

ĐÁNH GIÁ XÂM NHẬP MẶN VÙNG VEN BIỂN TÂY NAM VIỆT NAM

Nguyễn Chính Kiên^{1*}, Đinh Văn Mạnh^{1,2}, Hoàng Văn Lai¹

¹Viện Cơ học-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Đại học Công nghệ-Đại học Quốc gia Hà Nội

*E-mail: nguyenchinhkien@gmail.com

Ngày nhận bài: 24-10-2014

TÓM TẮT: Vùng biển Tây Nam Việt Nam, từ mũi Cà Mau đến biên giới Campuchia bao gồm cả các đảo Phú Quốc và Thổ Chu, đang được lưu tâm đặc biệt, đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế xã hội và an ninh quốc phòng của đất nước. Yêu cầu về hiểu biết điều kiện tự nhiên, đặc biệt là chế độ thủy động lực và môi trường ở đây phục vụ cho các nhu cầu xây dựng, khai thác, bảo vệ và quản lý tổng hợp vùng biển này là rất cấp thiết. Trong những năm gần đây đã có một số công trình điều tra, nghiên cứu trong khuôn khổ các đề tài cấp nhà nước và các dự án của các ngành, các bộ nhằm cung cấp những hiểu biết khái quát chung hoặc giải quyết những vấn đề cụ thể trong khu vực này. Tuy nhiên về mức độ chi tiết và cụ thể cho từng khu vực nhỏ với sự biến đổi phức tạp của địa hình đáy biển, hình thái bờ, sự có mặt của các cửa sông/kênh ... thì những kết quả đã có còn chưa đáp ứng được. Trong nghiên cứu này sẽ sử dụng mô hình kết nối 1-2D để mô tả chi tiết các đặc trưng về thủy triều, dòng chảy và đánh giá quá trình xâm nhập mặn qua hệ thống kênh/sông khu vực ven biển Tây Nam. Kết quả cho thấy mức độ xâm nhập mặn theo các pha triều khác nhau với sự thay đổi về diện tích ảnh hưởng và độ xa xâm nhập mặn.

Từ khóa: Mô hình 1-2D, xâm nhập mặn, triều, vùng biển Tây Nam Việt Nam.

THIẾT LẬP MÔ HÌNH

Vùng nghiên cứu là hệ thống kênh sông vùng Tứ giác Long Xuyên và vùng biển Tây Nam Việt Nam. Vùng Tứ giác Long Xuyên có diện tích tự nhiên khoảng 489,000 ha, địa hình trũng, tương đối bằng phẳng với độ cao từ 0,4 đến 2 m trên mực nước biển, hệ thống kênh rạch chằng chịt đổ ra biển qua nhiều kênh và cửa sông. Biển Tây Nam tương đối cạn, độ sâu trung bình là 45 m và mực nước biển sâu nhất là 80 m. Tại các cửa sông có sự biến động rất lớn về độ mặn, mùa kiệt mặn xâm nhập vào sông sâu hơn, độ mặn cũng khác nhau rõ rệt theo pha triều.

Bài toán đánh giá sự xâm nhập mặn từ biển vào trong đất liền qua hệ thống sông được xây

dựng trên cơ sở mô hình ghép nối 1-2D. Với khối lượng số liệu lớn (hàng ngàn mặt cắt sông 1D và vùng lưới 2D chia chi tiết) nên cần được xử lý song song để giảm thời gian tính.

Hệ phương trình 1 chiều

Hệ phương trình Saint Venant một chiều mô tả quá trình thủy lực:

$$B \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\beta \frac{Q^2}{A} \right] + gA + \left[\frac{\partial H}{\partial x} + S_f \right] = 0 \quad (2)$$

Trong đó : t là thời gian; u - vận tốc dòng chảy; A - diện tích ướt mặt cắt ngang của sông; B - chiều rộng của mặt cắt; H - cao trình mực nước, H=z+h, với z là cao trình đáy, h là độ sâu của

sông; Q - lưu lượng của dòng chảy; β - hệ số hiệu chỉnh động lượng ($\beta \approx 1$); q - lưu lượng bổ sung hoặc mất đi trên một đơn vị độ dài; S_f - độ dốc ma sát xác định bởi công thức: $S_f = g|Q|Q/C^2R$ với R là bán kính thủy lực.

Trong đó các giả thiết, các điều kiện biên, điều kiện phân lưu, hợp lưu theo [1].

Phương trình lan truyền mặn:

$$\frac{\partial A_t S}{\partial t} + \frac{\partial QS}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A_t D \frac{\partial S}{\partial x} \right) + G(S) \quad (3)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - f \frac{u\sqrt{u^2+v^2}}{d} + \Omega v + \frac{\tau_x}{\rho d} + D_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - f \frac{v\sqrt{u^2+v^2}}{d} - \Omega u + \frac{\tau_y}{\rho d} + D_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \end{cases} \quad (5)$$

Trong đó: ζ là mực nước so với mặt nước tĩnh (m); u, v - các thành phần vận tốc trung bình chiều sâu, theo phương x và y tương ứng (m/s); h - độ sâu đáy biển so với mặt nước tĩnh (m); $d = h + \zeta$ là chiều cao cột nước (m); Ω - tham số lực Coriolis (s^{-1}); g - gia tốc trọng trường (m^2/s); τ_x, τ_y - các thành phần ứng suất gió theo trục x và y tương ứng, được xác định

Trong đó: $G(S) = qS$ nếu $q < 0$ (nguồn nước lấy đi dọc dòng chảy), và $G(S) = qSq$ nếu $q > 0$ (nguồn bổ sung nước mặn có nồng độ Sq).

Hệ phương trình 2 chiều

Phương trình bảo toàn khối lượng [3, 4]:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (ud) + \frac{\partial}{\partial y} (vd) = 0 \quad (4)$$

Các phương trình bảo toàn động lượng:

bởi: $\vec{\tau}(\tau_x, \tau_y) = \rho_a C_d \vec{W} |\vec{W}|$, với \vec{W} là véc tơ vận tốc gió ở độ cao 10 m so với mực nước biển trung bình (m/s); C_d là hệ số kéo của gió, ρ_a là mật độ không khí (kg/m^3); f - hệ số ma sát đáy; D_h - hệ số nhớt rối ngang (m^2/s).

Phương trình phân bố nồng độ và lan truyền chất:

$$\frac{\partial (dC)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (udC) + \frac{\partial}{\partial y} (vdC) = \frac{\partial}{\partial x} \left(dD_{kt} \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(dD_{kt} \frac{\partial C}{\partial y} \right) + S \quad (6)$$

Trong đó C là nồng độ trung bình theo chiều sâu của chất hoà tan nào đó (kg/m^3); S là lượng chất hoà tan đổ vào một đơn vị diện tích của thủy vực ($kg/m^2/s$); D_{kt} là hệ số khuếch tán (m^2/s).

Phương pháp giải và thuật toán

Phương pháp sai phân hệ phương trình 1D: Sử dụng sơ đồ sai phân ẩn 4 điểm của Preissman. Phương pháp sai phân hệ phương trình 2D: Sơ đồ sai phân hiện leap-frog, lưới sai phân xen kẽ, áp dụng kỹ thuật ghép lưới. Các phương pháp sai phân và kỹ thuật ghép lưới được trình bày chi tiết trong [2]. Phương pháp xử lý song song: sử dụng chuẩn OpenMP trên nền hệ điều hành Windows để có thể ghép nối với phần giao diện của chương trình. Chương trình được xây dựng trên ngôn ngữ Fortran có giao diện đồ họa và khả năng liên kết với bản đồ GIS để hiển thị các kết quả theo thời gian thực.

Mô hình vùng tính



Hình 1. Hệ thống sông 1 chiều của mô hình

Hệ thống sông 1D bao gồm các sông, kênh của vùng Tứ giác Long Xuyên (giới hạn bởi 4 điểm Châu Đốc, Hà Tiên, Rạch Giá, Long

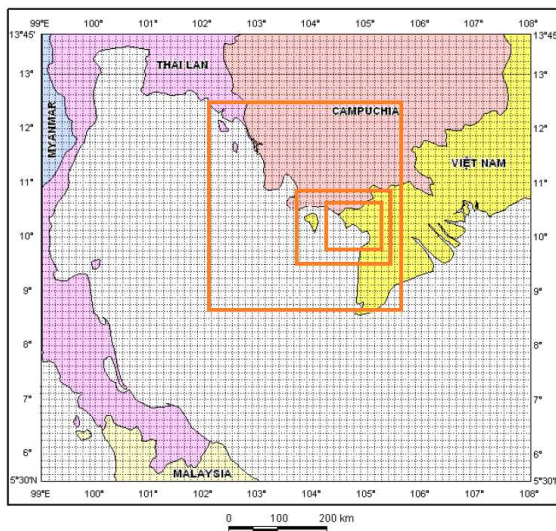
Xuyên) với 1368 mắt cắt thuộc 425 nhánh sông giao nhau tại 233 nút.

Vùng biển tính 2D của mô hình gồm 3 lưới chồng nhau có kích thước:

Lưới 1 (lưới mịn nhất): bao gồm 271 × 226 ô lưới với mỗi ô kích thước 396 m × 396 m bao phủ vùng ven biển Tây Nam từ Hà Tiên đến Rạch Giá.

Lưới 2: bao gồm 151 × 118 ô lưới với mỗi ô kích thước 1.188 m × 1.188 m bao gồm toàn bộ vịnh Rạch Giá và đảo Phú Quốc.

Lưới 3: bao gồm 105 × 119 ô lưới với mỗi ô kích thước 3.564 m × 3.564 m bao gồm vùng có hình chữ nhật với 2 trạm hải văn Cà Mau, Chandaburi nằm trên 2 cạnh (để xác định các giá trị HSDH trên biên lồng miền 2 chiều).



Hình 2. Ba lưới tính chồng nhau trên miền 2 chiều của mô hình

HIỆU CHỈNH VÀ KIỂM TRA MÔ HÌNH

Hiệu chỉnh

Sau khi thiết lập xong mô hình số trị, cần phải lựa chọn các tham số đầu vào để sao cho kết quả tính của mô hình phù hợp với kết quả thực đo trong cùng một điều kiện. Việc thay đổi các tham số khi tính toán là quá trình thử sai lặp đi lặp lại cho đến khi sai số giữa các kết quả (tính toán và thực đo) là chấp nhận được.

Vùng biển tính 2D: Hiệu chỉnh hằng số điều hòa của 4 sóng chính tại 2 trạm đo là Hà Tiên và Rạch Giá. Kết quả hiệu chỉnh được chỉ ra tại bảng 1 với sai số tại các trạm trong khoảng chấp nhận được cả về pha và biên độ.

Bảng 1. Hiệu chỉnh H, G mô hình 2D

(TT: Tính toán ; TĐ: Thực đo)

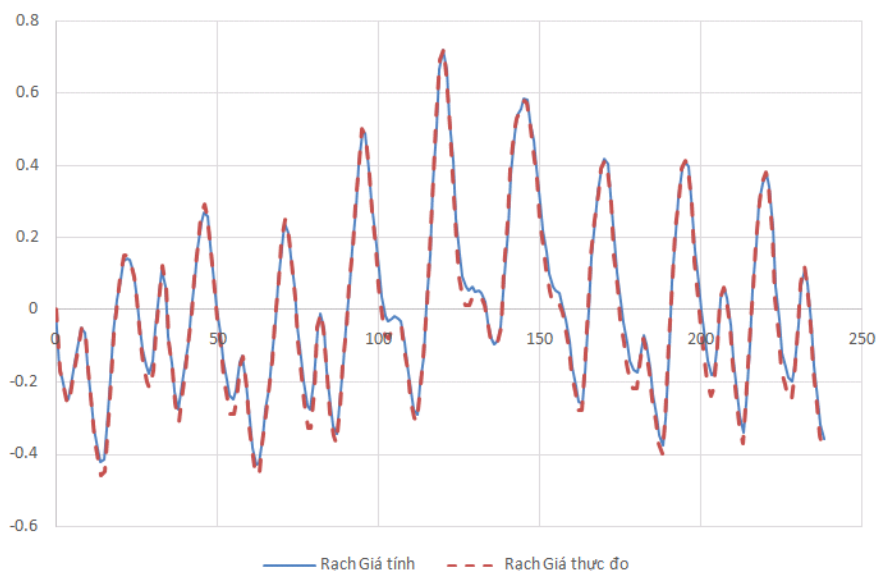
Sóng M2	H		G	
	TĐ	TT	TĐ	TT
Rạch Giá	14	14	96	98
Hà Tiên	10	11	119	117
Sóng S2	H		G	
	TĐ	TT	TĐ	TT
Rạch Giá	2,4	2,6	146	150
Hà Tiên	2	2	353	357
Sóng K1	H		G	
	TĐ	TT	TĐ	TT
Rạch Giá	17	16,6	73	74,7
Hà Tiên	26	25,9	81	80,5
Sóng O1	H		G	
	TĐ	TT	TĐ	TT
Rạch Giá	9,7	8,2	45	48
Hà Tiên	13	3,5	52	599

Mức độ sai lệch giữa biên độ và pha tính toán bằng mô hình với biên độ và pha tính toán từ hằng số điều hòa (HSDH) ở các trạm một phần phụ thuộc vào mô hình, ngoài ra còn phụ thuộc vào độ chính xác của các hằng số điều hòa được sử dụng, tức là phụ thuộc vào chuỗi số liệu quan trắc nhận được ở các trạm kiểm tra.

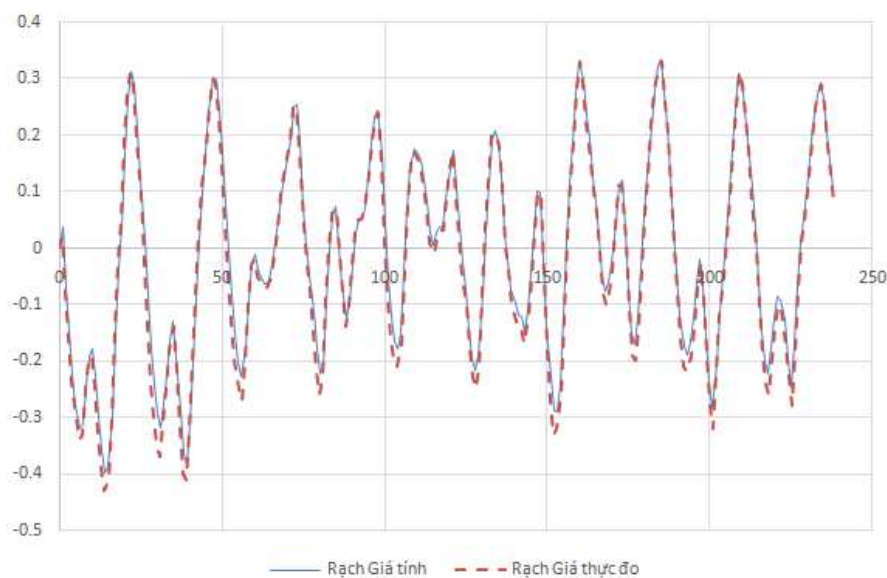
Hệ thống sông 1D: Một số trạm đo trong vùng tứ giác Long Xuyên mà tác giả có thể thu thập được số liệu dùng để làm số liệu đầu vào và hiệu chỉnh: Châu Đốc (tọa độ: 105,07; 10,42), Vàm Nao (tọa độ: 105,21; 10,34), Cà Mau (tọa độ: 105,47; 10,02), Rạch Giá (tọa độ: 105,05; 10,00), Long Xuyên (tọa độ: 105,26; 10,23). Hiệu chỉnh nhầm tại một số mắt cắt gần với trạm đo để giá trị mực nước và lưu lượng bám sát với thực đo.

Bảng 2. Các khoảng thời gian lựa chọn để hiệu chỉnh mô hình trong sông

Năm	Mùa	Triều tại Rạch Giá	Bắt đầu	Kết thúc
2005	Mùa khô	Triều cường	1/3/2005	10/3/2005
		Triều kiệt	16/4/2005	25/4/2005
2008	Mùa khô	Triều cường	3/5/2008	12/5/2008
		Triều kiệt	13/4/2008	22/4/2008



Hình 3. Giá trị mực nước tính và thực đo (m) tại trạm Rạch Giá mùa khô triều cường 2005 theo diễn biến thời gian (h)

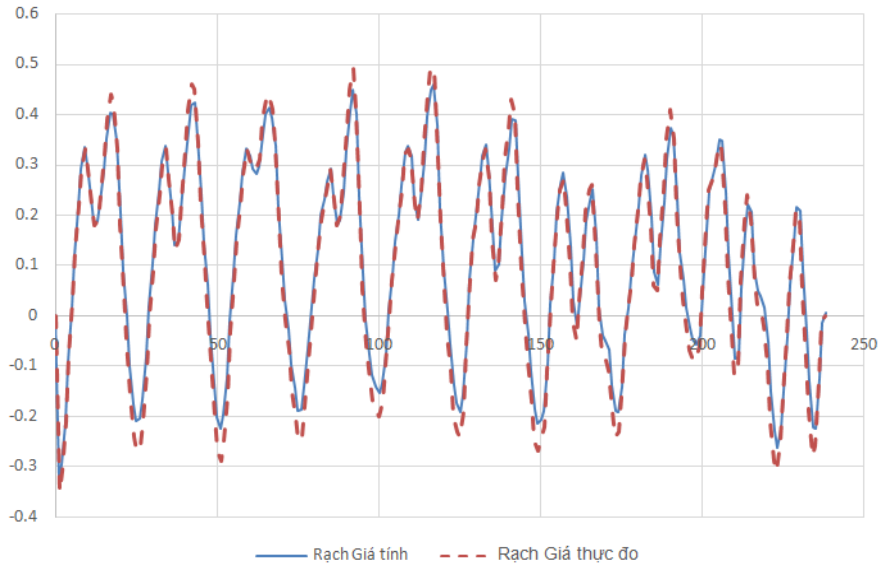


Hình 4. Giá trị mực nước tính và thực đo (m) tại trạm Rạch Giá mùa khô triều kiệt 2008 theo diễn biến thời gian (h)

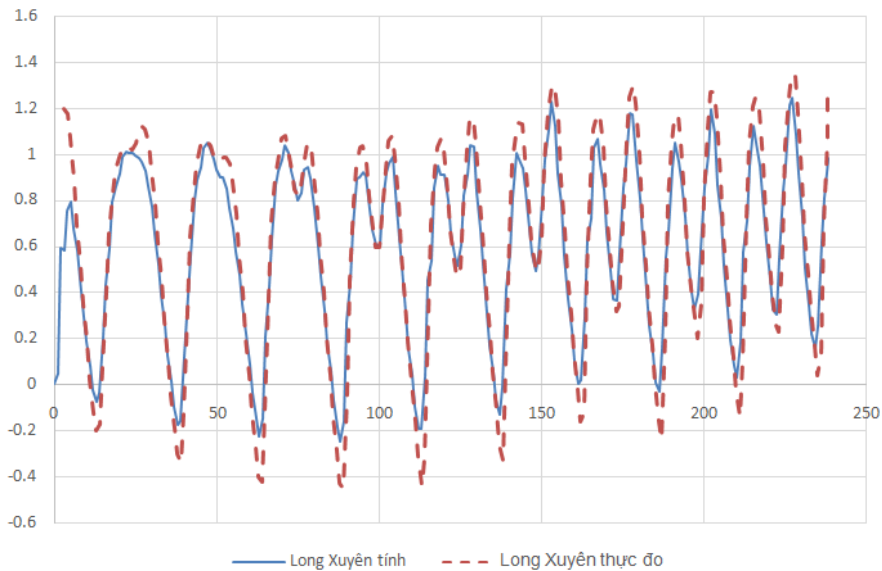
Kiểm định

Sử dụng bộ số liệu hiệu chỉnh các phương án trên để kiểm tra lại mô hình với dữ liệu năm 2010 và 2011.

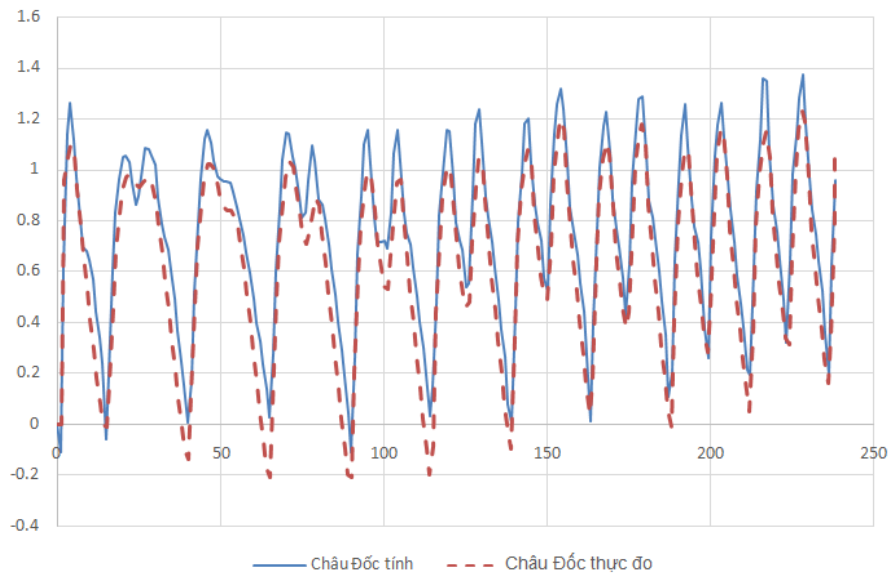
Nhận xét thấy việc kiểm tra mô hình với phương án năm 2010 và 2011 cho kết quả tương đối chấp nhận được (tuy còn một số trạm chưa thực sự tốt), đủ độ tin cậy để sử dụng bộ tham số này áp dụng cho các phương án tính các năm tiếp theo.



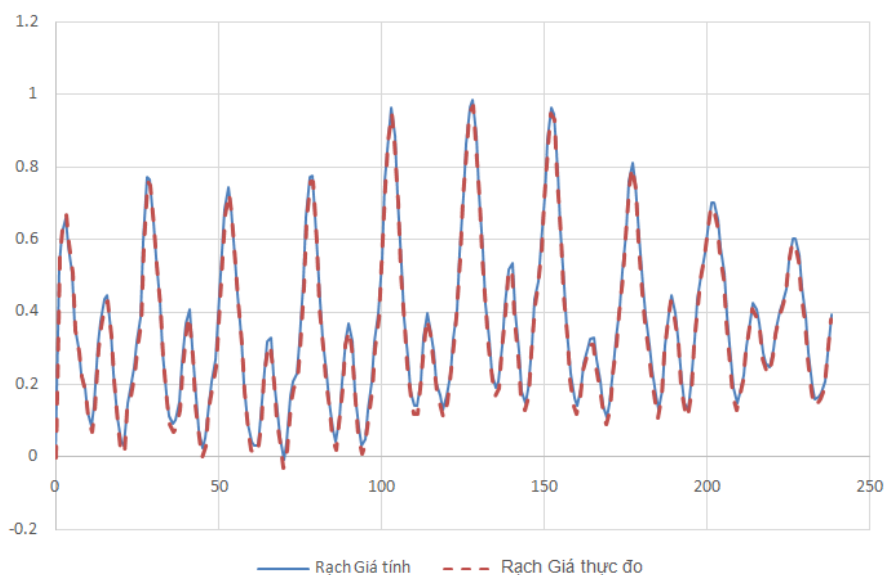
Hình 5. Giá trị mực nước tính và thực đo (m) tại trạm Rạch Giá mùa khô triều cường 2010 theo diễn biến thời gian (h)



Hình 6. Giá trị mực nước tính và thực đo (m) tại trạm Long Xuyên mùa khô triều cường 2010 theo diễn biến thời gian (h)



Hình 7. Giá trị mực nước tính và thực đo (m) tại trạm Châu Đốc mùa khô triều cường 2010 theo diễn biến thời gian (h)



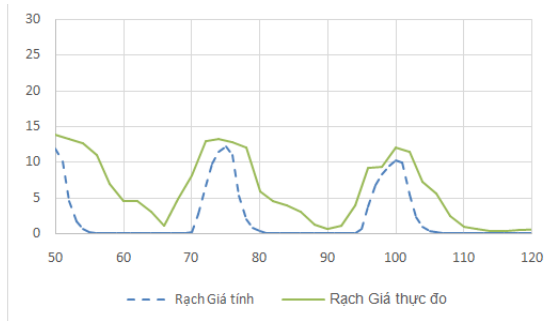
Hình 8. Giá trị mực nước tính và thực đo (m) tại trạm Rạch Giá mùa lũ triều cường 2011 theo diễn biến thời gian (h)

Xâm nhập mặn

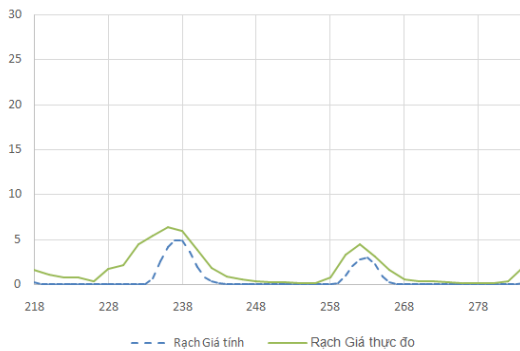
Hiện tại trong vùng Tứ Giác Long Xuyên, trạm thủy văn đo giá trị độ mặn mà NCS thu thập chỉ có tại Rạch Giá nên chỉ thực hiện một số kiểm định tại trạm này theo một số

khoảng thời gian được chọn trong các năm có số liệu đo.

Nhận thấy so sánh giá trị độ mặn giữa tính toán và thực đo chỉ ở mức độ tương đối, nhưng do không có nhiều số liệu đo khác nên chấp nhận sai số ở mức này.



Hình 9. Giá trị mặn g/L tính và thực đo tại trạm Rạch Giá mùa khô triều cường 2008



Hình 10. Giá trị mặn g/L tính và thực đo tại trạm Rạch Giá mùa khô triều kiệt 2011

Song song hóa

Phương thức: Do bước thời gian tính của 2D là nhỏ so với bước thời gian tính của 1D bên cạnh đó khối lượng tính toán 2D nhiều nên tập trung xử lý song song 2D.

Để có thể dễ tích hợp vào phần giao diện trên hệ điều hành Windows và khả năng nhanh chóng sử dụng trên các máy tính thông thường (sử dụng các CPU phổ thông), các tác giả lựa chọn kỹ thuật song song sử dụng OpenMP và thử nghiệm trên 2 loại CPU: Intel Atom Z3740 4 lõi với tốc độ 1,8 GHz và Intel Core i7 3770 4 lõi với tốc độ 4,2 GHz.

Kết quả mọi bước tính của phương pháp song song phải đảm bảo không có sai khác với phương pháp tính tuần tự (các giá trị kết quả cuối cùng giữa các tính tuần tự và song song giống nhau hoàn toàn).

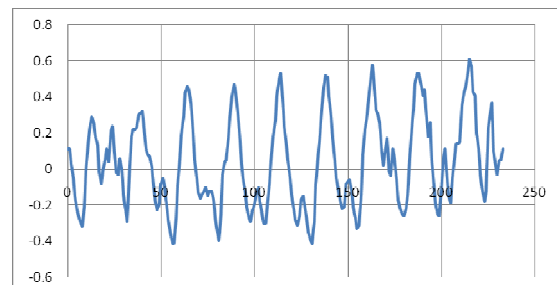
Như vậy, việc song song phần mềm tính toán để tận dụng tất cả các lõi của 1 CPU cũng

mang lại hiệu quả đáng kể, giảm thời gian tính xuống chỉ còn 60 - 70% và có xu hướng giảm dần khi thời gian cần tính toán tăng. Việc song song mới chỉ thực hiện ở vòng lặp tính toán chính (bỏ qua các vòng lặp nhỏ) nên hiệu suất chưa đạt tối đa (đúng như theo công thức tính của Amdahl's law [5, 6]).

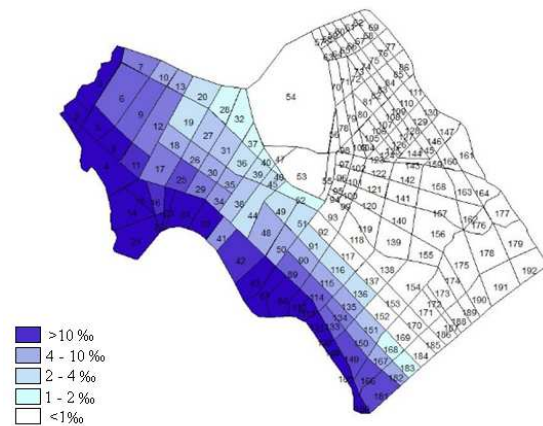
Bảng 3. So sánh thời gian tính giữa hai phương pháp song song và tuần tự

PA	Atom Z3740		Core i7 3770	
	Tuần tự	OpenMP	Tuần tự	OpenMP
10 h	200,52 s	133,43 s	38,65 s	27,73 s
20 h	431,28 s	311,49 s	76,67 s	54,48 s
30 h	606,24 s	386,82 s	114,80 s	80,25 s

TÍNH TOÁN XÂM NHẬP MẶN



Hình 11. Chuỗi số liệu mực nước Rạch Giá được lựa chọn để tính phương án triều cường



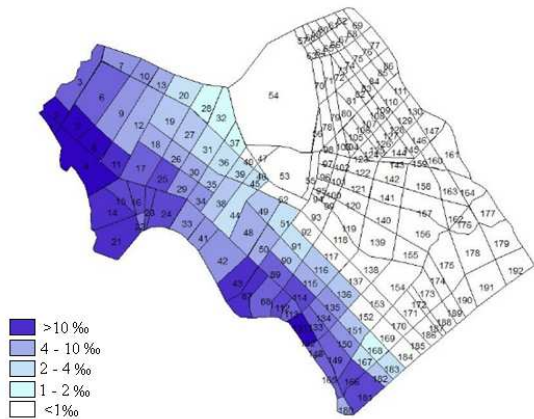
Hình 12. Xâm nhập mặn tại thời điểm đỉnh triều

Các dữ liệu đo độ mặn trong khu vực nghiên cứu rất hạn chế, chỉ có một số dữ liệu

độ mặn đo được tại Rạch Giá. Vì vậy, một số trường hợp thử nghiệm được thực hiện.

Số liệu mùa khô năm 2008 với khoảng thời gian lấy như phân mô hình được lựa chọn để sử dụng tính và trong toàn bộ chuỗi số liệu này, lọc ra các đoạn nhỏ tương ứng với giai đoạn triều cường và triều kiệt.

Để đánh giá xâm nhập mặn theo pha triều: lựa chọn kết quả tại các thời điểm: đỉnh triều, triều rút, chân triều, triều dâng.



Hình 13. Xâm nhập mặn tại thời điểm chân triều

Kết quả tính chỉ ra với nước mặn > 4‰, vùng bị ảnh hưởng thay đổi theo các thời điểm triều được thống kê trong bảng 4.

Bảng 4. Diện tích ảnh hưởng của nước mặn lớn hơn 4‰ theo pha triều

Xâm nhập của nước mặn > 4‰	
Thời điểm	Diện tích ảnh hưởng
Đỉnh triều	133.346 ha
Triều rút	117.471 ha
Chân triều	103.425 ha
Triều dâng	116.320 ha

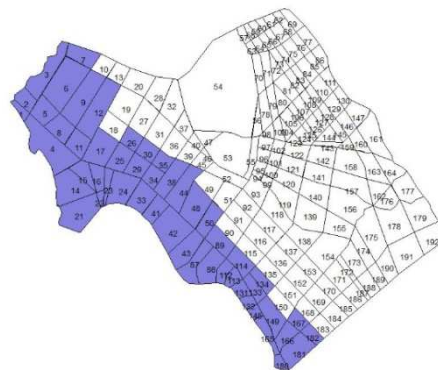
Như vậy, khi triều đạt đỉnh thì diện tích ảnh hưởng mặn là lớn nhất, khi ở chân triều, diện tích ảnh hưởng là nhỏ nhất và khi triều ở hai trạng thái triều rút và triều dâng thì diện tích ảnh hưởng gần tương đương nhau.

Hơn thế nữa, khi nghiên cứu ảnh hưởng của triều, rất nhiều phương án tính được thực hiện

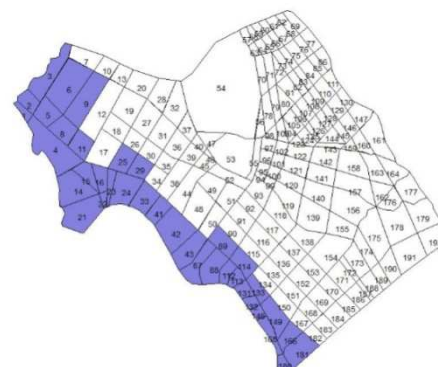
với nhiều bộ số liệu khác nhau. Vào mùa mưa, các phương án tính đều đưa ra rằng xâm nhập mặn là không đáng kể. Các phương án tính vào mùa khô (khoảng thời gian tính được xác định trong phân hiệu chỉnh và kiểm tra mô hình) khác nhau đều đưa ra các bức tranh xâm nhập mặn là đáng kể với vùng nghiên cứu này. Để đánh giá ảnh hưởng của triều với việc xâm nhập mặn, 2 kịch bản được đưa ra:

Lưu lượng biên trên được lấy vào mùa khô năm 2008, tại cùng thời điểm với mực nước tại cửa biển tương ứng với triều cường

Lưu lượng biên trên giống với trường hợp 1, mực nước tại biển tương ứng với triều kiệt.



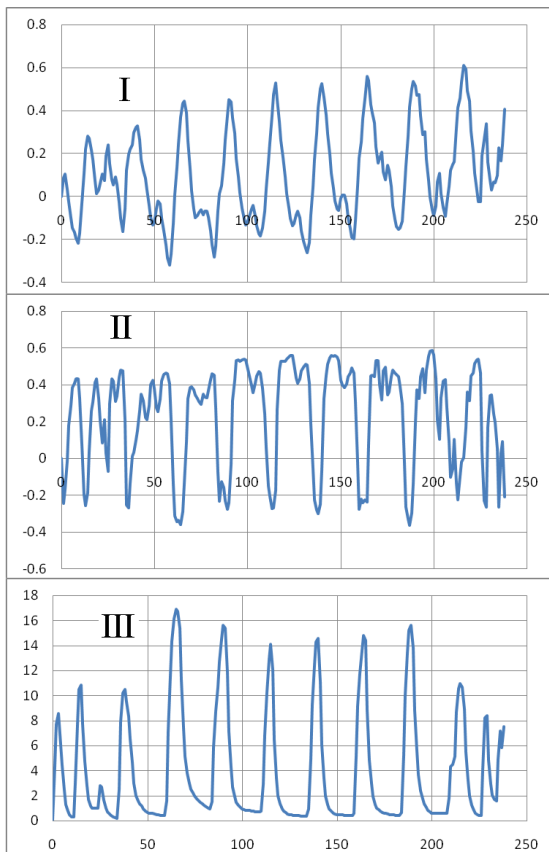
Hình 14. Vùng ảnh hưởng bởi nước mặn > 4‰ với kịch bản triều cường



Hình 15. Vùng ảnh hưởng bởi nước mặn lớn hơn 4‰ với kịch bản triều kiệt

Qua kết quả tính cho thấy trong quá trình triều cường, nước mặn lấn sâu vào trong đất liền. Vùng diện tích bị ảnh hưởng bởi nước mặn 4‰ là lớn, khoảng 162.909,3 ha, chiếm

32,5% diện tích toàn vùng Tứ giác Long Xuyên. Trong khi đó, phương án triều kiệt, nước mặn xâm nhập ít hơn, vùng diện tích bị ảnh hưởng bởi nước mặn 4‰ khoảng 119.150,42 ha, chiếm khoảng 23,7% diện tích toàn vùng. Nghĩa là khi triều cường, vùng ảnh hưởng mặn 4‰ lớn hơn 36,7% so với khi triều kiệt. Xét ví dụ tại kênh Tri Tôn - Hòn Sóc, tính khoảng cách từ biển vào, nước mặn 4‰ có thể xuất hiện cách cửa sông 18,8 km trong khi đó với trường hợp triều kiệt, khoảng cách này chỉ là 6,78 km.

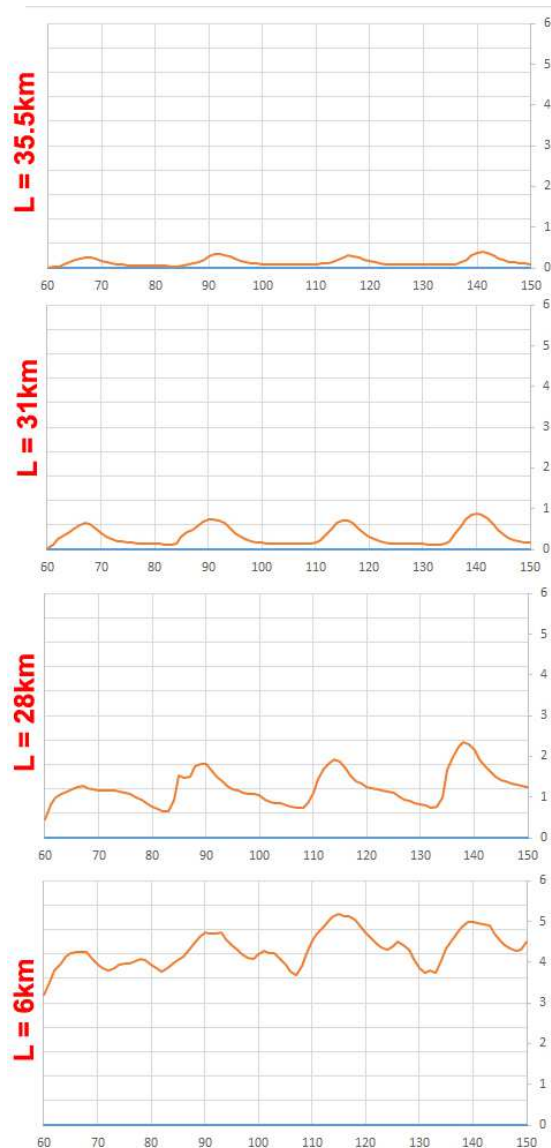


Hình 16. I - Mức nước (m), II - vận tốc (m/s) và III - độ mặn (‰) tính toán tại Rạch Giá

Nhận thấy giá trị mặn tại Rạch Giá đồng pha với mực nước, cho thấy sự lan truyền mặn chủ yếu qua quá trình tải, ảnh hưởng ít của quá trình khuếch tán. Khi vận tốc dòng tăng đẩy nước ra biển, giá trị mặn giảm tương ứng.

Với khoảng cách tăng dần từ cửa biển, dao động giá trị mặn cũng thay đổi cả về biên độ

giá trị và dáng điệu. Với các giá trị như hình 17, tại các vị trí có khoảng cách xa dần cửa biển (6 km, 28 km, 31 km, 35 km) ta thấy rõ độ mặn giảm dần giá trị và biên độ dao động.

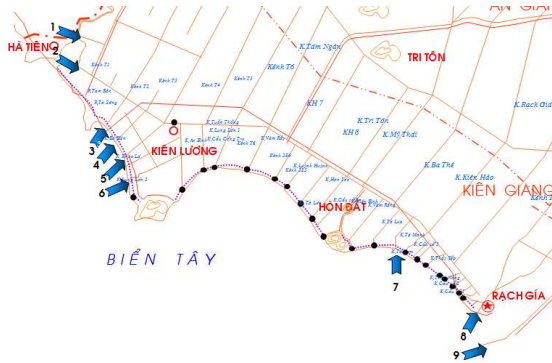


Hình 17. Vị trí xâm nhập mặn thực tế tại Tứ giác Long Xuyên

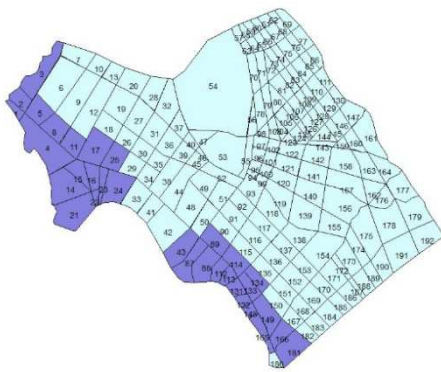
Ngoài ra, so sánh với thực tế xâm nhập mặn tại Tứ Giác Long Xuyên qua 9 kênh rạch chính (nguồn: Viện Quy hoạch thủy lợi miền Nam [2]), chỉ ra như hình 18.

Qua các giá trị kết quả thu được, vị trí xâm nhập mặn vào vùng Tứ giác Long Xuyên cũng

xuất phát tại các cửa sông tương ứng với vị trí thực tế (thể hiện trong hình 19) rồi lan truyền sang các nhánh sông lân cận.



Hình 18. Vị trí xâm nhập mặn thực tế tại Tứ giác Long Xuyên



Hình 19. Vùng ảnh hưởng khi xâm nhập mặn bắt đầu lan truyền vào Tứ giác Long Xuyên

KẾT LUẬN

Mô hình 1-2D thủy động lực học và lan truyền chất đã được xây dựng để tính cho vùng Tứ giác Long Xuyên và khu vực ven biển Tây Nam. Đối với mô phỏng thủy động lực học, mô hình số đã được kiểm định cho kết quả mô phỏng khá tốt, nhưng vì thiếu các dữ liệu đo về môi trường chỉ có một số trường hợp thử nghiệm được thực hiện. Các kết quả nhận được phù hợp về mặt định tính và định lượng so với thực tế.

Qua việc thử nghiệm các kịch bản cũng như mô phỏng, mô hình đưa ra được một số đặc

trung xâm nhập mặn của vùng nghiên cứu: Vào mùa mưa, các phương án tính đều đưa ra rằng xâm nhập mặn là không đáng kể. Vào mùa khô, nước mặn lấn sâu vào trong đất liền có sự sai khác rõ nét giữa triều cường và triều kiệt cả về diện tích ảnh hưởng lẫn khoảng cách từ cửa biển vào đất liền. Diện tích ảnh hưởng mặn cũng thay đổi đáng kể theo pha triều, tăng giảm tương đối khác biệt giữa đỉnh triều, chân triều, triều dâng và triều rút. Sự lan truyền mặn chủ yếu qua quá trình tải, ảnh hưởng ít của quá trình khuếch tán, càng vào sâu đất liền, độ mặn giảm dần giá trị và biên độ dao động. Xâm nhập mặn lan truyền mạnh qua một số cửa sông kênh chính như từ đầm nước mặn Đông Hồ, sông Kiên, nhóm rạch tại Kiên Lương, ...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Tất Đắc, 2005. Mô hình toán cho dòng chảy và chất lượng nước trên hệ thống kênh sông. Nxb. Nông nghiệp, Tp. HCM. Tr. 31-67.
2. Nguyễn Chính Kiên, Đinh Văn Mạnh, Nguyễn Thanh Cơ, 2013. Đánh giá sự lan truyền nước dâng do sóng dài vào trong hệ thống sông bằng mô hình kết nối 1-2D. Tạp chí Khoa học và công nghệ biển, 13(1): 95-104.
3. Manh, D. V., and Yanagi, T., 1997. A three-dimensional numerical model of tides and tidal currents in the Gulf of Tonkin, La mer, 35, 15-22.
4. Yanagi, T., and Takao, T., 1998. Clockwise phase propagation of semi-diurnal tides in the Gulf of Thailand. Journal of Oceanography, 54(2): 143-150.
5. G Amdahl, G. M., 1967. Validity of the single processor approach to achieving large scale computing capabilities. In Proceedings of the April 18-20, 1967, spring joint computer conference (pp. 483-485). ACM.
6. Wood, D. A., and Hill, M. D., 1994. Cost-effective parallel computing. Wisconsin univ-madison dept of computersciences. p. 69-72.

EVALUATION OF SALINITY INTRUSION IN THE SOUTHWEST COASTAL ZONE OF VIETNAM

Nguyen Chinh Kien¹, Dinh Van Manh^{1,2}, Hoang Van Lai¹

¹Institute of Mechanics-VAST

²University of Engineering and Technology, VNU

ABSTRACT: *The Southwest sea of Vietnam, from Ca Mau cape to the Cambodian border, including Phu Quoc and Tho Chu islands, has been especially interested and played an important role in the socio-economic development and national security of Vietnam. Requirements for understanding natural conditions, especially hydrodynamical characteristics and the marine environment for construction, exploitation, protection and integrated management of this area are urgently needed. In recent years, there have been several investigations and researches within the framework of national research projects to provide an overview of the understanding or to solve specific problems in the area. However, the previous researches in detail, including complex changes of seabed topography, shore morphology, marine estuaries/channels did not meet the requirements. In this report, a linked 1-2D numerical model has been established to describe the characteristics of tides, currents and evaluate salinity intrusion through channel/river system of the southwest coastal region.*

Keywords: *1-2D numerical model, salinity intrusion, tide, Southwest sea of Vietnam.*