

## TÍNH TOÁN THỬ NGHIỆM LAN TRUYỀN VẬT CHẤT CHO VỊNH PHAN THIẾT ( BÌNH THUẬN )

BÙI HỒNG LONG, TRẦN VĂN CHUNG

Viện Hải Dương Học

**Tóm tắt:** Từ kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Nhà nước KC.09.24/06 -10, chúng tôi giới thiệu một số kết quả tính toán thử nghiệm từ chương trình “Phan Thiet ver 1.0”. Trong chương trình tính toán cấu trúc dòng chảy (dòng triều và dòng dư được xét đến) bằng mô hình thủy động lực ba chiều phi tuyến được giải bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Mô hình phân tán dựa trên kỹ thuật theo dõi dấu vết chuyển động của các hạt (particles-tracking), được phân tích một cách độc lập. Các quá trình lan truyền và phân tán các chất gây ô nhiễm có thể được mô phỏng (với các đặc điểm về lý-hóa có được từ thực nghiệm) theo phương pháp ngẫu nhiên - phương pháp Monte Carlo. Các hạt chất điểm (5.000 chất điểm) không biến đổi và tương tác sinh - lý - hóa trong quá trình chuyển động dưới tác động của triều kết hợp với hai chế độ gió mùa Đông Bắc và Tây Nam. Các tính toán ban đầu tập trung ở lớp nước bề mặt (từ 0-30m). Trong tương lai chương trình sẽ phát triển theo hướng có thể mô phỏng tốt hơn (các hạt vật chất sẽ thực hơn) các hiện tượng có ảnh hưởng và tác động tới môi trường như rác thải trôi dạt, phân tán các vật liệu, chất gây ô nhiễm, lan truyền màng dầu, ...

### I. TÀI LIỆU VÀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU

Mô hình số trị để mô phỏng các quá trình phân tán chất ô nhiễm ngày nay đang được sử dụng rộng rãi với mục đích có thể hỗ trợ cho các quyết định giải quyết nhanh các sự cố ô nhiễm môi trường biển. Phương pháp theo dõi dấu vết hạt rất thích hợp cho các bài toán khi chất gây ô nhiễm cao không tham gia nhiều vào quá trình khuếch tán. Chúng có thể đưa ra câu trả lời rất nhanh, với các tính toán thủy động lực học được thực hiện độc lập, thành phần dòng triều và các dòng dư trong dải nước ven bờ được xét đến để mô phỏng lại chuyển động nước của vùng nghiên cứu. Các mô hình theo dõi dấu vết hạt đã được sử dụng để mô phỏng phân tán của các phân tử bị động có tính chất rất khác nhau : (Stentchev và Korotenko, 2005; Harms và cộng sự, 2000; Gomez-Gesteira và cộng sự, 1999), nuclit phóng xạ (radionuclides) (Schonfeld, 1995; Peria ez và Elliott, 2002; Nakano and Povinec, 2003), tràn dầu (Proctor và cộng sự, 1994a,b ; Korotenko và cộng sự, 2004) và thậm chí chất gây ô nhiễm sữa (Elliott và cộng sự, 2001) ở vùng nước ven bờ. Gần đây, Peria ez và Pascual-Granged (2008) trong công trình của mình đã giới thiệu mô hình dự báo chất phóng xạ, hóa chất và tràn dầu trên bề mặt trong Strait của Gibraltar [9].

Dựa vào ý tưởng phát triển của mô hình theo dõi dấu vết hạt [8, 9, 10, 11] nhưng được phát triển từ mô hình thủy động lực hai chiều được giải bằng phương pháp sai phân hữu hạn thành bài toán thủy động lực 3-D phi tuyến giải bằng phương pháp phần tử hữu hạn (Bùi Hồng Long và Trần Văn Chung, 2007-2009). Vì vậy mà cấu trúc dòng chảy có thể được nghiên cứu đầy đủ hơn. Đây là một bước cải tiến lớn nâng cao khả năng ứng dụng của mô hình không chỉ ở tầng mặt mà có thể ở các tầng độ sâu khác nhau cho quá trình dự báo.

Ở góc độ mô hình hóa, chúng tôi xây dựng thử nghiệm một phần mềm dự báo khả năng lan truyền của chất điểm (hạt) từ 5000 điểm vật chất dưới ảnh hưởng của trường gió mùa, phân tầng mật độ, chế độ triều và cấu trúc địa hình khu vực. Nếu biết được nguồn phát thì phần mềm này sẽ giúp ta biết được khả năng lan truyền và phân tán của chất điểm, thời gian di chuyển của các phần tử hạt.

Các tài liệu và phương pháp nghiên cứu của mô hình thủy động lực học có thể tìm thấy trong công trình nghiên cứu của Bùi Hồng Long và Trần Văn Chung từ năm 2007 – 2009 [1, 2, 3, 5, 6]

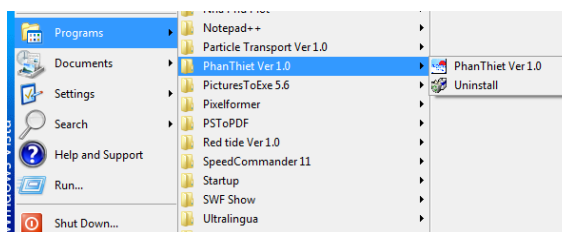
## II. CHƯƠNG TRÌNH “PHAN THIET VER 1.0” VÀ MỘT VÀI KẾT QUẢ MÔ PHỎNG CỦA CHƯƠNG TRÌNH:

### 1. Nội dung phần mềm “Phan Thiet ver 1.0”:

Sau khi khởi động chương trình bằng cách click đúp vào biểu tượng “Phan Thiet ver 1.0” trên khung nền Windows hoặc click Start/Programs và click đúp vào tên chương trình “Phan Thiet ver 1.0” trong danh mục chương trình. Cụ thể (Trong chương trình này, chúng tôi dùng tiếng Anh để cho dễ phát triển và trao đổi thông tin, khắc phục lỗi do cách gõ font tiếng Việt):



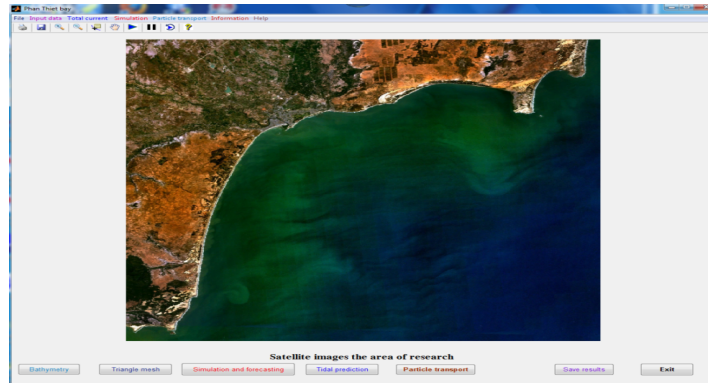
*Từ Desktop*



*Từ Program File ...*

**Hình 1:** Biểu tượng và nội dung chính chương trình “Phan Thiet ver 1.0”

Màn hình hiện khung màn hình chương trình và cũng là cửa sổ để thực hiện các công việc cho chương trình.

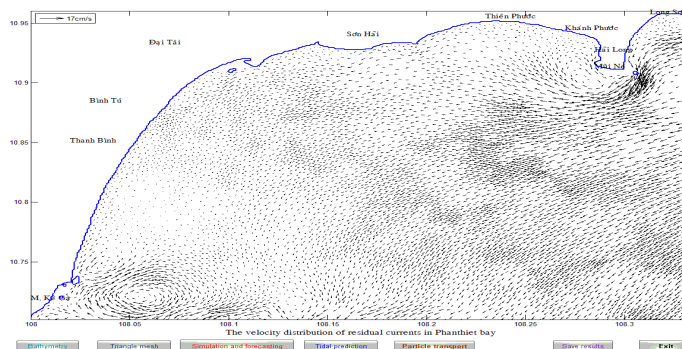


**Hình 2:** Ảnh chụp từ vệ tinh khu vực nghiên cứu

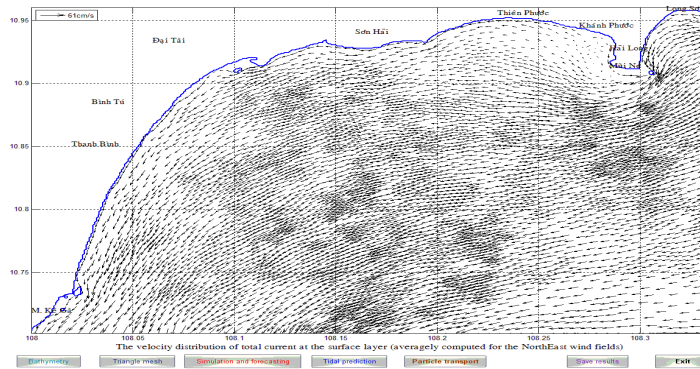
Tại menu “File” bao gồm các thực đơn lệnh cũng giống như các phần mềm thông thường khác như Open; Save; Save As, Export Setup, Page Setup, Print Preview, Print Setup, Close.

Menu “Input data” là các thông tin số liệu đầu vào cho khu vực nghiên cứu. Bao gồm các đơn lệnh Satellite image (ảnh vệ tinh), Bathymetry (trường độ sâu) (có thể dùng hộp công cụ “Bathymetry” cho kết quả tương tự), Triangle mesh (mạng lưới tam giác) (dùng hộp công cụ “Triangle mesh” cho kết quả tương tự) dùng cho phương pháp tính phần tử hữu hạn và các thông tin về chế độ gió mùa đưa vào trong mô hình (Seasonal wind) bao gồm trường gió mùa Đông Bắc (NorthEast wind field) và trường gió mùa Tây Nam (SouthWest wind field).

Menu “Total current” đây là kết quả tính dòng dư và dòng chảy tổng hợp do ảnh hưởng của trường gió mùa trung bình. Trong Menu này, có hai thực đơn chính là “Residual current” (dòng dư) và “Wind and tide current” (dòng chảy tổng hợp), trong thực đơn này có hai thực đơn con là “NorthEast wind field” (trường gió Đông Bắc) và “SouthWest wind field” (trường gió mùa Tây Nam). Một số kết quả tính của dòng dư như sau :



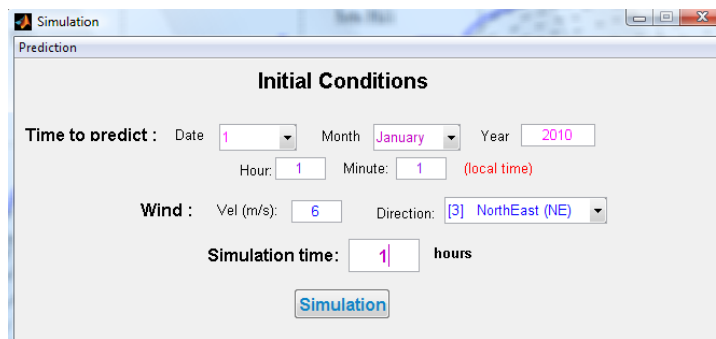
**Hình 3:** Phân bố dòng dư trung bình theo độ sâu tại Vịnh Phan Thiết



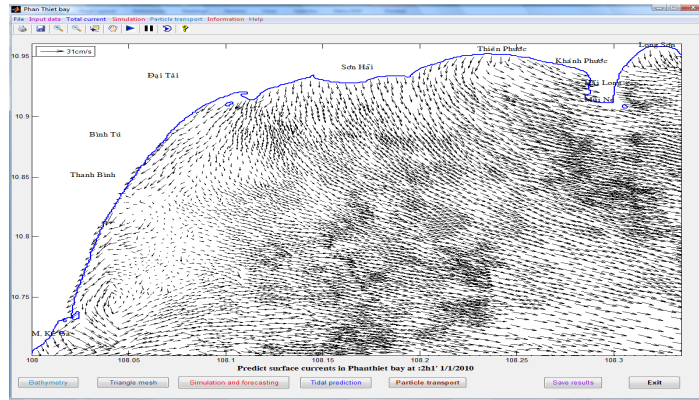
**Hình 4:** Phân bố dòng chảy do gió tại tầng mặt do ảnh hưởng của trường gió mùa Đông Bắc

Menu “Simulation”, bao gồm các đơn lệnh Forecasting (dự báo trường dòng chảy do gió và triều), trong đó có hai thực đơn con là Wind and tide current (dòng chảy tổng hợp do gió và triều) và Re-simulation (xem lại từ mô phỏng trước đó), Tidal prediction (dự báo mực nước biển, vận tốc dòng triều thuận túy thể hiện trên bảng số và đồ thị), Save results (Lưu các kết quả đã thực hiện), Close (đóng chương trình). Có lẽ, đây là menu quan trọng nhất của chương trình và quyết định tính khả thi của chương trình. Trong menu này là mô phỏng và dự báo tương lai các trường dòng chảy tổng hợp (do gió và triều), độ cao mực nước, vận tốc dòng triều tại điểm cần dự báo. Cụ thể, để dự báo dòng chảy tổng hợp vào lúc 2 giờ 1 phút ngày 1 tháng 1 năm 2010, nếu ta biết thông tin chế độ gió, ví dụ gió Đông Nam, 6m/s. Thì ta thực hiện như sau, lê chuột tới đơn lệnh “Forecasting”, sau đó click chuột vào “Wind and tide current”, chúng ta sẽ có các thông báo như sau:

Chúng ta, đưa lần lượt các Date (ngày), Month (Tháng), Year (Năm), Hour (giờ), Minute (phút), Vel (m/s), (Vận tốc gió), Direction (Hướng gió), (trong đó có 16 hướng gió cho lựa chọn, chúng ta cho hướng gió NE). Chúng ta sẽ được:

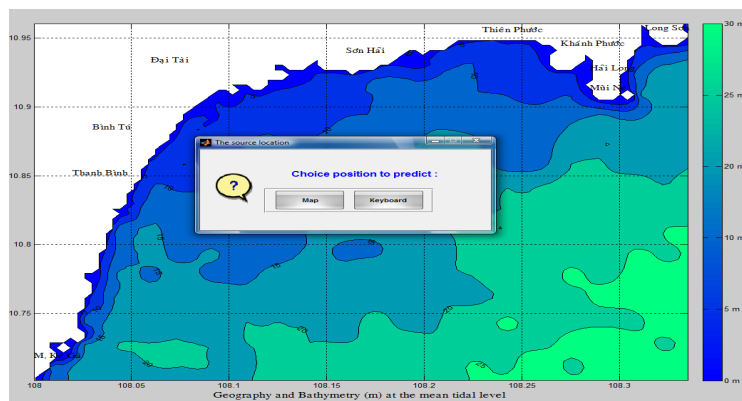


**Hình 5:** Các điều kiện đưa vào trong tính toán dự báo phân bố trường vận tốc



**Hình 6:** Dòng chảy trung bình theo độ sâu vào lúc 2 giờ 1 phút ngày 1/1/2010

Để dự báo mực nước và vận tốc dòng triều tại một điểm trong tương lai, chúng ta có thể làm sau đây: Đưa chuột vào Menu “Simulation”, lên chuột và click vào “Tidal prediction” chúng ta có các thông báo cần đưa vào:

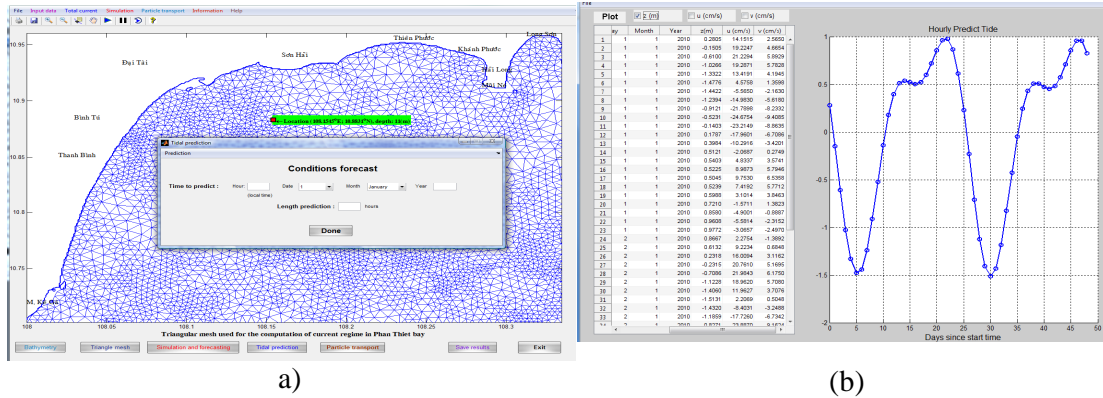


**Hình 7:** Đưa ra các hình thức lựa chọn vị trí trên bản đồ

Có hai phương án để chọn điểm dự báo, đó là ta click chuột lựa chọn trên bản đồ nếu chọn Map, còn chọn Keyboard, ta phải nhập kinh độ và vĩ độ từ bàn phím. Ví dụ ta chọn Map, và click trên bản đồ tại điểm bất kỳ cần tính dự báo: trên bản đồ sẽ hiện kinh, vĩ độ, độ sâu khu vực cần dự báo. Trên bản thông báo, chúng ta cần nhập các thông tin đầy đủ. Ví dụ: Từ Time to predict (thời gian dự báo), chúng ta phải đưa vào giờ, ngày, tháng, năm và độ dài thời gian cần dự báo. Khi đó chúng ta sẽ có kết quả như sau:

Trên hình hai loại dữ liệu, một bên là bảng số liệu bao gồm các cột thời gian, giờ, ngày, tháng, năm, mực nước so với mực nước trung bình (m), vận tốc triều theo trục từ Tây sang Đông u(cm/s), tốc độ dòng triều theo chiều từ Nam tới Bắc v(cm/s). Ngoài ra, để hiện các thông tin mực nước, ta chọn trên Plot, đóng dấu trục z(m), nếu đóng dấu u (cm/s)

ta có đồ thị vận tốc  $u$  theo thời gian, ta cũng có thể đánh dấu đồng thời ba giá trị  $z$ ,  $u$ ,  $v$  để thể hiện trên cùng bản đồ.




**Hình 8:** Đưa vào các điều kiện dự báo thủy triều (a) và thể hiện các kết quả tính dự báo (dạng bảng và biểu đồ)

Menu “Particle transport” đây là menu dùng cho mô phỏng quá trình lan truyền vật chất từ 5000 chất điểm ban đầu. Trong mô phỏng có hai cách chính: (i) từ nguồn dữ liệu có sẵn từ việc tính toán hai trường gió điển hình Đông Bắc và Tây Nam (ii) dự báo nhanh khi ta biết được thời điểm và chế độ gió tại vị trí thải chất ô nhiễm. Trong menu này có 4 thực đơn chính là (1) “Transport (Forecasting)” (đây là bài toán mô phỏng khả năng lan truyền vật chất tại một điểm bất kỳ mà người sử dụng yêu cầu từ việc dự báo nhanh), bao gồm hai thực đơn con là “Forecasting” (dự báo) và “Re-simulation” (Xem lại), các kết quả đã mô phỏng trước đó. (2) Transport (Seasonal wind) gồm có hai thực đơn con là “Seasonal wind” dự báo khả năng lan truyền do ảnh hưởng của chế độ gió mùa (lựa chọn Đông Bắc hoặc Tây Nam), để xem lại có thể sử dụng ‘Re-simulation’. Ngoài ra còn có các đơn lệnh Save Results (lưu kết quả) và Close (thoát khỏi chương trình)

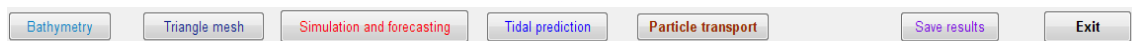
Menu “Information” bao gồm các thông tin về nhóm tác giả (Group model), thông tin bản quyền (About).

Menu “Help” bao gồm các thực đơn lệnh “Phan Thiet Ver 1.0 (Ctrl + I)” giới thiệu sơ bộ về phần mềm; “Demo” trình diễn các trường phân bố dòng triều theo dao động mực nước tại biên mở và “Close” đóng chương trình.

Ngoài ra, để có thể sử dụng nhanh các chức năng của chương trình, chúng ta có thể sử dụng nhanh từ thanh công cụ  ta có thể dùng để xử lý và phân tích ảnh và cung cấp các thông tin về phần mềm lần lượt từ trái sang, Print Figure, Save Figure, Zoom In, Zoom Out, Pan, Data Cursor, Simulation (dùng cho mô phỏng vận chuyển vật chất cho dự báo nhanh), Pause, Re-simulation, Information. Bên



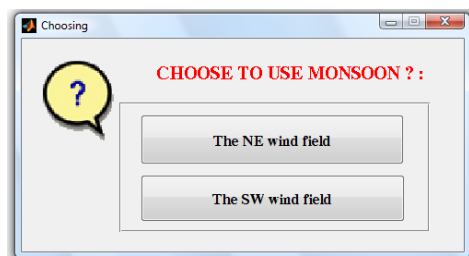
dưới chương trình còn có các hộp công cụ để có thể thực hiện nhanh chương trình như: Bathymetry (Trường độ sâu), Satellite image (Ảnh vệ tinh), Triangle mesh (Mạng lưới tam giác), Simulation and forecasting (dùng cho mô phỏng dự báo nhanh trường phân bố dòng chảy do ảnh hưởng của triều và gió), Tidal prediction (Dự báo các quá trình do thủy triều tại một điểm bất kỳ lựa chọn trên bản đồ độ sâu khu vực nghiên cứu, bao gồm dao động mực nước, dòng do ảnh hưởng triều), Particle transport (Mô phỏng và dự báo khả năng lan truyền vật chất từ 5000 chất điểm với vị trí nguồn phát tán được lựa chọn trên bản đồ độ sâu khi cung cấp thời điểm dự báo, thông tin gió tại nguồn thả chất ô nhiễm), Save results (Lưu các kết quả đã được thực hiện trước đó), Exit (thoát khỏi chương trình). Cụ thể trong chương trình:



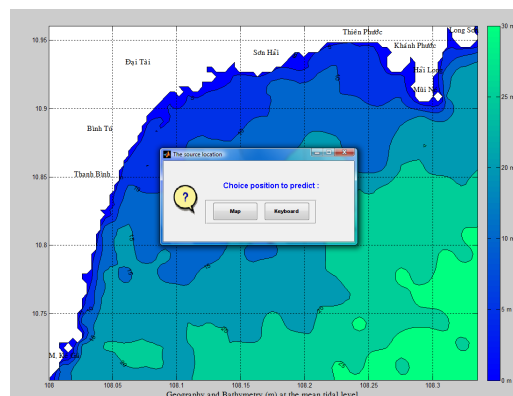
**Hình 9:** Các thanh công cụ tương tác nhanh của chương trình

## 2. Tính toán thử nghiệm xác định vị trí nguồn phát tán cho lan truyền vật chất:

Đây là phần quan trọng của chương trình, nó đánh giá tính khả thi và ứng dụng của chương trình. Để thực hiện mô phỏng, click chuột vào menu “Particle transport” rồi chuột tới “Transport (Seasonal wind)” và click vào menu lệnh “Seasonal wind”. Chương trình sẽ đưa ra câu hỏi như sau:



**Hình 10:** Thanh công cụ cho lựa chọn chế độ gió mùa

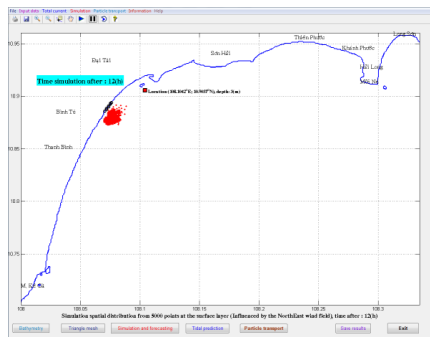


**Hình 11:** Lựa chọn vị trí nguồn xuất phát để thả các chất điểm để tính phát tán

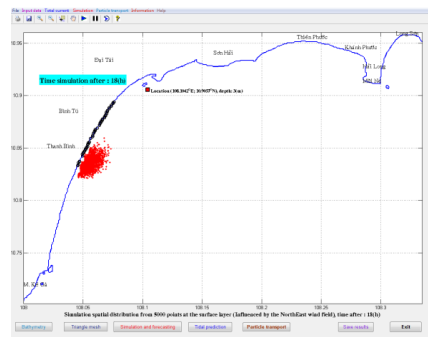
Ở phiên bản đầu tiên, chúng tôi chỉ tập trung phân tích cho hai mùa gió chính, nên buộc người sử dụng chỉ chọn lựa một trong hai chế độ gió mùa này. Trong các phiên bản tiếp theo, chúng tôi sẽ xây dựng thêm các chương trình tính phân bố dòng chảy cụ thể từ thời điểm người sử dụng đưa vào (cung cấp các thông tin như ngày dự báo, trường gió, nhiệt, muối...). Đây là phiên bản đầu tiên, chúng tôi chỉ chọn đưa vào hai phương án dòng chảy điển hình. Ví dụ chọn thành: Gió mùa Đông Bắc (NE). Khung hình sẽ hiện lên bản

độ sâu và yêu cầu, chúng ta chọn nguồn phát tán vật chất. Cụ thể, để lựa chọn vị trí nguồn phát tán, chúng ta có thể thực hiện theo hai cách, một là click chuột vào nút lệnh “Map”, sau đó click chuột vào vị trí cần chọn cho nguồn phát tán trên bản đồ độ sâu hoặc click chuột vào nút lệnh “Keyboard”, sau đó nhập kinh độ và vĩ độ vào, nếu nhập sai chương trình sẽ thông báo lỗi và yêu cầu nhập lại thông tin. Ví dụ, chúng ta click chuột vào nút lệnh “Map”, sau đó click chuột vào vị trí cần dự báo, chúng ta sẽ được kết quả lan truyền theo từng giờ dự báo thể hiện trên bản đồ.

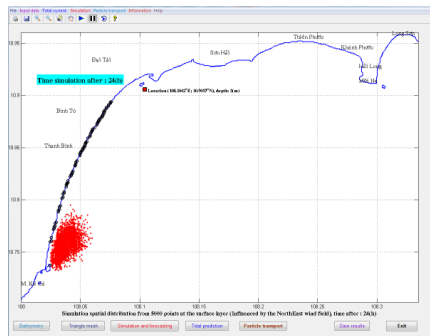
**Vị trí dự báo thử nghiệm (108.1042<sup>o</sup>E; 10.9057<sup>o</sup>N), độ sâu 3.0m (cho gió mùa Đông Bắc):**



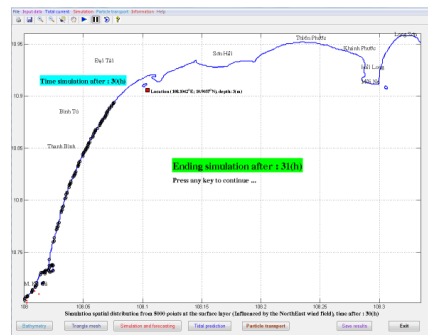
Sau 12 giờ



Sau 18 giờ



Sau 24 giờ



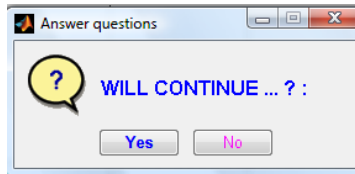
Sau 30 giờ và kết thúc mô phỏng lúc 31 giờ

**Hình 12:** Phân bố không gian của các chất điểm được phát tán theo các giờ tính từ nguồn phát.

Dấu chấm tròn đen biểu thị vị trí phân tử vật chất được lưu lại trên đường bờ, sẽ gây ảnh hưởng tới bờ biển nếu là chất gây ô nhiễm.

Khi ta nhấn một phím bất kỳ, trên màn hình sẽ hiện thông báo:





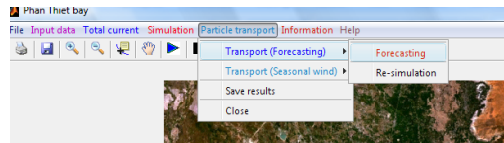
**Hình 13:** Thông báo từ chương trình có tiếp tục mô phỏng hay không

Trong câu hỏi này, yêu cầu chúng ta trả lời có tiếp tục mô phỏng với các trường hợp khác nữa hay không. Nếu chọn “Yes”, thì quá trình mô phỏng sẽ được tiếp tục như phần đầu.

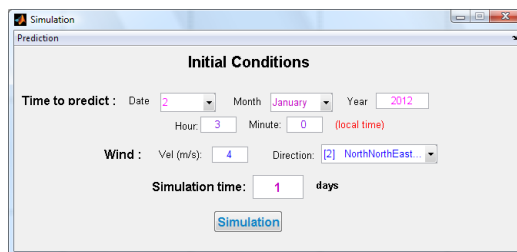
Trên đây là toàn bộ các thao tác thực hiện một quá trình mô phỏng lan truyền và phân tán vật chất do ảnh hưởng của chế độ gió mùa. Để xem lại quá trình mô phỏng này, chúng ta có thể sử dụng dùng “Re-simulation” trong menu “Particle Transport” \ “Transport (seasonal wind)” \ “Re-simulation”.

### 3 Dự báo tức thời khả năng lan truyền vật chất:

Đây là phần quan trọng của chương trình, nó đánh giá tính khả thi và ứng dụng của chương trình. Để thực hiện mô phỏng, click chuột vào menu “Particle transport” chọn “Transport (Forecasting)” và click vào menu lệnh “Forecasting”. Sau đó, lựa chọn vị trí dự báo.

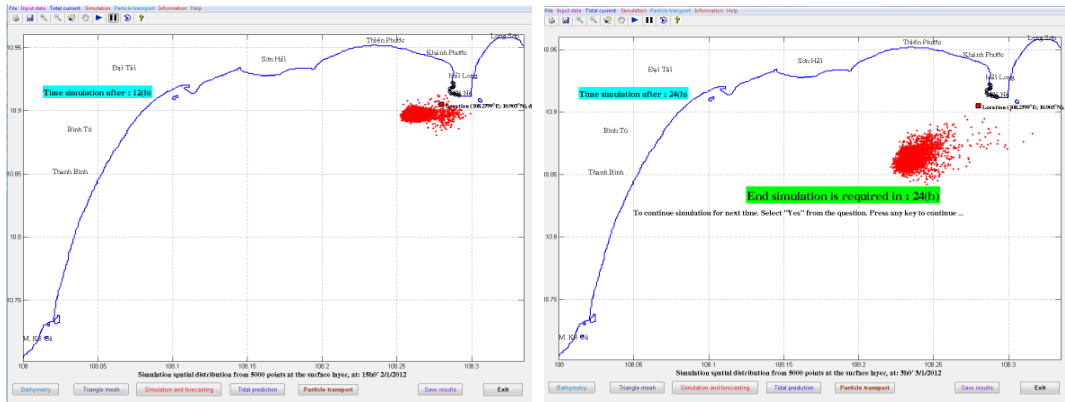


**Hình 14:** Thao tác để sử dụng tính dự báo lan truyền chất ô nhiễm



**Hình 15:** Đưa các thông tin đầu vào cho tính dự báo lan truyền

Tiếp tục đưa các thông tin điều kiện ban đầu cho tính toán:

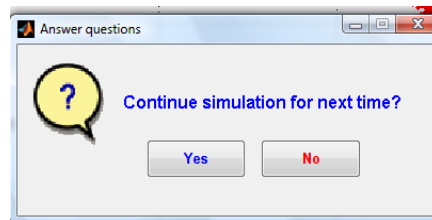


Sau 12 giờ

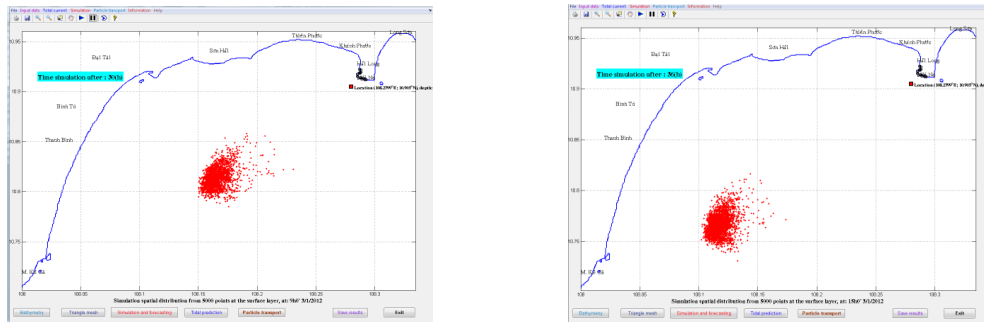
Sau 24 giờ

**Hình 16:** Phân bố không gian của các chất điểm được phát tán sau 12, 24 giờ tính từ nguồn phát

Sau 24 giờ, giờ dự định sẽ kết thúc tính nhưng vật chất ô nhiễm vẫn còn trong vùng nghiên cứu. Có hai phương án để chúng ta tiếp tục nghiên cứu. Khi ta nhấn phím bất kỳ, thanh câu hỏi sẽ xuất hiện:



**Hình 17:** Lựa chọn câu trả lời, có nên tiếp tục mô phỏng cho thời gian tiếp theo



Sau 30 giờ

Sau 36 giờ

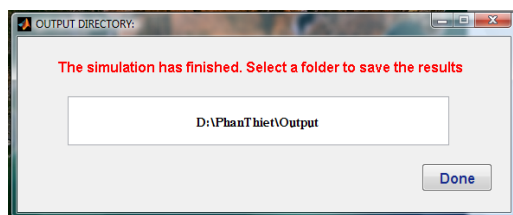
**Hình 18:** Phân bố không gian của các chất điểm được phát tán sau 30, 36 giờ tính từ nguồn phát

Và toàn bộ vật chất ô nhiễm sẽ rời khỏi vùng nghiên cứu sau 51 giờ tính (tức là

trong ví dụ là lúc 6h ngày 4/1/2012).

#### 4 Lưu trữ kết quả thực hiện:

Có rất nhiều cách lưu kết quả đã mô phỏng, có thể thực hiện từ các menu, nút công cụ. Đơn giản ta có thể click vào thanh công cụ “Save results”. Một thông báo sẽ xuất hiện trên màn hình:



**Hình 19:** Lựa chọn thư mục để lưu trữ kết quả tính

Để thực hiện lưu kết quả vào thư mục mong muốn, người sử dụng chỉ nhập thư mục cần lưu vào bảng thông báo. Trong chương trình ngầm định là “E:\PhanThiet\Output”. Đây là việc lựa chọn của chúng ta, nhằm tiện lợi trong phân tích các kết quả mô phỏng. Trong thư mục lưu trữ, các kết quả tính toán theo từng giờ mô phỏng được lưu đầy đủ bao gồm các tập tin dạng \*.dat (tập tin số liệu), \*.fig (dạng bản đồ ảnh trong Matlab); \*.bmp (dạng ảnh).

Trên đây là một quá trình mô phỏng lan truyền và phân tán vật chất bằng phương pháp dự báo nhanh. Để xem lại quá trình mô phỏng này, chúng ta có thể sử dụng dùng “Re-simulation” trong menu “Particle Transport” \ “Transport (Forecasting)” \ “Re-simulation”.

### III. KẾT LUẬN

“Phan Thiet Ver 1.0” ra đời là một nỗ lực lớn của nhóm mô hình, nhằm xây dựng thử nghiệm một chương trình phần mềm dự báo nhanh quá trình lan truyền chất ô nhiễm tại một vị trí bất kỳ theo hai phương án. Phương án 1 được xây dựng với dự báo lan truyền vật chất ô nhiễm trên bề mặt dựa vào nguồn số liệu gió tính thống kê nhiều năm cho hai mùa gió chính Đông Bắc và Tây Nam, trong đó có xét đến ảnh hưởng của phân bố nhiệt – muối, dòng triều, dòng dư. Phương án 2 được xây dựng trên phương diện dự báo nhanh với sự giả định là phân bố trường gió là đồng nhất tại các điểm tính và không thay đổi trong quá trình dự báo. Phương án này cung cấp cho ta một cái nhìn định tính trong tương lai nếu chúng ta các thông tin vị trí và thời điểm thả, tham số gió (vận tốc, hướng) lúc thả. Với “Phan Thiet Ver 1.0”, nhóm tác giả hy vọng sẽ đưa các mô hình lý thuyết vào dự báo các trường phân bố dòng chảy, các ảnh hưởng do triều và các hiện tượng tai biến có thể xảy ra tương lai như rác trôi, tràn dầu, nhiễm hóa chất, ... Với thiết kế giao diện đơn giản và dễ sử dụng, chương trình mong muốn sẽ cung cấp các thông tin quan trọng cho các giải pháp liên quan đến các quá trình động lực, tai biến trong biển.

Trong phiên bản tiếp theo, chúng tôi sẽ kiểm tra lại tính chính xác của mô hình dự báo bằng các nguồn số liệu thực đo. Để có thể hiệu chỉnh lại các thông số thực nghiệm, số liệu đầu vào – ra của mô hình. Đánh giá xác suất có thể xảy ra của biến cố để có những phương án dự phòng hợp lý. Xây dựng thêm mô-đun dự báo ngược của quá trình khi đã xác định được vị trí nguồn bị ô nhiễm.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Bùi Hồng Long - Trần Văn Chung, 2007.** “*Tính toán dòng triều tại Cụm đảo Song Tử bằng phương pháp phần tử hữu hạn*”, Tuyển tập báo cáo hội nghị Quốc Gia “Biển Đông -2007”, trang 735-750.
2. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, 2008.** “*Kết quả mô phỏng chế độ Vịnh Cam Ranh bằng phương pháp phần tử hữu hạn*”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 4(8), trang 19-35.
3. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, 2009.** “*Tính toán dòng chảy trong khu vực nước trời Nam Trung Bộ bằng mô hình dòng chảy ba chiều (3-D) phi tuyến*”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 2(9), trang 01-25.
4. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, 2009.** “*Giới thiệu chương trình dự báo khả năng lan truyền các hạt vật chất tại vùng biển Nam Trung Bộ “Particle Transport Ver 1.0”*”, Tuyển tập Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh học biển và phát triển bền vững, ISBN 978 – 604 - 913-007- 6, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, trang 457-471.
5. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, 2009.** “*Nghiên cứu chế độ dòng dư tại vùng biển Nam – Trung Bộ Việt Nam*”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 4(9), trang 05-24.
6. **Bui Hong Long, Tran Van Chung, (2008).** “*Modelling material transport in North Danger Reef, the Spratlys, based on three-dimensional nonlinear finite element model for wind currents*”, Proceedings on the Conference on the results of the Philippines-Vietnam joint oceanographic and marine scientific research expedition in the South China Sea (JOMSRE-SCS I to IV), 135-147.
7. **M.Gómez-Gesteira, et al, (1999).** “*A two-dimensional particle-tracking model for pollution dispersion in A Coruña and Vigo Rias (NW Spain)*”, Oceanologica Acta, 22, 167-177.
8. **R. Peria ez, A.J. Elliott, (2002).** “*A particle tracking method for simulating the dispersion of non-conservative radionuclides in coastal waters*”, Journal of Environmental Radioactivity, 58, 13-33.

9. **R. Peria ez, A. Pascual-Granged, (2008).** “*Modelling surface radioactive, chemical and oil spills in the Strait of Gibraltar*”, Computers & Geosciences, 34, 163-180.
10. **J.J. Polovina, P. Kleiber, D.R. Kobayashi, (1999).** “*Application of Topex-Poseidon satellite altimetry to simulate transport dynamics of larvae of spiny lobster, Panulirus marginatus in the Northwestern Hawaiian Islands, 1993-1996*”, Fish. Bull, 97, 132-143.
11. **A. Stentchev, K. Korotenko, (2005).** “*Dispersion processes and transport pattern in the ROFI system of the eastern English Channel derived from a particle-tracking model*”, Journal of Marine Systems, 25, 2294-2304.

## **EXPERIMENTAL CALCULATION OF MATERIAL TRANSPORT IN THE PHAN THIET BAY (BINH THUAN)**

**BUI HONG LONG, TRAN VAN CHUNG**

*Summary: Based on the research results of National project KC09-24/06-10, in this paper we would like to present our experimental calculation results - a program called Phan Thiet Ver. 1.0 - obtained from a physical model with simplified conditions to calculate and predict material (particles) transport in Phan Thiet bay. In the our first version process of particules transport is simulated in the good mixing layer from 30 meters depth to the surface.*

*Our computed model includes two parts:*

*+ Dynamical model: The 3D nonlinear model was solved by finite element method, simulating the resultant current (tidal currents, residual current) during the two main south-west and north-east monsoons.*

*+ Transport model: Monte Carlo (incidental) method was used for calculation of about 5,000 elements located at arbitrary positions (particles-tracking), in the study area. We did not include the biological, physical, chemical and interaction processes into the calculation of the movement of the elements.*

*The initial computed results allow us to identify the places where environmental hazards may occur, and its development and occurrence time as well.*

**Ngày nhận bài:** 30 - 10 - 2011

**Người nhận xét:** PGS. TS. Nguyễn Kỳ Phùng