

Distribution features of sea surface temperature fronts in the Southeast region of Vietnam waters

Tran Anh Tu¹, Nguyen Kim Cuong², Dinh Van Uu^{2,*}

¹*Institute of Marine Environment and Resources, VAST, Vietnam*

²*Hanoi University of Science, VNU, Vietnam*

*E-mail: uudv50@gmail.com

Received: 19 June 2017; Accepted: 21 December 2017

©2019 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Abstract

This paper presents an investigation of sea surface temperature front in the Southeast region of Vietnam using daily NOAA satellite images in April (dry season) and September (rainy season) for a period from 1985 to 2009. The method of Cayula and Cornillon (1992) for detecting the thermal front from satellite images was applied to evaluate the characteristics of the sea surface temperature front in the study area. The main features in front distribution, seasonal variations were described, and the relationship between front locations and fresh water discharge from Mekong river was qualitatively analyzed.

Keywords: Sea surface temperature, front, Southeast region.

Đặc điểm phân bố front nhiệt mặt biển vùng biển Đông Nam Việt Nam

Trần Anh Tú¹, Nguyễn Kim Cương², Đinh Văn Ưu^{2,*}

¹Viện Tài nguyên và Môi trường Biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam

*E-mail: uudv50@gmail.com

Nhận bài: 19-6-2017; Chấp nhận đăng: 21-12-2017

Tóm tắt

Dựa trên nguồn dữ liệu nhiệt độ mặt biển (SST) từ ảnh vệ tinh của NOAA trung bình ngày của các tháng 4 (mùa nước sông kiệt) và các tháng 9 (mùa lũ) trong khoảng thời gian 25 năm (1985–2009), bài báo trình bày một nghiên cứu cơ bản về ứng dụng phương pháp xác định front nhiệt mặt biển từ ảnh vệ tinh (Cayula & Cornillon, 1992) để đánh giá đặc điểm phân bố front nhiệt mặt biển vùng biển Đông Nam Việt Nam. Các đặc trưng phân bố của front theo mùa cũng như theo năm đã được phân tích và đánh giá định tính trong mối tương quan với các trường khí tượng - hải văn cũng như với đặc trưng lưu lượng nước của hệ thống sông Mê Kông.

Từ khóa: SST, front, vùng biển Đông Nam.

MỞ ĐẦU

Front đại dương là một trong những yếu tố rất quan trọng trong hải dương học. Front nhiệt mặt biển là một dạng cơ bản nhất của front đại dương. Trong tất cả các đại dương cũng như các biển, luôn luôn tồn tại sự chênh lệch nhiệt độ theo các khu vực riêng biệt. Sự chênh lệch này có thể là do phân bố trường bức xạ mặt trời, sự xâm nhập của các khối nước, quá trình vận chuyển nước của các hoàn lưu hay do sự khác biệt của các yếu tố vật lý, dinh dưỡng. Chính vì thế, nghiên cứu front nhiệt có thể giúp xác định các điều kiện vật lý khác biệt của các khu vực nước rộng lớn, nhờ đó có thể xác định ranh giới của các khối nước hay ranh giới của các dòng chảy lớn... Nghiên cứu front rất quan trọng trong việc nghiên cứu các trường hải dương [1, 2].

Vùng biển Đông Nam Việt Nam là khu vực chịu tương tác mạnh của các khối nước từ lục địa chảy ra và khối nước từ biển đưa vào. Sự

tương tác này là một trong những nguyên nhân chính sự phân bố các dải front nhiệt mặt biển khu vực nghiên cứu. Các dải front nhiệt mặt biển phía Bắc Biển Đông biến đổi theo mùa rõ rệt [3]. Front phía tây đảo Luzon, trong mùa đông mở rộng theo hướng bắc theo tiến trình mùa cho tới eo Bashi và biến mất trong mùa hè. Front ngoài khơi tây bắc Brunay xuất hiện trong mùa xuân, mùa hè và mùa thu và biến mất trong mùa đông. Cửa vịnh Thái Lan là nơi các front sừn lục địa theo mùa phát triển mạnh từ tháng 1 đến tháng 2 [4]. Để làm sáng tỏ đặc điểm front nhiệt mặt biển vùng nghiên cứu, nhóm tác giả đã sử dụng thuật toán xác định ranh giới các ảnh nhiệt độ mặt biển (SST) của Cayula & Cornillon (1992) cho nguồn số liệu ảnh NOAA trung bình ngày trong khoảng thời gian 25 năm (1985–2009) nhằm xác định các đặc trưng của front trong tháng 4 (mùa nước sông kiệt) và tháng 9 (mùa lũ).

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Tài liệu

Dự án thu ảnh vệ tinh độ phân giải cao 4 km sử dụng thuật toán Pathfinder phiên bản 5 (Pathfinder 5) là dự án tái phân tích mới bộ số liệu độ phân giải cao (AVHRR) được phát triển bởi trường Đại học Khoa học Khí quyển và Đại dương Rosenstiel thuộc đại học Miami (Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science - RSMAS) và Trung tâm Dữ liệu Hải dương học Quốc gia Mỹ NOAA (NODC). Với nhiều năm thực hiện và phát triển các bộ dữ liệu Pathfinder trước đó, Trung tâm thu dữ liệu chủ động, phân phối dữ liệu hải dương học vật lý của NASA (NASA's Physical Oceanography Distributed Active Archive Center-PO.DAAC) cũng đã cùng tham gia thực hiện dự án này. Với sự phát triển đó, dự án này đã được hy vọng sẽ mở rộng hệ thống ghi dữ liệu nhiệt mặt biển (SST) toàn cầu.

Chương trình Pathfinder hải dương học với ảnh độ phân giải cao (AVHRR) của NOAA/NASA đã phát triển đối với nhiệt độ mặt biển toàn cầu có độ phân giải 9,28 km từ đầu thập kỷ 90 với kết quả là bộ dữ liệu phiên bản 4.x (V4). Mặc dù đã có những thành công nhất định, nhưng bộ dữ liệu này cũng có những hạn chế, ví dụ như độ lệch đối với một khu vực bị tác động bởi các bất đồng nhất khí quyển (*atmospheric aerosols*) lớn. Hơn nữa, khả năng phân tách đất khá thô là một vấn đề lớn đối với các ứng dụng khu vực ven biển và làm hạn chế các thông tin về sự không tồn tại của các băng biển trong việc sử dụng các dữ liệu vĩ độ cao. Với 3 năm phát triển, RSMAS/NODC đã sử dụng thuật toán tiên xử lý mới đã giải quyết được những hạn chế của phiên bản 4.x và đưa ra bộ dữ liệu nhiệt độ mặt biển chính xác hơn với độ phân giải cao hơn.

Quá trình tiên xử lý dữ liệu vệ tinh sử dụng phiên bản nâng cao của thuật toán Pathfinder và các bước xử lý để đưa ra 2 ảnh nhiệt mặt biển toàn cầu trong 1 ngày và các thông số liên quan từ những năm 1985. Với độ phân giải xấp xỉ 4 km, bộ số liệu này được coi là có độ phân giải cao nhất có thể đối với dữ liệu độ phân giải cao (AVHRR) toàn cầu. Không những thế, bộ dữ liệu này còn bao gồm các dữ liệu trung bình giai đoạn 5 ngày, 7 ngày, 8 ngày, trung bình tháng và trung bình năm. So với bộ dữ liệu

nhiệt mặt biển Pathfinder độ phân giải 9 km, bộ dữ liệu này đã có những tiên bộ hơn đó là sự chính xác hơn, khả năng phân tách đất tốt hơn, độ phân giải cao hơn và bao gồm cả thông tin về băng biển.

Công trình này sử dụng các số liệu ảnh NOAA trung bình ngày của tháng 4 (mùa nước kiệt) và tháng 9 (mùa lũ) trong khoảng thời gian 25 năm (từ năm 1985–2009) để nghiên cứu và xác định vị trí của front nhiệt mặt biển.

Phương pháp xác định front nhiệt mặt biển từ ảnh vệ tinh

Thuật toán xác định ranh giới các ảnh nhiệt mặt biển (SST) của Cayula & Cornillon (1992)

Cần phân chia ảnh toàn cảnh thành các cửa sổ với kích thước cho trước;

Mỗi cửa sổ sẽ được xử lý độc lập;

Các cửa sổ cần thiết kế có phần chồng lên nhau để có thể liên kết các ranh giới xác định được trên các cửa sổ khác nhau;

Kích thước cửa sổ có thể lựa chọn theo: 16×16, 32×32,... tùy theo kích thước các ranh giới cần xác định cũng như độ phân giải của ảnh, nhiều...

Ranh giới xác định được là biên của hai khu vực ω_1 và ω_2 có nhiệt độ gần như đồng nhất.

Phân tích biểu đồ tần số (Histogram):

Trong phép phân tích histogram, cần xác định giá trị ngưỡng để phân tách hai miền giá trị nhiệt có sự phân dị đáng kể.

Trong trường hợp có hai miền nhiệt phân dị, cần sử dụng phương pháp thống kê để xác định (phân loại) chúng.

Thuật toán liên kết (Cohension Algorithm):

Sử dụng trong trường hợp tính đến sự phân bố không gian của dữ liệu.

Giả sử: ω_1' và ω_2' là hai miền xác định; x : là điểm trên ảnh xác định; $t(x)$ là giá trị nhiệt độ tương ứng; τ_{opt} : Giá trị ngưỡng tối ưu phân chia hai miền ω_1' và ω_2' .

Hệ số liên kết đối với ω_1' và ω_2' cho toàn bộ miền xác định được tính như sau:

$$C_1 = R_1/T_1; C_2 = R_2/T_2;$$

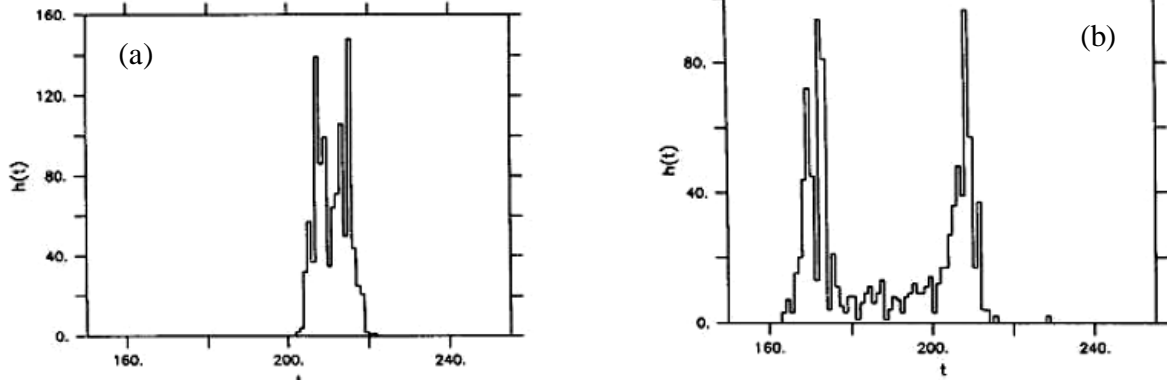
$$C = (R_1 + R_2)/(T_1 + T_2)$$

Với trường hợp lý tưởng, các miền nhiệt gần như đồng nhất, hệ số liên kết:

$$C = 0,9; C_1 = 0,92; C_2 = 0,92$$

Vị trí các ranh giới: Sau khi đã xác định được ranh giới theo từng cửa sổ. Bước tiếp theo

là xác định và khẳng định các front. Ảnh front được thể hiện dưới dạng các pixel không có front sẽ nhận giá trị 0.



Hình 1. Histogram của cửa sổ có ranh giới thể hiện yếu (a) và ranh giới thể hiện mạnh (b)

Xác định ranh giới sử dụng nhiều ảnh SST

Thuật toán xác định ranh giới sử dụng nhiều ảnh thực chất là tổ hợp nhiều thuật toán gồm:

- Xác định mây theo đơn ảnh;
- Xác định mây theo đa ảnh;
- Xác định ranh giới sử dụng ảnh đơn lẻ;
- Xác định các ranh giới.

Trình tự thực hiện như sau:

Sử dụng phương pháp xác định ranh giới theo đơn ảnh (Cayula & Cornillon, 1992) và áp dụng cho nhiều ảnh đơn lẻ;

Liên kết các ranh giới theo từng ảnh;

Tối thiểu hóa độ rộng của ranh giới (Xử lý để ranh giới chỉ tồn tại trên 1 điểm);

Kết hợp ranh giới đã xác định với ảnh ban đầu để xác định các ranh giới yếu;

Thành lập mask cho các khu vực mây che phủ.

Tính toán Gradient:

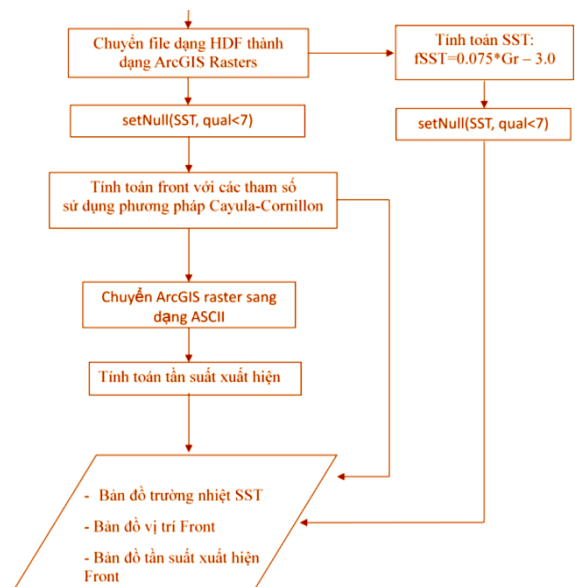
Tính toán Gradient sử dụng các ma trận tính gradient có công thức tổng quát như sau:

$$GX = \{GX_{dimension, direction (+)} \ 0 \ GX_{dimension, direction (-)}\}$$

$$GY = \{GY_{dimension, direction (+)} \ 0 \ GY_{dimension, direction (-)}\}$$

Với: dimension là kích thước ma trận tính gradient, ví dụ 3×3, 5×5,...; direction là hướng tính gradient, có thể là hai hay nhiều hướng.

Quy trình tính toán (hình 2) front nhiệt mặt biển với phương pháp của Cayula & Cornillon (1992).



Hình 2. Sơ đồ khối quy trình tính toán front nhiệt mặt biển theo phương pháp của Cayula & Cornillon (1992) [1]

Các quy trình tính toán trên được thực hiện với sự hỗ trợ của phần mềm MGET (Marine Geology and Environment Tools). Đây là một bộ gồm hơn 150 công cụ hữu ích với nhiều chức năng khác nhau. Những công cụ tiêu biểu của MGET đó là chuyển đổi các dữ liệu hải dương học sang format của phần mềm ArcGIS, xác định các front bằng ảnh nhiệt bề mặt hay các chương trình thống kê... Đây là một gói các chương trình nguồn mở được viết bằng ngôn ngữ Python được trường Đại học Duke, Hoa Kỳ phát triển cho các nhà phân tích GIS và nghiên cứu biển. Bộ chương trình này có thể download miễn phí dễ dàng từ website của nhóm phát triển (<http://code.env.duke.edu/projects/mget/wiki>) [5].

Mặc dù hiện nay, MGET được viết độc lập với nền hoạt động và chỉ hỗ trợ trên nền Microsoft Windows XP và Vista nhưng nhiều công cụ vẫn yêu cầu nền ArcGIS Desktop.

MGET hoạt động trên nền ArcGIS như là một công cụ của ArcToolbox [5].

Các bước thực hiện như sau:

Bước 1: Chuyển đổi các file dạng HDF sang dạng ArcGIS Raster;

Bước 2: Tính toán các giá trị nhiệt mặt biển từ các giá trị hồng ngoại;

Bước 3: Loại bỏ mây;

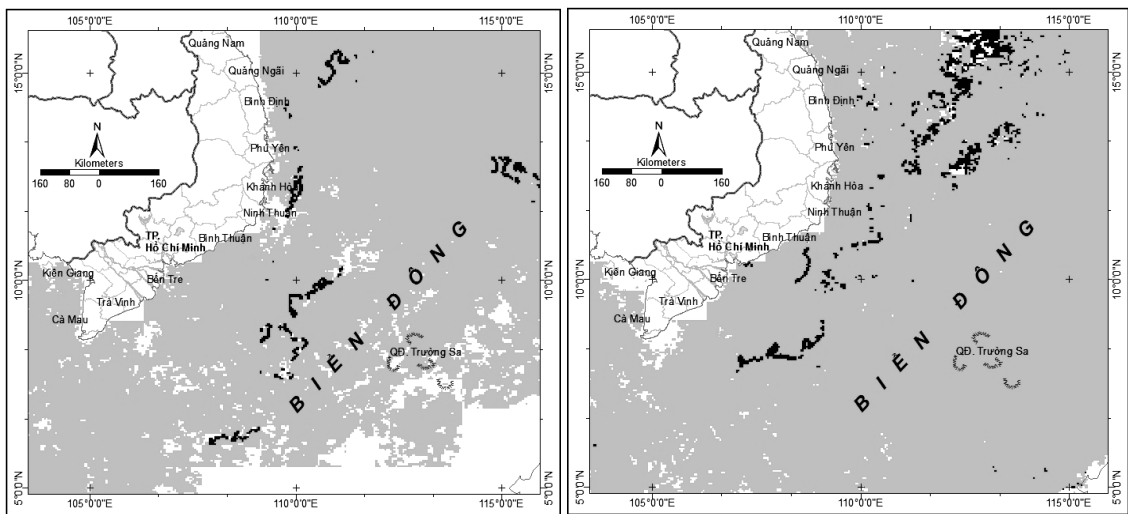
Bước 4: Tính toán phân bố của front nhiệt mặt biển;

Bước 5: Chuyển đổi các file dạng này sang dạng ASCII;

Bước 6: Tính toán tần suất xuất hiện và chuyển từ ASCII sang dạng ArcGIS Raster để hiển thị số liệu.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Biến đổi năm của front SST



(a) 4/1985

(b) 4/1988

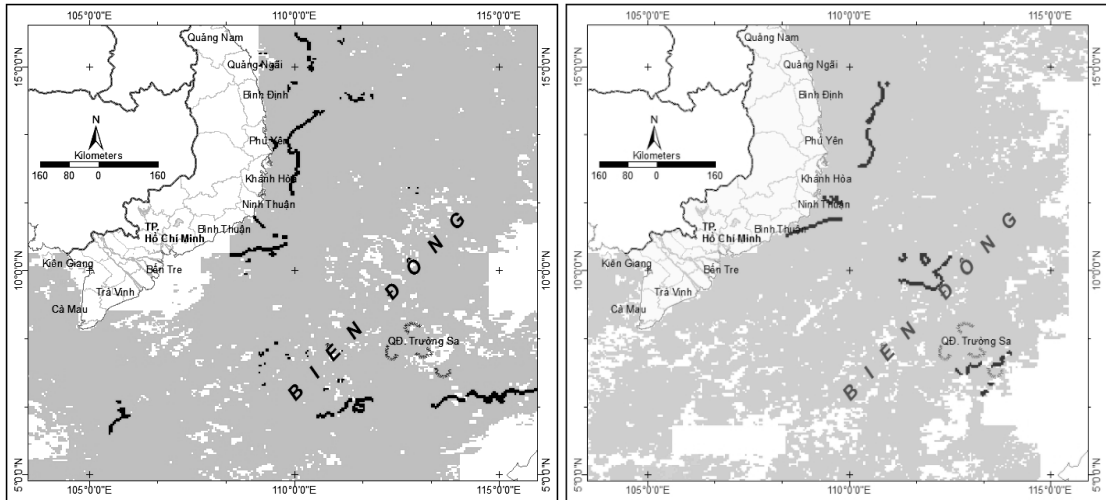
Hình 3. Sơ đồ front nhiệt mặt biển vùng biển Đông Nam Việt Nam 4/1985 (a) và 4/1988 (b)

Bài báo này đã tính toán trong 25 năm sự phân bố front nhiệt nhằm mục đích đưa ra những đánh giá sự biến động vị trí theo mùa trong năm cũng như đánh giá định tính sự dao động vị trí tương ứng trong mùa lũ (tháng 9) và mùa kiệt (tháng 4). Vào tháng 4, front nhiệt mặt biển thường tồn tại cách khá xa bờ và kéo dài liên tục. Từ bắc Khánh Hòa xuống đến nam Bình Thuận, có dải front kéo dài cách bờ khoảng 70 km. Phía ngoài khơi cửa sông Mê Kông (cách bờ 270 km) từ Vũng Tàu đến Trà

Vinh có một dải front hình vòng cung (hình 3). Phía khu vực hạ lưu hệ thống sông Mê Kông cũng có một số năm (1986, 2001) front nhiệt mặt biển xuất hiện sát bờ ngay các cửa sông. Ngoài ra, tồn tại một dải front khác kéo dài từ Bình Định xuống đến Bạc Liêu, càng xuống phía nam dải front này càng ép sát bờ. Trong mùa lũ (tháng 9), cường độ và phạm vi front nhiệt mặt biển không xuất hiện rõ như trong mùa kiệt. Một số năm hầu như không xác định được front nhiệt mặt biển (1988, 1991, 1996,

1999, 2002, 2003). Tại khu vực nước trôi, thường xuyên xuất hiện dải front kéo dài song song với đường bờ trong các năm 1989, 2006 (hình 4). Tại khu vực phía hạ lưu sông Mê Kông, trong suốt thời gian tính toán, front nhiệt

mặt biển xuất hiện duy nhất vào năm 1987, tuy nhiên vị trí xuất hiện cũng khá xa bờ. Các khu vực ngay sát cửa sông, chỉ tồn tại tại cửa Trần Đề (cách bờ khoảng 100 km) còn các cửa sông khác không xuất hiện front nhiệt.



(a) Tháng 9/1990

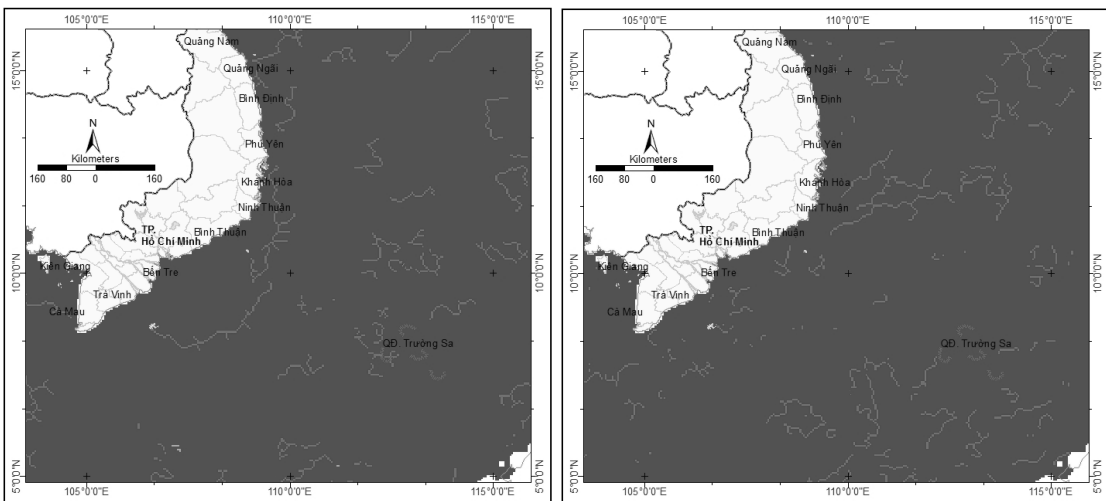
(b) Tháng 9/2006

Hình 4. Sơ đồ front nhiệt mặt biển vùng biển Đông Nam Việt Nam tháng 9/1990 (a) và 9/2006 (b)

Biến đổi mùa

Khu vực nghiên cứu bị ảnh hưởng bởi hoạt động gió mùa Đông Bắc và Tây Nam tương ứng trong mùa đông và mùa hè. Trong mùa đông, trường nhiệt khu vực đặc trưng bởi sự

xâm nhập của lưỡi nước lạnh từ phía bắc đi xuống trong khi vào mùa hè trường nhiệt đặc trưng bởi hiện tượng nước trôi khu vực Nam Trung Bộ.



(a) Tháng 4

(b) Tháng 9

Hình 5. Tổng hợp phân bố front nhiệt mặt biển vùng biển Đông Nam Việt Nam trong (a) tháng 4, (b) tháng 9 giai đoạn 1985–2009

Trong năm tại khu vực ngoài khơi Khánh Hòa - Bình Thuận luôn luôn tồn tại dải front nhiệt mặt biển trong cả mùa kiệt và mùa lũ, dải front này ép sát bờ và vị trí hay thay đổi theo mùa. Vào mùa kiệt (tháng 4), xu thế của dải front vẫn chịu ảnh hưởng chủ đạo của sự xâm nhập của lưỡi nước lạnh từ bắc xuống nam (hình 4a). Ngoài khơi, tồn tại nhiều khu vực có front cục bộ - nơi giao tranh của các khối nước. Trong khi đó, phía nam mũi Cà Mau thường xuyên xuất hiện một dải front chạy ngang qua cửa vịnh Thái Lan (hình 5a). Kết quả này khẳng định lại kết quả của một số tác giả đã nghiên cứu trước đây [1, 6].

Vào mùa lũ (tháng 9), xuất hiện các dải front rời rạc cách bờ khoảng 240 km. Có thể thấy rõ trong thời gian này, trục chính của front đã thay đổi so với trong tháng 4. Khu vực Khánh Hòa - Bình Thuận xuất hiện các dải front có trục đông - tây là chủ đạo. Đây có thể là hệ quả của sự giao tranh hai dòng hải lưu chính tạo nên sự phân tán dòng chảy tại khu vực này [2] (hình 5b). Vào mùa lũ, sự tương tác giữa nước từ sông Mê Kông đổ ra và nước biển diễn ra tương đối gần bờ (trong khoảng vài chục km). Các front này thể hiện không rõ nét cũng như không liền mạch do trường nhiệt độ vào thời gian này tương đối đồng nhất. Để đánh giá đúng vị trí nơi tương tác nước sông-biển xảy ra thì ảnh vệ trường độ đục sẽ thể hiện rõ nét và chính xác hơn. Khu vực ngoài khơi phía nam, các front của các khối nước cục bộ lớn hơn và liền mạch hơn so với trong tháng 4. Điều đó chứng tỏ các khối nước tại khu vực này có quy mô lớn hơn và bền vững hơn. Nghiên cứu sự biến động lưu lượng tại hạ lưu sông Mê Kông cho thấy, lưu lượng dòng chảy trung bình năm giảm khoảng 10% kể từ sau năm 2001. Mức độ suy giảm lượng dòng chảy vào mùa kiệt nhiều hơn so với mùa lũ [7]. Đây là một trong những nguyên nhân chính ảnh hưởng đến sự thay vị trí xuất hiện front nhiệt mặt biển tại khu vực nghiên cứu.

KẾT LUẬN

Vị trí của các front nhiệt mặt biển vùng biển Đông Nam Việt Nam không cố định, biến động theo các đặc trưng của các trường khí tượng, thủy động lực. Trong mùa nước sông kiệt các front hay xuất hiện tại hai vị trí thêm

lục địa và trên biển ngoài thềm lục địa nhưng vẫn thể hiện một phần ảnh hưởng của lưỡi nước lạnh xâm nhập xuống phía nam cũng như những đặc trưng của sự giao mùa trong sự phân tranh của các khối nước cục bộ. Trong mùa lũ, tác động của nước ngọt từ hệ thống sông Mê Kông đổ ra không thể hiện rõ nét trong phân bố front nhiệt mặt biển. Trong thời gian này, luôn tồn tại một dải front tương đối liên tục và ổn định do ảnh hưởng của sự phân tán dòng chảy Bắc - Nam tại khu vực Khánh Hòa - Bình Thuận. Mặc dù những kết quả trong nghiên cứu này chỉ dừng lại ở mức đánh giá định tính trong mối tương quan với lưu lượng sông nhưng cũng một phần làm sáng tỏ cơ chế chung của front tại khu vực nghiên cứu. Do hạn chế về độ phân giải của ảnh vệ tinh nên những nghiên cứu chi tiết bằng mô hình số 3 chiều về cấu trúc trường nhiệt, cấu trúc front trong mối tương quan với lưu lượng nước sông là rất cần thiết và cần được thực hiện trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Kim Cương, 2009. Xác định front nhiệt mặt biển bằng ảnh vệ tinh khu vực Nam Trung Bộ. Luận văn Thạc sĩ. *Trường Đại học Khoa học tự nhiên*, 74 tr.
- [2] Chen, C., Lai, Z., Beardsley, R. C., Xu, Q., Lin, H., and Viet, N. T., 2012. Current separation and upwelling over the southeast shelf of Vietnam in the South China Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 117(C3).
- [3] Wang, L., Koblinsky, C. J., and Howden, S., 2000. Mesoscale variability in the South China Sea from the TOPEX/Poseidon altimetry data. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 47(4), 681-708.
- [4] Belkin, I. M., Cornillon, P. C., and Sherman, K., 2008. Fronts in Large Marine Ecosystems of the World Ocean. *Re-submitted to the Progress in Oceanography*. Special Issue on Large Marine Ecosystems, 112 p.
- [5] MGET website: <http://code.env.duke.edu/projects/mget>.
- [6] Belkin, I. M., and Cornillon, P., 2003. SST fronts of the Pacific coastal and

marginal seas. *Pacific Oceanography*, 1(2), 90–113.

- [7] Nguyễn Xuân Hiền, Trần Thục, Lương Hữu Dũng, 2013. Nghiên cứu sự biến động

dòng chảy và bùn cát ở hạ lưu sông Mê Kông. Tuyển tập công trình Hội nghị KH Cơ học Thủy khí Toàn quốc. *Nxb. Khoa học tự nhiên và Công nghệ*. Tr. 284–291.