

MỘT SỐ KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM BAN ĐẦU CỦA MÔ HÌNH ECOHAM VỀ ĐỘNG LỰC HỌC DINH DƯỠNG TRONG VỊNH VÂN PHONG, KHÁNH HOÀ, VIỆT NAM

THÁI NGỌC CHIẾN¹, NGUYỄN TÁC AN², BÙI HỒNG LONG²

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, nuôi biển đã được chú ý nhiều do lợi ích kinh tế to lớn của nó. Nuôi biển đã phát triển nhanh chóng về quy mô, kỹ thuật và đối tượng nuôi. Nghề nuôi biển đã có những tác động và ảnh hưởng tới môi trường và kinh tế xã hội. Mâu thuẫn về mục đích sử dụng, khai thác vùng nước đồng thời việc thải chất thải không xử lý đã làm nhiễm bệnh cho các vùng nuôi khác cũng được ghi nhận. Vì vậy xây dựng cơ sở khoa học cho việc phát triển bền vững các vùng ven biển Việt Nam là một nhu cầu cấp thiết hiện nay.

Trong bài báo này, chúng tôi đề cập chủ yếu đến cơ sở lý thuyết của mô hình tính toán động học về dinh dưỡng (Nitơ và Phospho) có liên quan đến các quá trình sản xuất năng suất sinh học sơ cấp và một số kết quả bước đầu ở vịnh Vân Phong, Khánh Hòa, Việt Nam.

Kết quả ban đầu cho thấy hàm lượng Carbon của thực vật phân bố thấp nhất vào tháng 1 (trung bình $0,037 \text{ mg C/m}^3$) và sau đó tăng dần lên đến tháng 8 ($0,08 \text{ mg C/m}^3$) thấp dần vào tháng 12 ($0,036 \text{ mg C/m}^3$). Hàm lượng Carbon trung bình toàn vịnh là $0,05 \text{ mg C/m}^3$. Hàm lượng Carbon giảm dần vùng ven bờ ra ngoài khơi.

Hàm lượng Nitơ cao vào mùa mưa và thấp vào mùa khô. Hàm lượng Nitơ cao dần sau tháng 8, thấp nhất là tháng 1 (trung bình $0,6 \text{ mmol/m}^3$) và cao nhất vào tháng 12 (trung bình $1,3 \text{ mmol/m}^3$). Phân bố hàm lượng Phosphate cũng thấp vào các tháng mùa khô và cao vào các tháng mùa mưa. Hàm lượng Phosphate tháng 1 khoảng $0,4 \text{ mmol/m}^3$, tháng 8 khoảng $1,13 \text{ mmol/m}^3$ và tháng 12 là $0,7 \text{ mmol/m}^3$.

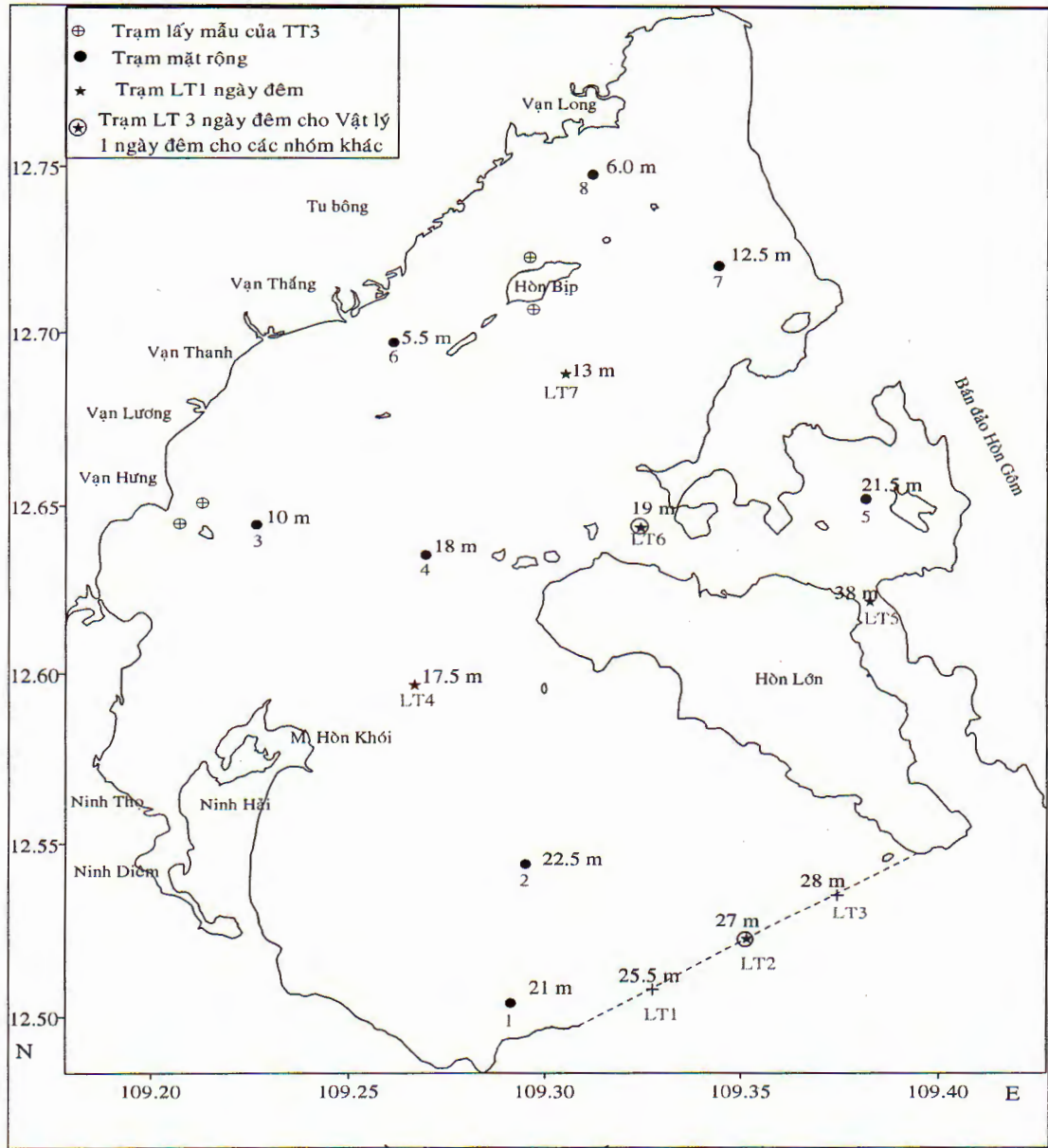
I. MỞ ĐẦU

Vịnh Vân Phong nằm giữa vĩ độ $12^{\circ}29' - 12^{\circ}48' \text{ N}$, và kinh độ $109^{\circ}10' - 109^{\circ}26' \text{ E}$ (Lê Anh Tuấn, 2004), cách Nha Trang khoảng 30 km về phía Bắc. Tổng diện tích mặt nước khoảng 375 km^2 trong đó diện tích độ sâu nhỏ hơn 10 m chiếm 36 %, từ 10-20 m chiếm 62% và từ 20 -60 m chiếm 2%. Xung quanh vịnh có nhiều núi cao, phía Tây là sườn Đông của dãy Trường Sơn cao có thể chắn gió Tây. Phía Đông có bán đảo Hòn Gồm và đảo Hòn Lớn có độ cao hơn 400 m có thể chắn gió và sóng phía Bắc và Đông Bắc. Hướng Tây Nam cũng có núi cao (Bùi Hồng Long và CTV, 2004) (hình 1).

Đặc điểm địa lý của vịnh thuận lợi cho quá trình lan truyền gió, sóng hướng Đông Nam. Lạch Cổ Cò hầu như kín gió. Tuy nhiên ở phía Bắc vịnh (khu vực Tu Bông) có thời

kỳ gió rất mạnh, đạt giá trị trên 20 m/s. Chính vì thế Tu Bông còn gọi là Tụ Phong (Bùi Hồng Long và CTV, 2004).

Dòng chảy trung bình cho toàn vịnh không lớn (4,3 cm/s). Dòng chảy giảm dần khi vào vùng bên trong vịnh. Kết quả tính cho thấy rằng khi không có gió lượng nước trong vịnh đi ra biển ngoài thông qua lạch Cỏ Cò lớn hơn lượng nước đi vào, còn trong trường hợp có gió Bắc, Đông Bắc chiếm ưu thế thì lượng nước từ biển vào trong vịnh qua lạch này lại lớn hơn lượng nước đi ra.



Hình 1. Bản đồ vịnh Vân Phong

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Mô hình hoá

Trong bài báo này, chúng tôi sẽ sử dụng mô hình sinh thái ECOHAM (ECOLOGICAL North Sea Model HAMBURG): Mô hình này được xây dựng bởi TS. Andreas Moll (1993) trường Đại học Hamburg - Đức. Đây là mô hình dùng để xác định sự biến động dinh dưỡng, sức tải môi trường, quá trình khuếch tán các chất hữu cơ lơ lửng trong nước,... Mô hình mô tả tổng quát một hệ sinh thái học vì thế nó được ứng dụng khá rộng rãi, đặc biệt là vùng biển Bắc. Tuy nhiên mô hình ECOHAM sẽ cần các thông số vật lý: bức xạ nhiệt, nhiệt độ, vận tốc dòng chảy, hệ số khuếch tán từ mô hình vật lý HAMSOM (Hamburg Shelf Ocean Model) để thực hiện các chuỗi phép tính. Đây là mô hình 3 chiều và giải các công thức động lượng và liên tục trên dạng xung lực. Độ mặn, nhiệt độ được xác định bằng các công thức bảo toàn ước tính. Các lực của mô hình này là thủy triều, sức gió, thông lượng nhiệt và nguồn nước ngọt từ sông đổ ra. HAMSOM có thể dùng thêm các công thức bảo toàn phụ cho các yếu tố sinh hóa học (Barthel, K., 2002). Mô hình HAMSOM được thực hiện bởi TS. Knut Barthel, Trường Đại học Bergen, NaUy.

1.1. Các hệ phương trình cơ bản của mô hình ECOHAM

Trong các công thức của mô hình có 2 số hạng vi phân từng phần mô tả quá trình biến đổi theo không gian và thời gian của hàm lượng Nitrate N, Phosphate P(x,y,z;t) (mg/m³) và sinh khối thực vật phù du (g C/m³). Các công thức cho mô hình được xây dựng dưới đây:

1.1.1. Sinh khối thực vật phù du (gC/m³)

Biến động sinh khối thực vật phù du = Biến động do chuyển động + Sản lượng sơ cấp thô – Hô hấp – Chết tự nhiên - Chết bị ăn bởi động vật

$$\frac{\partial A}{\partial t} = \underbrace{\left(D_x \frac{\partial^2 A}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 A}{\partial y^2} + D_z \frac{\partial^2 A}{\partial z^2} \right)}_{\text{Diffusion}} - \underbrace{\left(U_x \frac{\partial A}{\partial x} + U_y \frac{\partial A}{\partial y} + U_z \frac{\partial A}{\partial z} \right)}_{\text{Advection}} + \underbrace{r_p \min(r_I, r_N) A}_{\text{PROD}} - \underbrace{r_p (r_B + r_{PR} \min(r_I, r_N)) r_T A}_{\text{RESP}} - \underbrace{r_M A}_{\text{MORT}} - \underbrace{r_Z \frac{A - A_0}{A - A_0 + A_S} z}_{\text{GRAZ}} \quad (1)$$

Trong phương trình (1), 2 số hạng đầu tiên bên phải công thức mô tả quá trình khuếch tán và chuyển động của tảo, trong đó U_x , U_y và U_z là vận tốc của dòng chảy theo thời gian. D_x , D_y và D_z là hệ số khuếch tán theo chiều ngang và chiều thẳng đứng. Các giá trị này xác định nhờ vào mô hình dòng chảy của TS. Knut Marthel. Các số hạng tiếp theo trong công thức này là: Tổng năng suất sinh học sơ cấp (PROD), quá trình hô hấp (RESP), quá trình tử vong (MORT) và lượng thực vật bị tiêu thụ bởi động vật phù du (GRAZ).

- Năng suất sinh học sơ cấp thô (PROD) dựa theo quy luật Liebig đó là sinh trưởng của thực vật phù du phụ thuộc vào yếu tố dinh dưỡng có hàm lượng thấp nhất và nó được tính từ giá trị cực tiểu của hàm dinh dưỡng (rN) và giới hạn ánh sáng rI . Cường độ ánh sáng theo độ sâu được tính theo công thức Steele (1962):

$$r_I = \frac{I}{I_I} e^{(1 - \frac{I}{I_I})} \quad (2)$$

Trong đó: I là cường độ ánh sáng tối ưu.

Giới hạn dinh dưỡng (rN) được tính theo công thức Michaelis-Menten:

$$r_N = \frac{P}{P + k_S} \quad (3)$$

Trong đó: k_S là hằng số bán bão hoà.

- Quá trình hô hấp (RESP): Bao gồm năng lượng duy trì và hô hấp ngoài sáng, chúng tỷ lệ thuận với sinh khối thực vật phù du. Hằng số hô hấp trong tối (rB) là một yếu tố tỷ lệ tuyến tính với tốc độ quang hợp cực đại. Hằng số hô hấp ngoài sáng (rPR) tỷ lệ thuận với tổng năng suất sơ cấp thô. Tốc độ hô hấp phụ thuộc nhiệt độ (rT) tính theo công thức:

$$r_T = e^{r(T - T_0)} \quad (4)$$

Trong đó hằng số r mô tả sự thay đổi quá trình hô hấp rT theo nhiệt độ, quá trình này gấp đôi khi tăng nhiệt độ lên 10^0C và $rT(T_0)=1$ tại $T_0=10^0C$.

- Quá trình chết của thực vật phù du (MORT) được giả định là tỷ lệ thuận với sinh khối thực vật phù du (A) hiện có trong thủy vực với tốc độ chết tự nhiên là rM .

- Thực vật phù du chết do động vật phù du tiêu thụ (GRAZ) cũng được giả định tỷ lệ thuận với sinh khối copepod z với 1 tỷ lệ rZ , tuy nhiên tỷ lệ này được điều chỉnh bởi công

thức Michaelis-Menten với hằng số bán bão hoà AS tại ngưỡng A_0 , dưới ngưỡng này, quá trình tiêu thụ dừng lại.

1.1.2. Hàm lượng Phosphate và Nitơ

Phương trình xác định biến động hàm lượng Phosphate và Nitơ tương tự như nhau, do đó chúng tôi chỉ trình bày phương trình tính hàm lượng Phosphate.

Biến động hàm lượng P = Biến động do chuyển động - P bị tảo hấp thụ + P Hô hấp trong tối + P tái tạo trong tầng nước + P tái tạo ở đáy

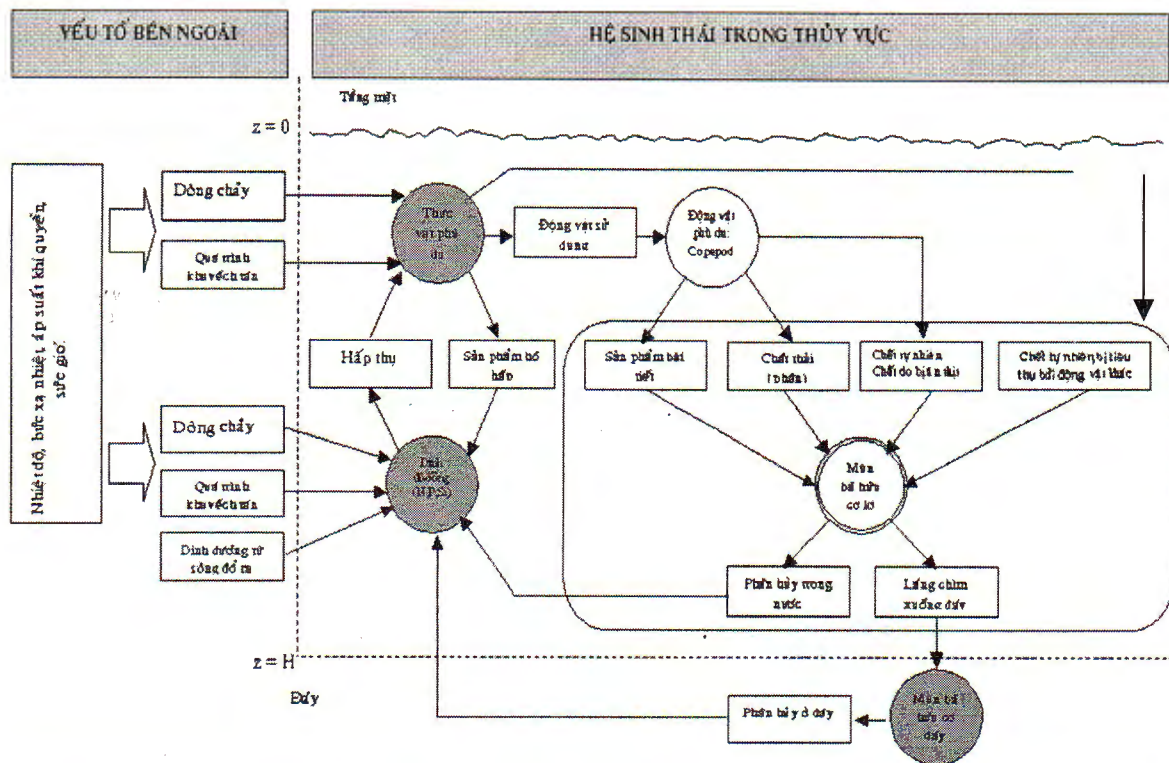
$$\frac{\partial P}{\partial t} = (D_x \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + D_z \frac{\partial^2 P}{\partial z^2}) - (U_x \frac{\partial P}{\partial x} + U_y \frac{\partial P}{\partial y} + U_z \frac{\partial P}{\partial z}) + \underbrace{g_P [-(PROD - RESP_{lieht})]}_{UPTA}$$

$$+ \underbrace{RESP_{dark}}_{RELE} + (p_M MORT + \underbrace{(p_F n_F + p_Z n_Z) GRAZ}_{REMW} + \underbrace{n_E GRAZ}_{EXCR}) \quad (5)$$

Tương tự với thực vật phù du, Phosphate cũng tham gia 2 quá trình trong thủy vực: khuếch tán và chuyển động theo khối nước theo phương thẳng đứng và phương nằm ngang. Và 4 quá trình khác là: Quá trình hấp thụ Phosphate (UPTA), sản phẩm hô hấp trong tối (RELE), quá trình tái tạo dinh dưỡng trong cột nước (REMW) và sản phẩm bài tiết của thực vật nổi (EXCR).

- Quá trình hấp thụ Phosphate (UPTA) là hàm lượng Phosphate mất do nhu cầu sinh trưởng và phát triển của thực vật nổi, là hiệu số giữa năng suất sinh học sơ cấp và sản phẩm phân huỷ do quá trình hô hấp trong sáng. Hằng số g_P là tỷ lệ P:C trong thực vật nổi theo tỷ số Redfield. Hô hấp trong tối sẽ phân huỷ các chất hữu cơ và giải phóng năng lượng (RELE), chúng sẽ bổ sung dinh dưỡng trở lại trong thủy vực. Thực vật, động vật phù du chết và các chất thải, bài tiết (phân) của động vật phù du nhờ quá trình phân huỷ của vi sinh vật sẽ tái tạo dinh dưỡng tức thời trong cột nước (REMW). Giả sử tỷ lệ tái tạo dinh dưỡng của thực vật phù du là PM , động vật phù du là PZ và chất thải phân là PF . Phần trăm Phosphate trong chất bài tiết hoà tan, chất thải từ phân, và xác chết của động vật phù du thải ra ngoài môi trường nước là nE , nF và nZ . Dễ dàng thấy rằng: $nE + nF + nZ = 1$.

1.2. Cơ sở khoa học thiết lập mô hình



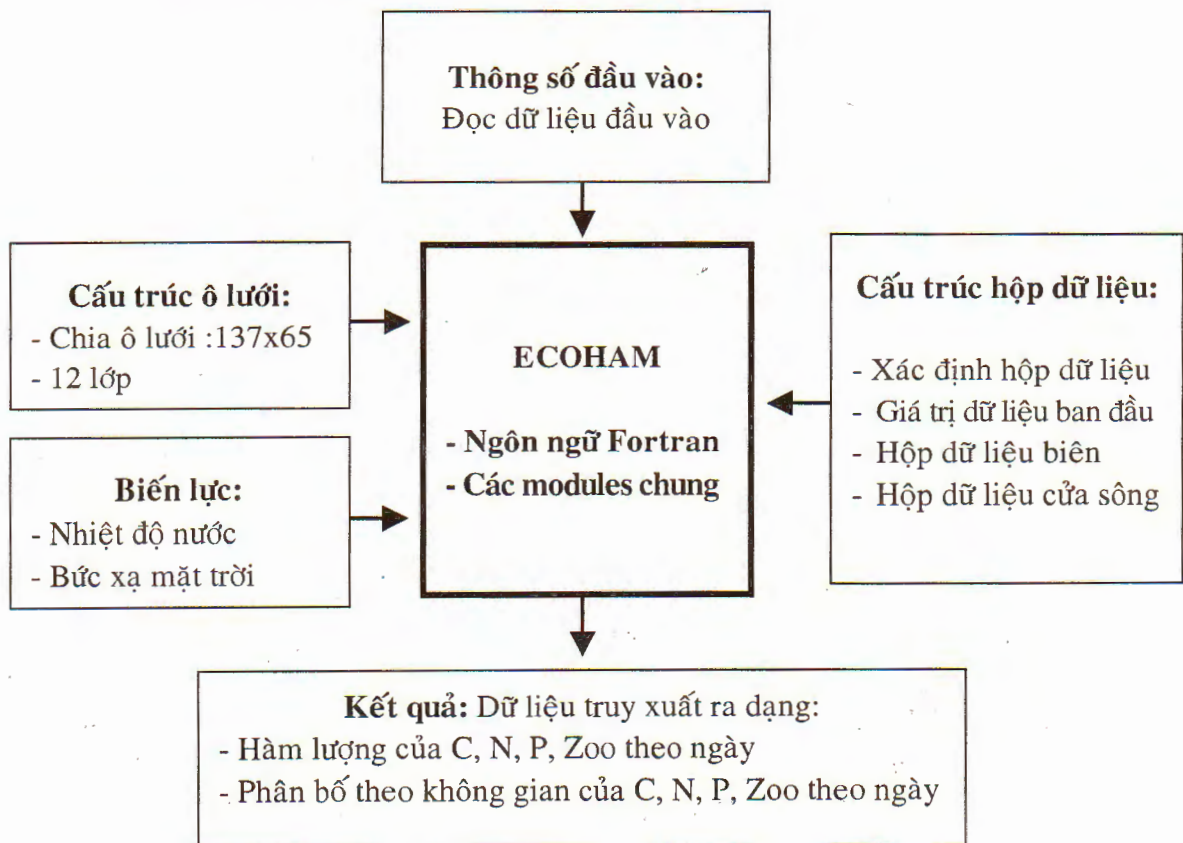
Hình 2.. Sơ đồ khối mô hình ECOHAM 1 trong thủy vực. Sơ đồ bao gồm: Các biến dự báo (Hình tròn màu xám); Các biến nội suy (Hình tròn màu trắng); Các biến quá trình (Hình chữ nhật) và biến sử dụng gián tiếp cho mô hình (Hình tròn 2 nét). Các biến lực cũng được thể hiện trên sơ đồ.

Mô hình ECOHAM được dùng để tính sự biến động thực vật phù du hàng năm và lâu dài cho vùng biển ven bờ trong một môi trường vật lý 3 chiều. ECOHAM là mô hình tính năng suất sinh học sơ cấp, trước khi chạy mô hình này chúng tôi đã chạy mô hình HAMSOM để xác định các thông số: bức xạ nhiệt, nhiệt độ, vận tốc dòng chảy, hệ số khuếch tán. Mô hình HAMSOM không nằm trong phạm vi nghiên cứu của chúng tôi, tuy nhiên trong khuôn khổ dự án NUFU, chúng tôi được phép sử dụng kết quả của mô hình này từ TS. Knut Barthel, Trường Đại học Bergen, Na Uy. Từ nay, ECOHAM sử dụng các giá trị bức xạ nhiệt, nhiệt độ như là các biến lực để tính toán các quá trình biến động dinh dưỡng và năng suất sinh học. Ngoài ra sinh khối của động vật phù du và lượng dinh dưỡng từ sông chảy ra cũng là các biến lực của mô hình. Các giá trị đầu ra (output) là: năng suất sinh học sơ cấp (mg C/ m^3), dinh dưỡng vô cơ hòa tan (P-PO_4^{3-} , N-NO_3) và mùn bã chất đáy (mg C/ m^2) (Moll, A, 1997).

Cơ sở khoa học của việc thiết lập mô hình là dựa trên các quá trình sinh, lý và hóa học xảy ra trong thủy vực. Sự tương tác sinh học và môi trường được thể hiện trong mối quan hệ giữa năng suất sinh học sơ cấp và muối dinh dưỡng trong tầng mặt, tầng giữa và tầng đáy. Thực vật phù du được chuyển động, chết đi và một phần được sử dụng bởi động vật phù du.

Thực vật phù du được chia làm 3 phần, đó là: bị ăn bởi động vật phù du, tử vong và các sản phẩm sinh ra trong quá trình hô hấp (giải phóng năng lượng ATP). Động vật phù du hình thành sản phẩm bài tiết (dạng hoà tan và dạng lơ lửng: phân,...) và cuối cùng là tử vong. Tất cả sẽ bổ sung vào nguồn dinh dưỡng trong thủy vực. Các yếu tố gây nên tử vong của thực vật phù du bao gồm: động vật phù du và chết tự nhiên, ngoài ra các động vật ăn thực vật phù du khác trong thủy vực cũng sử dụng chúng làm thức ăn. Số lượng thực vật phù du chết đi được giả định bằng số lượng của chúng hiện có trong thủy vực.

1.3. Sơ đồ cấu trúc mô hình



1.4. Các thông số của mô hình

Một số thông số được xác định thông qua phân tích mẫu. Tỷ lệ Carbon và Chlorophyll a ở vịnh Vân Phong là 33,3. Các thông số cho mô hình được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Các thông số sử dụng cho mô hình. Các giá trị trong dấu ngoặc là các giá trị được dùng ở biển Bắc (Radach và Moll. A., 1993). Các giá trị có dấu * được tham khảo từ Wei, H. (2003). Các giá trị có dấu ** là các giá trị đã hiệu chỉnh.

Tên của hằng số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Hằng số bán bão hoà của động vật phù du sử dụng thực vật	A_s	(0,068)	g C m^{-3}
Hằng số hô hấp trong tối (0,138)	r_B	0,1**	
Hằng số hô hấp ngoài sáng	r_{PR}	0,05	
Tốc độ hô hấp phụ thuộc nhiệt độ (0,069)	r_T	0,054	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
Tốc độ chết tự nhiên của thực vật phù du	r_M	(0,05)	ngày^{-1}
Ngưỡng động vật nổi sử dụng thực vật	A_0	(0,04)	g C m^{-3}
Cường độ ánh sáng theo độ sâu	r_I	(0,07)	m^{-1}
Hằng số bán bão hoà của Phosphate	k_S	(0,068)	$\text{Mmol P (m}^{-3})$
Cường độ ánh sáng tối ưu (75)	I_I	150*	W m^{-2}
Tốc độ khoáng hoá ở đáy (0,0167)	RE	0,0212*	ngày^{-1}
Tốc độ sinh trưởng cực đại của thực vật nổi (1,5)	r_P	1,7*	ngày^{-1}
Tốc độ sử dụng thực vật của động vật nổi (0,5)	r_Z	0,3*	ngày^{-1}
Tỷ lệ Carbon và Chlorophyll a trong tảo	g_C	33,3	$\text{mg C (mg Chl)}^{-1}$
Phần trăm bài tiết muối khoáng của động vật nổi	n_E	(0,33)	-
Phần trăm bổ sung muối khoáng từ chất thải của động vật nổi	n_F	(0,34)	-
Phần trăm bổ sung muối khoáng từ động vật chết	n_Z	(0,33)	-
Phần trăm khoáng hoá từ tảo chết trong nước (0,2)	P_M	0,02**	-
Phần trăm khoáng hoá từ chất thải động vật nổi trong nước (0,2)	P_F	0,02**	-
Phần trăm khoáng hoá từ động vật chết trong nước (0,2)	P_Z	0,02**	-
Tỷ lệ P:C trong tảo (0,7862)	g_P	1,0012*	Mmol P (gC)^{-1}
Tỷ lệ N:C trong tảo (12,5786)	g_N	12,277*	Mmol N (gC)^{-1}
Hằng số bán bão hoà của Nitơ DIN (0,8)	k_N	0,4**	$\text{Mmol N (m}^{-3})$

1.5. Các điều kiện tính toán của mô hình

Để thực hiện các phép tính liên tục, chúng tôi chia vùng nghiên cứu thành các ô lưới. Mặt nằm ngang theo phương Bắc-Nam và Đông-Tây được chia 137 x 65 ô lưới. Kích thước mỗi ô lưới là 1,2 x 1,2 km². Phương thẳng đứng được chia làm 12 lớp với các độ sâu khác nhau. Độ sâu của các lớp tăng dần theo độ sâu: (1) Lớp 1 (L1):0-2m; (2) L2:2-5m; (3) L3:5-10m; (4) L4:10-20m; (5) L5:20-30m; (6) L6:30-50m; (7) L7:50-80m; (8) L8:80-120m; (9) L9:120-200m; (10) L10:200-300m; (11) L11:300-450m; (12) L12:450-615m. Các lớp 7, 8, 9, 10, 11, 12 được dùng cho các hộp dữ liệu biên, đó là vùng biển sâu ngoài cửa vịnh nơi có độ sâu lớn hơn 50 m.

Các giá trị ban đầu cho các hộp dữ liệu bao gồm Nitrate, Phosphate và sinh khối thực vật phù du được xác định bằng giá trị trung bình tháng đo đạc được của dự án NUFU năm 2004. Các giá trị của hộp dữ liệu biên và tải lượng dinh dưỡng N và P từ sông được xác định bởi TS. Knut Barthel dựa trên số liệu lưu trữ tại website: . Các biến lực như bức xạ mặt trời, nhiệt độ nước do TS. Knut Barthel cung cấp từ mô hình HAMSOM.

2. Khảo sát và thu mẫu

Chuyến khảo sát thực địa do nhóm dự án NUFU thực hiện vào tháng 2-3/2004. Các yếu tố thủy lý, thủy hoá và thủy sinh được thu 2 lần ở 15 trạm nghiên cứu. Trong đó có 8 trạm mặt rộng để nghiên cứu về sự biến đổi các yếu tố sinh, lý hoá theo không gian và 7 trạm liên tục để nghiên cứu sự biến đổi các yếu tố sinh, lý hoá theo thời gian. Tại các điểm liên tục, tần suất khảo sát đối với các yếu tố vật lý là 2 giờ/ lần và đối với các yếu tố thủy hóa và thủy sinh là 6 giờ/ lần.

Mẫu phân tích thủy hoá và thủy sinh được thu bằng chai Niskin ở các độ sâu 2,5,10m và tầng đáy. Các yếu tố vật lý khảo sát bao gồm: Nhiệt độ, độ mặn, dòng chảy và gió.

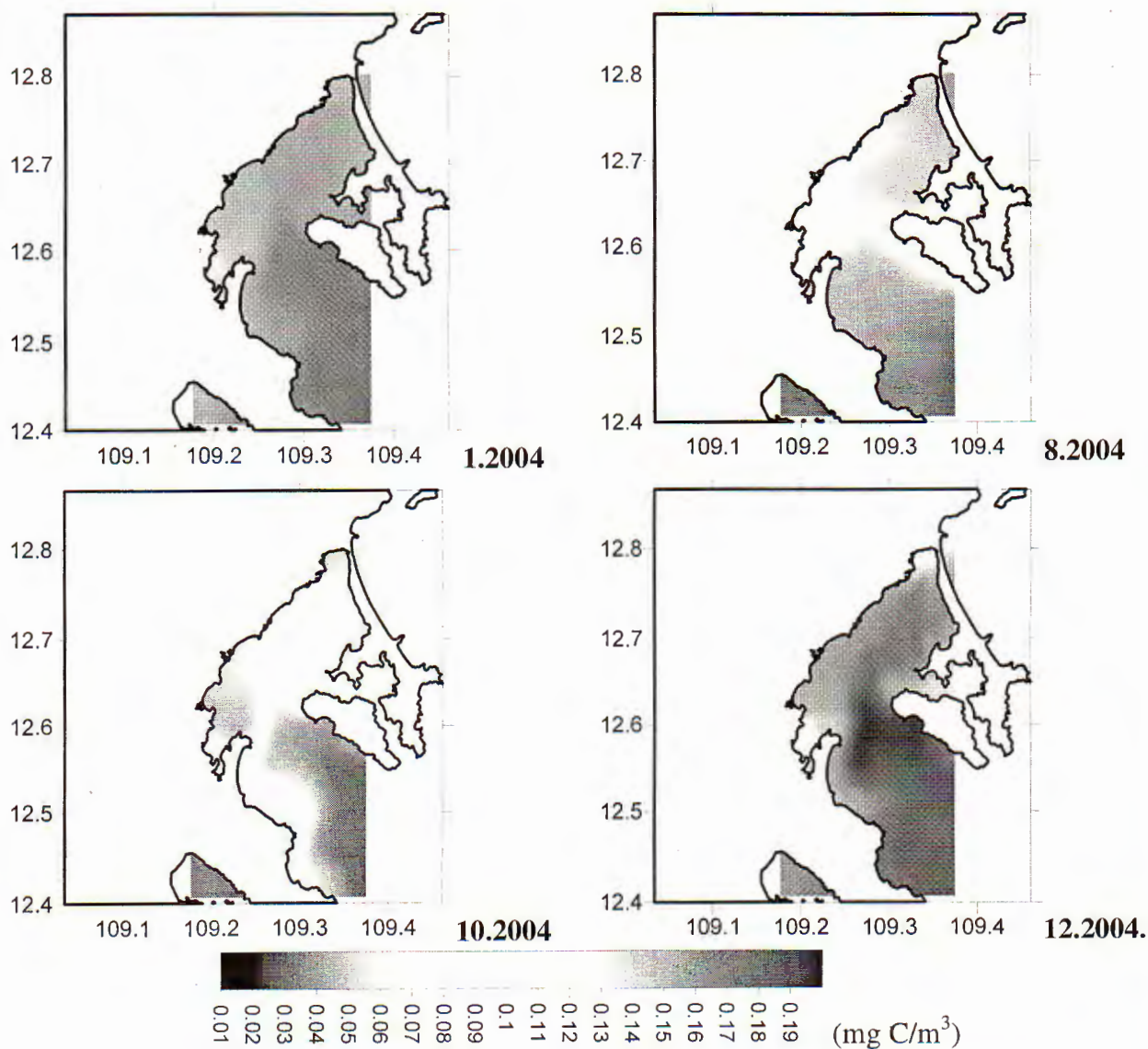
Các yếu tố sinh học bao gồm: Nitrate, Phosphate, chlorophyll a, năng suất sinh học sơ cấp, tổng N hữu cơ, tổng P hữu cơ và mùn bã hữu cơ đáy.

Chlorophyll a được thu bằng chai nhựa 1 lít, sau đó được lọc qua lưới lọc Whatman GF/F và nhanh chóng được ướp trong thùng lạnh và chuyển về phòng Sinh thái môi trường Viện Hải dương học để phân tích bằng máy quang phổ. Hàm lượng Carbon (mg C/m³) của thực vật phù du được tính bằng công thức Eppley (Eppley và CTV, 1970) từ việc đo thể tích tế bào của từng loài bằng kính hiển vi.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Mô hình cho các kết quả đầu ra rất đa dạng: theo ngày, tháng, điểm và lớp. Tuy nhiên trong phạm vi bài báo này, các kết quả trình bày sau đây chỉ là kết quả thử nghiệm của mô hình được tính trung bình từ tầng mặt xuống tầng đáy cho toàn vùng.

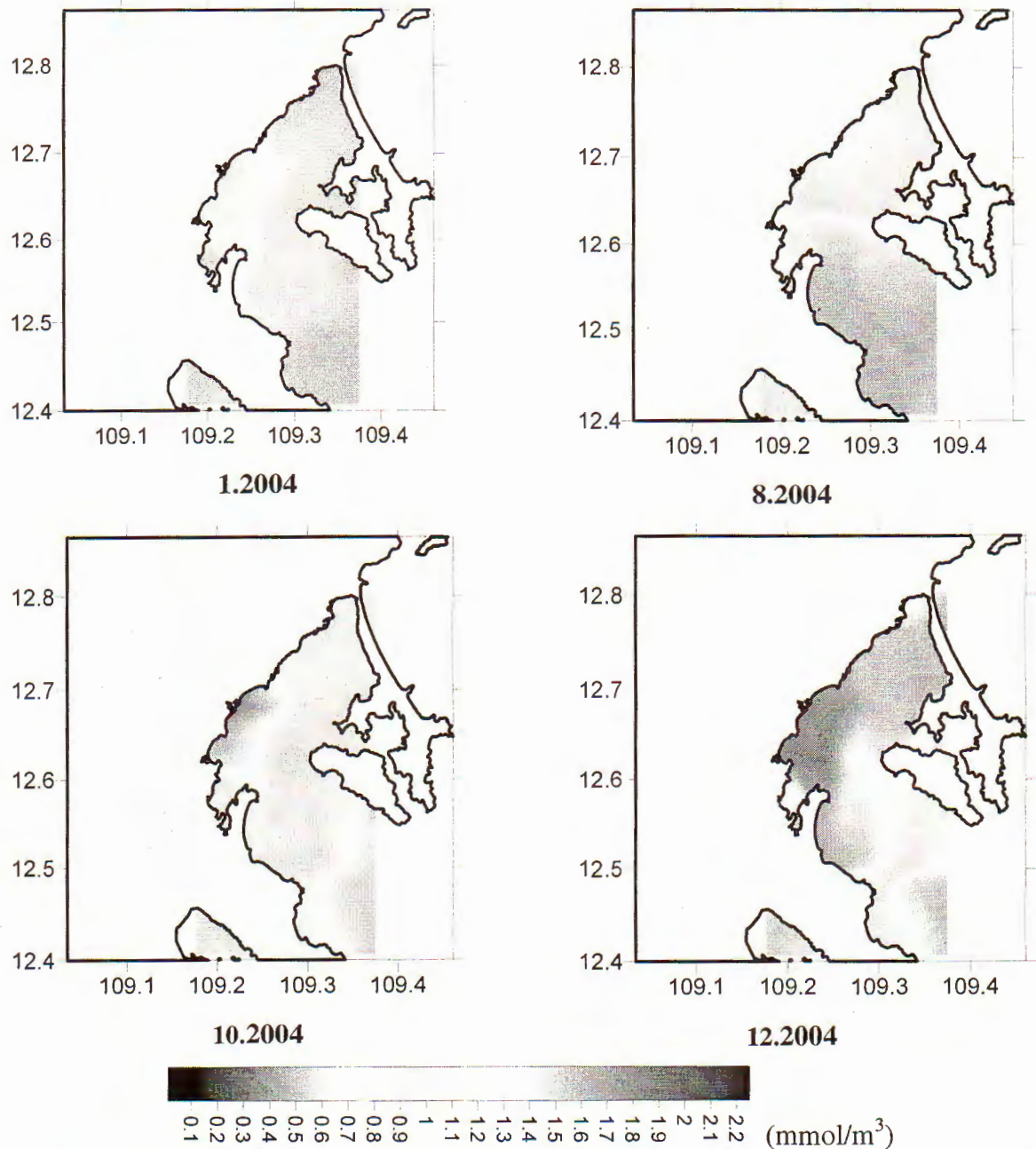
1. Phân bố sinh khối thực vật nổi



Hình 4. Phân bố sinh khối (mg C/m^3) của thực vật phù du qua các tháng tính từ mô hình

Thực vật phân bố thấp nhất vào tháng 1 (trung bình 0,037 mg C/m³) và sau đó tăng dần lên đến tháng 8 (0,08 mg C/m³) thấp dần vào tháng 12 (0,036 mg C/m³). Hàm lượng Carbon trung cho toàn vịnh là 0,05 mg C/m³. Hàm lượng Carbon giảm dần từ vùng ven bờ ra ngoài khơi, đặc biệt là những vùng có hoạt động nuôi trồng thủy sản, khu dân cư và cửa sông nơi có nhiều dinh dưỡng phân bố (hình 4).

2. Phân bố hàm lượng Nitô

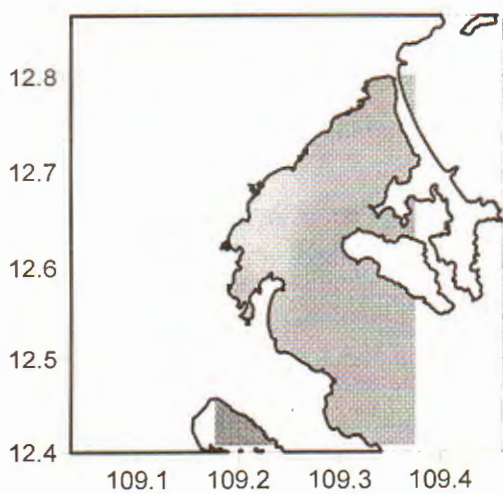


Hình 5. Phân bố Nitơ (mmol/m³) của thực vật phù du qua các tháng tính từ mô hình

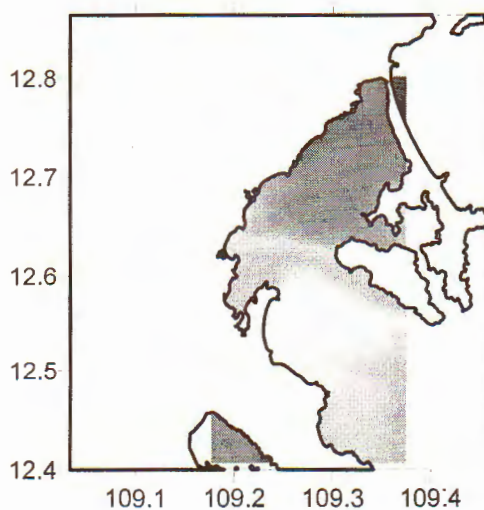
Hàm lượng Nitơ cao vào mùa mưa và thấp vào mùa khô. Hàm lượng Nitơ cao dần sau tháng 8, thấp nhất là tháng 1 (trung bình $0,6 \text{ mmol/m}^3$) và cao nhất vào tháng 12 (trung bình $1,3 \text{ mmol/m}^3$). Nguyên nhân là do ảnh hưởng bởi mưa lũ, chất dinh dưỡng từ các vùng ven biển đổ ra rất nhiều. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Moll, A (1998) và Wei H., và CTV (2004). Về mặt phân bố hàm lượng Nitơ theo thời gian, điều thú vị nhìn thấy ở đây là tăng dần ở các vùng ven bờ và đặc biệt là các vùng có hoạt động nuôi trồng thủy sản và vùng cửa sông (hình 5). Điều này cho thấy mô hình cũng dự báo khá chính xác tính quy luật của tự nhiên.

3. Hàm lượng Phosphate

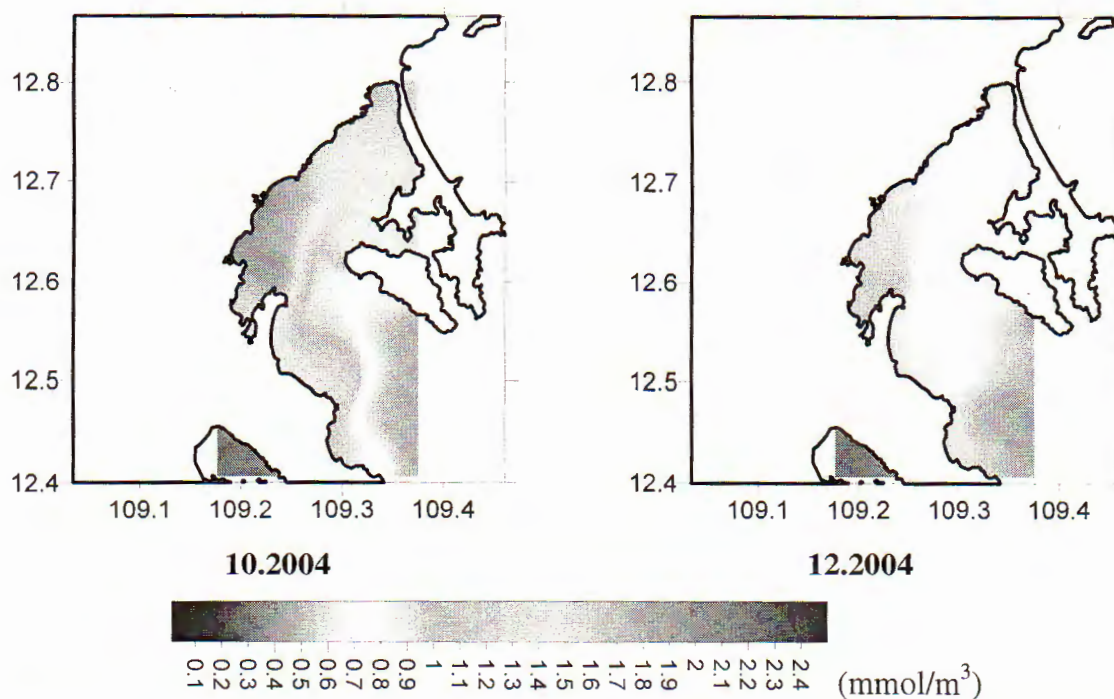
Phân bố hàm lượng Phosphate cũng mang tính quy luật giống như Nitơ, có nghĩa là thấp vào các tháng mùa khô và cao vào các tháng mùa mưa, Phosphate cao nhất sau các tháng 8 và sau đó giảm dần đến tháng 12 (hình 6). Hàm lượng Phosphate tháng 1 khoảng $0,4 \text{ mmol/m}^3$, tháng 8 khoảng $1,13 \text{ mmol/m}^3$ và tháng 12 là $0,7 \text{ mmol/m}^3$. Một lần nữa cho thấy ảnh hưởng của mùa mưa lũ rất lớn đến biến động và phân bố dinh dưỡng trong thủy vực.



1.2004



8.2004



Hình 6. Phân bố Phosphate (mmol/m^3) của thực vật phù du qua các tháng tính từ mô hình

4. Đánh giá kết quả của mô hình

Để đánh giá độ chính xác của mô hình, chúng tôi so sánh giá trị quan sát và giá trị tính được của mô hình. Kết quả trình bày ở bảng 2:

Bảng 2. Phép kiểm định ANOVA về sự sai khác ý nghĩa thống kê giữa giá trị tính toán và quan sát. Các giá trị trình bày trong bảng là kết quả trung bình trong tháng.

Tháng	Sinh khối tảo (mg C/m^3)			Hàm lượng Nitrate (mmol/m^3)			Hàm lượng Phosphate (mmol/m^3)		
	Mô hình	Quan sát	Giá trị p	Mô hình	Quan sát	Giá trị p	Mô hình	Quan sát	Giá trị p
1	0,037	0,032	<0,0001	0,626	0,555	<0,0001	0,434	0,352	<0,0001
2	0,048	0,030	<0,0001	0,572	0,547	0,17	0,503	0,333	<0,0001
3	0,044	0,030	<0,0001	0,743	0,555	<0,0001	0,565	0,434	<0,0001
4	0,041	0,030	<0,0001	0,912	0,556	<0,0001	0,587	0,332	<0,0001
5	0,057	0,028	<0,0001	1,037	0,412	<0,0001	0,669	0,314	<0,0001
6	0,077	0,029	<0,0001	0,767	0,498	<0,0001	0,797	0,406	<0,0001

Nhìn chung các giá trị quan sát và tính toán khác nhau không nhiều, tuy nhiên với mức ý nghĩa $\alpha=0,05$ thì các giá trị quan sát và mô hình có sự sai khác ý nghĩa thống kê ($p<0,0001$, $n=455$, ANOVA test) chỉ trừ giá trị Nitrate ở tháng 2 không khác nhau ($p=0,17$, $n=455$, ANOVA test).

IV. KẾT LUẬN

Hàm lượng Carbon của thực vật phân bố thấp nhất vào tháng 1 (trung bình $0,037 \text{ mg C/m}^3$) và sau đó tăng dần lên đến tháng 8 ($0,08 \text{ mg C/m}^3$) thấp dần vào tháng 12 ($0,036 \text{ mg C/m}^3$). Hàm lượng Carbon trung bình toàn vịnh là $0,05 \text{ mg C/m}^3$. Hàm lượng Carbon giảm dần vùng ven bờ ra ngoài khơi.

Hàm lượng Nitơ cao vào mùa mưa và thấp vào mùa khô. Hàm lượng Nitơ cao dần sau tháng 8, thấp nhất là tháng 1 (trung bình $0,6 \text{ mmol/m}^3$) và cao nhất vào tháng 12 (trung bình $1,3 \text{ mmol/m}^3$).

Phân bố hàm lượng Phosphate cũng mang tính quy luật giống như Nitơ, có nghĩa là thấp vào các tháng mùa khô và cao vào các tháng mùa mưa, Phosphate cao nhất sau các tháng 8 và sau đó giảm dần đến tháng 12. Hàm lượng Phosphate tháng 1 khoảng $0,4 \text{ mmol/m}^3$, tháng 8 khoảng $1,13 \text{ mmol/m}^3$ và tháng 12 là $0,7 \text{ mmol/m}^3$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Barthel, K., 2002.** Sub-program I: Modelling marine coastal systems in Khanh hoa province, Vietnam. In: NUFU Project Application Receipt, 33 pp.
2. **Bùi Hồng Long, Nguyễn Kim Vinh, Nguyễn Văn Tố, Vũ Tuấn Anh, Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Sỹ Hoàn, 2004.** Đặc điểm khí tượng, động lực và thủy văn vùng vịnh Vân Phong và Cam Ranh. Dự án Nuôi trồng thủy sản và quản lý môi trường vùng biển ven bờ tỉnh Khánh Hòa-NUFU. Viện Hải dương học, 77 trang.
3. **Nguyễn Tác An, Ngô Chí Thiện, Nguyễn Duy Toàn, Pavlov D.X., Levenko B. A., Novikov G. G., 2003.** Năng suất sinh học sơ cấp và đặc trưng sinh lý – sinh thái của thực vật phù du ở vịnh Nha Trang, Khánh Hoà. Tuyển tập nghiên cứu biển, tập XIII, pp. 73-84
4. **Moll, A., 1997.** ECOHAM1 User Guide - The Ecological North Sea Model, Hamburg, Version 1. Technical Reports of the Institut für Meereskunde Hamburg, 39 pp.

5. **Moll, A., 1998.** Regional distribution of primary production in the North sea simulated by a three-dimensional model. *Journal Marine System* 16, 151-170.
6. **Radach, G., Moll, A., 1993.** Estimation of the variability of production by simulating annual cycles of phytoplankton in the central North Sea. *Prog. Oceanogr.* 31, 339-419.
7. **Wei, H., Sun, J., Moll, A., Zhao, L., 2004.** Phytoplankton dynamics in the Bohai Sea – observations and modelling. *Journal Marine System* 44 (2004) 233-254.

SOME PRELIMINARLY RESULTS OF APPLIED ECOHAM MODEL FOR NUTRIENT DYNAMICS IN VAN PHONG BAY, KHANH HOA, VIETNAM

THAI NGOC CHIEN¹, NGUYEN TAC AN², BUI HONG LONG²

Summary: In recent years, mariculture has received greater attention due to its increasing economic importance for Vietnam and its rapid development with respect to expanding culture areas, technology development, multi-species cultures, and intensive cultures. This development has raised debates about the environmental, social and economic impacts of aquaculture. Conflicts between neighboring agricultural regions have also been noted some places due to untreated waste water discharges that brings contaminations and pathogenic diseases to other farm systems. It is therefore important to develop knowledge and methods that can aid a sustainable development of the coastal water resources of Vietnam.

This paper presents mathematic formulations of a 3D numerical model for the coastal water circulation and nutrient (nitrogen and phosphorous) dynamics for the Khanh Hoa province of Vietnam.

The first simulations of the bio-physical system show Carbon concentration distribution is lower in January (averaged 0.037 mg C/m³) and then gradually builds up to August (averaged 0.08 mg C/m³) and decreases till December (0.036 mg C/m³). The average Carbon for the whole bay is 0.08 mg C/m³ and decreases off-shorewards.

Nitrate concentrations increase dramatically after August, the lowest occurs in January (averaged 0.6 mmol/ m³) and the high peak in December (an average of 1.2 mmol/ m³). Phosphate is also found lower in dry season and higher in rainy season. This concentration is 0.4 mmol/ m³ in January and 1.13 mmol/ m³, and 0.7 mmol/ m³ in December.

Ngày nhận bài: 16 - 01 - 2006

Địa chỉ: ¹ Viện nghiên cứu nuôi trồng Thủy sản III

Người nhận xét: TSKH. Lê Phước Trình

² Viện Hải dương học