

NGHIÊN CỨU DIỄN BIẾN HÌNH THÁI VÀ CƠ CHẾ BỒI LẤP CỬA TIÊN CHÂU, TỈNH PHÚ YÊN

Trần Thanh Tùng¹, Trương Hồng Sơn¹, Nguyễn Trường Duy²

Tóm tắt: Cửa biển Tiên Châu nằm ở khu vực hạ lưu sông Kỳ Lộ, đổ ra biển Đông qua vịnh Xuân Đài, có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế biển và đánh bắt thủy sản của tỉnh Phú Yên nói chung và huyện Tuy An nói riêng. Trong những năm gần đây, hiện tượng bồi lấp tại khu vực cửa Tiên Châu đã và đang gây ảnh hưởng lớn đối với đội tàu đánh bắt thủy sản của huyện Tuy An và vùng lân cận. Bài báo này trình bày các phân tích về đặc điểm diễn biến cửa Tiên Châu từ kết quả giải đoán ảnh viễn thám. Tương quan giữa diễn biến hình thái cửa Tiên Châu với các yếu tố động lực chính tác động tới cửa cũng đã được làm sáng tỏ từ kết quả mô phỏng trên mô hình toán thủy động lực Delft3D. Kết quả nghiên cứu trong bài báo sẽ cung cấp các luận cứ khoa học nhằm đề xuất các giải pháp chỉnh trị, chống sa bồi cho cửa biển Tiên Châu trong tương lai.

Từ khóa: Sa bồi cửa sông, diễn biến hình thái, thủy động lực, mô hình Delft 3D, Tiên Châu.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Cửa Tiên Châu thuộc địa phận xã An Ninh Đông, huyện Tuy An, tỉnh Phú Yên, là nơi sông Kỳ Lộ đổ vào biển Đông thông qua vịnh Xuân Đài (Hình 1). Đây là khu vực có mật độ tàu thuyền cao với khoảng hơn 2000 lượt tàu thuyền có công suất lên đến 800 mã lực (CV) qua lại khu vực cửa vào mùa cao điểm. Do được che chắn bởi các mũi đất phía bắc và nam của vịnh Xuân Đài, nên khu vực bên trong cửa Tiên Châu còn là nơi tránh trú bão cho hơn 400 tàu thuyền của các xã An Ninh Tây, xã An Ninh Đông, huyện Tuy An và các địa phương khác của tỉnh Phú Yên. Bên cạnh đó, vùng cửa Tiên Châu và vịnh Xuân Đài cũng mang lại nguồn lợi lớn cho tỉnh Phú Yên nhờ các hoạt động nuôi trồng thủy hải sản và du lịch (Tùng, 2011).

Từ năm 2013 trở lại đây, hiện tượng bồi lấp, thu hẹp chiều rộng cửa Tiên Châu đã và đang gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động của tàu thuyền ra vào cảng cá, tránh trú bão và gây tác động xấu tới môi trường nước khu vực xung quanh cảng và hoạt động nuôi trồng thủy hải sản ở

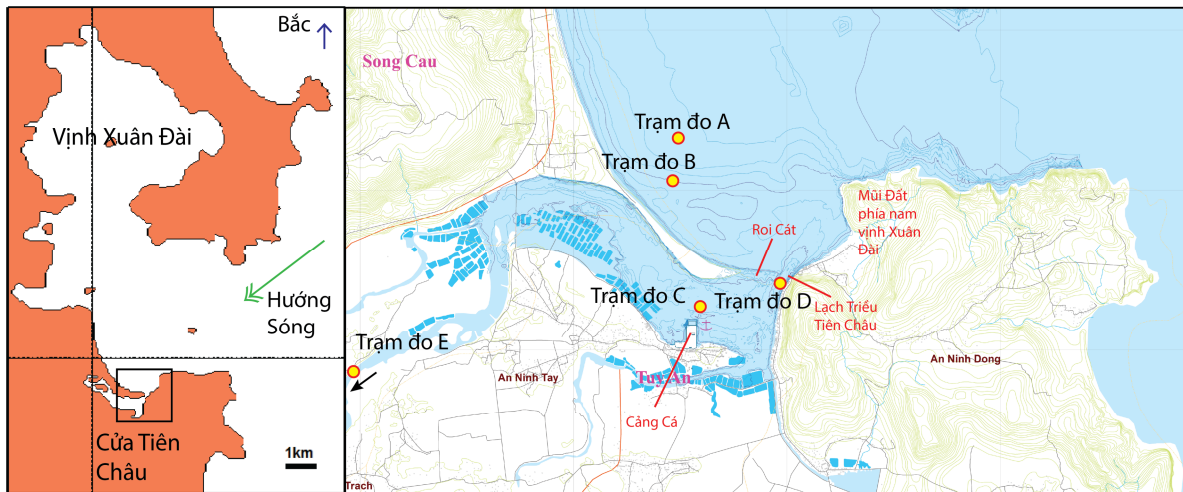
bên trong cửa. Do các tàu cá muốn vào cảng Tiên Châu buộc phải đi qua cửa nên hoạt động của đội tàu cá ở khu vực này chịu ảnh hưởng rất lớn khi cửa Tiên Châu bị dịch chuyển, bồi lấp. Tàu thuyền muốn ra khơi đánh bắt cá hay cập bến bốc dỡ thủy sản buộc phải chờ khi triều lên mới ra vào cảng được an toàn. Có thời điểm, luồng tàu đi qua cửa Tiên Châu bị cát bồi lấp chỉ còn rộng từ 20 m đến 30 m, độ sâu nước chỉ từ 1,5 m đến 2,5 m. Đặc biệt là tàu thuyền có công suất từ 400 CV trở lên khi ra vào cửa để tránh trú bão và tiêu thụ hải sản gặp rất nhiều khó khăn và dễ bị mắc cạn. Cửa Tiên Châu bị bồi lấp còn làm giảm khả năng thoát lũ ra biển trong mùa mưa và làm tăng nguy cơ gây ngập lụt nghiêm trọng ở vùng hạ lưu sông Kỳ Lộ (như trận lũ năm 2016 ở khu vực hạ lưu sông Kỳ Lộ). Việc bồi lấp cửa Tiên Châu còn gián tiếp làm giảm mạnh số lượng tàu thuyền chọn cảng Tiên Châu làm khu vực neo đậu và sử dụng các dịch vụ hậu cần nghề cá. Cửa bị bồi lấp đã gây ảnh hưởng rất lớn đến các hoạt động và phát triển của cảng Tiên Châu cũng như các dịch vụ hậu cần nghề cá trong vùng (Tùng và Khánh, 2020). Các nghiên cứu trước đây về cửa Tiên Châu chủ yếu tập trung vào tính toán lũ và ngập lụt ở vùng hạ lưu sông

¹ Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi

² Viện Kỹ thuật Công trình, Trường Đại học Thủy lợi

Kỳ Lộ. Vì vậy, những hiểu biết đầy đủ về diễn biến hình thái cũng như nguyên nhân, cơ chế gây bồi lấp cửa Tiên Châu là rất cần thiết. Đây là cơ sở quan trọng để nghiên cứu đề xuất định hướng

quy hoạch các giải pháp chỉnh trị cửa Tiên Châu và khu vực hạ lưu cửa phục vụ phát triển kinh tế - xã hội trong vùng.



Hình 1. Vị trí cửa biển Tiên Châu, vịnh Xuân Đài và Biển Đông (bên trái). Phóng to khu vực cửa Tiên Châu, và vị trí các trạm đo được bố trí trong khu vực nghiên cứu (bên phải)

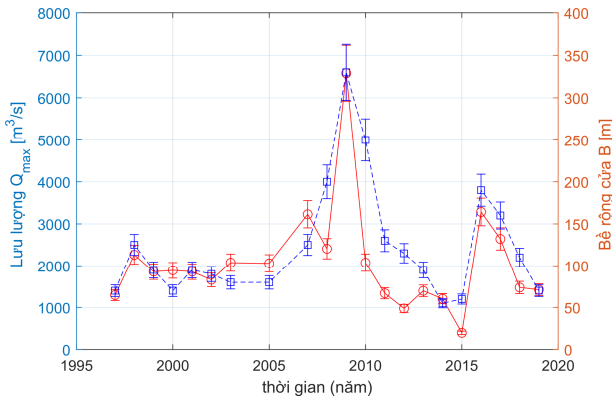
Cửa Tiên Châu được chắn bởi một doi cát kéo dài, được xếp vào loại cửa sông có dạng lưới cát cang cua đặc trưng ở khu vực Miền Trung. Đây là nơi sông Kỳ Lộ đổ ra biển Đông thông qua vịnh Xuân Đài, được che chắn bởi các mũi đất và chịu ảnh hưởng của chế độ gió mùa. Các yếu tố động lực tác động lên khu vực cửa Tiên Châu tương đối phức tạp bao gồm các yếu tố động lực sông và biển như là dòng chảy sông Kỳ Lộ, thủy triều, sóng gió mùa. Ngoài ra, cửa Tiên Châu còn chịu ảnh hưởng của bão với tần suất từ 3,4 trận/năm. Đây là các yếu tố thời tiết bất thường có thể gây ra những biến đổi đột ngột về động lực cửa sông ven biển (Tùng, 2001). Trong bài báo này, đặc điểm diễn biến và cơ chế bồi lấp cửa Tiên Châu được nghiên cứu, đánh giá bằng hai phương pháp sau: a) phương pháp phân tích ảnh viễn thám và b) phương pháp mô hình hóa. Dưới đây trình bày tóm tắt các kết quả nghiên cứu về chế độ động lực học và đặc điểm diễn biến của cửa Tiên Châu.

2. ĐẶC ĐIỂM DIỄN BIẾN CỬA TIÊN CHÂU VÀ MỐI TƯƠNG QUAN VỚI LƯU LƯỢNG LŨ CỦA SÔNG KỶ LỘ

Diễn biến cửa Tiên Châu thời kỳ nhiều năm được nghiên cứu dựa trên bộ số liệu ảnh viễn thám giai đoạn 1998-2020 và số liệu lưu lượng đỉnh lũ trên sông Kỳ Lộ giai đoạn 1995 – 2020. Các tư liệu ảnh vệ tinh khu vực cửa biển Tiên Châu từ 1998 tới nay chỉ ra mối tương quan giữa lưu lượng dòng chảy lũ lớn nhất trong năm trên sông Kỳ Lộ và bề rộng cửa Tiên Châu (Hình 2). Kết quả nghiên cứu cho thấy dòng chảy của sông Kỳ Lộ trong thời điểm lũ có khả năng làm cho cửa Tiên Châu mở rộng đột ngột. Như vậy, yếu tố lưu lượng lũ lớn nhất của các trận lũ trên sông Kỳ Lộ có vai trò quan trọng, vừa tác động, vừa chi phối diễn biến của cửa Tiên Châu, mà cụ thể là tác động trực tiếp đến bề rộng cửa sông.

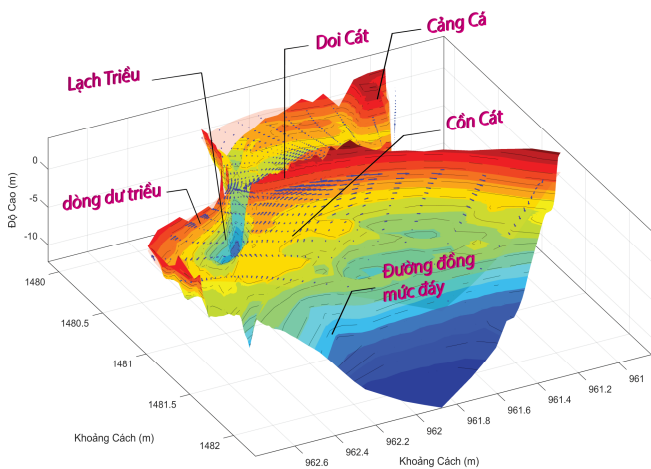
Dựa trên những kết quả quan sát ảnh vệ tinh và số liệu đo đạc, phân tích đặc trưng hình thái cửa, mà cụ thể là bề rộng của cửa Tiên Châu, một chu kỳ diễn biến hình thái của cửa Tiên Châu có thể được khái quát như sau: Trong mùa lũ, cửa Tiên Châu thường bị mở rộng đột ngột, trong thời gian ngắn do ảnh hưởng trực tiếp của dòng chảy lũ. Trường sóng và dòng chảy ven bờ có xu

hướng mang bùn cát tới bồi lấp vào cửa. Sự xuất hiện của các cồn ngầm bãi bồi triều rút khá lớn ở phía ngoài cửa tại thời điểm chân triều trong kỳ triều kém chứng tỏ nguồn bùn cát tích tụ ngoài biển khá dồi dào. Các bãi bồi triều rút là vùng đệm trữ cát và phân phối lại bùn cát cho toàn bộ hệ thống cửa sông.



Hình 2. Diễn biến lưu lượng lũ lớn nhất hàng năm (ô vuông và đường nét đứt màu xanh) và bề rộng cửa Tiên Châu (ô tròn và đường nét đứt màu đỏ) giai đoạn 1998-2020

Kết thúc mùa lũ, khi dòng chảy trên sông Kỳ Lộ đổ ra biển suy giảm mạnh thì bùn cát từ các bãi bồi triều rút sẽ được sóng, dòng chảy ven bờ và dòng triều vận chuyển tới cửa, làm cho doi cát ở phía bờ bắc cửa Tiên Châu phát triển kéo dài

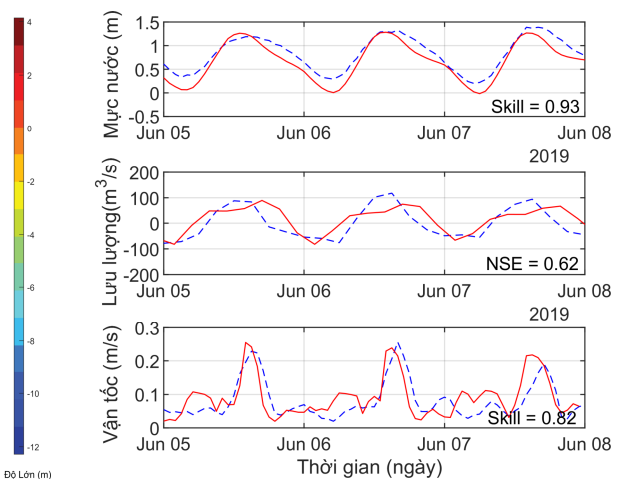


Hình 3. Mô hình 3D cửa Tiên Châu, trích xuất từ mô hình Delft3D

và thu hẹp dần cửa. Bùn cát còn lắng đọng và bồi nông dần lạch chính chảy qua cửa. Hiện tượng thu hẹp chiều rộng cửa và bồi lấp dần lạch chính sẽ diễn ra cho đến khi xuất hiện trận lũ lớn trên sông Kỳ Lộ. Lúc này dòng chảy lũ sẽ đào xói bùn cát bồi lấp ở lạch chính, cũng như bùn cát bồi tụ ở doi cát bờ bắc. Toàn bộ lượng bùn cát này sẽ bị dòng chảy lũ đẩy ra biển và bồi tụ trở lại các cồn ngầm của bãi bồi triều rút. Như vậy, một chu trình diễn biến sẽ kết thúc khi xuất hiện lũ lớn trên sông Kỳ Lộ.

Kết quả phân tích các ảnh vệ tinh khu vực cửa Tiên Châu từ 1998 đến nay cho thấy, một chu trình diễn biến cửa Tiên Châu thường diễn ra trong vòng từ 3 đến 5 năm. Thời gian kéo dài của chu trình này phụ thuộc vào biên độ dao động bề rộng của cửa và thời điểm xuất hiện lũ lớn trên lưu vực sông Kỳ Lộ. Nếu bề rộng cửa bị thu hẹp nhiều (tương đương với lượng bùn cát bồi lấp ở cửa lớn) thì cần một hoặc nhiều trận lũ mới có thể mở rộng cửa về trạng thái ban đầu. Còn nếu bề rộng cửa thu hẹp ít, thì việc duy trì bề rộng cửa trung bình (từ 80 m đến 100 m) chỉ cần một trận lũ trung bình là đủ để mở rộng cửa về trạng thái ban đầu.

3. CƠ CHẾ BỒI LẤP LUỒNG TÀU VÀ CỬA VÀO CẢNG TIÊN CHÂU



Hình 4. Kết quả kiểm định mô hình Delft3D (đường liền nét là đo đạc, đứt nét là tính toán)

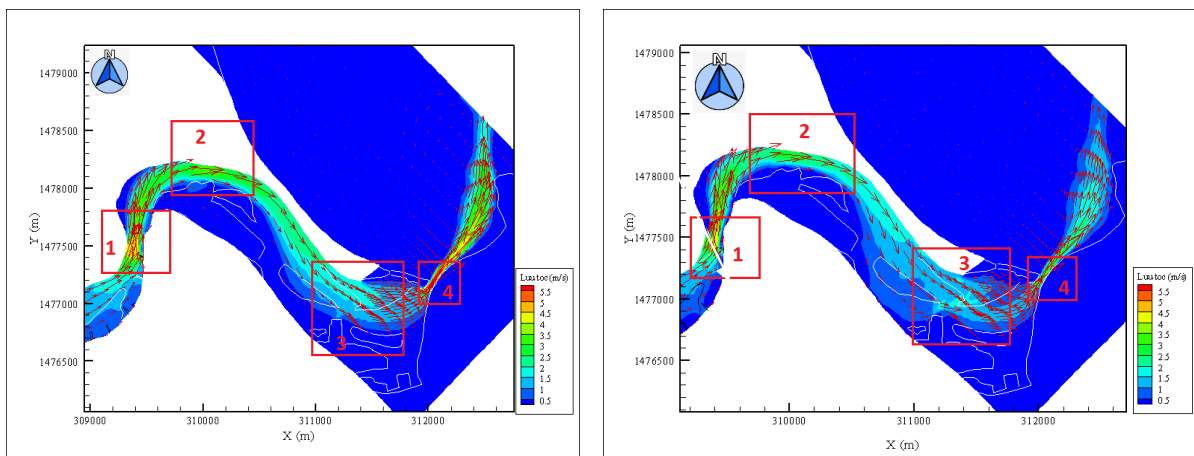
Để phân tích sâu hơn về chế độ thủy động lực và cơ chế diễn biến bồi lấp tại khu vực cửa biển Tiên Châu, các tác giả đã thiết lập bộ mô hình thủy động lực cho khu vực cửa Tiên Châu và hạ lưu sông Kỳ Lộ, kết hợp giữa mô hình sóng, mô hình thủy động lực 2 chiều bằng mô hình Delft3D (Tùng và nnk, 2020). Bộ mô hình này đã được hiệu chỉnh và kiểm định bằng các số liệu đo đạc tại các trạm A, B, C, D, được chỉ ra trên Hình 1 (Tùng và nnk, 2019). Hình 3 mô tả địa hình đáy đo đạc chi tiết tại khu vực cửa, vị trí của lạch triều, doi cát, cồn cát ngầm ngoài cửa và cảng cá. Phân bố trường dòng chảy của dòng triều dư cũng được tích hợp trong Hình 3 và chứng minh xu hướng mang bùn cát và phát triển doi cát về hướng lạch triều. Hình 4 trình bày các kết quả kiểm định mực nước, lưu lượng, vận tốc tại các trạm C và D trong vùng nghiên cứu, cho thấy khả năng của mô hình trong việc dự đoán các yếu tố tác động này.

3.1. Tác động của dòng chảy lũ

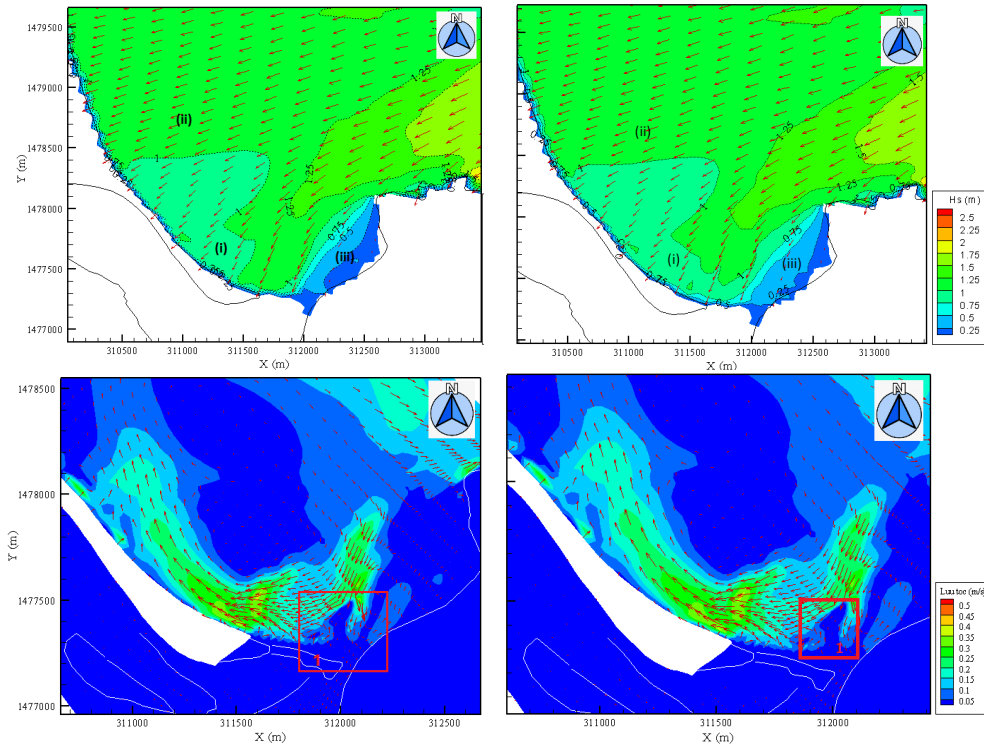
Số liệu của trận lũ điển hình năm 2016 được sử dụng để tính toán các tác động của dòng chảy lũ tới cửa. Hai kịch bản lũ 2016 trong thời kỳ triều cường và thời kỳ triều kém đã được mô phỏng và xem xét. Hình 4 thể hiện kết quả mô phỏng trường dòng chảy tại khu vực cửa Tiên Châu trong hai 2 kịch bản lũ từ sông đạt đỉnh (lũ năm 2016) kết hợp với biên mực nước phía hạ lưu là triều cường và triều kém. Kết quả tính toán chỉ ra rằng, ở các vị trí mà mặt cắt lòng sông bị co hẹp (vùng số 1 và vùng số 4), lưu tốc

dòng chảy đạt giá trị lớn nhất, dao động từ 3 đến 4 m/s. Ở khu vực sông cong (vùng 2), dòng chảy có xu hướng ép sát vào phía bờ phải doi cát. Ở khu vực cảng Tiên Châu, mặt cắt lòng sông được mở rộng, lưu tốc dòng chảy nhỏ hơn dao động khoảng từ 1,5 đến 2 m/s. Các đặc điểm này của trường dòng chảy là hoàn toàn phù hợp với định luật bảo toàn động lượng cũng như phương trình liên tục của dòng chảy. Ở các đoạn sông cong, phân bố lưu tốc có xu hướng lớn hơn ở phía bờ lồi và giảm nhỏ ở phía bờ lõm. Do đó, bờ lồi có khả năng xói cao trong thời điểm mưa lũ. Đây cũng là cơ sở để nghiên cứu bố trí các giải pháp chỉnh trị như đê hướng dòng ở bờ lồi để giảm và hướng năng lượng dòng chảy về phía lòng sông.

Kết quả mô phỏng còn cho thấy ở vào thời điểm lũ đạt đỉnh và mực nước ở phía biển là chân triều cường, trường dòng chảy tại vùng 3 có xu thế mở rộng và phần lớn dòng chảy tập trung và bám vào phía bờ trái cửa sông (bờ có doi cát). Sau khi đi chảy qua vùng lạch triều hẹp, dòng chảy lũ do chưa tiêu tán hết năng lượng nên tiếp tục chảy ra xa dưới dạng dòng tia phụt ra vịnh Xuân Đài với lưu tốc dao động khoảng từ 1 đến 2 m/s, tiêu tán năng lượng và giảm dần lưu tốc khi ra xa cửa. Trong trường hợp đỉnh lũ rơi vào thời điểm chân triều kém, xu thế trường dòng chảy vẫn diễn ra tương tự, tuy nhiên lưu tốc dòng chảy có xu hướng giảm nhỏ hơn.



Hình 4. Kết quả tính toán của mô hình về trường dòng chảy về cửa Tiên Châu khi có lũ từ thượng lưu đạt đỉnh - kịch bản lũ năm 2016; trong hai trường hợp biên mực nước phía biển là triều cường (hình phải) và triều kém (hình trái).



Hình 5. Kết quả mô phỏng trường sóng (hai hình trên) và trường dòng chảy (hai hình dưới) tại cửa Tiên Châu, với kịch bản sóng đại diện thời kỳ gió mùa Đông Bắc trong điều kiện triều cường (trái) và trong điều kiện triều kém (phải)

3.2. Tác động của sóng do gió mùa Đông Bắc

Như đã mô tả ở trên, cửa Tiên Châu nằm trong vịnh Xuân Đài, được che chắn phần lớn bởi 2 mũi đất phía Bắc và phía Nam vịnh Xuân Đài. Các kết quả phân tích hoa sóng của vùng cho thấy cửa Tiên Châu bị ảnh hưởng chủ yếu bởi sóng gió mùa Đông Bắc. Ảnh hưởng của sóng gió mùa Tây Nam tới khu vực này là không đáng kể. Hình 5 thể hiện trường sóng và trường dòng chảy khu vực ven bờ cửa Tiên Châu tương ứng với thời kỳ gió mùa Đông Bắc trong điều kiện triều cường (trái) và trong điều kiện triều kém (phải). Kết quả mô phỏng cho thấy rõ vai trò của cồn Ba Dạt nằm ở phía đông bắc cửa Tiên Châu. Cồn Ba Dạt hấp thụ và làm giảm phần lớn năng lượng của trường sóng truyền tới cửa. Kết quả là phần lớn sóng khi truyền tới khu vực này bị vỡ ở rìa của cồn Ba Dạt. Do đó, tác động của trường sóng tới luồng và cửa cũng được giảm nhỏ. Chỉ có phần mũi doi cát là không bị cồn cát này chắn và vẫn chịu tác động một phần của trường sóng do gió từ hướng Đông Bắc. Như vậy có thể kết

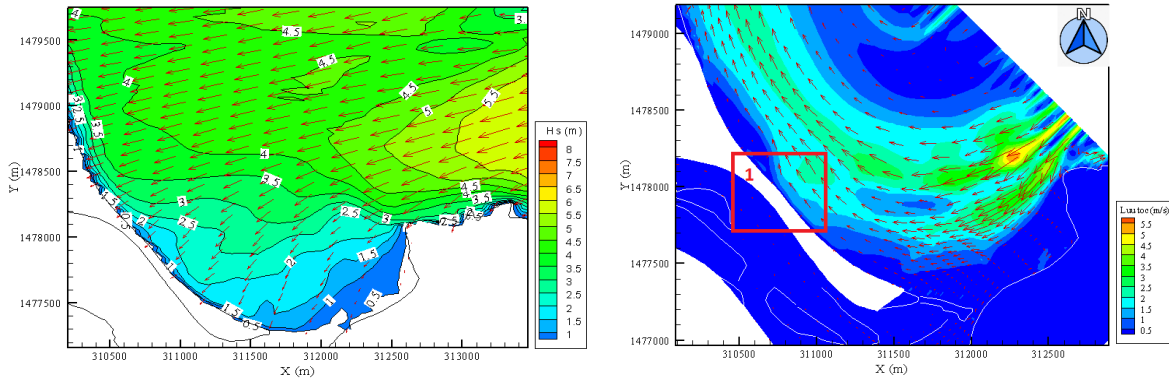
luận rằng mũi đá phía Bắc cửa và doi cát ngầm phát triển kéo dài phía thượng lưu cửa có tác dụng che chắn lớn cho khu vực luồng và cửa Tiên Châu nên nhìn chung, ảnh hưởng của trường sóng phía ngoài cửa và chế độ dòng chảy thủy động lực học phía trong luồng tương đối nhỏ. Trong điều kiện triều cường, sóng tác động tới vùng ven bờ cồn cát ngầm lớn hơn so với trường hợp triều kém. Bên cạnh đó, kết quả mô phỏng trường dòng chảy tại khu vực bãi triều bên ngoài cửa trong trường hợp sóng đến là gió mùa Đông Bắc kết hợp với hai kịch bản mực nước tương ứng với điều kiện triều cường và triều kém cho thấy dưới sự tương tác của dòng triều và dòng chảy sinh ra bởi trường sóng. Tại khu vực bãi triều bên ngoài cửa, quan sát thấy sự xuất hiện của dòng hoàn lưu có xu hướng bào mòn cồn cát ngầm và doi cát bờ bắc cửa Tiên Châu.

3.3. Tác động của bão kết hợp với nước dâng, triều cường

Do ảnh hưởng của vị trí địa lý, khu vực cửa biển Tiên Châu thường chịu ảnh hưởng của bão

vào mùa gió Đông Bắc. Hình 6 thể hiện kết quả mô phỏng trường sóng (trái) và trường dòng chảy (phải) trong trận bão Damrey đổ bộ ngày

04/11/2017 tại khu vực cửa Tiên Châu. Đây là trận bão đặc biệt, có sức gió lên tới cấp 12 vào khoảng 130 km/h khi vào gần bờ.



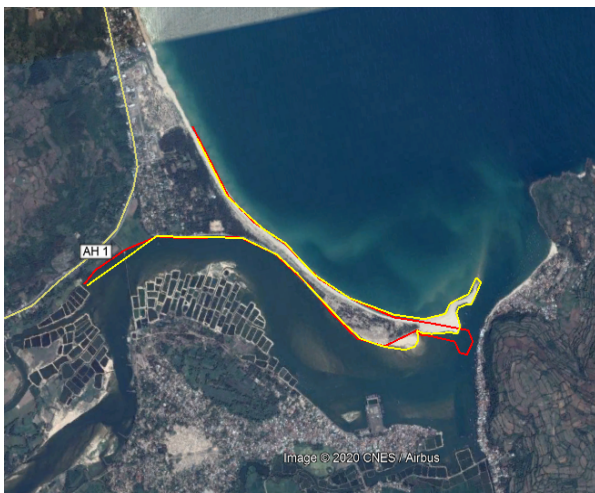
Hình 6. Trường sóng (hình trái) và trường dòng chảy (hình phải) trong bão tại khu vực cửa

Kết quả mô phỏng sóng cho thấy, dưới tác động của bão Damrey, sóng và dòng chảy có xu thế hướng vuông góc với cửa, mực nước lên cao hơn. Cụ thể hơn, trong điều kiện bão kết hợp với nước dâng và triều cường, tại khu vực cửa Tiên Châu, sóng chia thành hai vùng phân biệt. Vùng phía Bắc cửa Tiên Châu có chiều cao sóng lớn nhất dao động trong khoảng từ 2 đến 4 mét. Vùng phía Nam cửa có chiều cao sóng nhỏ hơn dao động trong khoảng từ 0,5 đến 1 mét. Như vậy tác dụng che chắn của mũi đá phía Nam cửa vịnh Xuân Đài và dải cồn cát ngầm vẫn thể hiện được tác dụng rõ ràng với khu vực cửa và luồng trong điều kiện bão.

Kết quả mô phỏng trong trường hợp này cũng chỉ ra rằng trường dòng chảy có xu hướng ép sát vào bờ biển của doi cát phía bắc cửa Tiên Châu và vị trí co hẹp của doi cát. Dòng chảy có xu hướng vận chuyển bùn cát từ cồn này lên phía Bắc của doi cát và do đó bào mòn cồn cát ngầm. Hoàn lưu dòng chảy ngay sát cửa Tiên Châu có xu hướng gây xói phần doi cát ở sát cửa. Lượng bùn cát bị xói này được mang vào phía trong luồng và cửa Tiên Châu. Những xu hướng và phân tích này hoàn toàn phù hợp với kết quả phân tích ảnh vệ tinh khu vực cửa Tiên Châu sau trận bão (Hình 7).

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả phân tích ảnh viễn thám thời kỳ 1998-2020 và các kết quả mô phỏng thủy động lực cửa Tiên Châu, cơ chế diễn biến cửa Tiên Châu có thể được tóm tắt như sau. Dòng chảy lũ là yếu tố động lực quan trọng làm cho phần đầu doi cát có xu hướng bị đào xói và qua đó mở rộng cửa Tiên Châu. Bùn cát bị xói lở ở đầu doi cát, kết hợp với bùn cát tự nhiên được dòng chảy lũ đưa về từ thượng nguồn khi ra đến cửa biển thì bị bồi tụ lại một phần ở trong lạch chính của cửa Tiên Châu, và một phần ở rìa cồn ngầm chạy dọc theo luồng có hướng vuông góc với doi cát bờ bắc. Quá trình bồi tụ do dòng chảy lũ, dòng triều trong điều kiện sóng nhỏ trong thời kỳ gió mùa tây nam làm cho dải cồn ngầm này có xu thế kéo dài ra biển và có



Hình 7. Đường bờ khu vực nghiên cứu trước (vàng) và sau trận bão (đỏ) Damrey 2017

thể quan sát rõ tại thời điểm chân triều tại cửa Tiên Châu.

Dòng chảy từ sông Kỳ Lộ đóng vai trò quan trọng trong việc vận chuyển bùn cát từ thượng nguồn về khu vực hạ lưu cửa Tiên Châu. Bùn cát từ thượng nguồn về đến khu vực cảng Tiên Châu có xu hướng bồi tụ lại do mặt cắt ngang lòng sông mở rộng làm lưu tốc dòng chảy suy giảm đột ngột. Dòng chảy từ sông theo quán tính chảy qua lạch triều Tiên Châu, nơi có mặt cắt ngang nhỏ nhất làm vận tốc dòng chảy tăng lên, vận chuyển theo một phần bùn cát ra phía biển. Sau khi ra khỏi cửa, vận tốc dòng chảy giảm nhỏ, quá trình trao đổi động lượng với khu vực cồn ngầm nông bên cạnh giảm dần làm bùn cát có xu hướng được bồi lắng ngay ở rìa cồn ngầm và kéo dài dọc theo luồng tàu, và giảm dần về phía biển.

Bên cạnh đó, khu vực thượng lưu, hạ lưu cảng Tiên Châu và luồng tàu vào cảng Tiên Châu có khả năng bị bồi lắng nhiều hơn khi lũ xuất hiện vào thời điểm chân triều kém so với trường hợp lũ về vào thời điểm chân triều cường, do khi lũ lớn xảy ra vào thời điểm chân triều cường cho kết quả lưu tốc dòng chảy lớn hơn trường hợp chân triều kém. Cần lưu ý rằng lượng bùn cát được vận chuyển ra khỏi cửa trong thời điểm lũ tỉ lệ với lưu tốc dòng chảy qua cửa. Nói cách khác, lưu tốc qua cửa cảng lớn thì lượng bùn cát trong sông được vận chuyển ra khỏi cửa cảng lớn và khoảng cách bồi lắng dọc cửa cảng lớn, và mũi cát sẽ có xu hướng bị đẩy về phía biển càng xa. Những khu

vực có trường dòng chảy mạnh và ép sát vào bờ cần được xem xét bảo vệ bờ phù hợp để phòng chống xói lở. Trong khi dòng chảy sông có xu hướng làm cho cửa Tiên Châu được mở rộng và đẩy hướng của doi cát ra phía ngoài biển thì ngược lại, trường dòng chảy do sóng, triều là yếu tố động lực có xu hướng vận chuyển bùn cát bồi lấp cửa Tiên Châu, làm doi cát có xu hướng phát triển vào phía trong sông.

Kịch bản mô phỏng sóng cho thấy vai trò của mực nước triều tới sóng và hệ thống cồn ngầm của bãi bồi triều rút. Bên cạnh đó, khu vực luồng và cửa Tiên Châu được che chắn phần lớn bởi mũi đá phía Bắc cửa và doi cát ngầm phát triển kéo dài chạy song song với bờ nam nên trong điều kiện thông thường chiều cao sóng phía bên cửa tương đối nhỏ, và ít tác động tới tàu thuyền. Sóng trong bão kết hợp với triều cường có tác động tới khu vực ven bờ lớn hơn nhiều so với trường hợp sóng trong gió mùa. Dòng chảy sinh ra trong điều kiện bão tương đối mạnh và có xu hướng xói mòn các cồn ngầm và phân phối lại bùn cát ở khu vực trước cửa.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ Đề tài KHCN cấp Nhà nước “*Nghiên cứu các giải pháp chính trị chống sa bồi luồng tàu cho các cảng cá và khu neo đậu tàu thuyền tỉnh Phú Yên và vùng lân cận, áp dụng cho cửa Tiên Châu*”, mã số ĐTĐLCN.33/18.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trần Thanh Tùng, nnk 2019, *Báo cáo khảo sát thủy hải văn khu vực cửa Tiên Châu và lưu vực sông Kỳ Lộ*. Đề tài KHCN cấp Nhà nước, mã số ĐTĐLCN.33/18, Đại học Thủy lợi, Hà Nội.
- Trần Thanh Tùng, Mai Duy Khánh, 2020. *Nghiên cứu quy luật diễn biến biến đổi doi cát ven bờ khu vực cửa Tiên Châu bằng ảnh vệ tinh Landsat*. Tạp chí Khoa học Kỹ Thuật Thủy lợi và Môi trường - Trường Đại học Thủy Lợi. Số 71, 19-26. Hà Nội.
- Trần Thanh Tùng, nnk 2020, *Báo cáo chuyên đề thiết lập mô hình thủy động lực học và hình thái cửa Tiên Châu bằng mô hình Delft3D*. Đề tài KHCN cấp Nhà nước, mã số ĐTĐLCN.33/18, Đại học Thủy lợi, Hà Nội.
- Tùng, T.T., (2001), *Coastal erosion along the sand barrier, case study in Hue - Vietnam*. Master's thesis, International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering.

Tùng, T.T., (2011), *Morphodynamics of seasonally closed coastal inlets at the central coast of Vietnam*.
PhD thesis, Delft University of Technology.

Abstract:

**A RESEARCH ON MORPHOLOGY EVOLUTION AND SEDIMENTATION
MECHANISM OF THE TIEN CHAU ESTUARY, PHU YEN PROVINCE**

Tien Chau estuary is located in the downstream area of Ky Lo river, empties into the East Sea through Xuan Dai bay, and plays an important role in developing the marine economy and fishing of Phu Yen province in general, and Tuy An district in particular. In recent years, the sedimentation problems at the Tien Chau estuary have significantly been affecting the fishing fleet of the Tuy An district and surrounding areas. This paper describes the morphological evolution, of the Tien Chau estuary based on the analysis of remote sensing images. The correlation between the morphological evolution of the Tien Chau estuary with the key factors including flooding, waves, flow fields induced by waves, tides, and storms has been clarified through the numerical results of the state-of-the-art Delft3D model. These are crucial scientific knowledge required to propose suitable solutions to stabilize the morphology of the Tien Chau estuary in the future.

Keywords: Estuary sedimentation, estuary evolution, hydrodynamic, Delft3D, Tien Chau.

Ngày nhận bài: 06/10/2021

Ngày chấp nhận đăng: 18/10/2021