

PHÂN TÍCH SỰ BIẾN ĐỘNG CỦA NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT BIỂN VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA ENSO Ở KHU VỰC VEN BIỂN NAM TRUNG BỘ

Lê Quốc Huy, Nguyễn Xuân Hiến, Trần Thực, Phạm Tiến Đạt
Viện Khoa học Khí Tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Tóm tắt: Phương pháp EEMD (Ensemble Empirical Mode Decomposition) được áp dụng để phân tích biến động của nhiệt độ bề mặt nước biển (SST) khu vực ven biển Nam Trung Bộ theo số liệu quan trắc tại các trạm hải văn. Kết quả cho thấy, SST khu vực ven biển Nam Trung Bộ thể hiện rõ chu kỳ dao động 3 tháng, 12 tháng đến nhiều năm nhưng không thể hiện dao động 6 tháng. Trong đó thành phần dao động 12 tháng chiếm ưu thế lớn nhất, kể đến là chu kỳ 3 tháng và chu kỳ tựa 2 năm. Bên cạnh đó, hiện tượng dao động Nam (ENSO) và El Nino Modoki đều có ảnh hưởng đến SST tại khu vực trong quy mô dao động tựa 2 năm (QBO). Trong những năm ENSO hoạt động mạnh, hệ số tương quan giữa ENSO và SST là -0,36 đến -0,54 (giai đoạn 1992-2001), và từ -0,45 đến -0,72 (giai đoạn 2006-2014). Ảnh hưởng của hiện tượng El Nino Modoki cũng thể hiện rõ trong giai đoạn 2006-2014, tương quan giữa thành phần dao động tựa 2 năm của chỉ số El Nino Modoki và SST tại các trạm đạt từ 0,5 đến 0,75.

Từ khóa: Phương pháp EEMD, SST, ENSO, El Nino Modoki.

1. Giới thiệu chung

Vùng biển ven bờ Nam Trung Bộ có những đặc trưng khí tượng, thủy văn biển liên quan chặt chẽ với các đặc trưng khí hậu khu vực và toàn cầu như hệ thống gió mùa Đông Nam Á là sự tương tác giữa gió mùa Ấn Độ và Đông Á [8] và hiện tượng ENSO. Bên cạnh đó, các đặc trưng khí tượng, thủy văn biển tại đây còn thể hiện rõ nét sự tương tác giữa khí quyển - đại dương - lục địa [6]. Các đặc trưng điển hình về khí tượng thủy văn biển tại khu vực có thể kể đến bao gồm: i) Sự tăng cường dòng chảy ven bờ nằm trong hệ thống dòng chảy biên phía Tây do gió mùa hay sự xâm nhập của khối nước Tây Thái Bình Dương qua eo Luzon; ii) Sự xâm nhập của lưỡi nước lạnh ven bờ từ phía Bắc xuống phía Nam trong mùa gió Đông Bắc; iii) Sự xuất hiện và lan truyền sang phía Đông của lưỡi nước lạnh do tác động của dòng gió xiết ở khu vực Nam Trung Bộ trong mùa gió Tây Nam; iv) và Hoạt động của hiện tượng nước trời trong gió mùa Tây Nam là kết quả của sự tương tác giữa gió và đường bờ [13].

Đã có một số nghiên cứu về sự biến động

theo không gian và thời gian của các yếu tố khí tượng thủy văn biển tại khu vực Biển Đông. Chu P.C và nnk (1997) nhận định có 4 kiểu cấu trúc phân bố SST trong 4 giai đoạn của gió mùa. Trong đó, giai đoạn từ mùa xuân sang mùa hè (tháng 3 - 5) tồn tại dị thường ấm tại khu vực phía Bắc Biển Đông (112-119°30'E và 15-19°30'N) và giai đoạn chuyển tiếp từ mùa thu sang mùa đông, tồn tại một dị thường lạnh trong tháng 11 tại khu vực ngoài khơi Nam Trung Bộ (108°-115°E và 13°-20°N) [3]. Đinh Văn Ưu và nnk (2005) cho rằng, có sự tương quan chặt chẽ giữa SST ở bồn nước ấm Biển Đông và bồn nước ấm ở Tây Thái Bình Dương. Bên cạnh đó, SST Biển Đông chịu ảnh hưởng rõ rệt của dao động ENSO, đặc biệt trong thời kỳ El Nino hoạt động mạnh với sự xuất hiện các cực đại của giá trị dị thường SST trong cả mùa đông và mùa hè năm 1998 [5]. Trong một nghiên cứu khác, Zheng (2007) cho rằng, sự xâm nhập của khối nước từ bồn ấm Tây Thái Bình Dương vào Biển Đông không diễn ra trong các năm El Nino nhưng lại diễn ra mạnh mẽ trong các năm La Nina [14]. Li và nnk (2007)-Chun-Yi Lin (2011) lại cho rằng, không có sự tương

quan đáng kể giữa chỉ số dao động Nam (SOI) và SST Biển Đông. SST tại khu vực Biển Đông trong mùa hè nhạy cảm với các năm El Nino mạnh và không có thay đổi rõ nét trong những năm thường [4, 9]. Tuy nhiên, trong các nghiên cứu này chưa làm rõ được sự tương quan giữa ENSO và SST theo các quy mô thời gian khác nhau, đặc biệt là các dao động chu kỳ dài, quy mô mùa đến nhiều năm (tần số thấp) tại khu vực Biển Đông nói chung cũng như khu vực Nam Trung Bộ nói riêng.

Về bản chất, các chuỗi số liệu khí tượng thủy văn biển bao gồm nhiều dao động có tần số và biên độ khác nhau biến đổi theo thời gian. Do đó, việc tách (hay lọc) các dao động tần số thấp từ chuỗi số liệu ban đầu cần xét tới tính chất không tuyến tính (non-linear) và không tĩnh (non-stationary) của chuỗi số liệu [10]. Một số phương pháp lọc phổ biến như: Phân tích phổ, phân tích wavelet, trung bình trượt hay bộ lọc Butterworth,... đều không tính tới cả hai hoặc chỉ xem xét một trong hai yếu tố trên [10]. EEMD (Ensemble Empirical Mode Decomposition) là một phương pháp mới và hữu ích trong việc tách và phân tích chuỗi số liệu theo thời gian thành các chuỗi dao động thành phần với các tần số và biên độ khác nhau [12]. Các dao động này được phân tích dựa trên chính đặc tính của chuỗi số liệu quan trắc mà không phụ thuộc vào ý muốn chủ quan của người sử dụng [12]. Do vậy, bài báo này sử dụng phương pháp EEMD phân tách các dao động thành phần theo các quy mô thời gian khác nhau nhằm làm rõ hơn sự biến động của nhiệt độ bề mặt nước biển (SST) khu vực ven biển Nam Trung Bộ và nhận định sự tương quan giữa ENSO và El Nino Modoki với SST tại khu vực biển Nam Trung Bộ.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp

Phương pháp EEMD được cải tiến từ phương pháp EMD dựa trên biến đổi Hilbert-Huang [7, 11].

Giả sử từ một chuỗi số liệu theo thời gian

$X(t)$, EMD - thông qua quá trình lọc sifting process, sẽ tách $X(t)$ thành các hàm dạng bản chất có tần số và biên độ riêng Intrinsic Mode Function (IMF- hay còn gọi là mode):

$$X(t) = \sum_{i=1}^n IMF_i + r \quad (1)$$

Trong đó, IMF_i là các thành phần dao động với tần số từ cao tới thấp, r là phần còn lại của chuỗi số liệu sau khi tách (được xem là xu thế biến đổi của chuỗi số liệu $X(t)$), n là số lượng các thành phần IMF. Số lượng các IMF phụ thuộc vào số giá trị quan trắc của chuỗi số liệu.

Để áp dụng được EMD trong phân tích tín hiệu, số liệu đầu vào phải đáp ứng ba điều kiện sau:

i) Tín hiệu phải có ít nhất 2 cực trị, gồm: 1 cực đại và 1 cực tiểu; ii) Các quy mô thời gian hay chu kỳ có thể được xác định bằng khoảng thời gian giữa hai điểm cực trị; iii) Nếu dữ liệu không có cực trị, chỉ có điểm uốn được ghi lại thì cực trị được xác định bằng cách lấy đạo hàm.

Các bước thực hiện của thuật toán sàng lọc EMD như sau:

1) Xác định tất cả các cực trị, nối các điểm cực đại bằng một đường bao trên và các điểm cực tiểu bằng một đường bao dưới. Tính giá trị trung bình của các đường bao trên và đường bao dưới được một đường trung bình $m_1(t)$.

2) Trừ số liệu gốc cho đường $m_1(t)$ ta được thành phần thứ nhất của quá trình sàng lọc $h_1(t)$:

$$h_1(t) = X(t) - m_1(t) \quad (2)$$

3) Xem $h_1(t)$ như là một chuỗi số liệu mới, bước 1 và bước 2 được lặp đi lặp lại:

$$h_2(t) = h_1(t) - m_2(t)$$

...

$$h_k(t) = h_{k-1}(t) - m_k(t)$$

Quá trình lặp chỉ dừng lại khi tiêu chí hội tụ dạng Cauchy của Huang và nnk (1998) được thỏa mãn [1]:

$$SD_k = \frac{\sum_{T=0}^T |h_{k-1}(t) - h_k(t)|^2}{\sum_{i=1}^n h_{k-1}^2(t)} \quad (3)$$

Trong đó, nếu SD_k nhỏ hơn một giá trị cho trước (thường trong khoảng 0,2-0,3) thì quá trình sàng lọc dừng lại, vì IMF được tách đã mang đầy đủ ý nghĩa vật lý. Thành phần dao động có tần số lớn nhất $c_1(t)$ sẽ được gán là theo $h_k(t)$

$$c_1(t) = h_k(t) \quad (4)$$

4) Sau khi thành phần IMF có tần số cao nhất được chiết xuất $c_1(t)$, thì phần còn lại của số liệu được xác định:

$$r_1(t) = X(t) - c_1(t) \quad (5)$$

5) Phần dư r_1 tiếp tục được sử dụng để chiết xuất các thành phần IMF có tần số thấp hơn. Khi phần dư r_i trở thành một hàm đơn điệu hoặc không có thành phần IMF nào được chiết xuất thêm thì quá trình phân tách số liệu dừng lại. Cuối cùng chuỗi số liệu được phân tách thành dạng (1).

Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, do sự gián đoạn của tín hiệu (từ chuỗi số liệu) mà sẽ xảy ra hiện tượng “lẫn” tần số (hay *mode mixing*). Tức là có hơn một tần số tồn tại trong một hàm IMF hoặc một tần số có mặt trong hai hàm IMF khác nhau. Điều này sẽ dẫn tới sự sai lệch về kết quả và bản chất vật lý của từng IMF nhận được.

Phương pháp EEMD được Wu và Huang (2009) cải tiến dựa trên EMD nhằm khắc phục các tồn tại của phương pháp EMD. Theo đó, chuỗi số liệu gốc được cộng thêm thành phần nhiễu trắng (nhiều Gaussian) với biên độ hữu hạn và tiến hành quá trình tách các hàm IMF theo phương pháp EMD dựa trên chuỗi số liệu mới. Các hàm IMF nhận được từ EEMD đã giảm đáng kể hiện tượng lẫn tần số [12]. Thông thường, biên độ của nhiễu trắng bằng 0,2-0,4 lần độ lệch chuẩn của chuỗi số liệu gốc và số lần lặp của quá trình lọc thường khoảng vài trăm lần.

Các bước thực hiện của phương pháp EEMD như sau:

1) Bổ sung chuỗi nhiễu trắng vào số liệu gốc.
2) Phân tách số liệu cùng với các nhiễu trắng thành các IMF (theo phương pháp EMD).

3) Lặp lại các bước 1 và 2 nhiều lần cho đến khi các đường bao trên và dưới đối xứng qua trục “0” (mỗi một lần lặp lại thì một nhiễu trắng khác được bổ sung vào số liệu).

4) Kết quả đạt được IMF cuối cùng là trung bình của các IMF của mỗi lần lặp lại.

Để xác định chu kỳ trung bình của mỗi IMF, công thức sau được đề xuất [11]:

$$AC_k = n/Peaks_k$$

Trong đó, AC_k là chu kỳ trung bình của thành phần IMF thứ k , n là độ dài hoặc cỡ mẫu của chuỗi số liệu gốc; $Peak_{sk}$ là số đỉnh cực trị địa phương của thành phần IMF thứ k .

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các chu kỳ dao động đến đặc trưng chung của số liệu, giá trị tỷ lệ đóng góp phương sai (variance contribution rate-VCR) của từng thành phần IMF được sử dụng [2]:

$$VCR_i = \frac{\text{var}(c_i(t))}{\sum_{i=1}^n \text{var}(c_i(t)) + \text{var}(r_n(t))} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó, $\text{var}(c_i(t))$ và $\text{var}(r_n(t))$ là các phương sai của các thành phần chu kỳ dao động IMF và phương sai của thành phần xu thế cuối cùng tương ứng.

2.2. Số liệu

Nhiệt độ bề mặt biển được quan trắc tại các trạm hải văn ven biển Nam Trung Bộ từ năm 1959 tại trạm Quy Nhơn nhưng do chiến tranh, trạm Quy Nhơn tạm ngừng quan trắc từ năm 1965 và quan trắc ổn định trở lại từ năm 1986. Sau năm 1975, nhiều trạm hải văn lần lượt được xây dựng để bổ sung vào hệ thống các trạm quan trắc mực nước như Vũng Tàu, Sơn Trà (1978), Phú Quý (1979). Sau khi phân tích và đánh giá chất lượng chuỗi số liệu như thời gian quan trắc, sự liên tục của chuỗi số liệu, số liệu của 4 trạm hải văn Sơn Trà, Quy Nhơn, Phú Quý, Vũng Tàu được sử dụng trong nghiên cứu (Bảng 1).

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

TT	Tên trạm	Tọa độ		Thời gian quan trắc
		Kinh độ	Vĩ độ	
1	Sơn Trà	108,20	16,12	1980-2015
2	Quy Nhơn	109,22	13,75	1976-2015
3	Phú Quý	108,56	10,31	1986-2015
4	Vũng Tàu	107,07	10,33	1978-2015

Chỉ số SOI là một chỉ số tiêu chuẩn hóa dựa trên sự khác biệt áp suất mực nước biển quan trắc được giữa Tahiti và Darwin, Australia từ năm 1882 đến nay. SOI là một thước đo của sự biến động quy mô lớn ở áp suất không khí xảy ra giữa Tây và Đông Thái Bình Dương (tức là trạng thái của Southern Oscillation) trong các kỳ El Nino và La Nina. Số liệu SOI bao gồm các dị thường áp suất mực nước biển và các dữ liệu đã được chuẩn hóa. Giai đoạn cơ sở để chuẩn hóa số liệu cho Tahiti và Darwin là 1951-1980. Số liệu SOI sử dụng trong nghiên cứu này là trung bình tháng [16].

Chỉ số El Nino Modoki (EMI) [1] được sử dụng để xác định thời điểm xảy ra El Nino Modoki với công thức:

$$EMI = [SSTA]A - 0,5*[SSTA]B - 0,5*[SSTA]C$$

Trong đó, SSTA được tính trung bình cho từng khu vực: Khu vực A: 165E-140W, 10S-10N; khu vực B: 110W-70W, 15S-5N; khu vực C: 125E-145E, 10S-20N. Số liệu EMI được sử dụng là trung bình tháng [17].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân tích các dao động thành phần từ chuỗi số liệu SST thực đo

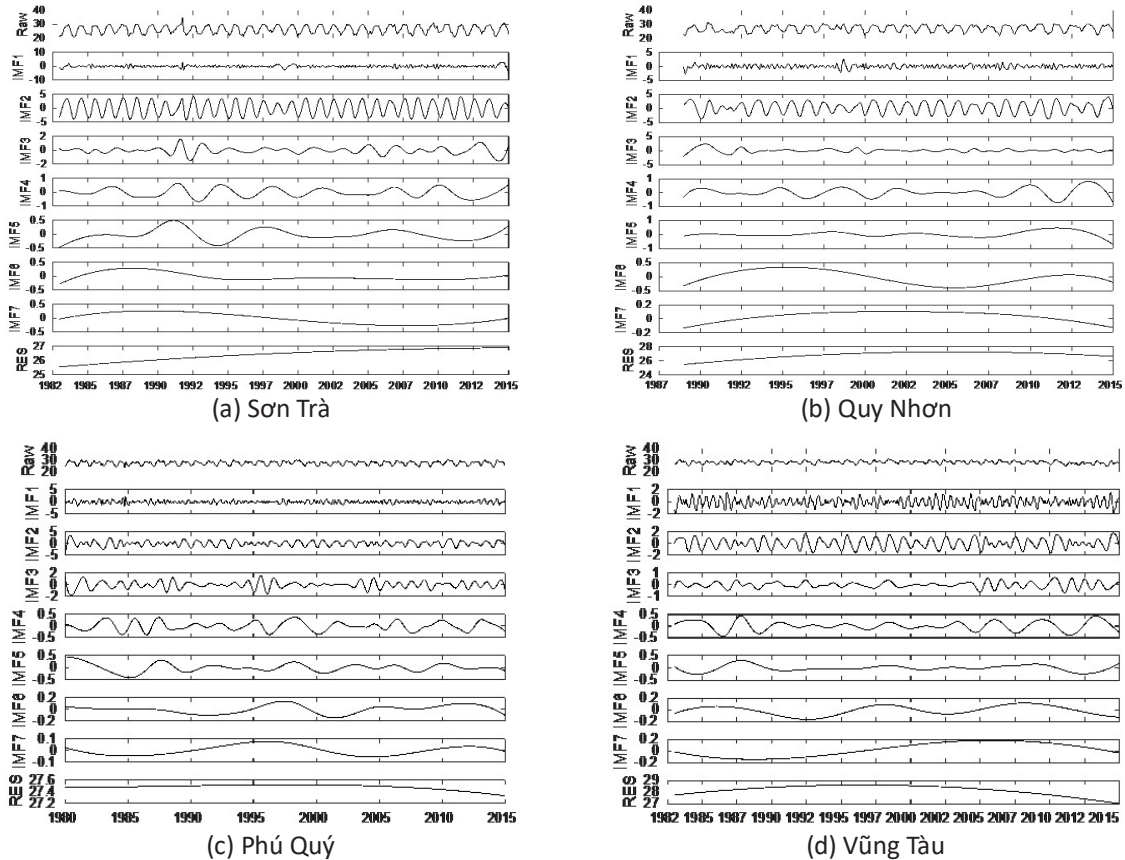
Phương pháp EEMD được áp dụng để phân tách chuỗi số liệu với 400 bước lặp lại, biên độ của nhiễu bằng 0,2 lần độ lệch chuẩn của số liệu gốc. Kết quả cho thấy, tất cả các trạm hải văn khu vực ven biển Nam Trung Bộ đều thể hiện 8 chu kỳ dao động thành phần (IMF) với tần số từ cao đến thấp (Bảng 2, Hình 1).

Bảng 2. Chu kỳ dao động (tháng) của các thành phần IMF theo số liệu SST thực đo

Trạm	IMF1	IMF2	IMF3	IMF4	IMF5	IMF6	IMF7	IMF8
Sơn Trà	3,0	11,3	19,2	38,4	64,0	96,0	128	Xu thế
Quy Nhơn	3,2	10,4	13,6	28,4	44,6	78,0	104	Xu thế
Phú Quý	3,4	8,80	12,0	28,1	38,3	70,2	105	Xu thế
Vũng Tàu	4,2	9,40	12,0	29,5	48,0	76,8	128	Xu thế

Thành phần IMF1 đại diện cho dao động chu kỳ mùa (3-4 tháng); các thành phần IMF2 và IMF3 là các dao động chu kỳ năm (từ 9-13 tháng); thành phần IMF4 là dao động tựa 2 năm (QBO) (chu kỳ 28-29 tháng); thành phần IMF5 là dao động tựa ENSO (chu kỳ 3-4 năm); thành phần IMF6 là dao động có chu kỳ 5-6 năm; thành phần IMF7 là dao động có liên quan đến chu kỳ hoạt động của mặt trời có chu kỳ 8 năm tại trạm Quy Nhơn, Phú Quý và 11 năm tại Sơn Trà, Vũng Tàu; thành phần IMF8

là phần còn lại của số liệu sau khi đã phân tách tất cả các thành phần dao động và được xem là thành phần thể hiện xu thế của số liệu. Các trạm Quy Nhơn, Phú Quý, Vũng Tàu có sự tương đồng về chu kỳ dao động của các thành phần từ IMF1 đến IMF6. Riêng trạm Sơn Trà có sự khác biệt từ thành phần IMF3 đến IMF6 khi các thành phần có chu kỳ dao động dài hơn các thành phần tương ứng ở các trạm khác. Kết quả không thể hiện dao động chu kỳ nửa năm (chu kỳ 6 tháng).



Hình 1. Các thành phần IMF từ phân tách EEMD của SST trung bình tháng tại các trạm

Dựa vào tỷ lệ đóng góp vào phương sai chung hay mức độ chiếm ưu thế ảnh hưởng trong số liệu của thành phần IMF trong Bảng 3 có thể thấy, thành phần IMF2 chiếm ưu thế lớn nhất, kế đến là thành phần IMF1, và IMF3

có tỷ lệ đóng góp đáng kể. Đóng góp của các thành phần IMF1 và IMF2 thay đổi theo không gian, đóng góp của thành phần IMF1 tăng từ Bắc xuống Nam, đóng góp của thành phần IMF2 giảm từ Bắc xuống Nam (Bảng 3).

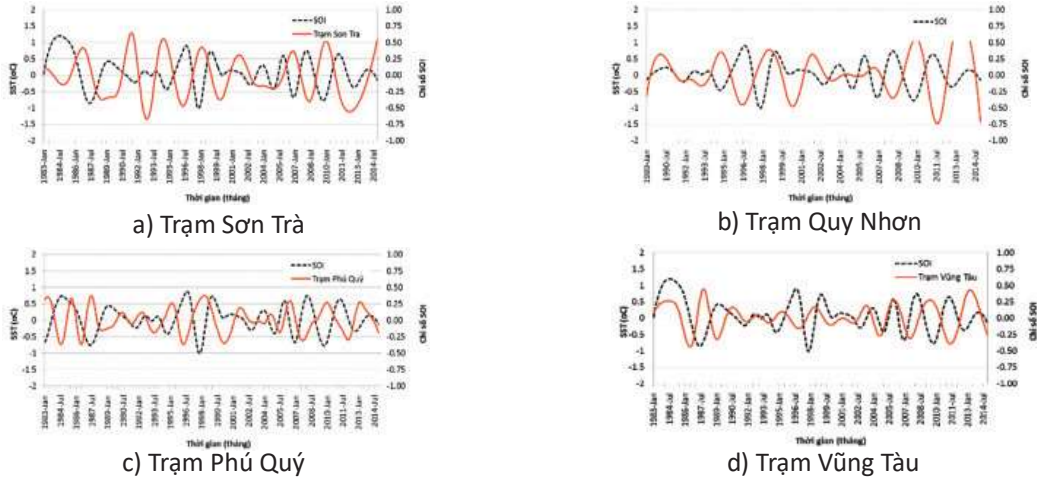
Bảng 3. Tỷ lệ đóng góp vào phương sai chung của các thành phần dao động IMF (%)

Trạm	IMF1	IMF2	IMF3	IMF4	IMF5	IMF6	IMF7	IMF8
Sơn Trà	6,86	88,5	1,96	0,84	0,28	0,11	0,06	1,43
Quy Nhơn	9,34	74,9	7,53	2,34	0,52	0,80	0,05	4,55
Phú Quý	20,2	61,3	15,0	1,67	1,24	0,31	0,12	0,18
Vũng Tàu	31,0	46,0	4,87	2,39	1,14	0,59	0,97	12,9

3.2. Ảnh hưởng của ENSO đến SST

Ảnh hưởng của ENSO đến SST được đánh giá thông qua tương quan giữa số liệu SST tại trạm và số liệu chỉ số SOI. Số liệu SOI theo tháng cũng được phân tách thành các thành phần dao động bằng phương pháp EEMD, tương tự như đối với số liệu SST. Độ dài chuỗi số liệu SOI được trích xuất tương ứng với độ dài chuỗi số

liệu tại mỗi trạm. Kết quả cho thấy, thành phần IMF4 (dao động QBO) của SOI và của SST có tương quan nghịch và hệ số tương quan khá cao vào những năm ENSO hoạt động mạnh. Hệ số tương quan giảm từ các trạm phía Bắc xuống phía Nam cho thấy ảnh hưởng của ENSO đến các trạm phía Bắc (Sơn Trà, Quy Nhơn) là rõ rệt hơn so với các trạm phía Nam (Phú Quý, Vũng Tàu) (Hình 2, Bảng 4).



Hình 2. Thành phần dao động IMF4 của SOI và SST tại các trạm

Bảng 4. Hệ số tương quan giữa thành phần IMF4 của SST và SOI tại các trạm

Trạm	Giai đoạn 1992-2001	Giai đoạn 2006-2015
Sơn Trà	-0,54	-0,72
Quy Nhơn	-0,44	-0,57
Phú Quý	-0,54	-0,5
Vũng Tàu	-0,36	-0,45

3.3. Ảnh hưởng của El Nino Modoki đến SST

El Nino Modoki cũng là hiện tượng dao động tương tác khí quyển - đại dương ở khu vực xích đạo Thái Bình Dương. Tuy nhiên, hiện tượng này có sự khác biệt với El Nino thông thường. El Nino thường được đặc trưng bởi sự ấm lên dị thường mạnh ở vùng biển bờ Đông xích đạo Thái Bình Dương, trong khi đó El Nino Modoki được đặc trưng bởi sự ấm lên dị thường ở trung tâm và hai khu vực lạnh đi ở bờ Đông và Tây Thái Bình Dương [1].

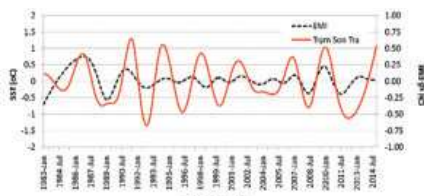
Để đánh giá ảnh hưởng của El Nino Modoki đến SST, chỉ số thể hiện hoạt động của dao động El Nino Modoki là El Nino Modoki Index (EMI) được sử dụng. Tương tự như chỉ số SOI, phương pháp EEMD được sử dụng để phân tách chỉ số EMI thành các thành phần dao động theo các quy mô thời gian khác nhau. Kết quả cho thấy, thành phần IMF4 (dao động QBO) của EMI có tương quan dương với thành phần IMF4 của SST trong những năm có chỉ số EMI tương đối lớn. Trong giai đoạn gần đây (2006-2015), El Nino Modoki có ảnh hưởng

đáng kể đến SST ở vùng ven bờ biển khu vực nghiên cứu (Hình 3). Hệ số tương quan dương giữa IMF4 của chỉ số EMI và SST là khá cao, lần lượt là: Sơn Trà (0,72), Quy Nhơn (0,75), Phú Quý (0,67) và Vũng Tàu (0,5). Có thể thấy, cũng tương tự như ENSO, El Nino Modoki ảnh hưởng đến các trạm hải văn ở phía Bắc (Sơn Trà, Quy Nhơn) mạnh hơn các trạm ở phía Nam (Phú Quý, Vũng Tàu) của khu vực nghiên cứu. Kết quả này khẳng định thêm rằng, hoạt động của El Nino Modoki ngày càng gia tăng và ảnh hưởng đáng kể đến khí hậu toàn cầu.

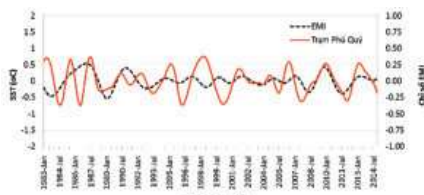
4. Kết luận

EEMD là phương pháp phân tích thống kê hiện đại và là công cụ mạnh trong phân tích số liệu mang tính phi tuyến và không dừng. Phương pháp EEMD rất hữu dụng trong việc nghiên cứu phân tích số liệu khí tượng thủy văn biển.

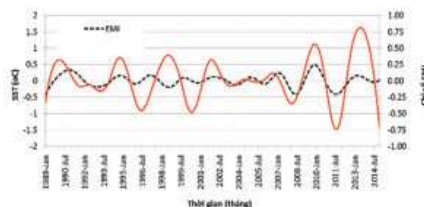
Với EEMD, chuỗi số liệu SST tại các trạm hải văn khu vực ven biển Nam Trung Bộ thể hiện rõ các dao động quy mô khác nhau từ 3 tháng đến nhiều năm. Trong đó, thành phần



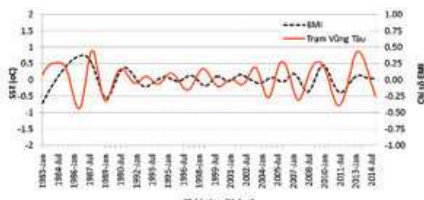
a) Trạm Sơn Trà



c) Trạm Phú Quý



b) Trạm Quy Nhơn



d) Trạm Vũng Tàu

Hình 3. Thành phần dao động IMF4 của EMI và SST tại các trạm

dao động 12 tháng chiếm ưu thế nhất, kể đến là chu kỳ 3 tháng và chu kỳ tựa 2 năm. Đặc biệt, chuỗi số liệu SST tại các trạm không thể hiện dao động nửa năm (6 tháng), đây là một vấn đề đáng chú ý và cần làm sáng tỏ trong các nghiên cứu tiếp.

Trong những năm ENSO hoạt động mạnh, ENSO ảnh hưởng đáng kể đến SST tại các trạm hải văn ven bờ miền Trung. Tương tự như vậy,

hiện tượng El Nino Modoki cũng ảnh hưởng đáng kể đến SST tại khu vực, đặc biệt trong giai đoạn gần đây, từ 2006-2015.

Nghiên cứu này mới chỉ đánh giá với chuỗi số liệu thực đo SST tại các trạm. Trong các nghiên cứu tiếp theo số liệu SST tái phân tích cần được sử dụng để có thể đánh giá chi tiết hơn sự biến động SST theo không gian trong vùng biển nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

1. Ashok, K., S. K. Behera, S. A. Rao, H. Weng, and T. Yamagata (2007), *El Niño Modoki and its possible teleconnection*, J. Geophys. Res., 112, C11007, doi:10.1029/2006JC003798.
2. Bin Guo, Zhongsheng Chen, Jinyun Guo, Feng Liu, Chuanfa Chen and Kangli Liu (2016), *Analysis of the Nonlinear Trends and Non-Stationary Oscillations of Regional Precipitation in Xinjiang, Northwestern China, Using Ensemble Empirical Mode Decomposition*, Int. J. Environ. Res. Public Health 2016, 13, 345; doi:10.3390/ijerph13030345.
3. Chu, P.C., Y.C. Chen, and S.H. Lu (1998), *Temporal and spatial variabilities of the South China Sea surface temperature anomaly*, Journal of geophysical research, Vol 102, No C9, pages 20937-20955, September 15, 1997.
4. Chun-Yi Lin, Chung-Ru Ho, Quanan Zheng, Shih-Jen Huang, Nan-Jung Kuo (2011), *Variability of sea surface temperature and warm pool area in the South China Sea and its relationship to the western Pacific warm pool*, J Oceanogr (2011) 67:719-724. DOI 10.1007/s10872-011-0072-x.
5. Đinh Văn Ưu và nnk (2005), *Biến động mùa và nhiều năm của trường nhiệt độ nước mặt biển và sự hoạt động của bão tại khu vực Biển Đông*, Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia, XXI, 3PT, 127-136, 2005.
6. Đinh Văn Ưu và nnk (2015), *Một số đặc điểm biến động phân bố của các trường khí tượng - hải văn cơ bản tại các thủy vực ven bờ từ Đà Nẵng đến Nha Trang*, Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia, tập 31, số 1S (2015), 127-136.

7. Huang, N. E., Z. Shen, S. R. Long, M. C. Wu, H. H. Shih, Q. Zheng, N.-C. Yen, C. C. Tung, and H. H. Liu (1998), *The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and nonstationary time series analysis*, Proc. R. Soc. London, Ser. A, 454, 903-993.
8. Lau KM, Wu HT, Yang S (1998), *Hydrologic processes associated with the first transition of the Asian summer monsoon: A pilot satellite study*, Bull Am Meteorol Soc 79(9):1871-1882.
9. Li N, Shang SP, Shang SL, Zhang CY (2007), *On the consistency in variations of the South China Sea warm pool as revealed by three sea surface temperature datasets*, Remote Sens Environ 109:118-125.
10. N. E. Huang and Z. Wu (2008), *A review on Hilbert-Huang transform: Method and its applications to geophysical studies*, *Reviews of Geophysics*, vol. 46, no. 2, Article ID RG2006.
11. Wu Z, Huang NE (2004), *A study of the characteristics of white noise using the empirical mode decomposition method*. Proceedings Royal Soc London, Series A 2004, 460:1597-1611.
12. Wu, Z., and N. E. Huang (2009), *Ensemble empirical mode decomposition: A noise-assisted data analysis method*, Adv. Adapt. Data Anal., 1, 1-41.
13. Xie S-P, Xie Q, Wang D, Liu WT (2003), *Summer upwelling in the South China Sea and its role in regional climate variations*, J Geophys Res 108(C8):3261
14. Zheng ZW, Ho CR, Kuo NJ (2007), *The mechanism of weakening of west Luzon eddy during La Niña years*, Geophys Res Lett 34:L11604. doi:10.1029/2007GL030058
15. <https://github.com/leeneil/eemd-matlab>.
16. <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/soi>.
17. <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/ioid/DATA/emi.monthly.txt>.

ANALYSIS OF THE VARIATION IN SEA SURFACE TEMPERATURES AND THE INFLUENCE OF ENSO IN THE COASTAL REGION OF THE SOUTH CENTRAL OF VIET NAM

Le Quoc Huy, Nguyen Xuan Hien, Tran Thuc, Pham Tien Dat

Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Abstract: *The EEMD methods (Empirical Mode Decomposition Ensemble) was applied to analyze the variation in sea surface temperature (SST) in the coastal region of the South Central of Viet Nam based on observed data at sea water level gauging stations. It was found that SST in the study area have oscillation cycles of 3 months, 12 months to years, but not the oscillation cycle of 6 months. In which, the 12 months' oscillation cycle is predominant, followed by cycles of 3 months and quasi 2-years cycles (QBO). Besides, the Southern Oscillation (ENSO) and El Niño Modoki also have effects on SST in the quasi 2-years oscillations. In the years of ENSO activity, the correlation coefficient between ENSO and SST is -0.36 to -0.54 (period 1992-2001), and from -0.45 to -0.72 (period 2006-2014). The influence of El Niño Modoki is also apparent in the period 2006-2014, the correlation between the component of quasi 2-years fluctuation of El Niño Modoki index and SST at the stations reach values of 0.5 to 0.75.*

Keywords: *EEMD method, SST, ENSO, El Nino Modoki.*