học Công nghệ vũ trụ và ứng dụng, 2014, 1-6.
7. Sơn, N.T. Tính toán Thủy văn, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2003.
8. Hiền, N.X.; Thục, T.; Huy, L.Q. Nghiên cứu xu thế biến đổi mực nước biển khu vực biển Đông và vùng ven bờ Việt Nam từ số liệu vệ tinh. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, **2010**, 592, 9-16.
9. Huân, P.V.; Hoi, N.T. Dao động mực nước biển ven bờ Việt Nam, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2007**, 556, 30-37.
10. Thục, T. Cập nhật xu thế thay đổi của mực nước biển khu vực biển Việt Nam. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, **2015**, 657, 25-31.

Analysis of the trend of changes in extreme sea level along the coast of Viet Nam

Le Quoc Huy^{1*}, Tran Van My¹

¹ Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change; huylq2@gmail.com; tranvanmy88@gmail.com

Abstract: This study analyzes the variability of extreme sea-level trends along the coast of Viet Nam. We used observed data at 17 coastal hydrographic stations and satellite data extracted at the positions of the stations. The results show an increase of sea levels at most of the stations. However, there are some stations that show decreasing trends, such as Co To, Hon Ngu and Quy Nhon. Evaluation results between the mean standard deviations of the observations and the satellite data show a very high correlation except for Con Co, Son Tra, Vung Tau stations. The results for the rare frequency show that: at Vung Tau station, the extreme value at P20% is about 312.5cm. The highest sea level at DK1 station at P10%, P5%, P2%, P1% is 320.1cm, 345.3cm, 395.9cm, respectively. The maximum mean value of the rare frequency is 332.9cm at Hon Ngu station.

Keywords: Extreme sea level; Climate change.