

## **Fluctuations of wind and temperature fields in Ninh Thuan - Binh Thuan waters and its possible relationship with coral bleaching**

**Tran Van Chung<sup>\*</sup>, Ngo Manh Tien, Cao Van Nguyen**

*Institute of Oceanography, VAST, Vietnam*

\*E-mail: [tvanchung@gmail.com](mailto:tvanchung@gmail.com)

Received: 28 August 2020; Accepted: 26 October 2020

©2020 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

### **Abstract**

Temperature and wind on the sea surface are factors affecting the development of coral reefs in the seawaters. The research results show that the warming of sea water under the condition of weak wind field is considered a major threat to the bleaching of coral reefs in the sea areas of the Ninh Thuan - Binh Thuan provinces.

**Keywords:** NCEP CFRS, temperature, wind, seawater warming, coral bleaching.

## **Biến thiên trường nhiệt độ và gió ở vùng biển Ninh Thuận - Bình Thuận và quan hệ có thể với hiện tượng tẩy trắng san hô**

**Trần Văn Chung<sup>\*</sup>, Ngô Mạnh Tiến, Cao Văn Nguyên**

*Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam*

*\*E-mail: tvanchung@gmail.com*

Nhận bài: 28-8-2020; Chấp nhận đăng: 26-10-2020

### **Tóm tắt**

Nhiệt độ và gió trên bề mặt biển là những yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển của rạn san hô ở các vùng biển. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự ấm lên của nước biển trong điều kiện chế độ gió duy trì yếu, được đánh giá là mối đe dọa lớn đến hiện tượng tẩy trắng rạn san hô ở vùng biển các tỉnh Ninh Thuận - Bình Thuận.

**Từ khóa:** NCEP CFRS, nhiệt độ, chế độ gió, nước biển nóng lên, tẩy trắng san hô.

### **MỞ ĐẦU**

Sự phát triển của san hô bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường khác nhau [1–4], trong đó hiện tượng nóng lên của nước biển và axit hóa đại dương là hai mối đe dọa toàn cầu [5–9]. Sự nóng lên của nước biển gây ra sự tẩy trắng san hô do mất tảo cộng sinh [10] hoặc hạn chế sự phát triển san hô do nhiệt độ vượt quá mức tối ưu cần thiết [11–14]. Hiện tượng Axit hóa đại dương gây ra sự giảm độ bão hòa cacbonat trong nước biển [15–17], hạn chế sự vôi hóa các bộ khung san hô [17–19]. Dựa trên những phát hiện trên, dự báo trong tương lai sự phát triển của hệ sinh thái rạn san hô sẽ bị suy thoái nghiêm trọng hoặc thậm chí bị tuyệt chủng [5]. Tuy nhiên, lịch sử tăng trưởng của rạn san hô hiện nay chưa cho thấy xu thế giảm dần, mà thay vào đó xu thế trong dài hạn đều tăng đáng kể và có mối tương quan tích cực với xu thế biến đổi dài hạn của nhiệt độ mặt nước biển [20–24]. Từ quan điểm của xu thế dài hạn, sự phát triển của san hô đã bị ảnh hưởng chủ yếu bởi sự nóng lên của nước biển thay vì axit hóa và nhiệt độ nước biển tăng có thể thúc đẩy sự phát triển của san hô. Những nghiên cứu này đã xác định sự khác biệt theo thời gian trong sự

phát triển của san hô và phản ứng của nó đối với sự nóng lên của nước biển [9].

Trong năm 1998, 2010 và 2016 các hiện tượng tẩy trắng rạn san hô đã xảy ra tại nhiều địa điểm ở các vùng nước ven biển của Việt Nam. Điển hình là: hiện tượng rạn san hô Côn Đảo, đảo Phú Quốc suy thoái khá nghiêm trọng trong sự kiện tẩy trắng san hô toàn cầu năm 1998 [25, 26] và 2010 [27, 28]; tẩy trắng san hô ven biển Ninh Thuận vào năm 2010 [29, 30]. Trong tháng 4–5/2016, các rạn san hô là đối tượng bị ảnh hưởng mạnh nhất trong các hệ sinh thái biển, 100% các rạn san hô trong khu vực khảo sát đều có dấu hiệu bị tẩy trắng, nhóm san hô cành hầu hết bị chết hàng loạt. Điển hình là các khu vực rạn: Hòn Sơn Dương - Hà Tĩnh (tỷ lệ san hô chết khoảng 90%), Hòn Nôm - Quảng Bình và Hải Vân, Sơn Chà - Thừa Thiên-Huế (tỷ lệ san hô bị suy giảm là 66,7%). Đến giai đoạn tháng 6–7/2016, không còn xảy ra hiện tượng san hô bị tẩy trắng [31]. Cũng đã có các ghi nhận vào tháng 5–6 năm 2016 tại Hang Rái - Ninh Hải - Ninh Thuận có hiện tượng tẩy trắng san hô [32]. Tiếp nối nghiên cứu của Trần Văn Chung và nnk., (2018) [33], chúng tôi tiếp tục bổ sung thêm nghiên cứu

nhân tố gió vào nghiên cứu tình trạng tấy trắng san hô.

## TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### Tài liệu sử dụng chính

Trong báo cáo này, chúng tôi sử dụng nguồn số liệu khí tượng bao gồm: Số liệu về nhiệt độ không khí và số liệu về chế độ gió, được cập nhật từ cơ sở dữ liệu phân tích lại của mô hình dự báo khí hậu toàn cầu CFSR (Climate Forecast System Reanalysis), thuộc trung tâm dự báo môi trường NCEP (National Centers for Environmental Prediction). Nguồn này đã được hồi cố lịch sử và đồng bộ hóa theo không gian và thời gian khá tốt, đặc biệt với sự bổ sung mới phiên bản phân tích lại thứ hai CFSv2 của NCEP. Phạm vi thời gian của chuỗi dữ liệu được sử dụng theo 2 giai đoạn thời gian: Từ 1/1/1979–31/12/2010, với tần suất số liệu là 1 giờ/số liệu và với bước lưới phân giải xấp xỉ là  $0,3^\circ$  theo kinh độ và  $0,3^\circ$  theo vĩ độ; và giai đoạn từ 1/1/2011 đến nay (12/2019) là  $0,2^\circ$  theo kinh độ và  $0,2^\circ$  theo vĩ độ. NCEP CFSR bước đầu đã được hoàn thành trong giai đoạn 31 năm 1979–2009 [34]. Các tập tin trong tập dữ liệu này đang được nhóm theo tháng, vì vậy dữ liệu cho một tháng cụ thể không có sẵn mà sẽ thu được sau một vài ngày vào các tháng tiếp theo [35].

Kết quả dự báo hồi cố và dự báo theo thời gian của NCEP (CFSv2), thông qua chuỗi số liệu được cung cấp bởi NCEP CFSR với tần suất 1 giờ/số liệu với độ phân giải không gian theo phương ngang khoảng  $0,3^\circ$  độ cho chuỗi số liệu 01/01/1979–31/12/2010 và độ phân giải  $0,2^\circ$  độ cho khoảng thời gian từ 1/1/2011 đến 31/12/2019, sẽ giúp cho các nhà quản lý khi đưa ra các quyết định phù hợp trong các lĩnh vực như quản lý nước của các lưu vực sông, nông nghiệp, giao thông vận tải, năng lượng, khai thác nguồn năng lượng sạch (gió,...) và các nguồn năng lượng bền vững khác, cũng như dự báo tai biến thiên nhiên như dự báo mùa mưa, bão [35].

### Phương pháp nghiên cứu từ các nguồn cơ sở dữ liệu

Dựa trên cơ sở trích xuất nguồn dữ liệu nhiệt độ không khí và gió của CFSR NCEP về

vùng nghiên cứu trong giai đoạn 1/1/1979–31/12/2010 (CFSR) và giai đoạn 1/1/2011–31/12/2019 (CFSv2), chúng tôi đã kết hợp phân tích và đồng bộ lại với số liệu thu thập được từ trạm đo gió thực tế nhiều năm tại trạm Phú Quý và Phan Rang.

Sử dụng phương pháp tính toán thống kê khí hậu, nghiên cứu tính biến động trung bình trong toàn vùng biển Ninh Thuận - Bình Thuận thông qua phân tích phân tích các đặc trưng cực trị và thời điểm cụ thể xảy ra cực trị và trung bình của toàn quá trình.

Phân tích tổ hợp cho các đối tượng có cùng thuộc tính được nhóm lại (nhóm có tính giống nhau về hình thái và dạng thể hiện), sau đó xem xét các đặc trưng nghiên cứu được xét theo từng nhóm.

## KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### Khu vực nghiên cứu

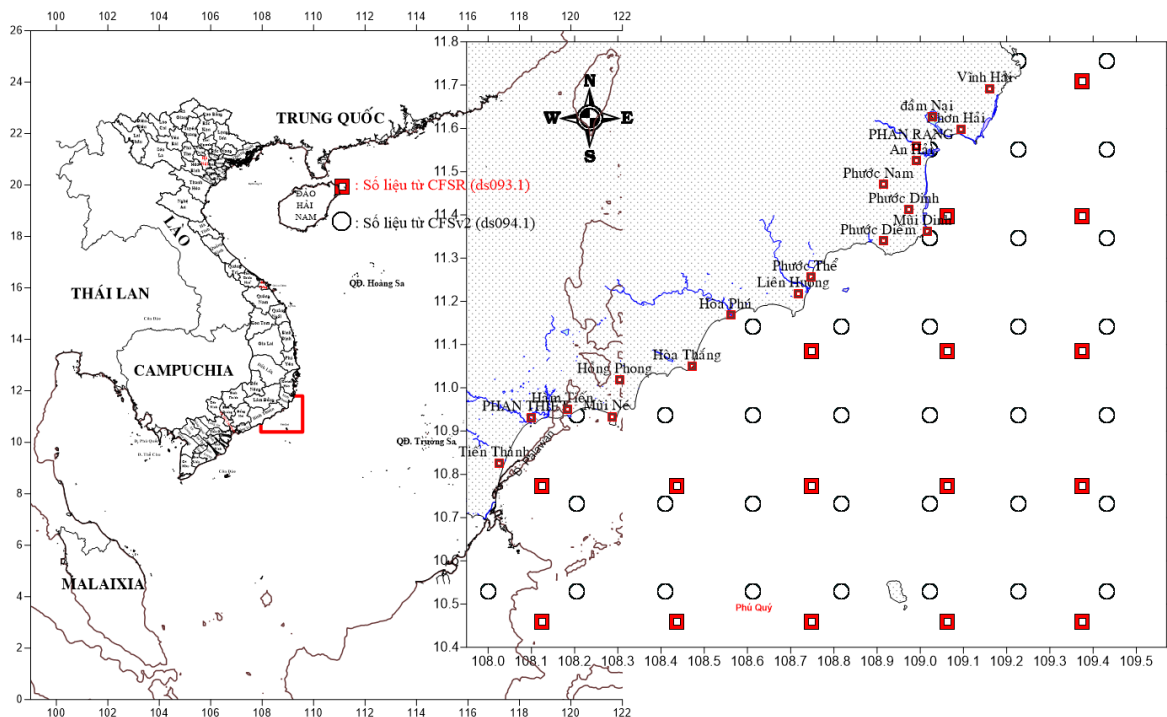
Khu vực nghiên cứu được chọn để phân tích các tiến trình nhiệt độ không khí và chế độ gió với phạm vi kinh độ từ  $107,95^\circ\text{E}$  đến  $109,57^\circ\text{E}$  và vĩ độ từ  $10,4^\circ\text{N}$  đến  $11,8^\circ\text{N}$  (hình 1 thể hiện khu vực nghiên cứu so với Biển Đông). Như đã trình bày ở phần phương pháp, các giá trị tại các điểm trong vùng tính được tính trung bình trên toàn vùng theo các biến trình trung bình tháng, trung bình mùa và trung bình năm từ các giá trị theo từng giờ với chuỗi số liệu từ giai đoạn 1979–2010 có độ phân giải lưới theo phương ngang  $\approx 0,3^\circ$  và giai đoạn từ 2011–2019 với độ phân giải lưới theo phương ngang  $\approx 0,2^\circ$ . Theo kết quả khảo sát vào tháng 7/2016, nhiệt độ không khí trung bình trên toàn vùng đạt khoảng  $28,8^\circ\text{C}$ , trong đó theo số liệu tính trung bình của NCEP CFSR trong thời điểm khảo sát đạt khoảng  $29,4^\circ\text{C}$ , chênh lệch giữa 2 chuỗi số liệu trong thời điểm này khoảng  $\pm 0,6^\circ\text{C}$ .

### Biến trình trường nhiệt độ và chế độ gió nhiều năm

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng ENSO có thể xảy ra theo các tháng, năm với kết quả thể hiện trong bảng 1 cho các năm bất thường, được cập nhật 22/7/2020, từ <https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/anal>

ysis\_monitoring/ensostuff/ONI. Từ các kết quả phân tích nhiệt độ trung bình năm, xét trên giai đoạn 18 năm từ năm 1993–2010 thì hiện tượng nhiệt độ trung bình năm đạt giá trị cao nhất là năm 2010. Một đặc điểm được ghi nhận từ các kết quả phân tích gió thì giai đoạn 2010, tốc độ gió yếu bất thường trong giai đoạn 18 năm phân tích. Nhưng xét từ giai đoạn 41 năm từ 1979 đến 2019 thì nhiệt độ (có 2 giá trị: cách mặt biển 2 m và tại bề mặt biển) có hai giai đoạn nhiệt độ trung bình năm cao bất thường so với các năm khác (hình 4) là những năm 1998, 2010 có nhiệt độ bề mặt biển trung bình năm vượt quá 29°C. Tính bất thường có 2 năm đạt giá trị nhiệt độ cao trong năm 1998 là giai đoạn chuyển tiếp từ El Niño rất mạnh sang giai đoạn La Niña vừa và năm 2010 là giai đoạn chuyển tiếp El Niño vừa sang La Niña vừa. Trên bảng 1, cho thấy năm 2016 có cơ chế khá giống như năm 1998 và 2010, nhưng nhiệt độ trung bình năm không có dấu hiệu bất thường rõ rệt như năm 1998, 2010. Quan sát, về biến trình tốc độ gió (hình 3), dễ thấy, đây là giai đoạn mà chế độ

gió trung bình năm yếu nhất trong 41 năm phân tích. Theo ghi nhận, năm 2016 đã xảy ra hiện tượng tẩy trắng. Với các thông tin ghi nhận này và từ kết quả phân tích, có thể nói chế độ gió cũng là một nhân tố khá quan trọng khi nghiên cứu đến hiện tượng tẩy trắng san hô. Trên hình 4, còn nhận thấy, sau khi xảy ra sự biến động bất thường năm 2010, từ 2012 trở đi khu vực nghiên cứu chuyển đổi trạng thái cân bằng theo giá trị nhiệt độ trung bình khác, với trung bình nhiều năm đã thay đổi so với các giai đoạn trước (có thể liên quan đến sự biến đổi khí hậu). Các tiến trình trung bình năm của nhiệt độ và tốc độ gió đã thể hiện khá rõ các vấn đề liên quan đến biến đổi khí hậu và bất thường khí hậu. Tuy nhiên, để thấy rõ về giá trị nhiệt độ và gió liên quan đến hiện tượng tẩy trắng, chúng tôi tiếp tục phân tích cơ chế nhiệt độ và chế độ gió theo trung bình tháng cho các năm bất thường, kết quả phân tích đã thể hiện khá rõ trên bảng 3, với sự xuất hiện của giá trị trung bình tháng 5 cho nhiệt độ ( $\geq 30^\circ\text{C}$ ) và tốc độ gió rất yếu ( $\leq 1 \text{ m/s}$ ).

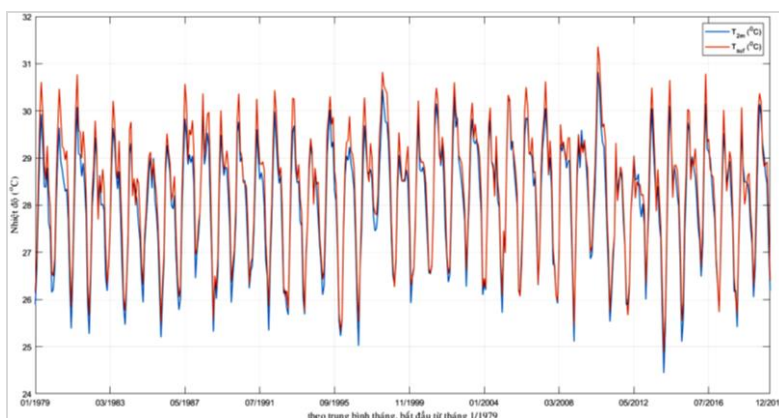


Hình 1. Sơ đồ các nguồn số liệu sử dụng trong vùng nghiên cứu

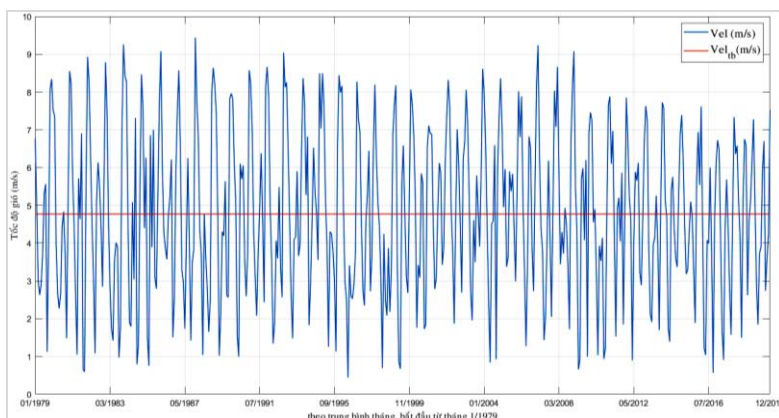
Bảng 1. Cường độ ENSO trong các năm điển hình thể hiện qua chỉ số ONI (Oceanic Niño Index) trung bình 3 tháng

Năm	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
	12-1-2	1-2-3	2-3-4	3-4-5	4-5-6	5-6-7	6-7-8	7-8-9	8-9-10	9-10-11	10-11-12	11-12-1
1997	-0,5	-0,4	-0,2	0,1	0,6	1,0	1,4	1,7	2	2,2	2,3	2,3
1998	2,1	1,8	1,4	1,0	0,5	-0,1	-0,7	-1	-1,2	-1,2	-1,3	-1,4
1999	-1,4	-1,2	-1	-0,9	-0,9	-1	-1	-1	-1,1	-1,2	-1,4	-1,6
2009	-0,7	-0,6	-0,4	-0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	1,1	1,3
2010	1,3	1,2	0,9	0,5	0	-0,4	-0,9	-1,2	-1,4	-1,5	-1,4	-1,4
2011	-1,3	-1	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,6	-0,8	-0,9	-1,0	-0,9
2014	-0,5	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	0	-0,1	0	0,1	0,4	0,5	0,6
2015	0,6	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	2,3
2016	2,5	2,2	1,7	1,0	0,5	0,0	-0,3	-0,6	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6
2017	-0,3	-0,1	0,1	0,3	0,4	0,4	0,2	-0,1	-0,4	-0,7	-0,9	-1,0
2018	-0,9	-0,8	-0,6	-0,4	-0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,7	0,9	0,8
2019	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3	0,5	0,5

Ghi chú: \*) El Niño: WE = El Niño yếu ( $0,5 \leq ONI < 1,0$ ), ME = El Niño vừa ( $1,0 \leq ONI < 1,5$ ), SE = El Niño mạnh ( $1,5 \leq ONI < 2,0$ ), VSE= El Niño rất mạnh ( $ONI \geq 2,0$ ); \*) La Niña: Chỉ số ONI thể hiện qua dấu âm “-“, với cường độ được tính tương tự như El Niño. Với ký hiệu WL = La Niña yếu, ML = La Niña vừa, SL= La Niña mạnh.



Hình 2. Biến trình nhiệt độ theo trung bình tháng ( $T_{2m}$ : Nhiệt độ không khí 2 m trên mặt biển,  $T_{surf}$ : Nhiệt độ bề mặt biển)



Hình 3. Biến trình gió theo trung bình tháng

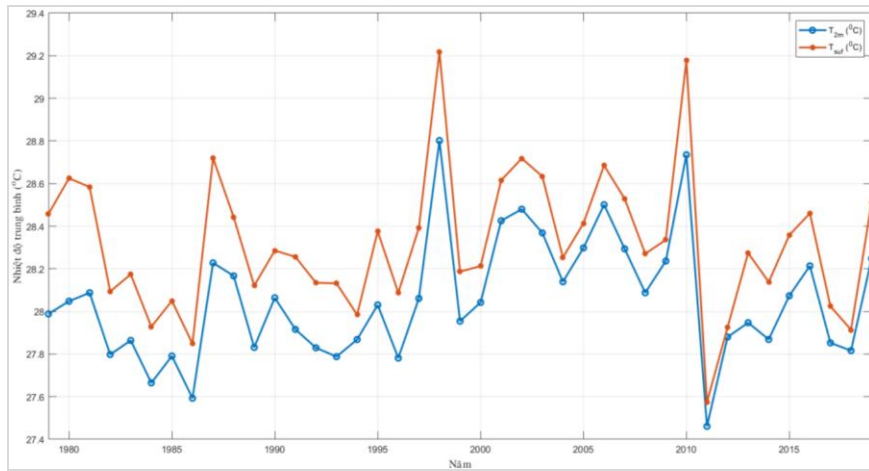
Bảng 2. Các giá trị cực trị của nhiệt độ và chế độ gió theo năm

Năm	Nhiệt độ không khí (°C)			Nhiệt độ bề mặt biển (°C)			Gió					
	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Trung bình	$v_{\max}$ (m/s)	$\alpha_{\max}$ (o)	$v_{\min}$ (m/s)	$\alpha_{\min}$ (o)	$v_{av}$ (m/s)	$\alpha_{av}$ (o)
1979	33,3	22,4	28,0	33,7	23,7	28,5	13,1	257,1	0,0	228,1	5,8	20,0
1980	33,0	23,2	28,1	33,9	24,1	28,6	12,7	28,1	0,1	49,9	5,4	23,8
1981	33,4	22,4	28,1	33,9	23,4	28,6	13,7	30,5	0,0	144,8	5,7	22,5
1982	34,1	22,0	27,8	34,5	23,3	28,1	13,1	26,3	0,0	323,6	5,8	23,2
1983	33,4	22,0	27,9	34,0	23,3	28,2	13,2	26,7	0,0	245,2	5,2	28,0
1984	32,8	22,1	27,7	33,4	23,4	27,9	13,6	35,6	0,0	89,0	5,7	22,9
1985	33,1	22,4	27,8	33,3	24,2	28,1	14,8	46,5	0,1	248,1	5,8	17,7
1986	34,5	21,6	27,6	34,0	23,3	27,9	14,9	26,4	0,0	284,3	5,8	16,3
1987	33,6	22,9	28,2	34,6	23,5	28,7	14,2	27,6	0,0	29,1	5,6	34,1
1988	33,7	21,8	28,2	34,7	23,2	28,4	14,0	27,9	0,1	136,0	5,6	30,2
1989	33,7	21,8	27,8	34,6	22,9	28,1	13,4	38,6	0,1	104,0	5,8	24,6
1990	33,8	23,6	28,1	34,9	23,9	28,3	14,1	38,9	0,0	103,1	6,0	7,2
1991	33,1	23,1	27,9	34,0	23,4	28,3	13,4	38,7	0,0	120,0	6,0	23,7
1992	33,8	21,9	27,8	34,4	23,1	28,1	14,9	39,6	0,1	197,2	5,6	24,6
1993	34,4	20,7	27,8	34,6	22,8	28,1	15,1	22,3	0,0	203,2	5,6	24,4
1994	33,7	22,9	27,9	33,8	23,5	28,0	11,9	36,9	0,1	264,8	6,0	11,8
1995	33,5	20,7	28,0	33,7	22,5	28,4	13,8	28,3	0,0	75,0	5,8	25,0
1996	33,3	21,3	27,8	33,7	22,7	28,1	13,5	29,3	0,0	144,2	5,5	26,3
1997	33,4	22,3	28,1	34,2	23,7	28,4	12,4	51,9	0,1	49,4	5,7	16,9
1998	34,5	22,2	28,8	34,4	24,6	29,2	13,2	57,2	0,0	177,1	5,1	32,8
1999	32,8	21,1	28,0	33,7	23,3	28,2	14,7	26,7	0,0	18,4	5,7	2,3
2000	33,4	23,5	28,0	34,4	24,4	28,2	13,5	35,9	0,1	63,1	5,7	5,4
2001	34,9	22,4	28,4	35,4	23,9	28,6	13,1	26,4	0,1	32,3	5,9	3,8
2002	34,3	23,5	28,5	34,2	23,8	28,7	12,6	273,0	0,0	12,6	6,0	16,0
2003	34,5	23,0	28,4	34,6	24,0	28,6	13,5	24,3	0,1	295,6	5,9	22,2
2004	33,2	22,3	28,1	34,3	23,2	28,3	13,1	28,6	0,1	35,1	6,1	25,3
2005	34,1	22,4	28,3	34,2	22,7	28,4	14,0	33,3	0,1	154,1	5,8	10,8
2006	33,6	23,6	28,5	34,6	24,3	28,7	13,6	37,2	0,1	247,1	5,9	12,7
2007	33,7	22,1	28,3	34,2	23,4	28,5	14,3	28,5	0,0	355,0	5,8	18,2
2008	33,3	23,2	28,1	34,0	23,7	28,3	13,4	25,5	0,0	103,3	5,9	16,6
2009	33,9	22,4	28,2	34,0	23,3	28,3	13,1	27,9	0,1	127,6	6,0	354,8
2010	34,4	24,1	28,7	35,1	25,1	29,2	13,3	22,8	0,1	292,1	4,9	38,6
2011	32,7	22,0	27,5	32,7	22,2	27,6	12,0	35,2	0,1	356,3	5,7	5,4
2012	32,4	23,0	27,9	32,8	23,3	27,9	11,4	34,4	0,1	101,9	5,2	347,7
2013	33,7	21,8	27,9	34,2	22,7	28,3	11,8	40,2	0,0	96,3	5,4	15,6
2014	33,8	20,3	27,9	34,4	21,2	28,2	12,4	38,4	0,0	290,3	5,1	17,0
2015	33,4	21,2	28,1	33,7	22,2	28,4	11,1	34,8	0,1	54,9	5,3	22,0
2016	34,5	20,9	28,2	35,4	22,5	28,5	13,4	34,0	0,1	279,4	4,9	11,6
2017	33,5	21,9	27,9	34,0	22,3	28,0	15,9	32,7	0,0	189,6	5,0	10,8
2018	33,4	20,2	27,8	34,4	21,4	27,9	11,7	37,5	0,1	207,0	5,5	18,3
2019	33,7	21,8	28,3	34,3	22,9	28,5	11,5	34,5	0,1	41,3	5,4	2,9

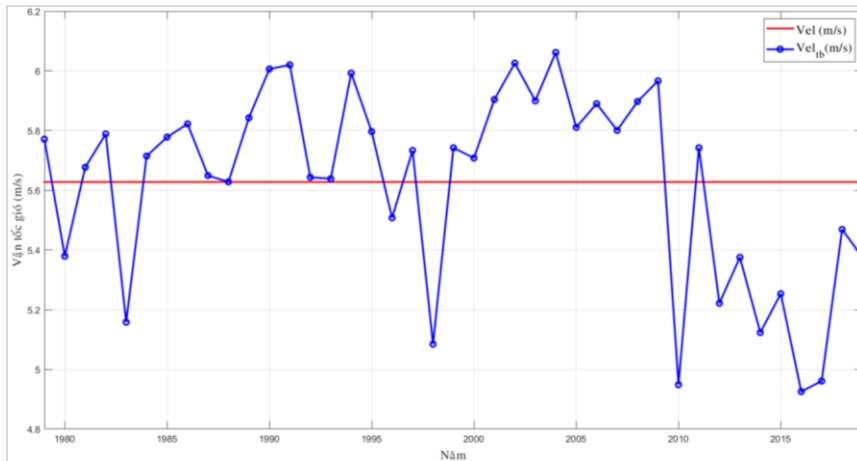
*Ghi chú:*  $v_{\max}$ : Tốc độ gió đạt lớn nhất trong năm;  $\alpha_{\max}$ : Hướng gió mà tốc độ gió đạt lớn nhất trong năm;  $v_{\min}$ : Tốc độ gió nhỏ nhất trong năm;  $\alpha_{\min}$ : Hướng gió mà tốc độ gió nhỏ nhất trong năm;  $v_{av}$ : Tốc độ gió trung bình trong năm;  $\alpha_{av}$ : Hướng gió trung bình trong năm.

Ngoài ra, để có cái nhìn định lượng hơn về nhiệt độ, chế độ gió tại khu vực nghiên cứu, chúng tôi đã phân tích các giá trị gió điển hình trong 41 năm cho trung bình tháng (hình 2 cho nhiệt độ, hình 3 cho tốc độ gió) và trung bình năm (hình 4 cho nhiệt độ và hình 5 cho tốc độ

gió). Để có định lượng được kết quả nghiên cứu, các nghiên cứu được thể hiện trên bảng 2 (cho trung bình năm) và bảng 3 (cho giá trị trung bình từng tháng) tương ứng các năm bất thường 1998, 2010 và 2016.



Hình 4. Biến trình nhiệt độ theo trung bình năm ( $T_{2m}$ : Nhiệt độ không khí 2 m trên mặt biển,  $T_{surf}$ : Nhiệt độ bề mặt biển)



Hình 5. Biến trình tốc độ gió theo trung bình năm

Bảng 3. Các giá trị của đặc trưng nhiệt độ và tốc độ gió theo từng tháng cho 3 năm dị thường

Tháng	Năm 1998			Năm 2010			Năm 2016		
	$T_{2m}$ (°C)	$T_{surf}$ (°C)	Vel (m/s)	$T_{2m}$ (°C)	$T_{surf}$ (°C)	Vel (m/s)	$T_{2m}$ (°C)	$T_{surf}$ (°C)	Vel (m/s)
1	27,5	27,8	6,3	27,0	27,1	7,2	27,2	27,4	5,5
2	27,9	28,2	5,1	27,7	28,0	4,6	26,5	26,7	7,6
3	28,9	29,5	4,5	28,3	28,8	4,9	27,2	27,5	4,3
4	29,5	30,0	3,1	29,5	29,9	3,2	29,1	29,4	1,2
5	30,5	30,8	0,7	30,8	31,4	1,0	30,2	30,8	1,0
6	30,1	30,5	4,2	30,5	31,0	3,9	29,2	29,3	4,1
7	29,8	30,4	2,5	29,7	30,3	3,5	29,1	29,4	4,0
8	29,8	30,4	2,1	29,3	29,7	4,1	29,0	28,8	6,0
9	29,3	29,7	3,9	29,2	29,7	0,9	28,5	28,6	3,7
10	28,6	29,0	2,2	28,5	29,4	1,2	28,1	28,6	0,6
11	27,3	27,6	3,3	27,5	27,8	4,8	27,7	28,0	4,6
12	26,5	26,7	6,9	26,7	27,0	7,7	26,8	26,9	6,1

Ghi chú:  $T_{2m}$ : Nhiệt độ không khí 2 m trên bề mặt biển;  $T_{surf}$ : Nhiệt độ bề mặt biển; Vel: Tốc độ gió trung bình tháng.

## KẾT LUẬN

Kết quả phân tích trường nhiệt độ, chế độ gió trung bình năm trong giai đoạn 41 năm từ 1/1979 đến 12/2019 thì nhiệt độ bề mặt biển có ba giai đoạn nhiệt độ trung bình năm toàn vùng nghiên cứu đạt giá trị cao so với năm điển hình 1998, 2010 và 1987. Tuy nhiên, nếu xét đồng thời trường nhiệt độ (bao gồm nhiệt độ gần bề mặt và nhiệt độ bề mặt biển) và biến đổi trường gió thì chỉ có 3 năm (1998, 2010 và 2016) có cơ chế ENSO tương đồng với năm chịu tác động đồng thời 2 giai đoạn đang suy tàn El Niño và phát triển La Niña, giá trị nhiệt độ trung bình tháng cao bất thường và tốc độ gió yếu bất thường so với trung bình 41 năm (đỉnh bất thường rơi vào tháng 5), khác biệt so với các năm còn lại. Với cơ chế ảnh hưởng của ENSO (nóng-lạnh) gây tăng bất thường nhiệt độ (trung bình năm nhiệt độ không khí  $> 29^{\circ}\text{C}$ ) và giảm bất thường tốc độ gió (trung bình năm  $< 5\text{ m/s}$ ) có thể là nguyên nhân dẫn đến hiện tượng tẩy trắng san hô vào năm 1998, 2010 và 2016. Theo kết quả phân tích trung bình tháng, nét tương đồng của 3 năm là đều vào tháng 5 khi nhiệt độ bề mặt nước  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  và tốc độ gió  $\leq 1\text{ m/s}$ . Đây có thể là tháng đỉnh điểm của hiện tượng tẩy trắng san hô.

Điều khá đặc biệt trong năm 2016, về cơ chế ENSO khá tương đồng với 1998, 2010, tuy nhiên nhiệt độ năm không cao đột biến như 2 năm 1998, 2010 nhưng tốc độ gió trong năm 2016 cũng khá yếu so với mức trung bình, điều này cũng là nguyên nhân gây ra sự tẩy trắng san hô trong năm 2016. Do đó, yếu tố gió cần phải được xem xét khi nghiên cứu đến hiện tượng tẩy trắng san hô hàng loạt. Đây chỉ là nhận định khách quan bước đầu trên nguồn số liệu phân tích, vấn đề nghiên cứu này cần phải được đánh giá đồng bộ của nhiều nguồn thông tin, cần sự trợ giúp của chuyên gia san hô để có thêm thông tin chính xác cho các nghiên cứu trong tương lai.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn đề tài độc lập cấp quốc gia “Nghiên cứu một số quá trình tương tác Biển - Khí quyển - Lục địa và biến động môi trường ở Biển Đông với bối cảnh biến đổi khí hậu trong khuôn khổ Chương trình IOC-WESTPAC”, mã số ĐTĐL.CN-28/17” và đề tài hợp đồng tỉnh Ninh

Thuận “Đánh giá hiện trạng, dự báo diễn biến đa dạng sinh học, chất lượng các thành phần môi trường tại tỉnh Ninh Thuận phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, trọng điểm là khu vực phía nam của tỉnh”, đã cung cấp một phần kinh phí cho nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Buddemeier, R. W., and Kinzie, R. A., 1976. Coral growth: Oceanography and Marine Biology Annual Review, 14, 183–225.
- [2] Kleypas, J. A., McManus, J. W., and Menez, L. A., 1999. Environmental limits to coral reef development: where do we draw the line?. *American Zoologist*, 39(1), 146–159. <https://doi.org/10.1093/icb/39.1.146>.
- [3] Lough, J. M., and Cooper, T. F., 2011. New insights from coral growth band studies in an era of rapid environmental change. *Earth-Science Reviews*, 108(3–4), 170–184. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2011.07.001>.
- [4] Nie, B. F., Chen, T. G., Liang, M. T., Zhong, J. L., and Yu, K. F., 1997. The relationship between reefs coral and environmental changes of Nansha islands and adjacent regions. *China Sci. Press, Beijing*, 101 p. (in Chinese).
- [5] Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P. J., Hooten, A. J., Steneck, R. S., Greenfield, P., Gomez, E., Harvell, C. D., Sale, P. F., Edwards, A. J., Caldeira, K., Knowlton, N., Eakin, C. M., Iglesias-Prieto, R., Muthiga, N., Bradbury, R. H., Dubi, A., and Hatziolos, M. E., 2007. Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*, 318(5857), 1737–1742. Doi: 10.1126/science.1152509.
- [6] Hughes, T. P., Baird, A. H., Bellwood, D. R., Card, M., Connolly, S. R., Folke, C., Grosberg, R., Hoegh-Guldberg, O., Jackson, J. B. C., Kleypas, J., Lough, J. M., Marshall, P., Palumbi, S. R., Pandolfi, J. M., Rosen, B., and Roughgarden, J., 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science*, 301(5635), 929–933. Doi: 10.1126/science.1085046.



- [7] Lough, J. M., and Cooper, T. F., 2011. New insights from coral growth band studies in an era of rapid environmental change. *Earth-Science Reviews*, 108(3–4), 170–184. <https://doi.org/10.1016/j.earsci.2011.07.001>.
- [8] Lough, J. M., and Cantin, N. E., 2014. Perspectives on massive coral growth rates in a changing ocean. *The Biological Bulletin*, 226(3), 187–202.
- [9] Yan, H., Shi, Q., Yu, K., Tao, S., Yang, H., Liu, Y., Zhang, H., and Zhao, M., 2019. Regional coral growth responses to seawater warming in the South China Sea. *Science of the Total Environment*, 670, 595–605. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.135>.
- [10] Hoegh-Guldberg, O., 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine and Freshwater Research*, 50(8), 839–866. <https://doi.org/10.1071/MF99078>.
- [11] Cantin, N. E., Cohen, A. L., Karnauskas, K. B., Tarrant, A. M., and McCorkle, D. C., 2010. Ocean warming slows coral growth in the central Red Sea. *Science*, 329(5989), 322–325. Doi: 10.1126/science.1190182.
- [12] Carricart-Ganivet, J. P., Cabanillas-Teran, N., Cruz-Ortega, I., and Blanchon, P., 2012. Sensitivity of calcification to thermal stress varies among genera of massive reef-building corals. *Plos one*, 7(3), e32859. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032859>.
- [13] Tanzil, J. T. I., Brown, B. E., Tudhope, A. W., and Dunne, R. P., 2009. Decline in skeletal growth of the coral *Porites lutea* from the Andaman Sea, South Thailand between 1984 and 2005. *Coral reefs*, 28(2), 519–528. Doi: 10.1007/s00338-008-0457-5.
- [14] Tanzil, J. T., Brown, B. E., Dunne, R. P., Lee, J. N., Kaandorp, J. A., and Todd, P. A., 2013. Regional decline in growth rates of massive *Porites* corals in Southeast Asia. *Global Change Biology*, 19(10), 3011–3023. <https://doi.org/10.1111/gcb.12279>.
- [15] Caldeira, K., and Wickett, M. E., 2003. Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature*, 425(6956), 365–365. <https://doi.org/10.1038/425365a>.
- [16] Feely, R. A., Sabine, C. L., Lee, K., Berelson, W., Kleypas, J., Fabry, V. J., and Millero, F. J., 2004. Impact of anthropogenic CO<sub>2</sub> on the CaCO<sub>3</sub> system in the oceans. *Science*, 305(5682), 362–366. Doi: 10.1126/science.1097329.
- [17] Kleypas, J. A., Buddemeier, R. R., Archer, D., Gattuso, J. P., and Opdyke, B. N., 1999. Geochemical consequences of increased atmospheric CO<sub>2</sub> on corals and coral reefs. *Science*, 284(118–120).
- [18] Doney, S. C., Fabry, V. J., Feely, R. A., and Kleypas, J. A., 2009. Ocean Acidification: The Other CO<sub>2</sub> Problem. *Annu. Rev. Mar. Sci.*, 1, 169–92. Doi: 10.1146/annurev.marine.010908.163834.
- [19] Gattuso, J. P., Frankignoulle, M., Bourge, I., Romaine, S., and Buddemeier, R. W., 1998. Effect of calcium carbonate saturation of seawater on coral calcification. *Global and Planetary Change*, 18(1–2), 37–46. [https://doi.org/10.1016/S0921-8181\(98\)00035-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8181(98)00035-6).
- [20] Bessat, F., and Buigues, D., 2001. Two centuries of variation in coral growth in a massive *Porites* colony from Moorea (French Polynesia): a response of ocean-atmosphere variability from south central Pacific. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175(1–4), 381–392. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(01\)00381-9](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(01)00381-9).
- [21] Lough, J. M., and Barnes, D. J., 1997. Several centuries of variation in skeletal extension, density and calcification in massive *Porites* colonies from the Great Barrier Reef: a proxy for seawater temperature and a background of variability against which to identify unnatural change. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 211(1), 29–67. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(96\)02710-4](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(96)02710-4).
- [22] Nie, B. F., Chen, T. G., Liang, M. T., Wang, Y. Q., Zhong, J. L., and Zhu, Y. Z., 1996. Relationship between the growth

- rate of coral reef and sea surface temperature in northern South China Sea over the past 100 years. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 26, 59–66.
- [23] Nie, B., Chen, T., and Peng, Z., 1999. Reconstruction of sea surface temperature series in the last 220 years by use of reef corals in Xisha waters, South China Sea. *Chinese Science Bulletin*, 44(22), 2094–2098. <https://doi.org/10.1007/BF02884929>.
- [24] Cooper, T. F., O’Leary, R. A., and Lough, J. M., 2012. Growth of Western Australian corals in the Anthropocene. *Science*, 335(6068), 593–596. Doi: 10.1126/science.1214570.
- [25] Tuan, V. S., 2002. The corals at Con Dao archipelago (South Vietnam): Before, during and after the bleaching event in 1998. In *Proceedings of the Ninth International Coral Reef Symposium, Bali, 23–27 October 2000*, (Vol. 2, pp. 895–899).
- [26] Vo Si Tuan, Ben, H. X., Long, N. V., Hoang, P. K., 2005. Status of coral reefs in Southeast Asia countries: 6. Vietnam. In: Status of Coral Reefs in East Asian Seas Region: 2004 (Editor: Winkinson). *Ministry of Environment, Japan*, pp. 95–112.
- [27] Vo Si Tuan, 2011. Changes of coral reef biodiversity in Nha Trang Bay reefs and management solutions. *Collection of National Conference on Marine Science and Technology. V. Subcommittee on Biology and Marine Biology*, pp. 29–39 (in Vietnamese).
- [28] Vo Si Tuan 2013. Negative changes of coral reefs due to the natural catastrophes recorded recently in South Vietnam. *Collection of Marine Research Works*, 19, 182–189 (in Vietnamese).
- [29] Nguyen Van Long and Vo Si Tuan, 2010. Status of coral reefs in Vietnam following the 2010 coral bleaching event. In: Kimura T, Tun K (eds) Status of Coral Reefs in East Asian Seas Region: 2010. *Ministry of the Environment, Japan*, pp. 29–49
- [30] Vo, S. T., DeVantier, L., Tuyen, H. T., and Hoang, P. K., 2014. Ninh Hai waters (south Vietnam): a hotspot of reef corals in the western South China Sea. *Raffles Bulletin of Zoology*, 62, 513–520.
- [31] Ministry of Natural Resources and Environment of the Socialist Republic of Vietnam, 2016. Report on the current state of the national environment for the period 2011–2015. *Vietnam Publishing House of Natural Resources, Environment and Cartography*, ISBN: 978-604-952-409-7, 280 p. (in Vietnamese).
- [32] Pham Thi Mien, Nguyen Kim Hanh, Nguyen Minh Hieu, Phan Minh Thu, Hoang Trung Du, Vo Hai Thi, Nguyen Trinh Duc Hieu, Le Tran Dung, Nguyen Huu Huan, 2019. A study on bacteria associated with three hard coral species from Ninh Thuan waters by epifluorescence and most diluted culture method. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 19(2), 271–283. <https://doi.org/10.15625/1859-3097/19/2/10814>.
- [33] Tran Van Chung, Nguyen Huu Huan, Bui Hong Long, Nguyen Truong Thanh Hoi, Phan Thanh Bac, 2018. Anomaly variations of temperature fields and its relationship with ENSO phenomenon in Ninh Thuan - Binh Thuan waters. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 18(1), 79–87. <https://doi.org/10.15625/1859-3097/18/1/8765>.
- [34] Saha, S., Nadiga, S., Thiaw, C., Wang, J., Wang, W., Zhang, Q., Van den Dool, H. M., Pan, H.-L., Moorthi, S., Behringer, D., Stokes, D., Peña, M., Lord, S., White, G., Ebisuzaki, W., Peng, P., Xie, P., (2006). The NCEP climate forecast system. *Journal of Climate*, 19(15), 3483–3517. <https://doi.org/10.1175/JCLI3812.1>.
- [35] Saha, S., Moorthi, S., Wu, X., Wang, J., Nadiga, S., Tripp, P., ... and Ek, M., 2014. The NCEP climate forecast system version 2. *Journal of Climate*, 27(6), 2185–2208. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00823.1>.