TRAO ĐỔI NHIỆT MẶT BIỂN TẠI KHU VỰC QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA

TS. **Dư Văn Toán**
Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

TS. **Nguyễn Tài Hợi**
Trung tâm Khí tượng Thủy văn Biển

Trong bài báo này tác giả trình bày phương pháp tính các thành phần trao đổi nhiệt của Viện GGO (Liên bang Nga) đã được áp dụng rộng rãi để tính cán cân nhiệt cho các vùng biển trên thế giới đạt kết quả rất đáng tin cậy. Kết quả tính các thành phần cán cân nhiệt mặt biển tại các vùng biển đảo Trường Sa, Song Tử Tây và phân tích các đặc điểm của chúng. Các vùng biển trên trong năm có sự giống nhau về biến thiên của cân bằng bức xạ mặt biển, khác nhau về biến thiên dòng nhiệt rối, dung nhiệt bốc hơi và dòng nhiệt trao đổi với môi trường xung quanh.

1. Đặt vấn đề

Các đảo Trường Sa, Song Tử Tây thuộc quần đảo Trường Sa nằm ở ngoài khơi Biển Đông, là nơi có vị trí quan trọng đối với kinh tế, an ninh quốc phòng của Việt Nam.

Trao đổi nhiệt mặt nước biển là quá trình vật lý quan trọng và hay biến đổi nhất đối với từng vùng. Trao đổi nhiệt tại mặt biển diễn ra rất phức tạp và đóng vai trò rất quan trọng trong các nghiên cứu hải dương học, đặc biệt trong lĩnh vực tương tác đại dương - khí quyển. Khi giải quyết những bài toán về các quá trình thuỷ nhiệt động lực trong tương tác giữa khí quyển và biển người ta nhận thấy cần thiết phải nghiên cứu một cách tổng hợp hệ thống đại dương – khí quyển vì các quá trình xảy ra trong hệ thống đó có quan hệ mật thiết và tương tác lẫn nhau. Vấn đề tương tác nhiệt được nghiên cứu chủ yếu dựa trên phương trình cân bằng nhiệt, phương trình này bao gồm các thành phần đặc trưng cho sự thu chi nhiệt trong hệ thống đại dương – khí quyển. Thành phần cán cân nhiệt bao gồm cân bằng bức xạ mặt biển, trao đổi nhiệt rối và nhiệt bốc hơi với lớp không khí phía trên bề mặt biển, trao đổi nhiệt do dòng chảy và trao đổi nhiệt với nước ở xung quanh. Xác định cán cân nhiệt mặt biển sẽ cho biết phần năng lượng nhiệt hấp thụ bởi mặt biển cung cấp nguồn năng lượng chính cho khả năng sinh sống và tồn tại các sinh vật trong lớp nước bề mặt.

1. Phương pháp nghiên cứu

Cân bằng nhiệt được xác định bởi phương trình của tổng các thành phần đặc trưng cho thu chi nhiệt giữa đại dương và khí quyển. Phương trình này là dạng riêng của một trong những định luật vật lý cơ bản - định luật bảo toàn năng lượng [1], [2], [3], [6], [7].

Phương trình cân bằng nhiệt có thể thiết lập cho khí quyển, lớp hoạt động của đại dương hay lục địa. Khi đó ta sẽ thu được các phương trình cân bằng nhiệt khí quyển, mặt biển hay mặt đất tương ứng.

Phương trình cân bằng nhiệt thiết lập cho một hệ nhiệt động lực bất kỳ, thể hiện quan hệ về lượng của các phần thu và chi nhiệt trong quá trình trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh. Đối với hệ đại dương – khí quyển, dạng phương trình cân bằng nhiệt và các phương pháp tính toán, xác định các thành phần cán cân nhiệt phụ thuộc vào không gian và thời gian. Công thức toán học cho phương trình cân bằng nhiệt tổng quát của các luồng nhiệt trao đổi qua một đơn vị diện tích mặt nước cho vùng biển không đóng băng có thể biểu diễn dưới dạng sau:

$$R + LE + F + G + C = 0 \qquad (1)$$

Trong đó: *R*: Tổng xạ tại mặt biển.

LE: Lượng nhiệt mất đi khi bốc hơi hay thu được khi ngưng tụ.

L: Ẩn nhiệt bốc hơi; (L=2495 – 2.33467*Tw (*KJ/kg*)).

E: Tốc độ bốc hơi hay ngưng tụ.

F: Dòng nhiệt rối giữa mặt tiếp giáp và khí quyển.

C: Biến đổi trữ lượng nhiệt của cột nước thẳng đứng với các lớp nước (đất) sâu hơn.

G: Trao đổi nhiệt rối và bình lưu theo phương nằm ngang của cột nước do dòng chảy với môi trường xung quanh.

Trong phương trình không tính đến những thành phần như các dòng nhiệt do tản mát năng lượng sóng biển, thuỷ triều, dòng chảy từ lòng đất... Những đại lượng này thường nhỏ hơn nhiều so với các thành phần chính của phương trình cân bằng nhiệt.

Do Biển Đông là biển nằm ở miền nhiệt đới nên chúng ta áp dụng phương trình (1) và có thể ghi lại phương trình cân bằng nhiệt mặt biển dưới dạng sau:

$$R + LE + F + A = 0 \qquad (2)$$

Trong đó: *A*: Dòng nhiệt trao đổi với môi trường xung quanh

$$A = G + C \qquad (3)$$

Tổng lượng nhiệt của quá trình trao đổi nhiệt được xác định bằng cách xác định riêng các thành phần của phương trình cân bằng nhiệt mặt biển (2).

Tổng xạ (*R*) là hiệu giữa bức xạ mặt trời được mặt nước hấp thụ và phát xạ hiệu dụng. Phát xạ hiệu dụng (*Ief*) được xác định bằng hiệu giữa bức xạ sóng dài của mặt nước và bức xạ sóng dài ngược lại của khí quyển

$$R = (Q+q)_0(1 - a)f(n) - I_{ef} \qquad (4)$$

Trong đó: $(Q+q)_0$ được gọi là bức xạ tổng cộng khi trời không mây; *Q*: Tổng bức xạ mặt trời trực tiếp; *q*: Tổng tán xạ; *a:* Anbeđô (tỷ số giữa bức xạ mặt trời phản xạ từ mặt nước và bức xạ tới); I_{ef}: Phát xạ hiệu dụng; *f*(*n*): Hệ số phụ thuộc khi trời có mây.

Cán cân bức xạ mặt biển phụ thuộc vào vĩ độ điểm tính toán, vị trí cao hay thấp của mặt trời, trạng thái khí quyển (có mây, không mây) và khả năng phản xạ của lớp giáp mặt nước (anbêđô).

F: Dòng nhiệt rối qua biên phân cách giữa biển và khí quyển và *LE*: Lượng nhiệt mất đi khi bốc hơi hay thu được khi ngưng tụ xảy ra do sự tương tác giữa nước và không khí có sự khác biệt về nhiệt độ và áp suất hơi nước. Theo phương pháp của Viện Vật lý Địa cầu (Liên bang Nga) [3] công thức tính toán cho các đại lượng này là

$$F = - A_{10}U(T_0 - T_a) \quad (5)$$

$$LE = - LB_{10}U(e_0 - e_a) \quad (6)$$

Trong đó: T_0, T_a: Nhiệt độ nước mặt biển và không khí; U: Vận tốc gió lớp sát mặt nước; e_0, e_a : Độ ẩm tuyệt đối tại nhiệt độ nước mặt biển T_0 và độ ẩm thực tế của không khí; A_{10}, B_{10}: Hệ số trao đổi nhiệt và bốc hơi, và là hàm số của vận tốc gió (U) và sự giảm hiệu dụng nhiệt độ (ΔTef) ở độ cao 10m so với mặt nước biển.

$$\Delta T_{ef} = (T_0 - T_a) + 0{,}108(e_0 - e_a) \quad (7)$$

Đơn vị đo của A_{10}, B_{10} là kết quả khi đo vận tốc gió (m/s), nhiệt độ (^oC), độ ẩm (gPa) hay ($mbar$), dòng nhiệt rối F và dòng ẩm rối LE (cal/cm²/phút) và (g/cm²/phút). Để chuyển chung hệ đo chuẩn (W/m^2), cần dùng bảng hải dương học [1] với giá trị F và LE phải lần lượt nhân với hệ số (0,698 và 0,167).

Số Stentone $CT = A_{10}/\rho C_P$ và số Dalton $CE = B_{10}/\rho$ chính là tỷ lệ giá trị thực tế của dòng nhiệt và các giá trị tính theo (5), (6). Trong đó: ρ, C_P: Mật độ, nhiệt dung riêng của không khí.

Nói chung đại dương toàn cầu hấp thụ năng lượng nhiệt, nghĩa là $R>(F+LE)$ ở vùng nhiệt đới và lưu chuyển nhiệt bằng dòng chảy đến các vùng vĩ độ lớn hơn.

Nếu xác định được các giá trị R, F và LE, có thể xác định gần đúng được A: Dòng nhiệt trao đổi với môi trường xung quanh bằng phương trình sau:

$$A=B=-(R+F+LE) \quad (8)$$

3. Nguồn số liệu

Trạm đảo Trường Sa (8° 38' N, 111° 55' E) nằm ở phía nam và Song Tử Tây (11°25' N, 111° 20' E) nằm ở phía bắc quần đảo Trường Sa. Vì vậy, các đặc trưng vật lý khí quyển thể hiện rõ đặc điểm của chế độ khí hậu vùng biển cận xích đạo [2] và phù hợp với phương pháp nghiên cứu nêu trong [8]. Các số liệu khí tượng thuỷ văn tại các trạm trên được đo đạc từ năm 1978 đến năm 2003, các số liệu này đã được Tổng cục Khí tượng Thủy văn hiệu chỉnh, tính toán và công bố trong tập số liệu khí tượng thủy văn Việt Nam [8].

Các số liệu được sử dụng bao gồm: Lượng mây tổng quan, nhiệt độ không khí lớp sát mặt, nhiệt độ nước biển lớp mặt, sức trương hơi nước, độ muối nước biển lớp mặt, vận tốc gió trung bình tháng tại độ cao 10m.

4. Kết quả tính toán trao đổi nhiệt mặt biển

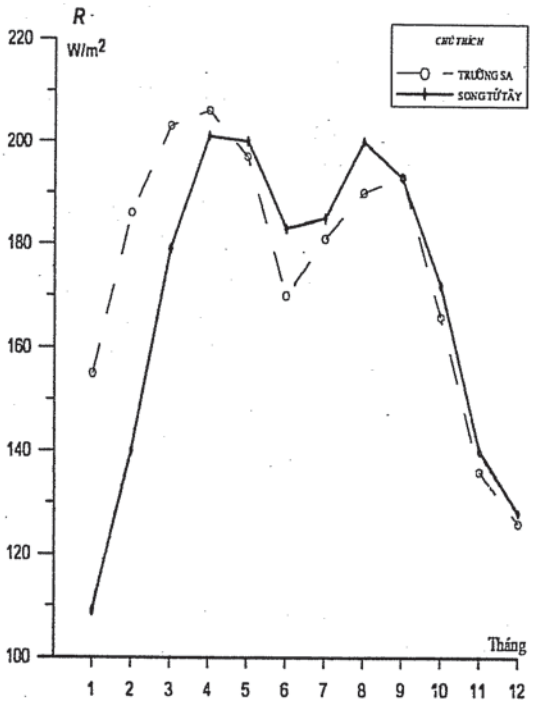
a. Cân bằng bức xạ mặt biển

Giá trị cân bằng bức xạ tại mặt biển (R) đạt cực đại của các vùng biển đều vào tháng 4. Trong đó ở Trường Sa là 206 W/m² và nhỏ nhất ở Song Tử Tây là 201 W/m². Giá trị R nhỏ nhất tại mặt biển Trường Sa vào tháng 12 và đều đạt gần 130 W/m², còn ở Song Tử Tây đạt giá trị nhỏ nhất vào tháng 1 khoảng 109 W/m².

Theo giá trị trung bình năm và theo tác giả L. A. Strokina [5] các giá trị thu được của R có xu hướng giảm dần theo hướng vĩ độ tăng ở Bắc bán cầu đối với biển Thái Bình Dương.

Kết quả thu được xếp theo vĩ độ tăng dần là Trường Sa, Song Tử Tây thì giá trị R có xu hướng giảm dần. Các giá trị thu được về định lượng cũng xấp xỉ như tác giả trên về giá trị trung bình cho cả vùng biển lớn. Kết quả này cho thấy phương pháp GGO được sử dụng trong bài báo là khá hợp lý và đáng tin cậy.

Cân bằng bức xạ *R* trong cả năm của Trường Sa là 2111 W/m^2, của Song Tử Tây là 2030 W/m^2.



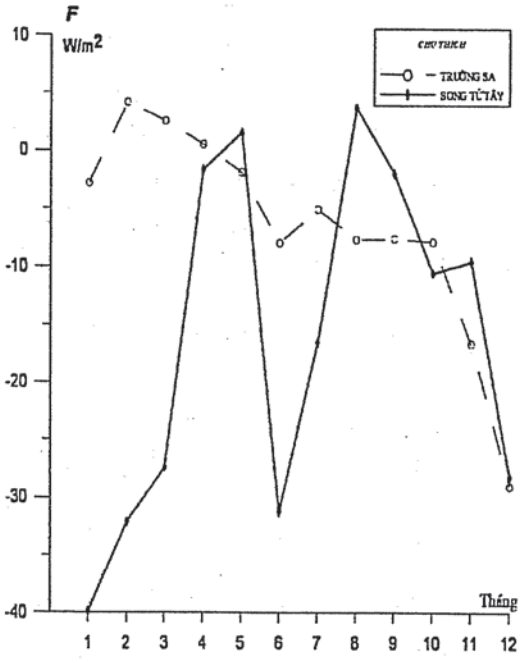
Hình 1. Biến trình năm cân bằng bức xạ tại mặt biển (R) tại các vùng biển

b. Dòng nhiệt rối

Biến trình dòng nhiệt rối tại mặt biển F của các vùng tương đối khác nhau. Biên độ thay đổi tại Song Tử Tây là rất lớn và khác với các vùng biển khác. Sự biến thiên khác nhau chủ yếu từ đầu năm đến hết tháng 8, còn từ tháng 9 đến tháng 12 thì có sự giống nhau của F tại hai vùng Trường Sa và Song Tử Tây. Giá trị cực tiểu của F tại các vùng ngoài khơi Trường Sa và Song Tử Tây đều vào thời gian tháng12, 1 và đều đạt gần -30 W/m^2.

Theo giá trị trung bình năm và theo tác giả L. A. Strokina [5] các giá trị thu được của F có xu hướng giảm dần theo hướng vĩ độ tăng ở Bắc bán cầu đối với biển Thái Bình Dương. Kết quả xếp theo vĩ độ tăng dần là Trường Sa, Song Tử Tây thì giá trị F có xu hướng giảm dần. Các giá trị thu được về định lượng cũng xấp xỉ như tác giả L. A. Strokina về giá trị trung bình cho cả vùng biển lớn.

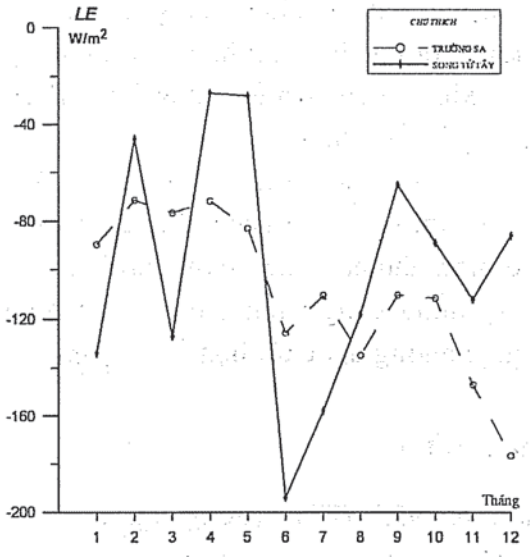
Giá trị trung bình tháng năm dòng nhiệt rối F của Song Tử Tây là -16 W/m^2, Trường Sa là -6,5 W/m^2. Tổng giá trị nhiệt rối trong năm thì tại Trường Sa là -78 W/m^2, Song Tử Tây là -193 W/m^2, chứng tỏ thành phần cán cân nhiệt này làm mất nhiệt mặt nước biển tại tất cả các vùng biển nghiên cứu. Tại Song Tử Tây thành phần này đóng vai trò quan trọng lớn hơn so với vùng biển Trường Sa.



Hình 2. Biến trình năm dòng nhiệt rối *F* tại các vùng biển

c. Nhiệt bốc hơi

Dòng nhiệt bốc hơi của hai vùng biển Trường Sa và Song Tử Tây diễn ra rất khác nhau trong năm (hình 3). Các giá trị nhiệt bốc hơi đều mang dấu âm tức đều làm mất nhiệt mặt nước biển. Biên độ dao động ở Song Tử Tây lớn hơn nhiều so với ở Trường Sa. Đặc biệt vào tháng 6 tại Song Tử Tây có đột biến. Giá trị lớn nhất tại Song Tử Tây là 197 W/m^2, Trường Sa là 180 W/m^2. Giá trị nhỏ nhất tại Song Tử Tây là 27 W/m^2, Trường Sa là 71 W/m^2.

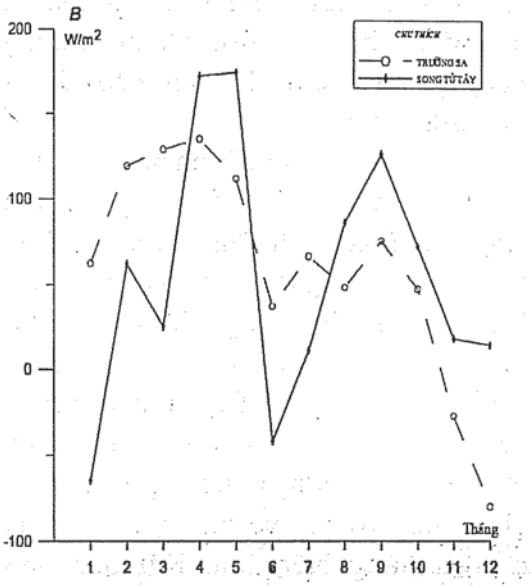


Hình 3. Biến trình lượng nhiệt bốc hơi *LE* tại các vùng biển

d. Lượng nhiệt trao đổi với môi trường xung quanh B

Thành phần cán cân nhiệt này có xu hướng tăng vào các tháng đầu năm và giảm dần vào các tháng cuối năm. Tại 2 vùng biển Trường Sa và Song Tử Tây cũng có tháng mang dấu âm tức cung cấp nhiệt, nhưng nói chung là B luôn có giá trị dương tức làm mất nhiệt của cân bằng nhiệt.

Giá trị lớn nhất tại Song Tử Tây là 174 W/m^2, Trường Sa là 135 W/m^2. Giá trị nhỏ nhất tại biển Song Tử Tây là -65 W/m^2, Trường Sa là -80 W/m^2. Tổng giá trị thành phần này trong năm thì tại Song Tử Tây là 653 W/m^2, Trường Sa là 724 W/m^2 chứng tỏ thành phần cán cân nhiệt mặt nước biển tại Trường Sa lớn hơn tại Song Tử Tây.



Hình 4. Biến trình lượng nhiệt trao đổivới môi trường xung quanh tại mặt biển (*B*) tại các vùng biển

5. Kết quả và thảo luận

- Phương pháp nghiên cứu cân bằng nhiệt mặt biển của GGO có ưu điểm cho phép tính toán các thành phần cán-cân nhiệt mà sử dụng tương đối ít số liệu quan trắc tại trạm đo khí tượng thủy văn biển, như: Nhiệt độ không khí lớp bề mặt, nhiệt độ mặt biển, lượng mây tổng cộng, độ ẩm tuyệt đối của không khí, độ muối mặt biển, vận tốc gió ở độ cao 10m so với mặt nước biển. Như vậy, có thể áp dụng phương pháp này trong các nghiên cứu cân bằng nhiệt mặt biển tại các vùng biển khác của Biển Đông.

- Tại Song Tử Tây dòng nhiệt rối F chiếm 9%, nhiệt bốc hơi LE làm mất đi hơn 55%, nhiệt trao đổi với môi trường xung quanh chiếm 36 % nhiệt do bức xạ mặt trời gây ra. Các biến trình của thành phần cán cân nhiệt tại đây rất phức tạp và rất khác với ở trạm Trường Sa.

- Tại Trường Sa dòng nhiệt rối F chiếm 3%, nhiệt bốc hơi LE làm mất đi hơn 65%, nhiệt trao đổi với môi trường xung quanh chiếm 32 % nhiệt do bức xạ mặt trời gây ra.

- Theo giá trị trung bình năm và theo tác giả L. A. Strokina [5] các giá trị thu được của *R* có xu hướng giảm dần theo hướng vĩ độ tăng ở Bắc bán cầu đối với biển Thái Bình Dương. Kết quả đề tài thu được xếp theo vĩ độ tăng dần là Trường Sa, Song Tử Tây thì giá trị *R* có xu hướng giảm dần. Các giá trị thu được về định lượng cũng xấp xỉ như tác giả L.A. Strokina về giá trị trung bình cho cả vùng biển lớn. Kết quả này chứng tỏ phương pháp cân bằng nhiệt được sử dụng trong khuôn khổ bài báo này là rất hợp lý và đáng tin cậy.

- Kết quả thu được xếp theo vĩ độ tăng dần là Trường Sa, Song Tử Tây thì giá trị F có xu hướng giảm dần.

Trên đây mới chỉ là những kết quả bước đầu nghiên cứu cán cân nhiệt tại các trạm hải văn thuộc quần đảo Trường Sa (đảo Trường Sa và đảo Song Tử Tây). Các trạm này mới chỉ là những điểm tương đối đặc trưng vùng khơi Biển Đông, nên những đánh giá còn có những hạn chế. Những nghiên cứu như vậy sẽ giúp chúng ta hiểu rõ hơn được các biến trình, quá trình tương tác khí quyển – biển vùng khơi Biển Đông. Đồng thời kết quả có thể phục vụ cho vấn đề đảm bảo thông tin khí tượng thủy văn biển cho các ngành kinh tế biển như hàng hải, đánh bắt hải sản, xây dựng công trình biển và an ninh quốc phòng được tốt hơn.

Tài liệu tham khảo

1. Bảng Hải dương học. *GIMIZ. Leningrad năm 1975, 477 tr.* (tiếng Nga).
2. Dư Văn Toán. Cân bằng nhiệt mặt nước biển tại khu vực đảo Trường Sa và đảo Phú Quí. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển.* Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam. T. 4. Số 3. Hà Nội. Tr. 54 – 65, 2004.
3. Egorop N. I. *Hải dương học vật lý.* Tập II. NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp. Hà Nội. 300 tr, 1981.
4. Gordepva S. M., Provotorov P. P. Bài tập hải dương học. NXB Trường Đại học khí tượng thủy văn Xanh Pêtecbua, 66 tr, 1998 (tiếng Nga).
5. Kagan. B. A., Smirnov N. P. Tương tác khí quyển và đại dương. GIMIZ. Leningrad năm 1989, 200 tr. (tiếng Nga).
6. Malinhin V. M. Hải dương học đại cương. Tập I. Các quá trình vật lý. NXB Trường Đại học khí tượng thủy văn Xanh Pêtécbua năm 1998, 300 tr. (tiếng Nga).

7. Matveev B. V. 2000. Vật lý khí quyển. GIMIZ. S. Petersburg. 800 tr. (tiếng Nga).
8. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc. Khí hậu Việt Nam. NXB KHKT, Hà Nội 320 tr, 1993.
9. Số liệu Khí tương Thủy văn Việt Nam, Tập 2,3 năm 1989 Chương trình Tiến bộ Khoa học Kỹ thuật cấp Nhà nước 42A, Hà Nội. 187 tr.