

BƯỚC ĐẦU MÔ PHỎNG SỰ PHÁT TÁN TRỨNG CÁ, CÁ BỘT NHÓM CÁ RẠN SAN HỒ KHU BẢO TỒN BIỂN VỊNH NHA TRANG

Đặng Đỗ Hùng Việt*, Vũ Duy Vĩnh, Phạm Văn Chiến, Nguyễn Đức Thế

Viện Tài nguyên và Môi trường biển-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*Email: vietddh@imer.ac.vn

Ngày nhận bài: 7-4-2014

Tóm tắt: Mô hình hóa các phát tán trứng cá, cá bột của nhóm cá rạn san hô ở khu bảo tồn biển vịnh Nha Trang mô phỏng 2 kịch bản vào 03/2009 và 08/2009 với giả định thời gian cho mỗi kịch bản là 30 ngày. Kết quả sự phát tán trứng cá, cá bột từ vịnh Nha Trang ra khu vực xung quanh chỉ tập trung nhiều ở vùng ven bờ với hàm lượng rất nhỏ. Một lượng ít trứng cá, cá bột do tác động của dòng nước cũng được đưa lên vùng ven bờ phía Bắc và xuống vùng ven bờ phía Nam nhưng không phát tán ra phía ngoài khơi. Phạm vi phát tán không khác biệt nhiều giữa các pha triều và mùa gió mà bị ảnh hưởng nhiều bởi nguồn (lượng trứng cá sinh ra).

Từ khóa: Trứng cá, cá bột, cá rạn san hô, phát tán, khu bảo tồn biển Nha Trang.

MỞ ĐẦU

Sự hình thành các quần xã sinh vật biển nói chung và các quần xã cá rạn san hô (RSH) nói riêng phụ thuộc rất lớn vào sự phát tán của giai đoạn đầu trong vòng đời (trứng cá, cá bột (TCCB)). Hầu hết các loài cá rạn san hô ít di chuyển đi chỗ khác trong suốt giai đoạn trưởng thành cho nên quá trình phát tán hầu như chỉ diễn ra trong giai đoạn đầu vòng đời trôi nổi của chúng [1]. Trứng cá và cá bột cá RSH được các dòng chảy vận chuyển một cách thụ động từ nơi chúng được sinh ra (nguồn cho) đến bổ sung cho các rạn san hô khác (nguồn nhận). Sự phân tán của các TCCB mới sinh ra có vai trò trong sự kết nối không gian giữa các RSH với nhau.

Việc thiết lập một mô hình toán để mô phỏng quá trình lan truyền TCCB cá RSH ở các khu vực nghiên cứu có vai trò rất quan trọng, giúp chúng ta có thể đánh giá ảnh hưởng của một số yếu tố vật lý thủy văn tới việc phát tán TCCB cá RSH, xác định được điểm phát tán, phạm vi và khoảng cách phát tán của chúng. Từ đó đánh giá được mối liên hệ kết nối các quần thể sinh học biển trong và ngoài khu bảo tồn

biển. Là cơ sở đề xuất một số nguyên tắc trong thiết kế khu bảo tồn biển và áp dụng một số giải pháp quản lý nhằm bảo tồn và phát triển bền vững nguồn lợi tự nhiên tại các khu bảo tồn biển (KBTB).

Trên thế giới, trong những năm gần đây, nhiều tác giả đã có các công trình nghiên cứu tiêu biểu về sự vận chuyển và quá trình phát tán TCCB cá RSH, vai trò của chúng trong việc kết nối các quần thể cá RSH trong mạng lưới các KBTB [2-6]. Tuy nhiên, ở Việt Nam hiện chỉ có nghiên cứu của Võ Văn Quang [7] về sự phát tán TCCB loài cá cơm sọc xanh (*Encrasicolina punctifer*) ở vùng nước trời Nam Trung Bộ, còn trong các RSH chưa có tài liệu nào đề cập đến vấn đề này. Vì thế, nghiên cứu này với mục tiêu bước đầu xây dựng mô hình phát tán TCCB nhóm cá RSH nhằm bổ sung thêm thông tin, giúp cho việc thiết kế và quản lý có hiệu quả khu bảo tồn biển vịnh Nha Trang.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Tài liệu, thời gian và địa điểm nghiên cứu

Tài liệu của báo cáo dựa trên các chuyến thu thập số liệu và mẫu vật của đề tài cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam “*Khoanh vùng các bãi đẻ của nhóm cá rạn san hô tại một số KBTB Việt Nam*” và các đợt khảo sát định kỳ và không định kỳ của Trung tâm Khí tượng thủy văn Quốc gia.

Thời gian: tháng 03/2009 và tháng 08/2009.

Đối tượng khảo sát: bao gồm môi trường nước, dòng chảy, TCCB nhóm cá rạn san hô.

Địa điểm: lựa chọn 10 mặt cắt ở các rạn san hô (MC) vùng biển vịnh Nha Trang (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ khảo sát

Phương pháp nghiên cứu

Thu thập các tài liệu khí tượng thủy văn

Các tài liệu về khí hậu, khí tượng thủy văn như nhiệt độ không khí, nắng, bức xạ mặt trời, gió, mưa, ẩm, dòng chảy, sóng, mực nước ... được thu thập thông qua các đợt khảo sát định kỳ và không định kỳ của Trung tâm Khí tượng thủy văn Quốc gia theo các quy phạm:

Quy phạm quan trắc lưu lượng nước sông, và các vùng sông ảnh hưởng triều (94TCN4-90) [8].

Quy phạm quan trắc hải văn ven bờ 94 TCN 8-91 [9]

Quy phạm quan trắc khí tượng bề mặt 94 TCN 6-2001 [10].

Điều tra khảo sát

Các số liệu về môi trường, khí tượng thủy văn, trứng cá, cá con được thu theo Quy phạm điều tra Tổng hợp biển của UBKH và KTNN

năm 1981 [11] và Smith (1977) [12]. Mẫu TCCB được thu bằng lưới kéo động vật nổi tầng mặt (0 - 0,5 m). Lưới có miệng hình chữ nhật (40 × 60 cm) dài 2 m, kích thước mắt lưới 350 μm, có gắn lưu tốc kế ở miệng lưới. Lưới được thả ở đuôi tàu, tàu chạy tốc độ 2 - 3 km/h trong 5 -10 phút. Mẫu được cố định bằng dung dịch formaline nồng độ 5 - 7% trong các lọ nhựa PVC và mang về phòng thí nghiệm để phân tích.

Phân tích mẫu

Mẫu sau khi thu về phòng thí nghiệm được chuyển sang lưu trữ trong dung dịch cồn 70%.

Công việc định loại TCCB dựa theo phương pháp hình thái học trên tài liệu của các tác giả Jeffrey M. Leis và Okiyama [13, 14] ... Các mẫu TCCB được định loại tới bậc taxon thấp nhất ở cấp độ loài hoặc họ nếu có thể.

Xử lý các số liệu

Xác định mật độ trứng cá và TCCB cá trong mẫu bằng công thức: $M = 100 \times n/V$

M: Số TC hoặc CB trong 100 m³ thể tích nước (số trứng, cá thể/100 m³), n: tổng số TCCB hoặc trứng thu được (số trứng, cá thể, con), V: thể tích nước xuyên qua lưới (m³).

Sử dụng các phần mềm thống kê toán học để xử lý các số liệu. Vẽ sơ đồ bằng phần mềm Arcview và MapInfo.

Thiết lập mô hình mô phỏng thủy động lực và lan truyền ấu trùng

Mô hình lan truyền TCCB cá nằm trong module Delft3d-Part [15] là một mô hình 3 chiều có thể tính toán, mô phỏng động lực phân bố hàm lượng vật chất nói chung theo không gian và thời gian từ các nguồn phát tán.

Mô hình này có khả năng mô phỏng sự di chuyển ngẫu nhiên dạng vết, dựa vào sự di chuyển của các phân tử vật chất hòa tan (hoặc không tan) trong môi trường nước dưới những ảnh hưởng do các quá trình bình lưu (dòng chảy). Sự di chuyển của các phân tử đầu tiên do hai yếu tố: ứng suất trượt của dòng chảy (đáy) và gió (trên mặt). Sau đó, các phân tử này di chuyển bởi các quá trình ngẫu nhiên liên quan đến lan truyền - khuếch tán bình lưu và thẳng đứng. Phạm vi áp dụng của mô hình là các

vùng cửa sông ven biển, vùng nước của các hồ chứa ...

Cơ sở mô hình thủy động lực học

Thời gian tính toán và các kịch bản

Để tính toán mô phỏng lan truyền TCCB cá từ các điểm nghiên cứu ra các vùng biển khác chúng tôi chọn thời gian mô phỏng theo hai kịch bản vào đợt 1 (tháng 3) và đợt 2 (tháng 8). Vì vậy, mô hình thủy động lực cũng được thiết lập với hai kịch bản đợt 1 và đợt 2:

Thời gian chạy cho mỗi kịch bản là 30 ngày.

Hiệu chỉnh mô hình:

Đợt 1: tháng 3 năm 2009

Đợt 2: tháng 8 năm 2009

Với mỗi kịch bản, bước thời gian tính (Δt): 60 giây.

Điều kiện biên và điều kiện ban đầu

Điều kiện ban đầu:

Cho lần chạy đầu tiên của mô hình, các điều kiện ban đầu được thiết lập như sau:

Mực nước, độ muối, hàm lượng trầm tích lơ lửng được đặt giá trị bằng không (0).

Nhiệt độ nước: 20°C cho đợt 03/2009 và 25°C cho đợt 08/2009.

Ở những lần chạy tiếp theo, các điều kiện ban đầu sử dụng file kết quả của lần chạy trước đó.

Điều kiện biên tại các biên mở:

Có hai loại điều kiện biên mở được dùng trong mô hình: đó là các biên mở phía biển. Điều kiện biên động lực cho các biên này là các bộ hằng số điều hòa thủy triều của 4 sóng triều chính là O1, K1, M2, S2. Đối với điều kiện biên nhiệt muối, chúng tôi sử dụng các giá trị độ mặn, nhiệt độ trung bình theo mùa (giá trị trung bình tháng trong thời gian tính toán).

Hiệu chỉnh các tham số tính toán của mô hình

Hiệu chỉnh, đánh giá độ chính xác là công việc cần thiết và quan trọng trong việc áp dụng mô hình với một vùng cụ thể. Kết quả tính toán từ mô hình được so sánh với số liệu quan trắc để đánh giá sự sai khác giữa tính toán và thực

tế, từ đó kiểm tra, hiệu chỉnh các số liệu, các tham số nhằm mục đích tối ưu hoá quá trình tính toán và giảm sai khác đến một mức nhỏ nhất có thể (Donigian, 1999) [16].

Với các phần mềm được kiểm nghiệm trong điều kiện thực tế và áp dụng rộng rãi, sự sai khác giữa kết quả của mô hình và quan trắc thực tế có thể do một hoặc tất cả các nguyên nhân sau (Mulla và Addiscott, 1999) [17]:

Thiếu sự điều chỉnh các tham số, nhất là các tham số có tính chất địa phương như lực Coriolis, hệ số nhám đáy ...

Số liệu đầu vào (điều kiện ban đầu, điều kiện biên, độ sâu ...) thiếu hoặc không chính xác.

Lựa chọn các tham số chưa chính xác.

Đối với việc tính toán thủy động lực trong nghiên cứu này, đã tiến hành hiệu chỉnh và đánh giá độ chính xác của mô hình bằng việc so sánh kết quả của mô hình với số liệu quan trắc mực nước và dòng chảy.

Sai số bình phương trung bình (RMSE-Root Mean Square Error) là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá độ chính xác của mô hình.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{N}}$$

Trong đó: $i = 1, n$ là số lần quan trắc được thực hiện; P_i là giá trị dự báo của mô hình tại thời điểm i ; O_i là giá trị quan trắc tại thời điểm i .

Để đánh giá và hiệu chỉnh cho mô hình thủy động lực khu vực nghiên cứu, chúng tôi đã hiệu chỉnh mô hình với các giá trị mực nước ở Vũng Tàu trong bảng thủy triều, trùng với thời gian tính toán. Các kết quả sau lần hiệu chỉnh cuối cùng cũng đã cho thấy sự phù hợp tương đối giữa tính toán và số liệu quan trắc thực tế.

Các thông số đầu vào của mô hình lan truyền TCCB cá

Mô hình lan truyền TCCB cá được thiết lập trên cơ sở sử dụng các kết quả từ mô hình thủy động lực, các kết quả này bao gồm:

Phạm vi của miền tính (gồm cả độ sâu và địa hình).

Các kết quả tính toán mô phỏng trường thủy động lực, độ muối, nhiệt độ

Vị trí phát tán ấu trùng: Khu vực vịnh Nha Trang.

Các tham số của mô hình thủy động lực được tóm tắt trên bảng 1.

Bảng 1. Tóm tắt các thông số đầu vào của mô hình

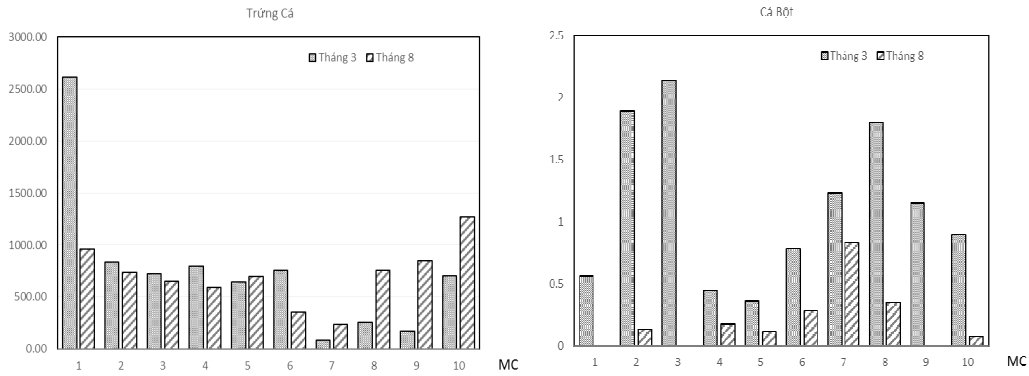
Mô hình	Thông số	Giá trị
Dòng chảy	Số điểm tính	M=617, N=241 (trước đập) M=617, N=235 (sau đập)
	$\Delta x, \Delta y$	187,5 - 777,1 m
	Bước thời gian	30 giây
	Ngưỡng giữa khô và ướt	0,1 m
	Số tầng	4(25%/ lớp)
	Hệ số nhớt theo phương ngang	1,0 m ² /s
	Hệ số nhớt theo phương đứng	1,0 x 10 ⁻⁶ m ² /s
	Hệ số khuếch tán theo phương ngang	1,0 m ² /s
	Hệ số khuếch tán theo phương đứng	1,0 x 10 ⁻⁶ m ² /s
	Hệ số nhám Chezy	60
	Mô hình khép kín rỏi	Khép kín rỏi <i>k-e</i>
	Sơ đồ bình lưu	Phương pháp Cyclic
	Hệ tọa độ sigma	Bật
	Lọc dọc Forrester	Bật
	Lọc ngang Forrester	Tắt
	Khu vực phát tán	Nha Trang
	Kiểu phát tán	Continuous Realeses (liên tục)
	Vận chuyển TCCB	Số hạt
Tỉ trọng trứng cá trong nước		≈0,1 kg/m ³
Tỷ lệ chết (decay rate)		0,006
		A0=0,0001
		A1=0
Thành phần lắng đọng		Chu kì=0 Pha=0 Vmin= -10 Vmax =1.000
Khuếch tán ngang		a=0,07 b = 0,7
Khả năng bám dính		0,2
Tỷ trọng		900 kg/m ³

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Mật độ, phân bố TCCB vùng biển vịnh Nha Trang

Sau 2 đợt khảo sát đã thu được tổng số 10.660 TC và 49 CB. Mật độ TCCB trung bình (n/100m³) đợt khảo sát 03/2009 là 758,75 TC và 1,13 CB, đợt 08/2009 là 710,17 TC và 0,2 CB. Mật độ TCCB trung bình theo mặt rộng và theo đợt khảo sát được thể hiện qua hình 2. Có sự khác nhau về mật độ giữa các MC, vào tháng 03/2009 mật độ TC khá cao, cao nhất tại MC 1 phía Đông Nam Hòn Miễu đạt 2.616,25,

thấp nhất tại MC7 Tây Hòn Mun chỉ đạt 84,1, các MC khác dao động từ 169,85 - 836,15. Mật độ CB rất thấp chỉ dao động từ 0,56 - 2,14. Vào tháng 08/2009 mật độ TC cao nhất tại MC10 Bãi Lân (958,53), thấp nhất tại MC7 (238,57), các MC khác từ 350,99 - 958,53. Mật độ CB cũng thấp, MC1, MC3 và MC9 không xuất hiện CB, còn lại các MC khác chỉ từ 0,08 - 0,43. Để đánh giá sự khác biệt giữa các đợt khảo sát, tiến hành phân tích ANOVA một nhân tố cho kết quả P_TCCB (0,84) > 0,05 chứng tỏ không có sự khác biệt giữa hai đợt khảo sát.



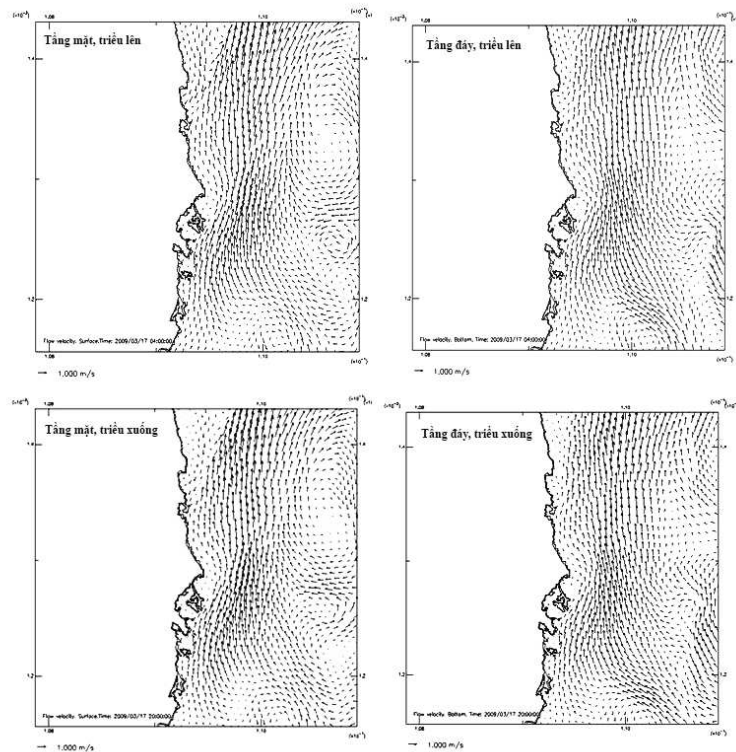
Hình 2. Mật độ TCCB ($n/100m^3$) theo mặt rộng và theo đợt khảo sát 2009 tại vịnh Nha Trang

Ảnh hưởng của các điều kiện thủy động lực đến TCCB ở vùng biển Nha Trang

Vùng ven biển vịnh Nha Trang tương đối kín ở gần sát bờ, tuy nhiên phía ngoài của vịnh lại rất thoáng nên chế độ dòng chảy ở đây cũng chịu tác động của dao động mực nước và yếu tố gió biển động theo mùa. Tính chất chung của trường dòng chảy ở khu vực vịnh Nha Trang vẫn là dòng triều chi phối, nhưng dòng triều chỉ

thể hiện vai trò quan trọng ở khu vực bên trong vịnh, còn với khu vực phía ngoài, trường dòng chảy thể hiện tính chất của dòng chảy gió và chịu tác động của hoàn lưu dọc bờ.

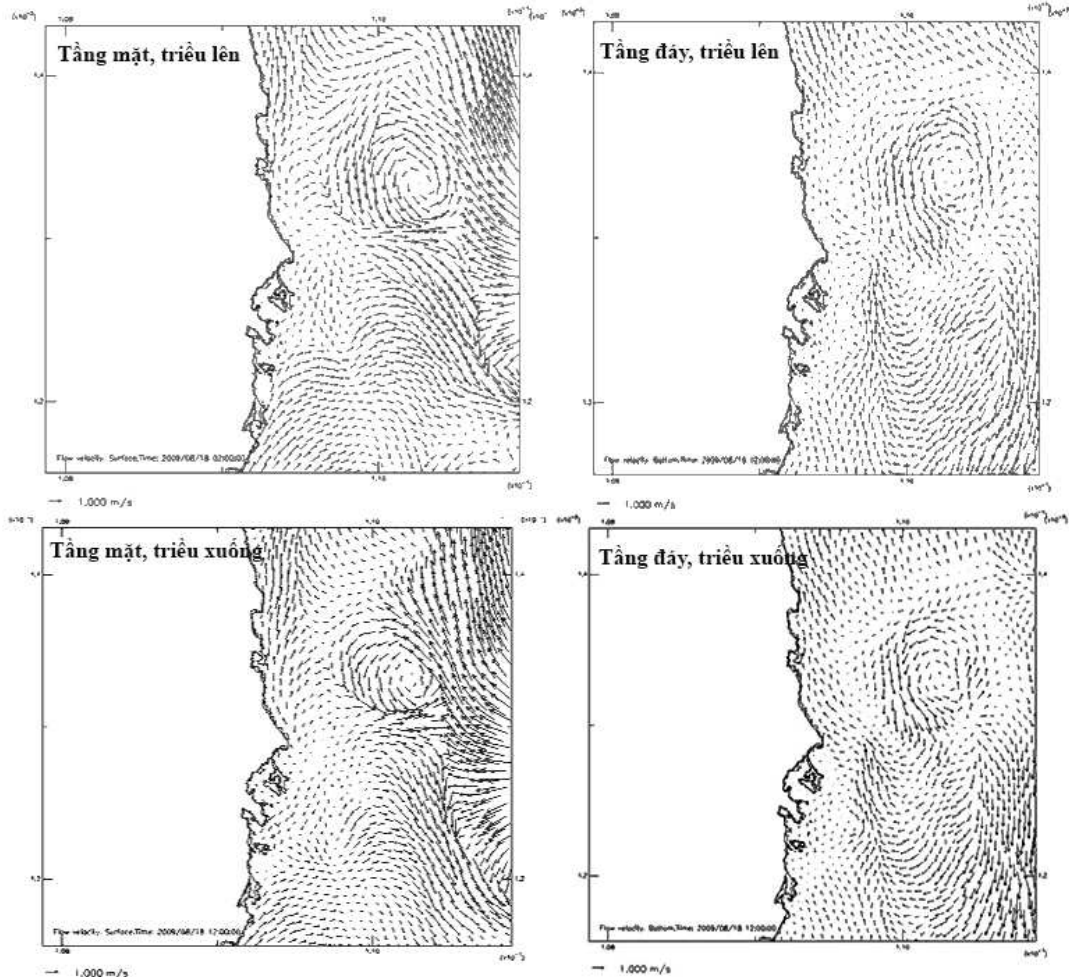
Do ảnh hưởng của hoàn lưu nước Biển Đông và địa hình nên vào đợt 3/2009, trường dòng chảy ở vùng biển phía ngoài vịnh Nha Trang vẫn có hướng chảy chủ yếu lên phía Bắc trong cả pha triều lên và triều xuống (hình 3).



Hình 3. Trường dòng chảy vùng ven biển vịnh Nha Trang đợt 3/2009

Trong khi đó vào đợt 8/2009, trường dòng chảy phía ngoài vịnh Nha Trang vẫn thể hiện xu hướng đi lên phía Bắc nhiều hơn nhưng phía ngoài vịnh xuất hiện các xoáy thuận cùng chiều

kim đồng hồ ở phía Đông Bắc vịnh (hình 4). Có thể chính những xoáy thuận này sẽ làm hạn chế sự phát tán của trứng cá, cá bột cá sau khi đi ra khỏi vịnh.



Hình 4. Trường dòng chảy vùng ven biển vịnh Nha Trang đợt 08/2009

Như vậy, trường dòng chảy khu vực vịnh Nha Trang và lân cận trong đợt 8/2009 và đợt 3/2009 đều có xu hướng dịch chuyển lên phía Bắc nhiều hơn, điều này cho thấy có khả năng phát tán TCCB cá rạn lên phía Bắc vịnh Nha Trang cả trong hai đợt khảo sát (tháng 3 và 9/2009), trong đó phạm vi phát tán vào đợt 8/2009 có thể nhỏ hơn do ảnh hưởng của các xoáy thuận phía Đông Bắc vịnh.

Các kết quả đánh giá mô hình thủy động lực ở các khu vực trên mới chỉ là những đánh

giá liên quan đến tác động có thể của trường dòng chảy. Những đánh giá xác thực hơn thông qua việc mô phỏng trực tiếp đối tượng TCCB cá ở mỗi khu vực.

Kết quả mô phỏng sự phát tán TCCB ở vùng biển Nha Trang bằng mô hình

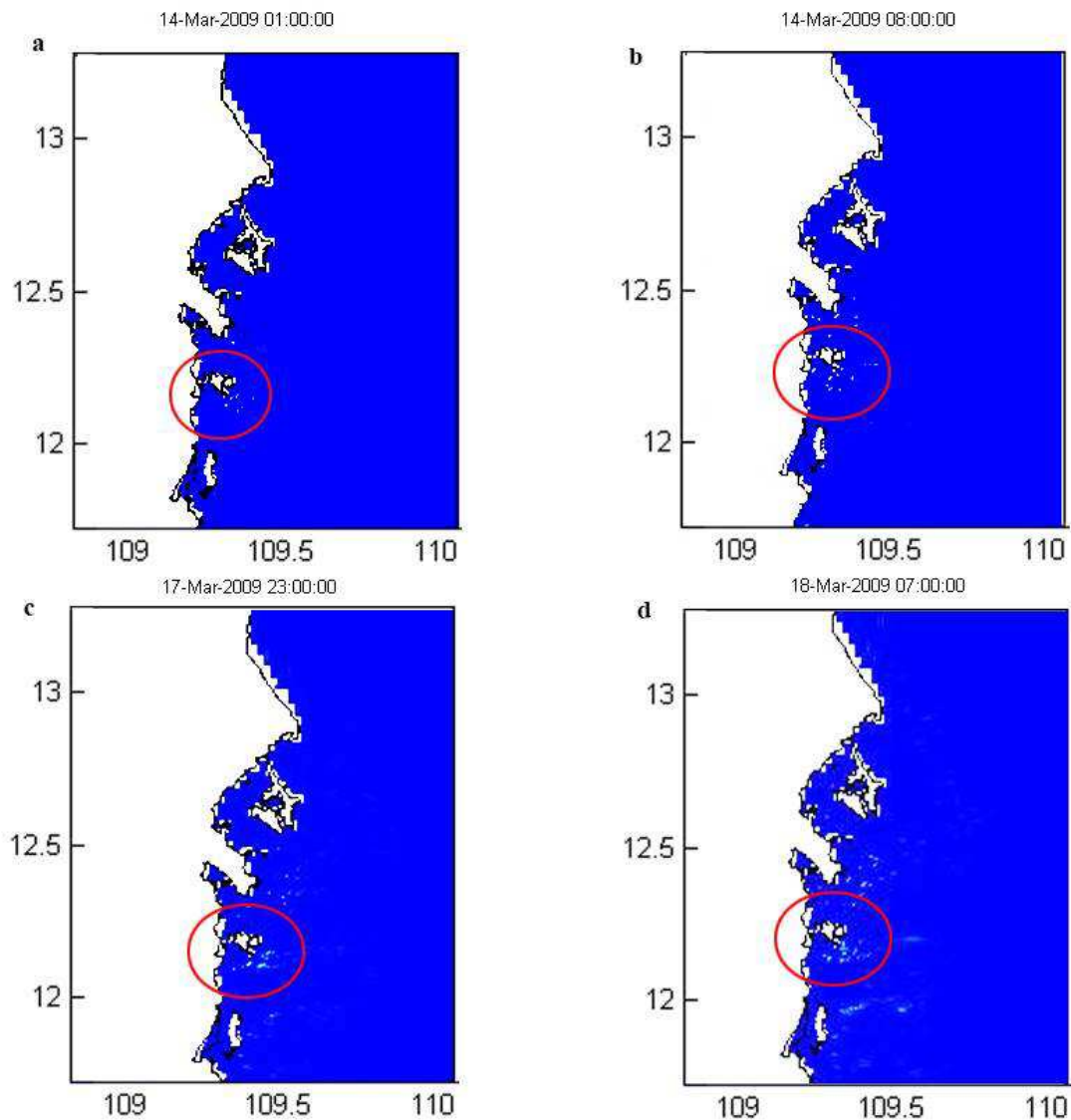
Tại khu vực vịnh Nha Trang, các kết quả mô phỏng lan truyền phát tán của TCCB nhóm cá rạn từ các nguồn phát sinh cho thấy dưới tác động của trường dòng chảy, nguồn TCCB đã

được đưa ra phía ngoài vịnh Nha Trang, sau đó phát tán ra các khu vực xung quanh (hình 5, hình 6) với mật độ TCCB rất nhỏ (khoảng $0,1-0,6 \times 10^{-3} \text{kg/m}^3$).

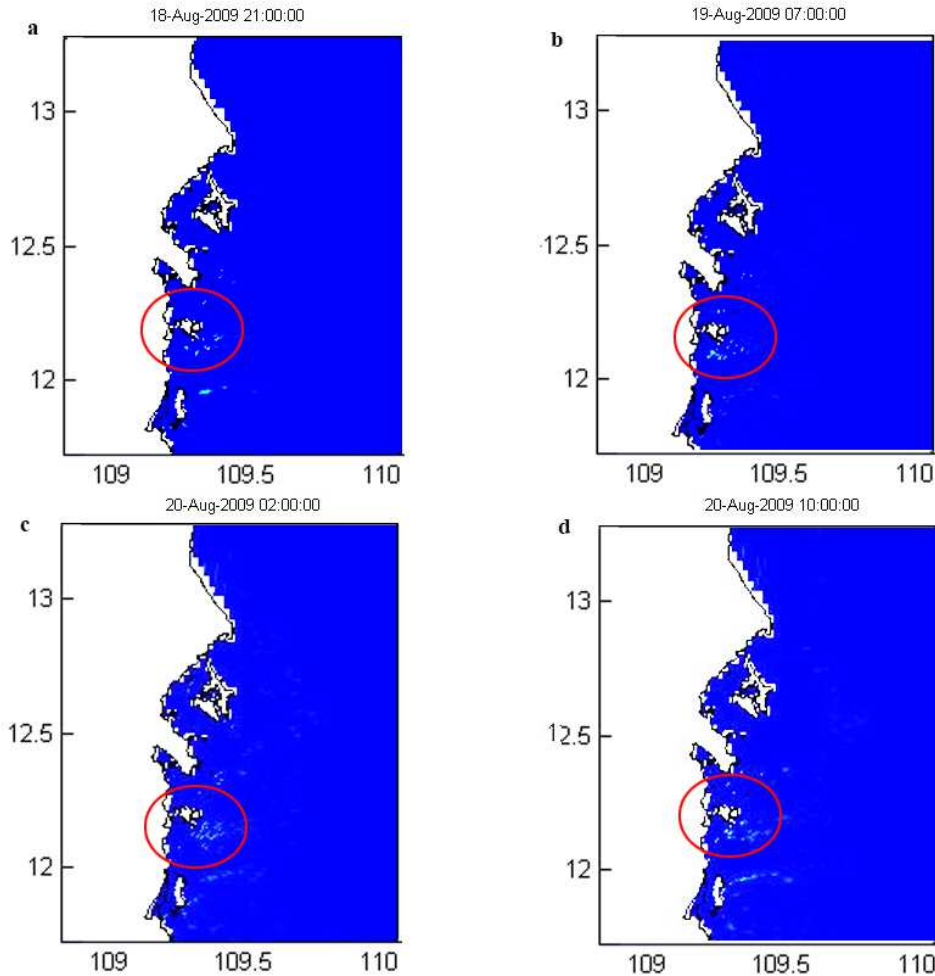
Do mật độ nhỏ và điều kiện động lực yếu (dòng triều bán nhật) nên TCCB không phát tán quá xa ra nơi khác hay không có hướng di chuyển nhất định mà chỉ tập trung vùng xung quanh vịnh Nha Trang. Một lượng nhỏ TCCB do tác động của dòng nước cũng được đưa lên

vùng ven bờ phía Bắc và xuống vùng ven bờ phía Nam nhưng không có TCCB cá phát tán ra phía ngoài khơi.

Các kết quả tính toán cho thấy sự phát tán TCCB từ vịnh Nha Trang ra những khu vực xung quanh không bị tác động nhiều bởi các pha dao động của mực nước và yếu tố gió biển động theo đợt khảo sát tháng 3 và tháng 9/2009.



Hình 5. Mô hình phát tán TCCB khu vực vịnh Nha Trang 03/2009 (a- triều lên, b- triều xuống c- nước lớn, d- nước ròng)



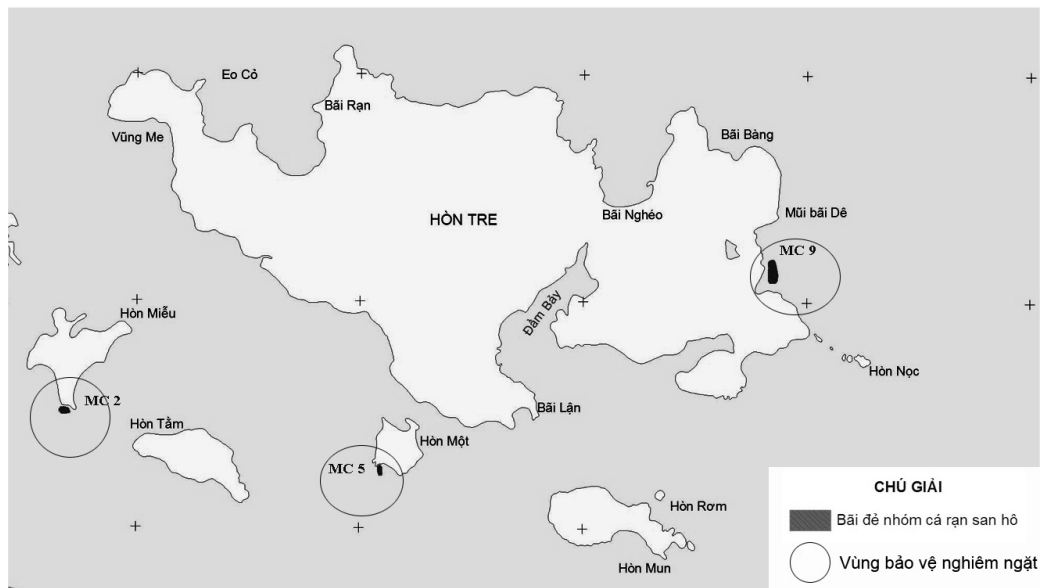
Hình 6. Mô hình phát tán TCCB khu vực vịnh Nha Trang 08/2009 (a- triều lên, b- triều xuống c- nước lớn, d- nước ròng)

THẢO LUẬN

Dựa trên các số liệu nghiên cứu về TCCB nhóm cá RSH vùng biển vịnh Nha Trang [18] và kết quả mô hình phát tán TCCB ở trên, chúng tôi đã xác định được 3 địa điểm: khu vực Nam Hòn Miễu, Nam Hòn Một và mũi Bãi Dê là những bãi đẻ và bãi giống của nhóm cá RSH vào đợt 8/2009 trong khu vực. Chúng tôi đã thiết lập được sơ đồ một số địa điểm cần bảo vệ nghiêm ngặt là các bãi đẻ (hình 7). Đây là cơ sở bước đầu để quản lý có hiệu quả KBTB vịnh Nha Trang.

Với vị trí địa lý nằm trong vùng có nền nhiệt độ tương đối cao, ổn định và địa hình

thuận lợi đã hình thành nên các rạn san hô ở vùng biển vịnh Nha Trang. Những rạn san hô này không chỉ có ý nghĩa to lớn về môi trường sinh thái của khu vực mà còn là nơi cung cấp nguồn trứng cá, cá bột (nguồn giống) ở những vùng biển đó và các khu vực lân cận. Do nhiều nguyên nhân khác nhau, các kết quả mô phỏng sự phát tán, lan truyền trứng cá, cá bột cá rạn san hô ở vùng biển ven bờ vịnh Nha Trang trong bài báo này mới chỉ là bước đầu và còn một số hạn chế, để khắc phục điều này cần có những số liệu khảo sát hệ thống hơn về lượng sinh sản, thời gian và các đặc điểm sinh học của trứng cá, cá bột cá rạn san hô tại các khu vực nghiên cứu.



Hình 7. Sơ đồ vùng bảo vệ nghiêm ngặt khu bảo tồn biển vịnh Nha Trang

KẾT LUẬN

Mật độ phân bố TCCB khác nhau giữa các mặt cắt khảo sát, mật độ TC cao nhất tại MC1 (3/2009) và MC10 (8/2009). Mật độ CB thấp không đáng kể, giữa hai đợt khảo sát không có sự khác biệt về mật độ TCCB.

Sự phát tán TCCB cá từ vịnh Nha Trang ra khu vực xung quanh chỉ tập trung nhiều ở vùng ven bờ với hàm lượng rất nhỏ. Hầu như TCCB không phát tán ra phía ngoài khơi. Phạm vi phát tán không khác biệt nhiều giữa các pha triều và mùa gió mà bị ảnh hưởng nhiều bởi nguồn (lượng trứng cá sinh ra).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sale, P. F., 1980. The ecology of fishes on coral reefs. *Oceanogr. Mar. Biol. Rev.*, 18, 367-421.
2. Arino, O., and Prouzet, P., 1999. Modeling of the larval stage of the anchovy of the Bay of Biscay. Estimation of the rate of recruitment in the juvenile stage, Final report, Project, 96, 048.
3. Epifanio, C. E., and Garvine, R. W., 2001. Larval transport on the Atlantic continental shelf of North America: a review. *Estuarine, coastal and shelf Science*, 52(1): 51-77.
4. Hare, J. A., and Cowen, R. K., 1996. Transport mechanisms of larval and pelagic juvenile bluefish (*Pomatomus saltatrix*) from South Atlantic Bight spawning grounds to Middle Atlantic Bight nursery habitats. *Limnology and Oceanography*, 41(6): 1264-1280.
5. PiNeDa, J., Hare, J. A., and Sponaugle, S., 2007. Larval transport and dispersal in the coastal ocean and consequences for population connectivity. *Oceanography* 20, 21-39.
6. Đặng Đỗ Hùng Việt, Nguyễn Văn Quân, Vũ Duy Vĩnh, 2011. Nghiên cứu thành phần, biến động mật độ phân bố Trứng cá - cá con cơ sở khoa học cho việc xác định các Bãi đẻ nhóm cá rạn san hô tại vùng biển Hải Vân - Sơn Chà. Kỷ yếu Hội nghị khoa học và công nghệ biển toàn quốc, lần thứ V, Tr. 161-170.
7. Võ Văn Quang, Trần Văn Chung, 2012. Phân bố và quá trình vận chuyển của trứng cá, cá bột của loài cá cơm sọc xanh (*Encrasicholina punctifer*) ở vùng nước trời Nam Trung Bộ, Việt Nam. *Tạp chí khoa học và công nghệ biển*, 12(4): 52-61.
8. Bộ tài nguyên và môi trường, 2003. Quy phạm quan trắc lưu lượng nước sông, và

- các vùng sông ảnh hưởng triều 94TCN4-90.
9. *Bộ tài nguyên và môi trường, 2006.* Quy phạm quan trắc hải văn ven bờ 94 TCN 8-91.
 10. *Bộ tài nguyên và môi trường, 2001.* Quy phạm quan trắc khí tượng bề mặt 94 TCN.
 11. *Ủy Ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước, 1981.* Quy phạm điều tra tổng hợp biển. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
 12. *Smith, P., and Richardson, S., 1977.* Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. FAO Technical Paper 175, 100 p.
 13. *Leis, J. M., and Carson-Ewart, B. M. (Eds.), 2000.* The larvae of Indo-Pacific coastal fishes: an identification guide to marine fish larvae (Vol. 2). Brill.
 14. *Okiyama, M., 1988.* An atlas of the early stage fishes in Japan. Tokai University Press, Tokyo, 1154 p.
 15. *WL Delft Hydraulics, 1999.* Delft3D-FLOW User Manual Version 3.05,
 16. *Donigian Jr, A. S., Imhoff, J. C., and Kittle Jr, J. L., 1999.* HSPFParm: An Interactive Database of HSPF Model Parameters. EPA-823-R-99-004. US EPA Office of Water, Washington DC.
 17. *Mulla, D. J., and Addiscott, T. M., 1999.* Validation Approaches for Field-, Basin-, and Regional-Scale Water Quality Models. Assessment of non-point source pollution in the vadose zone, 63-78.
 18. *Đặng Đỗ Hùng Việt, 2013.* Xác định các bãi đẻ của nhóm cá rạn san hô tại khu bảo tồn biển vịnh Nha Trang. Kỷ yếu Hội nghị toàn quốc về tài nguyên sinh vật, lần thứ V, Tr. 1715-1722.
 19. *Ramzi, A., Arino, O., Koutsikopoulos, C., Boussouar, A., and Lazure, P., 2001.* Modelling and numerical simulations of larval migration of the sole (*Solea solea* (L.)) of the Bay of Biscay. Part 1: modelling. *Oceanologica acta*, **24**(2): 101-112.

PRELIMINARY SIMULATION OF EGG AND LARVAL DISPERSAL OF CORAL REEF FISH IN NHA TRANG MARINE PROTECTED AREA

Dang Do Hung Viet, Vu Duy Vinh, Nguyen Duc The, Pham Van Chien

Institute of Marine Environment and Resources-VAST

ABSTRACT: Modeling the dispersal of coral reef fish eggs and larvae (FE-FL) in Nha Trang bay MPA simulated two scenarios in 03/2009 and 08/2009. The assumption each time for scenario was 30 days. The dispersal results of FE-FL from the Nha Trang bay to the surrounding areas just concentrated in coastal areas with very small quantities. A small number of FE-FL under the effects of water current were also take to the Northern coastal areas and the Southern coastal areas but no FE-FL spread to open sea. The dispersal range was not much different between the tidal phases and monsoons but significantly affected by the source (fish eggs produced).

Keywords: Fish eggs, larvae, coral reef fish, spawning, Nha Trang MPA, model, dispersal.