

NGHIÊN CỨU CÁC ĐẶC TRƯNG BIẾN ĐỘNG CỦA TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT VÙNG BIỂN NAM TRUNG BỘ GIAI ĐOẠN 2002-2018

Vũ Hải Đăng¹, Nguyễn Minh Huân², Nguyễn Bá Thủy³, Đỗ Ngọc Thực¹

Tóm tắt: Các đặc trưng biến động của trường nhiệt độ bề mặt vùng biển Nam Trung Bộ đã được phân tích thống kê dựa trên chuỗi số liệu nhiệt độ bề mặt biển (SST) hàng ngày toàn cầu độ phân giải cao phiên bản 4.1 (MUR-JPL-L4-GLOB-v4.1) từ tháng 6 năm 2002 đến tháng 5 năm 2018 do Trung tâm Lưu trữ Phân phối Hải dương học vật lý (PO.DAAC) thuộc Phòng thí nghiệm Sức đẩy Phản lực (JPL) của NASA cung cấp. Các kết quả cho thấy phân bố không gian của trường SST trung bình vùng biển Nam Trung Bộ thay đổi đáng kể theo mùa, cao vào mùa hè và thấp vào mùa đông, chênh lệch trung bình mùa cực đại lên đến 5 °C. Đặc điểm nổi bật là sự tồn tại của lưỡi nước lạnh dưới 25°C ăn sâu xuống phía nam dọc theo bờ biển miền Trung trong mùa đông do ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc và vùng nước mát có nhiệt độ nhỏ hơn 28°C ngoài khơi bờ biển Ninh Thuận trong mùa hè là hệ quả của hiện tượng nước trôi do gió mùa Tây Nam. Biến động mùa của trường SST thay đổi khá lớn theo từng năm. Phân bố không gian của xu thế biến động SST trung bình năm vùng biển Nam Trung Bộ dao động trong khoảng từ 0,0 đến hơn 0,6°C/10 năm trong giai đoạn 2002-2018, gần như toàn vùng thể hiện xu thế tăng mạnh, trừ khu vực biển ven bờ có xu thế tăng nhẹ. Vùng có xu thế tăng của SST lớn nhất là vùng phía ngoài kinh tuyến 110, cực đại lên đến hơn 0,6 °C/10 năm. Tuy nhiên, xu thế biến động SST thể hiện sự khác nhau rõ rệt theo mùa. Xu thế tăng là chủ đạo trên toàn vùng biển, mức độ tăng cực đại xuất hiện trong mùa thu và mùa hè, mùa đông và mùa xuân có xu thế tăng thấp hơn. Xu thế giảm chỉ xuất hiện ở vùng ven bờ trong mùa xuân, hè và đông. Đặc biệt trong mùa xuân, vùng biển ven bờ từ Quảng Ngãi đến Phú Yên có xu thế giảm mạnh, tốc độ giảm lớn nhất đạt khoảng hơn -0,4°C/10 năm.

Từ khóa: Nhiệt độ bề mặt biển, Biến động mùa và năm nhiều năm, Số liệu vệ tinh, Nam Trung Bộ.

Ban Biên tập nhận bài: 11/12/2019 Ngày phản biện xong: 12/12/2019 Ngày đăng bài: 20/12/2019

1. Mở đầu

Theo báo cáo đánh giá lần thứ năm của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi khí hậu [1], SST trung bình toàn cầu đã tăng kể cả từ đầu thế kỷ 20 và những năm 1950. SST trung bình của Ấn Độ Dương, Đại Tây Dương và Thái Bình Dương đã tăng lần lượt 0,65°C, 0,41°C và 0,31°C trong giai đoạn 1950-2009. Các nghiên cứu độc lập sử dụng riêng dữ liệu vệ tinh cũng đã xác định được xu thế tăng của SST trung bình toàn cầu giai đoạn gần đây. Mặc dù chuỗi số liệu này tương đối ngắn so với dữ liệu đo đạc thực địa, tuy nhiên bộ dữ liệu vệ tinh có lợi thế là chúng có thể cung

cấp vùng phủ gần như toàn cầu, cho phép xác định xu thế toàn cầu. Lawrence và nnk [2] đã so sánh các xu thế SST toàn cầu được xác định từ 16 năm của dữ liệu tái phân tích AVHRR và 8 năm dữ liệu ATSR. Họ đã tìm thấy xu hướng tăng nhất quán 0,09 và 0,13°C/10 năm từ dữ liệu AVHRR và ATSR, tương ứng. Tính nhất quán giữa các bộ dữ liệu độc lập này chỉ ra rằng các xu thế này thể hiện cho sự nóng lên thực sự của bề mặt đại dương. Gần đây nhất, Susana M. Barbosa và Ole B. Andersen [3] đã phân tích bộ dữ liệu Nội suy tối ưu phiên bản 2 của NOAA (OI.v2) (cả dữ liệu thực địa và vệ tinh), từ 1982

¹Viện Địa chất và Địa vật lý biển - VAST

²Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học - HUS

³Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia

Email: vuhaidang@hotmail.com

đến 2006. Họ đã chỉ ra rằng sự thay đổi theo thời gian của SST trung bình toàn cầu được đặc trưng bởi một xu hướng ngày càng tăng (ước tính $0,12^{\circ}\text{C}/10$ năm) và các đỉnh trùng khớp với các thời kỳ El Niño mạnh, đặc biệt như 1982-1983, 1986-1987 và 1997-1998.

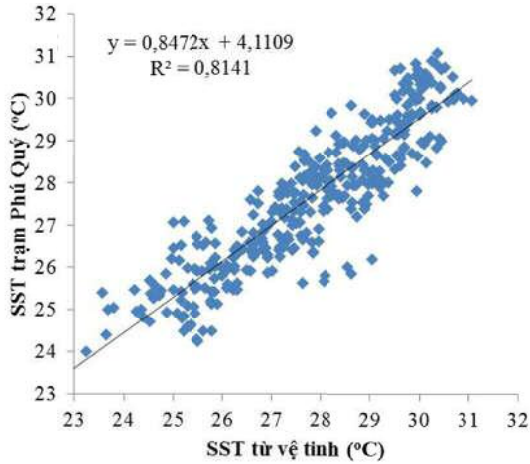
Tuy nhiên, xu thế tăng của SST quy mô vùng thể hiện sự khác biệt về biên độ. Tại biển Địa Trung Hải, dựa trên cơ sở dữ liệu vệ tinh từ năm 1985 đến 2006, Nykjaer [4] cho thấy SST đã ấm lên đáng kể khoảng $0,3$ và $0,5^{\circ}\text{C}/10$ năm ở các tiểu lưu vực phía tây và phía đông Địa Trung Hải, tương ứng, rõ rệt nhất trong tháng sáu. Mohamed Shaltout và Anders Omstedt [5] phân tích SST Địa Trung Hải trong giai đoạn gần đây (1982-2012) bằng dữ liệu SST hàng ngày (AVHRR). Những dữ liệu này cho thấy sự nóng lên đáng kể từ $0,24^{\circ}\text{C}/10$ năm về phía tây của Eo biển Gibraltar tới $0,51^{\circ}\text{C}/10$ năm trên Biển Đen. Các nghiên cứu khác cũng chỉ ra rằng xu hướng ấm lên khá mạnh ở Biển Đen. Ginzburg và nnk [6] đã ghi nhận sự nóng lên đáng kể của SST ($0,9^{\circ}\text{C}/10$ năm) trong giai đoạn 1980 - 2000, sử dụng dữ liệu SST vệ tinh vào ban đêm. Abdulla Sakalli và Nuri Başusta [7] đã phát hiện mức tăng $0,64^{\circ}\text{C}/10$ năm giai đoạn từ 1982-2015, với biến động hàng tháng lớn nhất trong SST là vào cuối mùa hè và mùa thu. Ở Biển Đông, Fang và cs [8] cho rằng trong giai đoạn từ năm 1993 và 2003, nhiệt độ mặt nước biển có xu thế tuyến tính tăng mạnh. Sử dụng bộ dữ liệu nhiệt độ bề mặt biển và băng tạo bởi Trung tâm Hadley (HadISST) cho giai đoạn 1950-2008, Young-Gyu Park và Ara Choi [9] chỉ ra rằng xu thế dài hạn của cả SST mùa đông và mùa hè đều tăng, nhưng kiểu ấm lên và nguyên nhân gây ra là khác nhau. Sự nóng lên mạnh mẽ vào mùa đông xảy ra ở khu vực trung tâm và vào mùa hè ở khu vực phía Nam của Biển Đông.

Riêng vùng biển Nam Trung Bộ, Đinh Văn Ưu và cs [10] và Phạm Văn Huân và Phạm

Hoàng Lâm [11] cũng đã cho thấy tính biến động khá mạnh giữa các năm của trường nhiệt độ tầng mặt dựa trên việc phân tích chuỗi số liệu chỉ vài năm. Phạm Văn Huân và Phạm Hoàng Lâm [11] đã chỉ ra sự biến thiên giữa các năm của trường nhiệt phụ thuộc vào sự tăng cường hay suy yếu của hai quá trình lớn trong vùng biển: sự xâm nhập của dòng chảy lạnh mùa đông từ phía Đông Bắc biển Đông xuống phía Tây Nam tới vùng nghiên cứu và sự xuất hiện nước trời ven bờ Trung Bộ và Nam Trung Bộ Việt Nam trong gió mùa Tây Nam. Tuy nhiên, do chỉ sử dụng chuỗi số liệu khá ngắn nên các nghiên cứu này chưa cho thấy những đặc điểm biến động trong dài hạn của trường nhiệt độ tầng mặt, đặc biệt trong xu thế biến động chung của nhiệt độ bề mặt biển toàn cầu.

2. Nguồn số liệu và phương pháp sử dụng

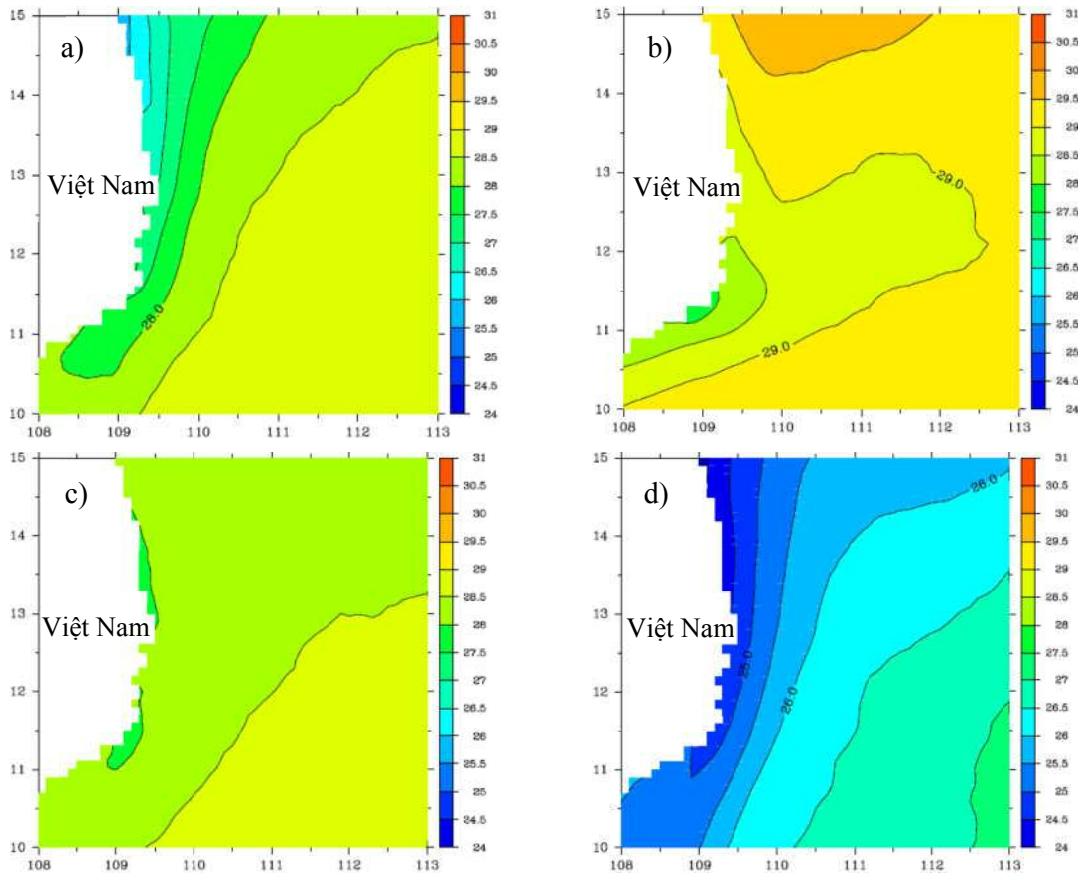
Dựa vào bộ số liệu SST hàng ngày toàn cầu độ phân giải cao ($0,01$ độ x $0,01$ độ) phiên bản 4.1 (MUR-JPL-L4-GLOB-v4.1) từ tháng 6 năm 2002 đến tháng 5 năm 2018 do Trung tâm Lưu trữ Phân phối Hải dương học vật lý (PO.DAAC) thuộc Phòng thí nghiệm Sức đẩy Phản lực (JPL) của NASA cung cấp, chúng tôi đã tính toán các đặc trưng thống kê của trường SST trung bình tháng, mùa và năm cho từng điểm lưới. Trong đó, mùa xuân là từ tháng 3 đến tháng 5, mùa hè (mùa gió Tây Nam) từ tháng 6 đến tháng 8, mùa thu từ tháng 9 đến tháng 11 và mùa đông (mùa gió Đông Bắc) từ tháng 12 đến tháng 2 năm sau. Sau đó, phương pháp bình phương nhỏ nhất trong phân tích hồi quy tuyến tính được sử dụng để xác định xu thế biến động của trường SST trung bình mùa và năm trong nhiều năm tại từng điểm lưới số liệu. So sánh số liệu SST trung bình ngày quan trắc tại trạm Phú Quý với số liệu quan trắc từ vệ tinh năm 2013 cho thấy hệ số tương quan giữa hai bộ số liệu là khá cao lên đến hơn $0,9$ (hình 1).



Hình 1. Tương quan giữa số liệu SST trung bình ngày quan trắc tại trạm Phú Quý với số liệu quan trắc từ vệ tinh năm 2013

3. Kết quả và thảo luận

Các kết quả tính toán cho thấy phân bố không gian của trường SST trung bình nhiều năm theo mùa tại vùng biển Nam Trung Bộ cũng thay đổi đáng kể. Trong mùa xuân, nhiệt độ bề mặt biển dao động từ khoảng 25 đến hơn 28,5°C (hình 2a), với xu thế tăng dần từ phía bắc xuống phía nam và từ bờ ra khơi. Do vẫn còn chịu ảnh hưởng của sự xâm nhập của dòng chảy lạnh dọc ven bờ biển miền Trung, nên nhiệt vùng ven bờ tại khu vực phía bắc thấp hơn vùng ngoài khơi khoảng 3°C và hơn 1,5°C đối với khu vực phía nam. Trong mùa hè, SST dao động từ khoảng 28 đến hơn 29,5°C (hình 2b), cao nhất tại khu vực phía bắc khoảng hơn 29,5°C.



Hình 2. Sơ đồ phân bố không gian của SST trung bình mùa nhiều năm (giai đoạn 6/2002-5/2018, đơn vị °C): a) mùa xuân; b) mùa hè; c) mùa thu; và d) mùa đông

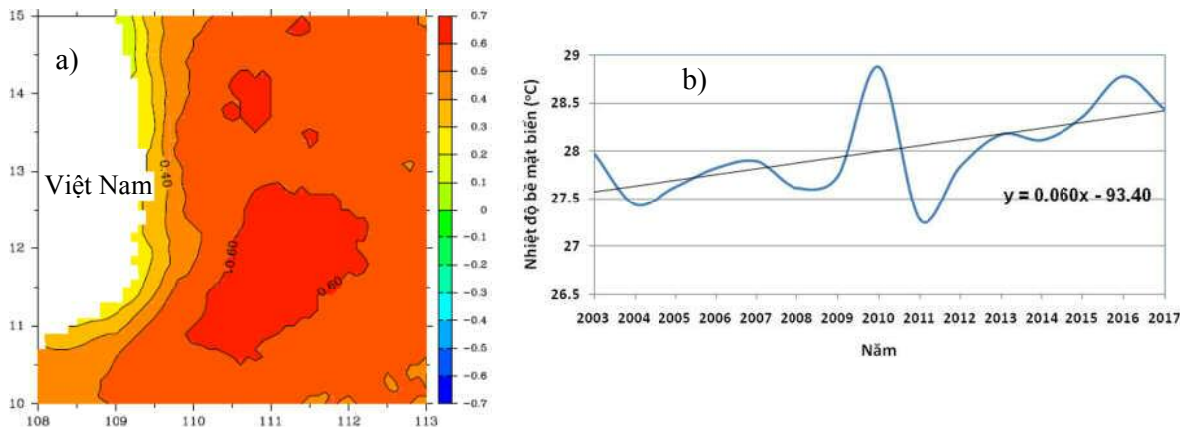
Tại khu vực phía nam, xuất hiện một vùng nước có nhiệt độ thấp hơn nằm lệch về phía bờ biển Việt Nam có tâm nằm ở vùng ven bờ tỉnh Ninh Thuận do hoạt động nước trời trong gió mùa Tây Nam. Trong mùa thu, thay đổi SST theo

không gian không lớn, trung bình toàn vùng đạt khoảng 28,5°C (hình 2c). Trong mùa đông, SST dao động từ khoảng 24 đến hơn 27°C (hình 2d), thấp nhất tại khu vực dọc bờ biển Quảng Ngãi và Phú Yên chỉ khoảng 24,5°C. Do ảnh hưởng

của gió mùa Đông Bắc nước lạnh tràn xuống phía nam theo hướng Đông Bắc - Tây Nam khi gặp dòng chảy mạnh ở ven bờ Việt Nam đem khối nước lạnh nhiệt độ thấp (dưới 24°C) của vịnh Bắc Bộ tăng cường, làm cho đường đẳng nhiệt độ 25°C bị ấn sâu xuống phía nam áp sát vào vùng ven bờ tạo thành lưỡi nước lạnh đến tận khu vực ven bờ Ninh Thuận. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa vùng bờ và ngoài khơi tại khu vực phía nam đạt cực đại lên đến gần 3°C . Biên độ chênh lệch SST trung bình giữa mùa đông và mùa hè lớn nhất có thể lên đến $4-5^{\circ}\text{C}$ ở vùng ven bờ và $2-3^{\circ}\text{C}$ ở vùng ngoài khơi. Chênh lệch này

tại khu vực phía bắc thường cao hơn khu vực phía nam.

Phân bố không gian của xu thế biến động SST vùng biển Nam Trung Bộ dao động trong khoảng từ 0,0 đến hơn $0,6^{\circ}\text{C}/10$ năm (hình 3a), với xu hướng tăng từ bờ ra khơi. Có thể thấy gần như toàn vùng thể hiện xu thế tăng mạnh của SST, trừ khu vực biển ven bờ có xu thế tăng nhẹ. Vùng có xu thế tăng của SST lớn nhất là vùng phía ngoài kinh tuyến 110, cực đại lên đến hơn $0,6^{\circ}\text{C}/10$ năm. Chi tiết hơn về xu thế biến động SST trung năm tại một vị trí cụ thể có thể quan sát trên hình 3b.

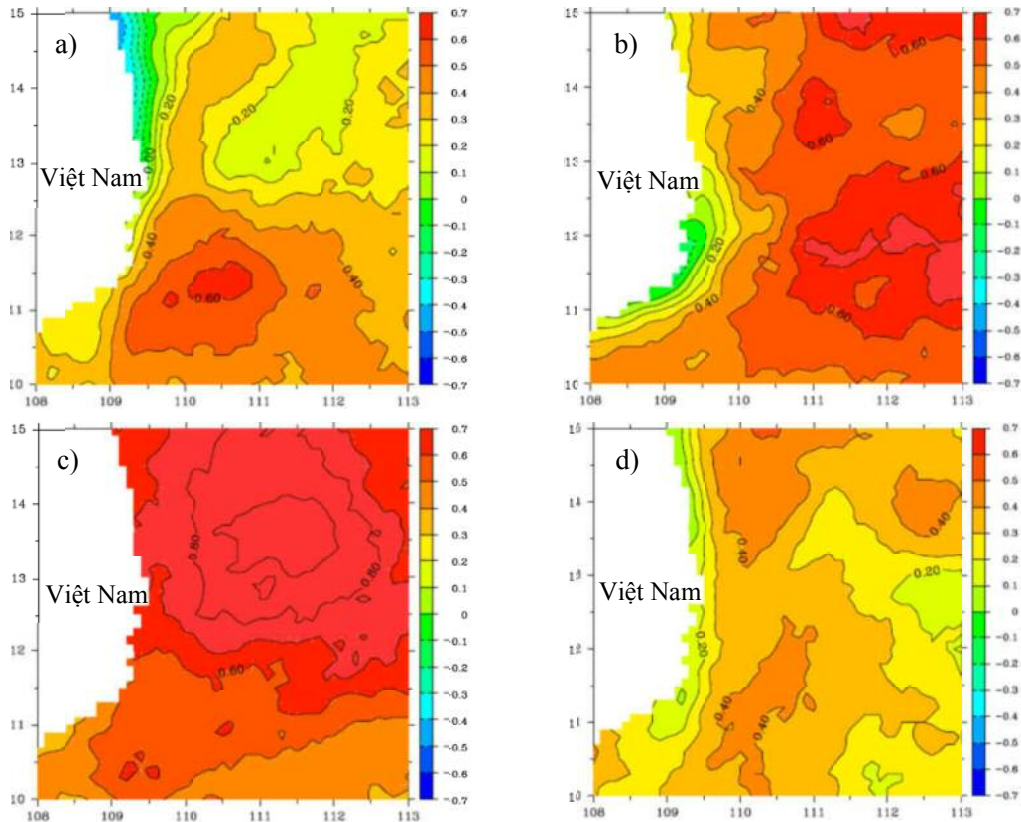


Hình 3. a) Sơ đồ phân bố không gian của xu thế biến động SST trung bình năm và b) xu thế biến động SST trung bình năm tại vị trí 11° vĩ Bắc - 110° kinh Đông (giai đoạn 2003-2017, đơn vị $^{\circ}\text{C}$)

Xu thế biến động SST mùa vùng biển Nam Trung Bộ cũng thể hiện sự khác nhau rõ rệt. Xu thế biến động trong mùa xuân cho thấy mức độ tăng của SST tại khu vực phía nam cao hơn hẳn cực đại lên đến hơn $0,6^{\circ}\text{C}/10$ năm (hình 4a). Tại khu vực phía bắc, vùng ngoài khơi tốc độ tăng của SST chỉ đạt khoảng từ 0 đến hơn $0,3^{\circ}\text{C}/10$ năm, riêng vùng biển ven bờ SST có xu thế giảm, tốc độ giảm lớn nhất đạt khoảng hơn $-0,4^{\circ}\text{C}/10$ năm. Trong mùa hè, xu thế tăng của SST diễn ra trên hầu như toàn vùng biển Nam Trung Bộ, trừ vùng ven biển các tỉnh Khánh Hòa và Ninh Thuận có xu thế giảm nhẹ (hình 4b). Phía ngoài khơi kinh tuyến 110, tốc độ tăng của SST đều lớn hơn $0,5^{\circ}\text{C}/10$ năm. Trong mùa thu, toàn bộ vùng nghiên cứu SST có xu thế tăng mạnh từ khoảng 0,3 đến hơn $0,9^{\circ}\text{C}/10$ năm, đặc biệt từ vĩ tuyến 12 trở lên tốc độ tăng của SST đều lớn hơn

$0,6^{\circ}\text{C}/10$ năm (hình 4c). Về mùa đông, phân bố xu thế biến động SST không đồng đều. Vùng ngoài khơi phía ngoài kinh độ 109,5 thể hiện xu thế tăng của SST từ khoảng 0,2 đến dưới $0,5^{\circ}\text{C}/10$ năm. Tại vùng ven bờ tốc độ tăng nhỏ hơn chỉ khoảng 0,0 đến dưới $0,2^{\circ}\text{C}/10$ năm (hình 4d).

Theo Young-Gyu Park và Ara Choi [9] thì sự khác nhau giữa xu thế biến động nhiệt độ bề mặt biển theo mùa trên biển Đông là do sự biến động của dòng nhiệt tổng cộng đi vào bề mặt biển và hoạt động của trường gió mùa Đông Bắc trong mùa đông và gió mùa Tây Nam trong mùa hè. Tuy nhiên do khuôn khổ nghiên cứu của đề tài có hạn nên việc tìm hiểu cơ chế biến động cho từng mùa sẽ được thực hiện trong những nghiên cứu tiếp theo.



Hình 4. Sơ đồ phân bố không gian của xu hướng biến động SST trung bình mùa (giai đoạn 6/2002-5/2018, đơn vị $^{\circ}\text{C}$): a) mùa xuân; b) mùa hè; c) mùa thu; và d) mùa đông

4. Kết luận

Dựa trên bộ số liệu SST hàng ngày toàn cầu quan trắc từ vệ tinh, các đặc trưng biến động theo không gian và thời gian của trường SST tại vùng biển Nam Trung bộ đã được phân tích và đánh giá. Các kết quả cho thấy phân bố không gian của trường SST trung bình vùng biển Nam Trung Bộ thay đổi đáng kể theo mùa, cao vào mùa hè và thấp vào mùa đông chênh lệch trung bình mùa cực đại lên đến 5°C . Đặc điểm nổi bật là sự tồn tại của lõi nước lạnh dưới 25°C ăn sâu xuống phía nam dọc theo bờ biển miền Trung trong mùa đông do ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc và vùng nước mát có nhiệt độ nhỏ hơn 28°C ngoài khơi bờ biển Ninh Thuận trong mùa hè là hệ quả của hiện tượng nước trời do gió mùa Tây Nam. Biến động mùa của trường SST thay đổi khá lớn theo từng năm. Phân bố không gian của xu thế biến động SST trung bình năm vùng biển Nam Trung bộ dao động trong khoảng từ 0,0 đến

hơn $0,6^{\circ}\text{C}/10$ năm, gần như toàn vùng thể hiện xu thế tăng mạnh, trừ khu vực biển ven bờ có xu thế tăng nhẹ. Vùng có xu thế tăng của SST lớn nhất là vùng phía ngoài kinh tuyến 110, cực đại lên đến hơn $0,6^{\circ}\text{C}/10$ năm. Tuy nhiên, xu thế biến động SST thể hiện sự khác nhau rõ rệt theo mùa. Xu thế biến động SST thể hiện sự khác nhau rõ rệt theo mùa. Xu thế tăng là chủ đạo trên toàn vùng biển, mức độ tăng cực đại xuất hiện trong mùa thu và mùa hè, mùa đông và mùa xuân có xu thế tăng thấp hơn. Xu thế giảm chỉ xuất hiện ở vùng ven bờ trong mùa xuân, hè và đông. Đặc biệt trong mùa xuân, vùng biển ven bờ từ Quảng Ngãi đến Phú Yên có xu thế giảm mạnh, tốc độ giảm lớn nhất đạt khoảng hơn $-0,4^{\circ}\text{C}/10$ năm.

Tuy nhiên do khuôn khổ nghiên cứu của đề tài có hạn nên việc tìm hiểu cơ chế biến động cho từng mùa sẽ được thực hiện trong những nghiên cứu tiếp theo.

Tài liệu tham khảo

1. Hoegh-Guldberg, O., Cai, R., Poloczanska, E.S., Brewer, P.G., Sundby, S., Hilmi, K., Fabry, V.J., Jung, S., (2014), The Ocean. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)). *Cambridge University Press*, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1655-1731.
2. Lawrence, S.P., Llewellyn-Jones, D.T., Smith, S.J., (2004), The measurement of climate change using data from the Advanced Very High Resolution and Along Track Scanning Radiometers. *Journal of Geophysical Research*, 109, C08017, doi:10.1029/2003JC002104.
3. Barbosa, S.M., Andersen, O.B., (2009), Trend patterns in global sea surface temperature. *International Journal of Climatology*, 29 (14), 2049-2055.
4. Nykjaer, L., (2009), Mediterranean Sea surface warming 1985-2006. *Climate Research*, 39 (1), 11-17.
5. Shaltout, M., Omstedt, A., (2014), Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Mediterranean Sea. *Oceanologia*, 56 (3), 411-443.
6. Ginzburg, A.I., Kostianoy, A.G., Sheremet, N.A., (2004), Seasonal and interannual variability of the Black Sea surface temperature as revealed from satellite data (1982-2000). *Journal of Marine Systems*, 52 (1), 33-50.
7. Sakalli, A., Başusta, N., (2018), Sea surface temperature change in the Black Sea under climate change: A simulation of the sea surface temperature up to 2100. *The International Journal of Climatology*, 38 (13), 4687-4698.
8. Fang, G., Chen, H., Wei, Z., Wang, Y., Wang, X., Li, C., (2006), Trends and interannual variability of the South China Sea surface winds, surface height, and surface temperature in the recent decade. *Journal of Geophysical Research*, 111, C11S16.
9. Park, Y.G., Choi, A., (2017), Long-term changes of South China Sea surface temperatures in winter and summer. *Continental Shelf Research*, 143, 185-193.
10. Đinh Văn Ưu, Đoàn Bộ, Hà Thanh Hương, Phạm Hoàng Lâm, Hoàng Đức Hiền (2005), *Tương quan biến động điều kiện môi trường và ngư trường nghề câu cá ngừ đại dương ở vùng biển khơi nam Việt Nam*. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, KHTN & CN, 3PT, 108-117.
11. Phạm Văn Huân và Phạm Hoàng Lâm (2006), *Một số kết quả khai thác cơ sở dữ liệu hải dương học để nghiên cứu biến động môi trường nước vùng biển xa bờ Việt Nam*. Tạp chí Khí tượng thủy văn, 548, 28-38.

STUDY CHARACTERISTICS OF SEA SURFACE TEMPERATURE VARIATION IN THE SOUTH CENTRAL SEA REGION OF VIETNAM DURING THE PERIOD OF 2002-2018

Vu Hai Dang¹, Nguyen Minh Huan², Nguyen Ba Thuy³, Do Ngoc Thuc¹

¹Institute of Marine Geology and Geophysics - VAST

²Faculty of Meteorology, Hydrology, and Oceanography - HUS

³National Hydrological Forecasting Center

Abstract: *The characteristics of temporal and spatial variability of the sea surface temperature in the South Central sea region of Vietnam have been analyzed and evaluated based on MUR-JPL-L4-GLOB-v4.1 dataset from June 2002 to May 2018 provided by The Physical Oceanography Distributed Active Archive Center at NASA's Jet Propulsion Laboratory. The results show that the average SST spatial distribution varies significantly by season, high in summer and low in winter, the average maximum seasonal difference is up to 5°C. Especially, the presence of cold water tongue below 25°C goes deep south along the Central Coast in winter due to the influence of the Northeast monsoon and cool water lower than 28°C offshore Ninh Thuan coastline in the summer is the result of the upwelling due to the Southwest monsoon. Seasonal fluctuations of SST field considerable change from year to year. Spatial distribution of the average SST trend in the South Central sea region of Vietnam ranges from 0.0 to more than 0.6°C/10 years during 2002-2018. Almost the whole region showed a strong uptrend, except for the coastal area that tended to increase slightly. The region with the largest uptrend of SST is the area outside the meridians 110, which reaches a maximum of more than 0.6°C/10 years. However, the SST trend shows marked seasonal differences. The uptrend is dominant across the sea, with the maximum level occurring in the fall and summer, the winter and spring tend to increase lower. The downward trend only appears in coastal areas in spring, summer and winter. Especially in the spring, coastal areas from Quang Ngai to Phu Yen tend to decrease sharply, the largest reduction rate reaches over -0.4°C/10 years.*

Keywords: *Sea surface temperature, Seasonal and annual fluctuations, Satellite data, the South Central sea region of Vietnam.*