

NGHIÊN CỨU LAN TRUYỀN VÀ PHÂN BỐ RÁC THẢI TRÔI NỔI TRONG VỊNH ĐÀ NẴNG

NGUYỄN TÂN ĐƯỢC¹, PHẠM VĂN TIẾN²
¹ Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội
² Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

A STUDY ON THE PROPAGATION AND DISTRIBUTION OF FLOATING WASTE IN DA NANG BAY

Tóm tắt:

Ô nhiễm rác thải biển đã và đang là vấn đề nhức nhối tại các vùng biển của Việt Nam cũng như trên thế giới. Tại vịnh Đà Nẵng, lượng rác thải phát sinh liên tục từ sông Hàn đổ về gây ô nhiễm môi trường, mất mỹ quan đô thị. Do vậy, nghiên cứu sự lan truyền và khuếch tán của rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng nguồn gốc từ sông Hàn là việc làm cần thiết. Nhóm tác giả sử dụng mô hình số trị MIKE21FM để tính toán mô phỏng lan truyền và khuếch tán rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng. Trong đó, mô đun thủy lực và mô đun phổ sóng được sử dụng để tính toán lan truyền sóng và dòng chảy, mô đun kiểm soát phần tử được sử dụng để tính lan truyền và phân bố rác thải trôi nổi. Phương pháp lưới lồng được áp dụng để tính ảnh hưởng của các quá trình thủy động lực học trên quy mô toàn Biển Đông đến quá trình lan truyền và khuếch tán rác trong vịnh. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự lan truyền và khuếch tán rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng chịu ảnh hưởng tổng hợp của các yếu tố thủy động lực. Trong giai đoạn gió mùa Đông Bắc, dưới ảnh hưởng của dòng chảy từ sông, dòng chảy biển, sóng biển và thủy triều thì rác thải có xu hướng dạt về phía Tây Bắc của vịnh và phân bố gần bờ. Trong giai đoạn gió mùa Tây Nam, sự phân bố của rác thải trong vịnh Đà Nẵng có xu hướng tập trung ở phía Tây Nam của vịnh và xa bờ hơn. Để có phương án thu gom rác thải hiệu quả, nhóm tác giả đề xuất xây dựng chương trình mô phỏng, dự báo lan truyền và khuếch tán rác thải thời gian thực cho vịnh Đà Nẵng sử dụng số liệu khí tượng hải văn đo đạc tại các trạm địa phương hoặc từ nguồn số liệu của một số tổ chức khí tượng thủy văn quốc gia, quốc tế.

Từ khóa:

Rác thải biển, rác thải nhựa, vịnh Đà Nẵng.

Ngày nhận bài:

1/10/2024; Ngày sửa chữa: 2/11/2024;

Ngày duyệt đăng:

22/11/2024.

Abstract:

Marine waste pollution has been a pressing issue in Vietnam's coastal areas and globally. In Da Nang Bay, a continuous influx of waste from the Han River causes environmental pollution and negatively impacts urban aesthetics. Therefore, studying the propagation and distribution of floating waste in Da Nang Bay, specifically waste originating from the Han River, is essential. The authors utilized the MIKE21FM numerical model to simulate the propagation and distribution of floating waste in Da Nang Bay. The hydrodynamic and spectral wave modules were applied to calculate wave and current propagation within the computational domain, and the particle tracking module was used to simulate the propagation and distribution of floating waste. A nested grid method was employed to assess the influence of large-scale hydrodynamic processes in the East Vietnam Sea on waste propagation and distribution in the Bay. The research results indicate that a combination of hydrodynamic factors influences the propagation and distribution of floating waste in Da Nang Bay. During the Northeast monsoon season, under the influence of river flows, ocean currents, waves, and tides, the waste tends to drift northwestward within the Bay and accumulates near the coast. Conversely, during the Southwest monsoon season, waste distribution in Da Nang Bay shifts toward the southwest and disperses further offshore. To devise effective waste collection strategies, the authors propose developing a real-time simulation and forecasting system for waste propagation and distribution in Da Nang Bay. This system would utilize meteorological and hydrological data from local stations or national and international meteorological organizations.

Keywords:

Marine waste, plastic waste, Da Nang Bay.

JEL Classifications:

K32, 013, Q56.

1. Mở đầu

Trong vài thập niên gần đây, ô nhiễm rác thải biển được cho là một vấn nạn, mối đe dọa hiện hữu, ngày càng rõ ràng và gia tăng trên toàn thế giới. Các nghiên cứu cho thấy, nguồn gốc của rác thải biển có thể xuất phát từ các hoạt động của con người ở trong lục địa, theo các con sông đổ ra biển, từ các ngư cụ được vứt bỏ trên biển, hoạt động dịch vụ trên bờ biển, hoạt động thể thao, vui chơi giải trí, hoặc từ các khu vực lân cận trôi dạt đến. Thành phần của rác thải biển rất đa dạng, có nguồn gốc từ các sản phẩm sử dụng trong sinh hoạt thường ngày của người dân, các loại rác thải công nghiệp, nông nghiệp hay ngư nghiệp bị bỏ lại trên biển và được phân thành các nhóm chính gồm: nhựa, thủy tinh, kim loại, giấy, dệt may, gốm sứ, các sản phẩm gỗ chế biến, cao su... Theo Báo cáo của Chương trình Môi trường Liên hợp quốc năm 2018 (UNEP, 2018), thế giới mỗi năm thải ra khoảng 400 triệu tấn rác thải nhựa, trong đó gây ra xả thải rác nhựa lớn nhất là lĩnh vực công nghiệp đóng gói bao bì nhựa, sử dụng vật liệu dùng 1 lần. Rác thải nhựa đã gây ô nhiễm hàng loạt cho các môi trường sống tự nhiên như trên cạn, nước ngọt, nước biển và cả đáy biển. Hầu hết các chất thải nhựa đều nổi trên nước nên một lượng lớn các mảnh nhựa nổi trên mặt biển và được lan truyền dưới ảnh hưởng của các quá trình thủy động lực (sóng, dòng chảy, thủy triều).

Việt Nam là một trong những quốc gia có lượng rác thải nhựa xả ra biển nhiều nhất trên thế giới, với khối lượng rác thải nhựa ra biển dao động trong khoảng 0,28-0,73 triệu tấn/năm, tương đương 6% tổng lượng rác thải nhựa ra biển và đứng thứ 4 trên 20 quốc gia cao nhất (Jambeck et al., 2015). Tuy nhiên, nghiên cứu về rác thải biển là lĩnh vực rất mới mẻ đối với các nhà khoa học cũng như nhà quản lý trong nước. Trong những năm gần đây đã có một số công trình cảnh báo về vấn đề ô nhiễm rác thải nhựa. Vấn nạn “Ô nhiễm trắng” được GS.TS. Đặng Kim Chi (2018) đề cập, cảnh báo về tình trạng ô nhiễm rác thải nhựa ở trong nước. Các hạt vi nhựa và những hệ lụy trong cuộc sống hiện đại được đề cập bởi Lê Hùng và Lê Huy Bá (2019). Các hạt vi nhựa được đề cập đến có trong muối ăn, có trong nước uống đóng chai, có mặt dưới đáy biển, có mặt trong các sản phẩm mỹ phẩm, có mặt trong nước mưa, có mặt trong không khí, có mặt trong thực phẩm, hệ lụy của nó mang tới là đầu độc thực phẩm và cuộc sống

của con người. Tác giả Phạm Thị Gấm (2019) đề cập đến việc kiểm soát hiệu quả ô nhiễm môi trường biển ở Việt Nam như chỉ ra các hạn chế, bất cập trong kiểm soát ô nhiễm môi trường biển về công cụ, chính sách, pháp luật. Tác giả Phương Anh (2010) đề cập đến vấn đề quản lý ô nhiễm biển từ nguồn lục địa. Rác thải biển cũng được cảnh báo có nguy cơ tiềm ẩn ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng và môi trường sinh thái ở vùng ven biển Ngư Lộc, Hậu Lộc, Thanh Hóa của tác giả Thiều Thị Thùy (2016). Nguyễn Thị Thu Trang (2020) và các cộng sự đã nghiên cứu khảo sát, đánh giá rác thải nhựa ở một số bãi biển trên các đảo gồm: Bái Tử Long, Cát Bà, Bạch Long Vĩ, Cù Lao Chàm, Lý Sơn, Hòn Cau, Côn Đảo; trên đất liền ở Quảng Trị, Nha Trang, Núi Chùa - Khánh Hòa. Kết quả nghiên cứu cho thấy, số lượng và khối lượng rác thải nhựa ở các bãi biển Việt Nam tương đối cao (trung bình 7.374 mảnh/100m và 94,58 kg/100m). Theo các nghiên cứu đã tổng hợp, có thể thấy các nhà khoa học và nhà quản lý trong nước đã và đang rất quan tâm đến vấn đề ô nhiễm rác thải trong biển, đặc biệt là rác thải nhựa.

Hiện nay, việc giám sát rác thải biển ở hầu hết các khu vực trên thế giới được tiến hành dựa vào Hướng dẫn giám sát rác thải biển ở các biển của châu Âu năm 2013. Các chương trình giám sát nhằm mục đích đánh giá được hiện trạng môi trường đang diễn ra và đề ra các mục tiêu môi trường phù hợp. Việc giám sát rác biển được thực hiện theo các công ước vùng, bao gồm: Công ước OSPAR, Công ước Barcelona, Công ước HELCOM, Công ước Bucharest và thiết lập các chương trình giám sát theo khung giám sát đối với rác thải biển, theo mục tiêu của việc giám sát. Để thực hiện được các chương trình giám sát thì phương pháp và công cụ giám sát là các yếu tố quan trọng. Giám sát rác thải biển bằng kỹ thuật sử dụng máy bay không người lái đã được thực hiện bởi Andriolo và nnk (2020); Garcia-Garin và nnk (2020a). Kết quả nghiên cứu thu được cho thấy đây là kỹ thuật phù hợp cho việc giám sát rác thải nổi và rác thải bãi biển có độ tin cậy cao. Phương pháp sử dụng ảnh viễn thám được thực hiện bởi Garcia-Garin và nnk (2020b) được cho là có hiệu quả đối với việc phát hiện rác thải biển cỡ lớn trên diện tích rộng. Phương pháp giám sát rác thải biển sử dụng phương pháp khoa học cộng đồng được áp dụng với một lượng lớn rác thải biển từ hoạt động du lịch, giải trí (Chiu và nnk, 2020); (Lewin và nnk, 2020) với phương pháp này một diện

tích tương đối lớn được giám sát, chi phí cho việc giám sát thấp.

Đà Nẵng là một thành phố lớn của Việt Nam có tốc độ đô thị hóa và phát triển kinh tế nhanh chóng, đồng thời là một trong những thành phố cảng có vị trí chiến lược của miền Trung Việt Nam. Bờ biển Đà Nẵng dài khoảng 92 km, có vịnh nước sâu với cảng biển Tiên Sa, có vùng lãnh hải thềm lục địa với độ sâu 200m, tạo thành vành đai nước nông rộng lớn thích hợp cho phát triển kinh tế tổng hợp biển và giao lưu với nước ngoài. Bờ biển Đà Nẵng có nhiều bãi tắm đẹp như: Non Nước, Mỹ Khê, Thanh Khê, Nam Ô, Làng Vân... với nhiều cảnh quan thiên nhiên kỳ thú, có giá trị lớn cho phát triển du lịch và nghỉ dưỡng. Tuy nhiên, hiện nay một trong những vấn đề ảnh hưởng đến vẻ đẹp và hoạt động ở các bờ biển chính là rác thải nhựa.

Trong bài báo, tác giả nghiên cứu và đánh giá lan truyền, phân bố rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng do nguồn rác thải từ sông Hàn. Nghiên cứu sử dụng phương pháp kiểm soát phần tử để tính toán phân bố rác thải trôi nổi trong vịnh. Các yếu tố sóng, dòng chảy sông, dòng chảy biển, thủy triều và gió đều được xét đến trong quá trình tính toán. Phương pháp lưới lồng được tác giả sử dụng để tính đến ảnh hưởng của dòng chảy quy mô lớn, toàn Biển Đông, đến sự lan truyền và khuếch tán rác thải trong vịnh. Phương pháp này cũng cho phép tính đến sự biến thiên của các đặc trưng sóng biển theo không gian và thời gian. Đây là phương pháp mới, chưa có nghiên cứu nào ở Việt Nam sử dụng mô phỏng lan truyền và khuếch tán rác thải trong biển. Tác giả đã lựa chọn 2 mùa gió điển hình ở khu vực nghiên cứu để nghiên cứu tính toán sự lan truyền và khuếch tán rác thải trong vịnh là: gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học để đề xuất phương án thu gom và xử lý rác thải trên biển, dự báo và cảnh báo nguy cơ ô nhiễm rác trên biển và bãi biển, đồng thời giúp các nhà quản lý có các chính sách và giải pháp phù hợp giảm thiểu ô nhiễm rác thải biển.

2. Phương pháp nghiên cứu và xử lý số liệu đầu vào cho mô hình

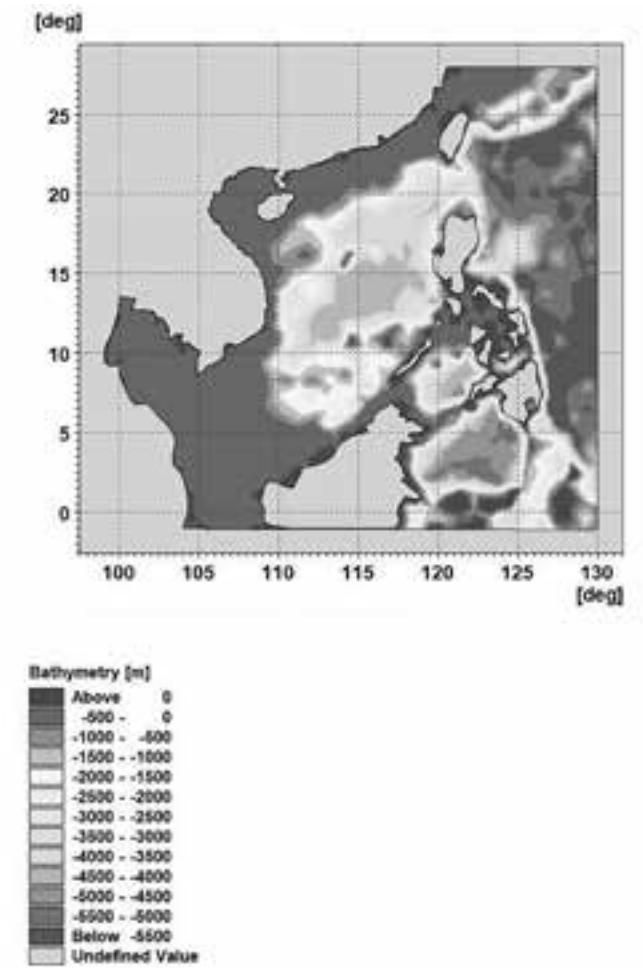
2.1. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu, tác giả đã sử dụng mô hình số trị MIKE21FM để tính toán mô phỏng lan truyền và khuếch tán rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng. Trong

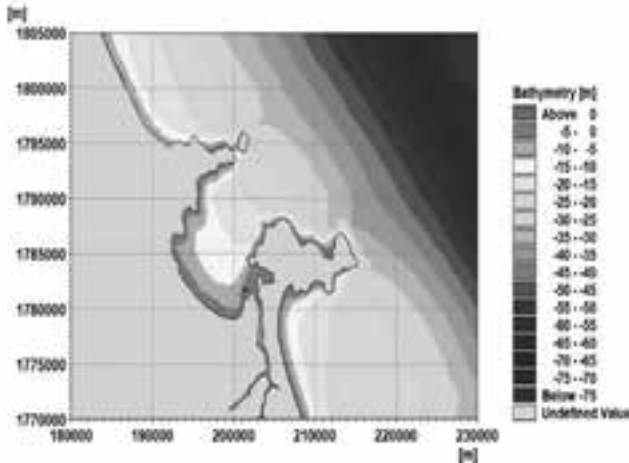
đó, mô đun thủy lực (hydrodynamic module) và mô đun phổ sóng (spectral wave module) được sử dụng để tính toán lan truyền sóng và dòng chảy, mô đun kiểm soát phần tử (particle tracking module) được sử dụng để tính lan truyền và phân bố rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng. Tác giả đã sử dụng phương pháp lưới lồng để tính toán sóng và dòng chảy cho khu vực vịnh Đà Nẵng. Theo đó, tác giả thiết lập mô hình thủy động lực trên quy mô Biển Đông. Kết quả tính toán được sử dụng để trích xuất điều kiện biên cho mô hình thủy động lực cho miền tính vịnh Đà Nẵng. Mô hình thủy động lực được kiểm chứng với số liệu thực đo và được sử dụng kết hợp với mô hình kiểm soát phần tử để tính toán lan truyền và khuếch tán rác thải trong vịnh Đà Nẵng.

2.2. Số liệu địa hình và miền tính cho mô hình

Địa hình sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm số liệu địa hình do Bộ tư lệnh Hải quân Việt Nam đo đạc kết hợp địa hình Gebco độ phân giải 5 phút. Các số liệu này được nội suy trên lưới tính của mô hình. Giới hạn



▲ Hình 1. Địa hình Biển Đông



▲ Hình 2. Địa hình vùng biển Đà Nẵng

miền tính cho mô hình tính toán sóng và dòng chảy trên Biển Đông (miền tính lớn) là: $-1^{\circ}\text{N} - 29^{\circ}\text{N}$; $98.75^{\circ}\text{E} - 130^{\circ}\text{E}$. Địa hình và giới hạn miền tính cho mô hình tính toán sóng và dòng chảy trên Biển Đông thể hiện trong Hình 1.

Để có thể tính toán chi tiết lan truyền và khuếch tán rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng, tác giả đã thiết lập một miền tính nhỏ hơn. Miền tính nhỏ được thiết lập trong hệ tọa độ UTM-48N (Hình 2).

2.3. Số liệu đầu vào cho mô hình

Trong nghiên cứu này, số liệu về trường gió và áp suất không khí trên mặt biển (ở độ cao 10m trên mực nước biển) là số liệu tái phân tích thu thập từ Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa châu Âu (ECMWF). Số liệu này được sử dụng là điều kiện biên trên mặt biển đối với mô hình tính dòng chảy và sóng.

Để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, tác giả đã thu thập các số liệu về dòng chảy và biến thiên mực nước tại vùng biển nghiên cứu từ một số dự án đã thực hiện. Các số liệu này bao gồm:

- Số liệu dòng chảy quan trắc tại trạm Lăng Cô ($16,235^{\circ}\text{N}$; $108,092^{\circ}\text{E}$) vào tháng 5/2020.
- Số liệu biến thiên mực nước biển: tại vị trí Z1 ($108^{\circ}7'33,218''\text{E}$; $16^{\circ}7'55,52''\text{N}$) từ ngày 5/1/2020 đến ngày 20/1/2020 và tại vị trí Z2 ($108^{\circ}12'15,458''\text{E}$; $16^{\circ}5'57,354''\text{N}$) từ ngày 4/1/2020 đến ngày 18/1/2020.

Nguồn rác thải được sử dụng trong nghiên cứu này rác thải nhựa HDPE, có tỉ trọng $0,95 \text{ g/cm}^3$. Đây là loại rác thải nhựa phổ biến trong sinh hoạt. Nguồn rác thải được giả thiết có lưu lượng không đổi 1 tấn/ngày và xả thải liên tục trong thời gian mô phỏng 1 tháng.



▲ Hình 3. Vị trí các trạm thu thập số liệu

3. Kiểm chứng mô hình

Tác giả đã thực hiện kiểm chứng mô hình dòng chảy với số liệu đo đạc và quan trắc. Kết quả kiểm chứng mực nước tại các vị trí Z1 và Z2 được thể hiện trong Hình 4. Trong đó, đường liền nét thể hiện kết quả tính toán mực nước bằng mô hình số trị, đường nét đứt thể hiện mực nước thực đo tại trạm. Kết quả cho thấy mô hình số trị đã mô phỏng rất tốt biến thiên mực nước tại cả 2 trạm.

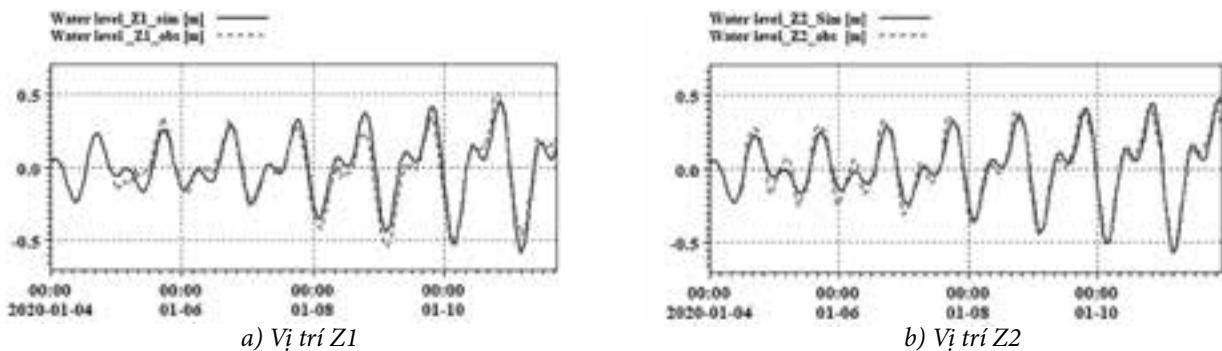
Tác giả cũng đã thực hiện tính tương quan giữa mực nước thực đo và mực nước tính toán tại 2 trạm Z1 và Z2 (Hình 5). Kết quả cho thấy, tương quan giữa mực nước tính toán và mực nước mô phỏng tại 2 trạm Z1 và Z2 rất tốt với hệ số tương quan R^2 lần lượt là 0.9195 và 0.9382.

Số liệu dòng chảy đo đạc tại trạm Lăng Cô được sử dụng để kiểm chứng mô đun dòng chảy (Hình 6). Trong đó, các thành phần vận tốc dòng chảy theo kinh hướng (U) và vĩ hướng (V) được so sánh độc lập. Kết quả so sánh cho thấy, kết quả tính toán phù hợp rất tốt với số liệu đo đạc cả về độ lớn và pha.

Kết quả so sánh kiểm chứng kết quả tính toán bằng mô hình với số liệu thực đo xác nhận rằng mô hình MIKE21FM hoàn toàn đủ tin cậy để sử dụng mô phỏng các yếu tố thủy động lực học trong vùng biển vịnh Đà Nẵng.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

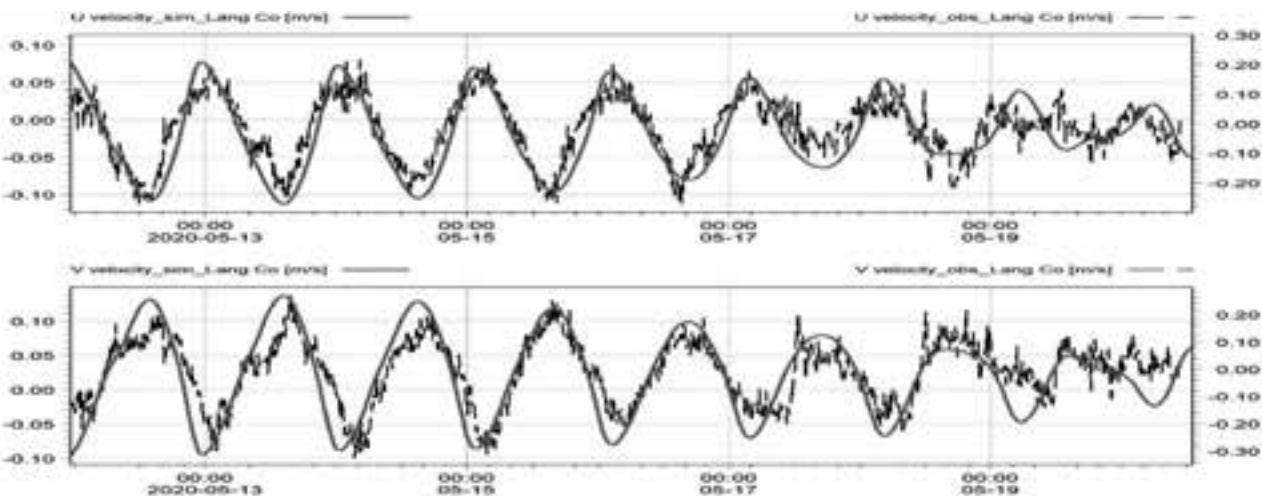
Các quá trình động lực học tại vùng biển Đà Nẵng chịu ảnh hưởng lớn của gió mùa. Điều đó dẫn đến sự khác biệt đáng kể của quá trình lan truyền và khuếch tán rác thải trong vịnh Đà Nẵng theo các mùa gió trong



▲ Hình 4. Kiểm chứng mực nước tại các trạm đo



▲ Hình 5. Tương quan mực nước tính toán và thực đo



▲ Hình 6. So sánh vận tốc dòng chảy thực đo và tính toán

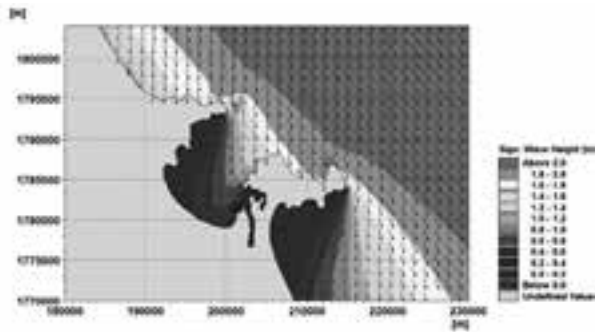
năm. Do đó, trong nghiên cứu, tác giả lựa chọn 2 kịch bản mô phỏng rác thải trong vịnh Đà Nẵng là tháng 1/2020 (gió mùa Đông Bắc) và tháng 7/2020 (gió mùa Tây Nam).

3.1. Lan truyền rác thải trong vịnh Đà Nẵng trong gió mùa Đông Bắc

Trường sóng và dòng chảy có vai trò quyết định trong sự lan truyền và khuếch tán rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng. Các mô đun tính toán sóng và dòng chảy cho vùng biển Đà Nẵng đã được kiểm chứng, được sử

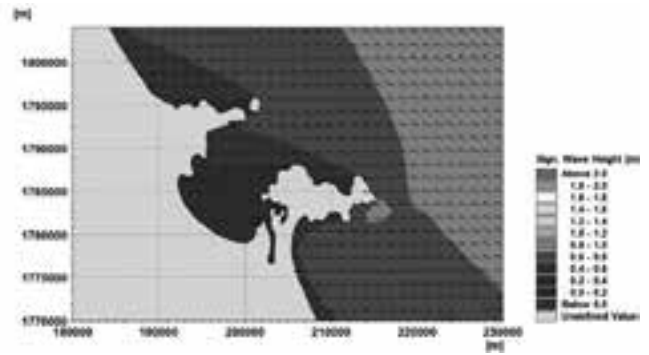
dụng để mô phỏng trường sóng và dòng chảy cho vùng biển Đà Nẵng.

Trước hết, xem xét bức tranh phân bố các trường thủy động lực tại các thời điểm đỉnh triều và chân triều. Hình 7 (a, b) thể hiện trường sóng trong giai đoạn gió mùa Đông Bắc. Trong đó, hình 7a thể hiện trường sóng (độ cao sóng và hướng sóng) lúc 6h ngày 26/1/2020 (giờ GMT) tương ứng với thời điểm mực thủy triều cao nhất trong ngày (đỉnh triều), hình 7b thể hiện trường sóng lúc 21h ngày 25/1/2020 tương ứng với thời điểm mực thủy triều thấp nhất trong ngày (chân triều). Trường

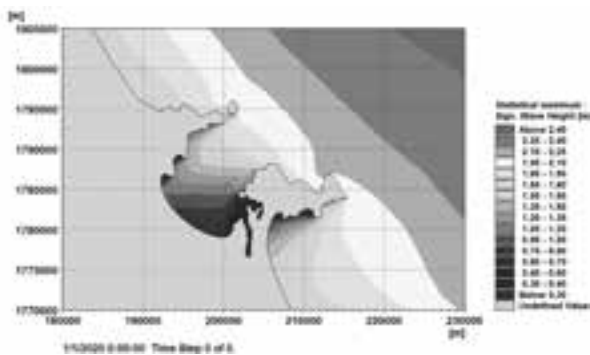


a) Thời điểm đỉnh triều

▲ Hình 7. Trường sóng trong gió mùa Đông Bắc

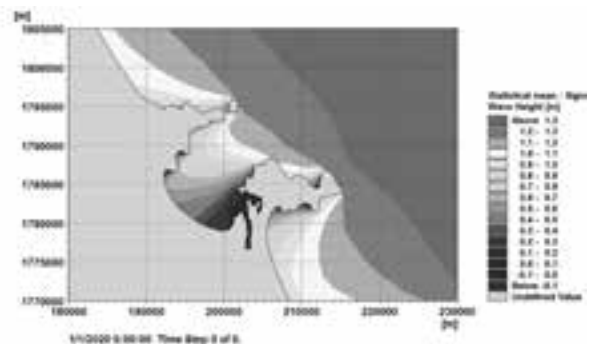


b) Thời điểm chân triều



a) Trường sóng cực đại

▲ Hình 8. Trường sóng thống kê trong gió mùa Đông Bắc



b) Trường sóng trung bình

sóng chịu ảnh hưởng khá lớn bởi thủy triều. Sóng mặt bị khúc xạ bởi địa hình và dòng chảy, khi hướng của dòng triều liên tục thay đổi theo thời gian sẽ làm cho hướng sóng cũng bị thay đổi.

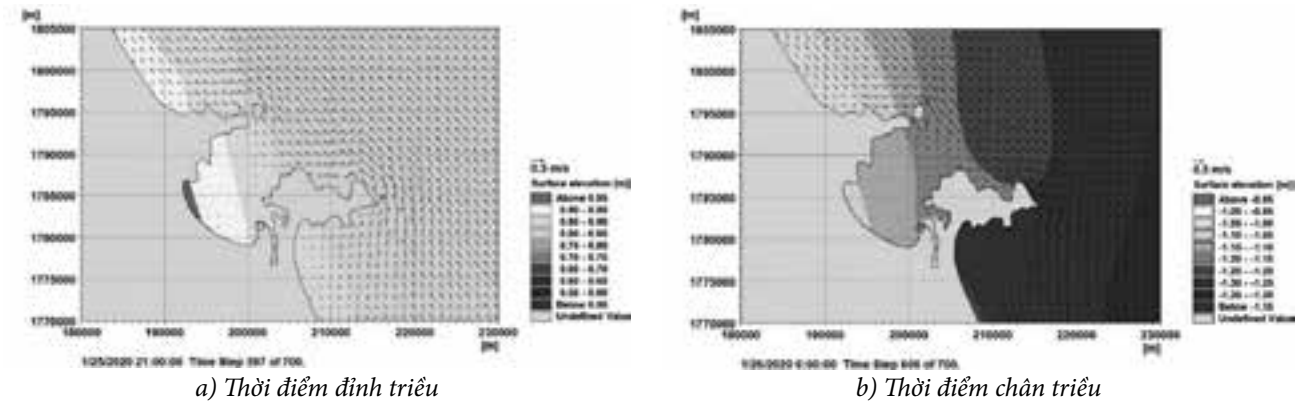
Để đánh giá tác động của sóng đến lan truyền và khuếch tán rác thải trong giai đoạn nghiên cứu, tác giả đã tính toán thống kê trường sóng trong vùng biển nghiên cứu. Hình 8a thể hiện trường sóng có nghĩa cực đại (maximum of significant wave height) trong khu vực nghiên cứu. Độ cao sóng có nghĩa cực đại ở ngoài khơi vùng nghiên cứu khoảng 2,4m. Khi lan truyền vào vịnh Đà Nẵng, độ cao sóng giảm do bị tiêu tán năng lượng (do ma sát, sóng vỡ, sóng bạc đầu), độ cao sóng có nghĩa cực đại ở cửa vịnh khoảng 1,5m - 2,0m và giảm nhanh khi sóng truyền từ cửa vịnh vào bờ. Hình 8b thể hiện trường sóng có nghĩa trung bình (mean of significant wave height) trong giai đoạn gió mùa Đông Bắc, độ cao sóng ngoài cửa vịnh khoảng 1,0m - 1,2m và giảm nhanh khi tiến vào bờ. Tại khu vực cửa sông Hàn, độ cao sóng nhỏ hơn đáng kể so với các khu vực lân cận do chịu ảnh hưởng của dòng nước chảy từ sông ra (sóng vỡ do dòng chảy).

Trường dòng chảy và mực nước trong vùng nghiên cứu biến đổi theo thời gian do ảnh hưởng của thủy

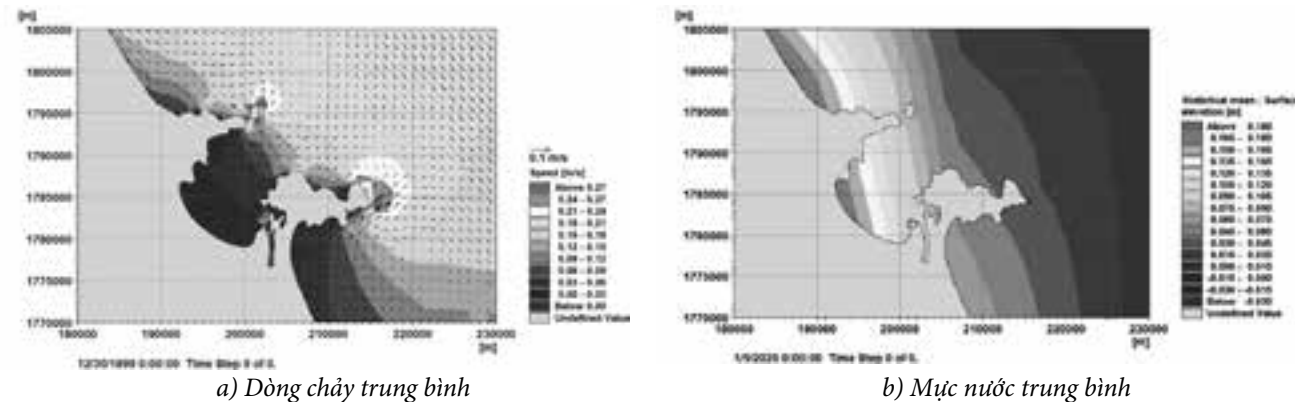
triều và do gió biển thổi trên mặt biển. Dòng chảy giai đoạn đỉnh triều có hướng Đông Nam, trong khi đó dòng chảy ở giai đoạn chân triều có hướng Tây Bắc. Dòng chảy tức thời có hướng biến đổi liên tục theo thời gian do ảnh hưởng của thủy triều. Tốc độ dòng chảy tức thời có nhiều thời điểm khá lớn, có thể lên đến 1,0 m/s. Tại thời điểm đỉnh triều và chân triều, tốc độ dòng chảy thường khá nhỏ (thể năng cực đại thì động năng sẽ cực tiểu). Các hình vẽ 9a và 9b thể hiện trường dòng chảy trung bình độ sâu và mực nước biển tương ứng với thời điểm đỉnh triều và chân triều.

Để đánh giá ảnh hưởng dài hạn của dòng chảy lên sự lan truyền và khuếch tán rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng, tác giả đã tính vận tốc trung bình của dòng chảy trong cả giai đoạn nghiên cứu (3 tháng). Hình 10a cho thấy, tốc độ dòng chảy trung bình trong vịnh khá nhỏ, dưới 0,05 m/s. Ở ngoài khơi, dòng chảy trung bình lớn hơn và có hướng Đông Nam. Ở gần bờ, hướng của dòng chảy chịu ảnh hưởng nhiều của các yếu tố địa phương. Hình 10b thể hiện trường mực nước trung bình trong giai đoạn tính toán. Mực nước trung bình cao nhất ở phía Tây Nam của vịnh, khoảng 0,18m - 0,2m.

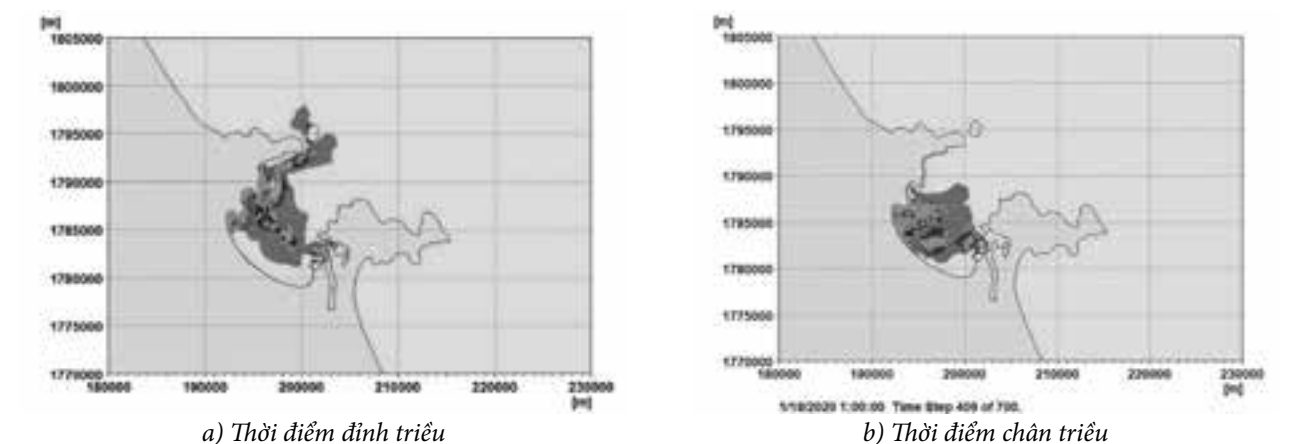
Sự lan truyền và khuếch tán rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng chịu ảnh hưởng tổng hợp của



▲ Hình 9. Trường dòng chảy trong gió mùa Đông Bắc



▲ Hình 10. Dòng chảy và mực nước trung bình trong gió mùa Đông Bắc



▲ Hình 11. Phân bố rác thải trôi nổi trong gió mùa Đông Bắc

các yếu tố thủy khí động lực (sóng, gió, dòng chảy, thủy triều). Hình 11 thể hiện bức tranh phân bố rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng vào mùa gió Đông Bắc tại thời điểm đỉnh triều (Hình 11a) và chân triều (Hình 11b).

Kết quả mô phỏng cho thấy, rác thải phân bố tập trung ở phía Tây Bắc của vịnh Đà Nẵng. Vào thời điểm thủy triều lên thì rác thải bị đẩy vào gần bờ hơn, khi thủy triều rút thì rác thải có xu hướng dạt về phía Tây của vịnh và ra xa bờ hơn. Do ảnh hưởng của vận tốc

trung bình của dòng chảy trong vịnh nhỏ nên rác thải không thể di chuyển ra bên ngoài cửa vịnh.

3.2. Lan truyền rác thải trong vịnh Đà Nẵng trong gió mùa Tây Nam

Trong phần này, tác giả trình bày kết quả nghiên cứu sự lan truyền và phân bố rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng trong giai đoạn gió mùa Tây Nam. Hình 12a thể hiện trường sóng trong gió mùa Tây Nam lúc 10h ngày 23/7/2020 (giờ GMT) tương ứng với thời điểm mực thủy triều cao nhất trong ngày (đỉnh triều), hình 12b thể hiện

trường sóng lúc 18h ngày 22/7/2020 tương ứng với thời điểm mực thủy triều thấp nhất trong ngày (chân triều).

Độ cao sóng có nghĩa tại cửa vịnh trong cả 2 thời điểm tính toán có giá trị khoảng 0,3m. Trong cả 2 trường hợp, độ cao sóng trong vịnh Đà Nẵng khá nhỏ (dưới 0,3m) và khu vực phía Tây Nam của vịnh có độ cao sóng nhỏ nhất (dưới 0,15m).

Trường sóng có nghĩa cực đại (maximum of significant wave heigh) được thể hiện trong Hình 13a. Độ cao sóng có nghĩa lớn nhất ở cửa vịnh Đà Nẵng trong giai đoạn gió mùa Tây Nam khoảng 0,6m đến 0,7m. Trường sóng có nghĩa trung bình (mean of significant wave heigh) ở cửa vịnh chỉ khoảng 0,3m đến 0,4m. Độ cao sóng trung bình tại cửa vịnh trong mùa gió Tây Nam nhỏ hơn nhiều so với trong mùa gió Đông Bắc.

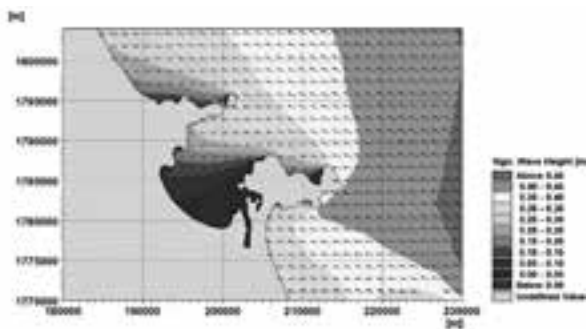
Trường dòng chảy tương ứng với thời điểm đỉnh triều và chân triều được thể hiện trong Hình 14. Trong đó, Hình 14a thể hiện trường dòng chảy và mực nước tại thời điểm đỉnh triều, Hình 14b thể hiện trường dòng chảy và mực nước tại thời điểm chân triều. Trong cả 2 thời điểm đều cho thấy tốc độ dòng chảy bên ngoài cửa vịnh vào khoảng 0,4 - 0,5 m/s nhưng tốc độ dòng chảy trong vịnh khá nhỏ, không đáng kể.

Trường dòng chảy trung bình và mực nước biển trung bình trong mùa gió Tây Nam được thể hiện trong Hình 15a và Hình 15b. Trường dòng chảy trung bình có hướng từ Nam lên Bắc. Vận tốc dòng chảy trung bình ở ngoài vịnh Đà Nẵng khoảng 0,1 m/s đến 0,2 m/s, tuy nhiên vận tốc dòng chảy trung bình trong vịnh khá nhỏ (dưới 0,05 m/s). Mực nước trung bình trong vịnh Đà Nẵng đạt giá trị lớn nhất ở khu vực phía Tây Nam của vịnh, khoảng 0,2m.

Phân bố rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng trong giai đoạn gió mùa Tây Nam được thể hiện trong Hình 16. Trong đó hình bên trái (Hình 16a) thể hiện phân bố rác thải nhựa trong vịnh Đà Nẵng vào thời điểm đỉnh triều và hình bên phải (Hình 16b) thể hiện phân bố rác thải trong vịnh Đà Nẵng vào thời điểm chân triều. Kết quả cho thấy, rác thải phân bố tập trung ở phía Tây Nam của vịnh. Khi thủy triều lên, rác thải có xu hướng dạt vào gần bờ. Khi thủy triều xuống, rác thải có xu hướng trôi ra ngoài khơi của vịnh.

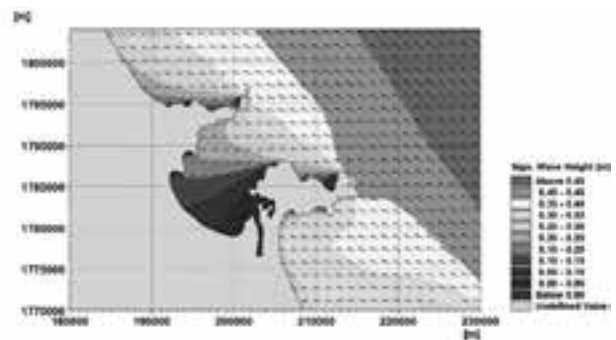
3.3. Thảo luận

Kết quả tính toán mô phỏng rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng cho thấy sự lan truyền và khuếch tán rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng chịu ảnh hưởng tổng

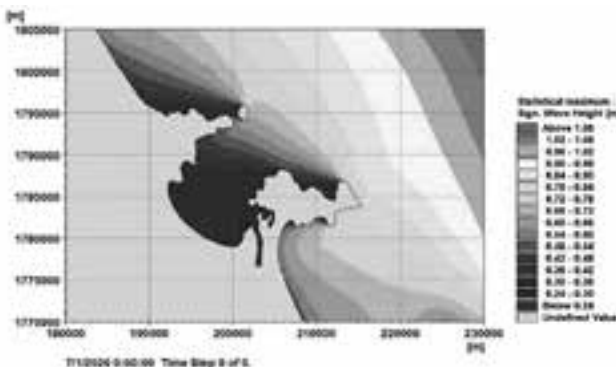


a) Thời điểm đỉnh triều

▲ Hình 12. Trường sóng trong gió mùa Tây Nam

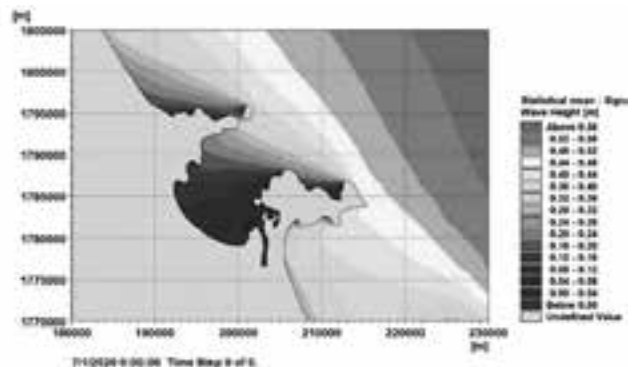


b) Thời điểm chân triều

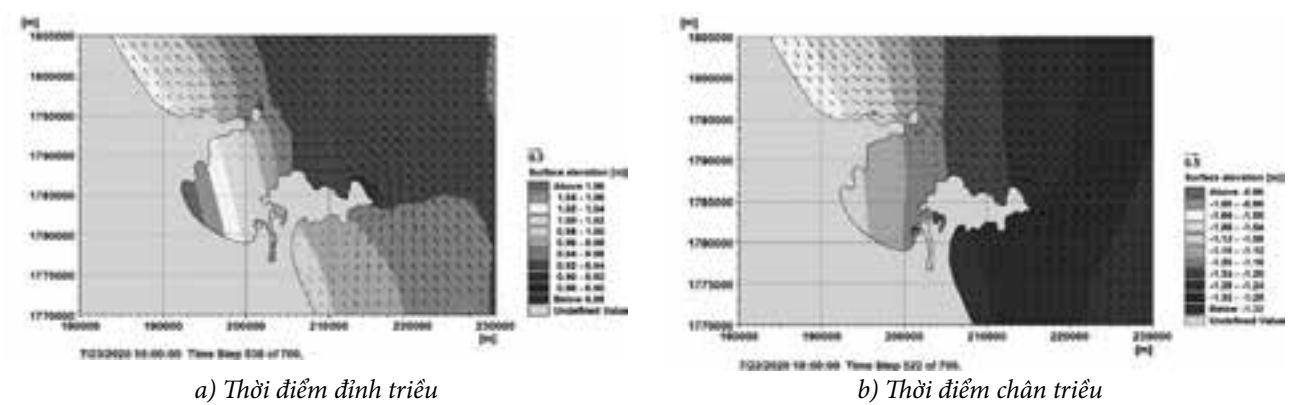


a) Trường sóng cực đại

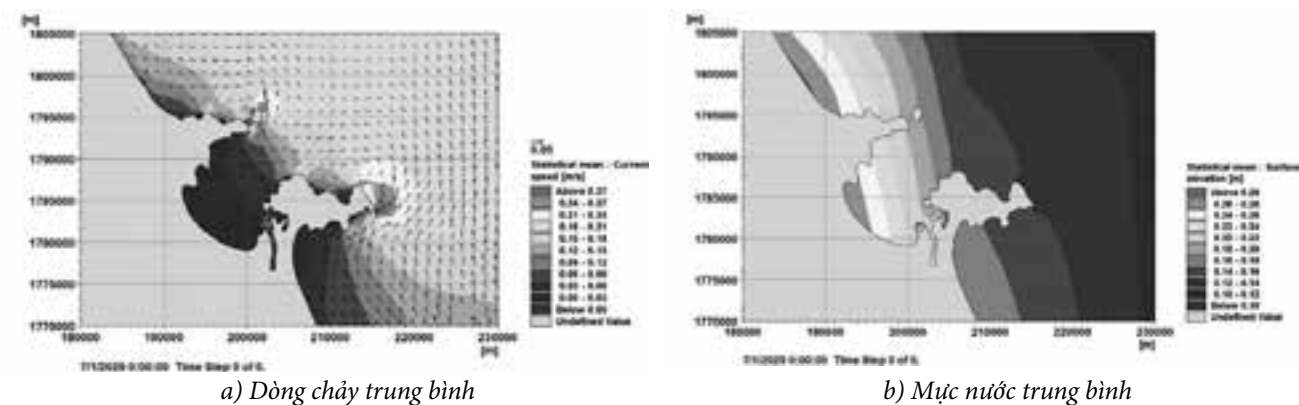
▲ Hình 13. Trường sóng thống kê trong gió mùa Tây Nam



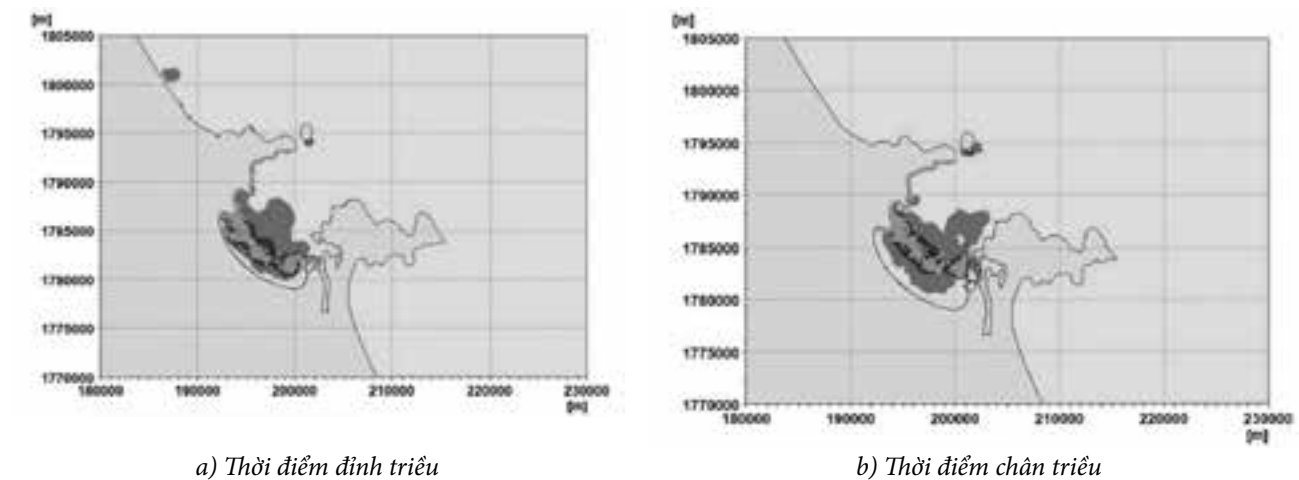
b) Trường sóng trung bình



▲ Hình 14. Trường dòng chảy trong gió mùa Tây Nam



▲ Hình 15. Dòng chảy và mức nước trung bình trong gió mùa Tây Nam



▲ Hình 16. Phân bố rác thải trôi nổi trong gió mùa Tây Nam

hợp của các yếu tố thủy động lực. Trong giai đoạn gió mùa Đông Bắc, dưới ảnh hưởng của dòng chảy từ sông, dòng chảy biển, sóng biển và thủy triều thì rác thải có xu hướng dạt về phía Tây Bắc của vịnh và phân bố gần bờ. Trong giai đoạn gió mùa Tây Nam, sự phân bố của rác thải trong vịnh Đà Nẵng có xu hướng tập trung ở phía Tây Nam của vịnh và xa bờ hơn.

Trong các yếu tố thủy khí động lực học tác động đến sự lan truyền và khuếch tán rác thải thì sóng và triều là 2 yếu tố quan trọng nhất. Ảnh hưởng của gió tới sự lan

truyền của rác thải được tính đến trong mô hình, tuy nhiên, vai trò của gió nhỏ hơn đáng kể so với sóng và triều. Dòng chảy biển trung bình trong vịnh cũng không có ảnh hưởng nhiều do tốc độ dòng chảy nhỏ. Ảnh hưởng của dòng chảy sông lên lan truyền và khuếch tán rác thải là đáng kể ở khu vực cửa sông. Tuy nhiên, ảnh hưởng này suy giảm nhanh khi mở rộng về phía biển.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu, sự lan truyền và khuếch tán rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng có nguồn gốc từ sông Hàn

được nghiên cứu chi tiết. Tác giả đã sử dụng các module về thủy động lực học và kiểm soát phần tử trong bộ mô hình MIKE. Phương pháp lưới lồng được áp dụng để tính ảnh hưởng của các quá trình thủy động lực học trên quy mô Biển Đông đến quá trình lan truyền và khuếch tán rác thải trong vịnh. Mô hình đã được kiểm chứng với các số liệu thực đo và cho độ tin cậy cao.

Tác giả đã xây dựng 2 kịch bản mô phỏng lan truyền và khuếch tán rác thải: Trong giai đoạn gió mùa Đông Bắc và trong giai đoạn gió mùa Tây Nam. Nghiên cứu đã xem xét đầy đủ các yếu tố thủy động lực ảnh hưởng đến sự lan truyền và khuếch tán rác thải trong vịnh, bao gồm: Sóng, gió, dòng chảy biển, dòng chảy sông, thủy triều. Nghiên cứu đã chỉ ra những khu vực tập trung rác thải trôi nổi tiềm năng trong giai đoạn gió mùa Đông Bắc và giai đoạn gió mùa Tây Nam. Điểm chú ý là rác thải phần lớn sẽ tồn tại ở trong vịnh, không di chuyển ra ngoài vịnh. Rác thải trôi dạt vào gần bờ sẽ gây ô nhiễm, gây nguy hại đời sống con người và sinh vật. Một phần rác thải sẽ bị phân rã thành vi nhựa tồn tại trong nước biển, một phần rác thải bị chìm xuống đáy biển gây ô nhiễm đáy biển, tiềm năng gây hại cho môi trường sinh thái đáy biển. Trong giai đoạn gió mùa Đông Bắc, rác thải nhựa có xu hướng tập trung gần bờ ở phía Tây Bắc của vịnh Đà Nẵng. Trong giai đoạn gió mùa Tây Nam, rác thải có xu hướng dạt về phía Tây Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phương Anh. Quản lý ô nhiễm biển từ nguồn lục địa. *Tạp chí Tài nguyên và Môi trường*, kỳ 2, tháng 10/2010.
2. Đặng Kim Chi. Vấn nạn ô nhiễm trắng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, số 7/2018.
3. Phạm Thị Gấm. Kiểm soát hiệu quả ô nhiễm môi trường biển ở Việt Nam. *Tạp chí Tài nguyên và Môi trường*, kỳ 2, tháng 2/2019.
4. Lê Hùng, Lê Huy Bá. Vi hạt nhựa và những hệ lụy trong cuộc sống hiện đại. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, số 12/2019.
5. Thiều Thị Thùy. Vấn đề rác thải và những nguy cơ tiềm ẩn trên vùng ven biển Ngự Lộc, Hậu Lộc, Thanh Hóa. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Hồng Đức*, số 31/2016.
6. Nguyễn Thị Thu Trang, Bùi Thị Thu Hiền, Chu Thế Cường. Bước đầu đánh giá hiện trạng ô nhiễm rác thải nhựa tại một số bãi biển Việt Nam. *Tạp chí Môi trường*, số 6/2020.
7. Andriolo, U., Gonçalves, G., Sobral, P., Fontán-Bouzas, Á., Bessa, F., 2020. Beach-dune morphodynamics and marine macro-litter abundance: An integrated approach with Unmanned Aerial System. *Sci. Total Environ.* 749, 141474.
8. Chiu, C.-C., Liao, C.-P., Kuo, T.-C., Huang, H.-W., 2020. Using

Kết quả nghiên cứu này là tiền đề cho các nghiên cứu sâu hơn về sự lan truyền và phân bố rác thải trôi nổi trong vịnh Đà Nẵng cũng như các vùng biển ven bờ của Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học giúp các nhà quản lý môi trường đề xuất giải pháp thu gom và quản lý rác thải trôi nổi trên biển hiệu quả. Tuy nhiên, nghiên cứu chỉ mới tính đến ảnh hưởng của gió mùa đến lan truyền rác thải trôi nổi có nguồn gốc sông Hàn. Nghiên cứu sử dụng điều kiện khí tượng hải văn năm 2020 để mô phỏng lan truyền rác thải nhựa.

Để có phương án thu gom rác thải hiệu quả cần xác định được vị trí tập trung rác thải. Tác giả đề xuất xây dựng một chương trình mô phỏng, dự báo lan truyền và khuếch tán rác thải thời gian thực cho vịnh Đà Nẵng sử dụng số liệu khí tượng hải văn đo đạc tại các trạm địa phương hoặc từ nguồn số liệu của một số tổ chức khí tượng thủy văn quốc gia, quốc tế (NOAA, ECMWF) và số liệu về các nguồn xả thải rác (vị trí nguồn xả thải, lưu lượng xả thải, đặc điểm rác thải). Ngoài ra, cần có những nghiên cứu tiếp theo về ảnh hưởng của các điều kiện thời tiết cực đoan (bão, áp thấp), lũ trong sông, nước biển dâng do biến đổi khí hậu đến lan truyền và khuếch tán rác thải trôi nổi trong vịnh.

Lời cảm ơn: Tác giả trân trọng gửi lời cảm ơn đến đề tài mã số TN.23.15HD-KH&CN của Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội đã hỗ trợ kinh phí thực hiện nghiên cứu này■

- citizen science to investigate the spatial-temporal distribution of floating marine litter in the waters around Taiwan. *Mar. Pollut. Bull.* 157, 111301.
9. Garcia-Garin, O., Aguilar, A., Borrell, A., Gozalbes, P., Lobo, A., Penadés-Suay, J., Raga, J.A., Revuelta, O., Serrano, M., Vighi, M., 2020a. Who's better at spotting? A comparison between aerial photography and observer-based methods to monitor floating marine litter and marine mega-fauna. *Environ. Pollut.* 258, 113680.
10. Garcia-Garin, O., Borrell, A., Aguilar, A., Cardona, L., Vighi, M., 2020b. Floating marine macro-litter in the North Western Mediterranean Sea: Results from a combined monitoring approach. *Mar. Pollut. Bull.* 159, 111467.
11. Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* (80-.). 347, 768-771.
12. Lewin, W.-C., Weltersbach, M.S., Denfeld, G., Strehlow, H. V., 2020. Recreational anglers' perceptions, attitudes and estimated contribution to angling related marine litter in the German Baltic Sea. *J. Environ. Manage.* 272, 111062.
13. UNEP, 2018. Single-use plastics: A Roadmap for Sustainability.