

NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC VÀ BỒI XÓI KHU VỰC CÒN KIẾN, CÒN BÙN, CÒN LÁC TRÊN SÔNG CỔ CHIÊN, TỈNH BẾN TRE

Nguyễn Thị Kim Thảo, Lê Văn Tuấn, Hoàng Văn Huân
Viện Kỹ thuật Biển

Tóm tắt: Bài viết dùng mô hình MIKE 21/3 Coupled model FM để đánh giá chế độ thủy động lực và bồi xói lòng dẫn đoạn sông Cổ Chiên chảy qua cụm cồn Kiến, cồn Bùn và cồn Lác. Kết quả cho thấy dòng chảy trong khu vực lớn nhất đạt từ 0,8 đến 1,4 m/s, trung bình từ 0,3- 0,6 m/s, xuất hiện vào mùa mưa, thời kỳ đỉnh lũ, khi triều xuống. Có sự thay đổi phân bố lưu lượng dòng chảy cho nhánh trái và nhánh phải khi đi qua khu vực nghiên cứu. Dòng chảy có xu hướng dịch chuyển phân bố lưu lượng từ nhánh trái sang nhánh phải khi chảy qua cồn Bùn. Kết quả là vận tốc các dòng triều lên và rút tăng mạnh ở khoảng hở giữa các cồn, đặc biệt là khu vực đuôi cồn Bùn và đầu cồn Lác. Tốc độ dòng chảy lớn nhất xuất hiện ở nửa đuôi cồn Bùn nhánh trái và nửa đầu cồn Lác nhánh phải. Tại những khu vực dòng chảy lớn, xói lở xảy ra với tốc độ 0,4-0,8 m/năm, một số vị trí có thể đạt tới 1 m/năm. Những khu vực có vận tốc nhỏ (dao động nhiều trong khoảng dưới 0,2 m/s) có xu hướng ổn định và bồi nhẹ từ 0,1-0,2 m/năm. So sánh với kết quả từ đợt điều tra thực địa tại khu vực nghiên cứu vào tháng 4 năm 2023 cũng cho thấy sự tương đồng giữa kết quả tính toán và điều tra thực tế. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để đề ra các biện pháp phòng chống sạt lở nhằm giảm nhẹ thiệt hại và ổn định đời sống của người dân địa phương trong khu vực.

Từ khóa: Mô hình toán, cồn nổi, thủy động lực học, bồi xói.

Summary: This study used the MIKE 21/3 Coupled model FM to study the hydrodynamic and sedimentation regime of the Cổ Chiên River section flowing through the Kiến, Bùn, and Lác islets. The results showed that the maximum instantaneous flow velocity in the area ranges from 0.8 to 1.4 m/s, with an average of 0.3 to 0.6 m/s. This occurs during the rainy season, the peak of the flood, when the tide is low. There is a change in the distribution of flow discharge for the left and right branches when passing through the study area. The flow tends to shift the distribution of flow from the left branch to the right branch when flowing through the Bùn islet. Therefore, the speed of the rising and falling tides increases significantly in the gaps between the islets, especially in the area of the tail of the Bùn islet and the head of the Lác islet. The highest flow velocity occurs at the half-tail of the Bùn islet on the left branch and the half-head of the Lác islet on the right branch. In areas with large flow velocities, erosion occurs at a rate of 0.4 to 0.8 m/year, and in some locations, it can reach 1 m/year. Areas with low velocities (fluctuating within the range of less than 0.2 m/s) tend to be stable and slightly silted up at a rate of 0.1 to 0.2 m/year. Comparison with the results of a field survey in the study area in April 2023 also shows a similarity between the calculated results and the actual survey. The results of the study are the basis for proposing early measures to prevent erosion to reduce damage and stabilize the lives of local people in the area.

Keywords: Mathematical modeling, floating dunes, hydrodynamics, sedimentation and erosion.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cồn nổi là vùng đất được bồi lắng mới, nằm giữa các con sông. Cồn nổi thường xuất hiện ở

các con sông có nồng độ trầm tích cao và thường là các sông có độ rộng lớn ở đồng bằng. Sự xuất hiện của các cồn nổi làm phân nhánh dòng chảy của sông đi qua khu vực [15, 16]. Do vị trí đặc biệt cũng như cấu tạo địa chất đây là những khu vực dễ bị tổn thương do tác động của con người và tự nhiên. Cồn nổi

Ngày nhận bài: 24/01/2024

Ngày thông qua phản biện: 19/02/2024

Ngày duyệt đăng: 23/02/2024

trên sông là vùng đất màu mỡ, đóng vai trò quan trọng đối với sinh thái và kinh tế của người dân sống tại đó. Các cồn nổi cũng nằm ở vị trí nhạy cảm nên có sự biến đổi liên tục về hình thái và diện tích [23, 27]. Những nghiên cứu về cồn nổi từ lâu đã được chú trọng. Các nghiên cứu chủ yếu về đa dạng sinh học, chất lượng nước, đặc điểm thủy động lực, quá trình bồi xói và diễn biến của những cồn nổi trên sông [22] [21] [13]. Sự tăng hoặc giảm diện tích và số lượng của các cù lao trên sông là dấu hiệu cho thấy sự thay đổi về lượng trầm tích và đặc điểm thủy động lực học của dòng chảy sông [11, 14].

Bến Tre là tỉnh thuộc Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), là một trong những tỉnh có nhiều sông ngòi nhất trong khu vực với ba sông lớn chạy xuyên suốt địa bàn tỉnh là sông Mỹ Tho, sông Hàm Luông và sông Cổ Chiên. Chính vì đặc điểm này, Bến Tre là một trong những tỉnh có số lượng cồn nổi nhiều nhất ở ĐBSCL.

Cồn Kiến, cồn Bùn, cồn Lác nằm trên sông Cổ Chiên- một nhánh của sông Tiền (Hình 1). Các cồn này thuộc địa phận xã Tân Thiềng, huyện Chợ Lách, tỉnh Bến Tre. Trong nhiều năm trở lại đây, khu vực này đối mặt với tình trạng sạt lở. Diện tích cồn giảm dần. Người dân luôn sống trong tình trạng lo sợ nguy cơ mất đất và tài sản do nạn sạt lở luôn rình rập [1, 7, 9]. Hiện nay, trên cồn chủ yếu là nuôi cá và trồng cây lâu năm (xem Hình 2).



Hình 1: Minh họa khu vực nghiên cứu

Các nghiên cứu về chế độ thủy động lực, xói lở và bồi tụ trên hệ thống sông Tiền, sông Hậu cũng được thực hiện khá nhiều trong những năm gần đây. [3] nghiên cứu đánh giá, dự báo chế độ dòng chảy (lưu lượng, mực nước, chất lượng nước) và diễn biến bồi xói tuyến sông Cổ Chiên và sông Hậu tỉnh Trà Vinh. [2] nghiên cứu đánh giá tổng thể quá trình xói lở và dự báo diễn biến bờ biển Đồng bằng sông Cửu Long phục vụ đề xuất giải pháp nhằm ổn định và phát triển bền vững vùng ven biển. [1] nghiên cứu xác định nguyên nhân, cơ chế và đề xuất các giải pháp khả thi về kỹ thuật, hiệu quả về kinh tế nhằm hạn chế xói lở, bồi lắng cho hệ thống sông Đồng bằng sông Cửu Long. Do phạm vi nghiên cứu của các đề tài trên khá rộng nên các cồn Kiến, Bùn, Lác mặc dù nằm trong khu vực nghiên cứu nhưng được trình bày khá tổng quát và chưa được nghiên cứu chi tiết. Hình dạng các cồn cũng chưa bám sát thực tế do lưới tính của các đề tài nói trên khá lớn để bao quát được toàn bộ hệ thống sông.

Nghiên cứu này thực hiện để giải quyết vấn đề nêu trên. Nhóm tác giả đã dùng mô hình MIKE 21/3 Couple model FM để mô phỏng chế độ thủy động lực sông Cổ Chiên đoạn chảy qua khu vực cụm ba cồn Kiến, Bùn, Lác. Vì nghiên cứu coi các cồn này là đối tượng nghiên cứu chính nên lưới tính toán được chia chi tiết hơn và bám sát hình dạng thực tế của các cồn. Địa hình tại khu vực được khảo sát mới và chi tiết để đảm bảo kết quả đầu ra của mô hình toán. Kết quả từ mô hình cũng được so sánh với kết quả điều tra thực địa tại khu vực đợt tháng 4 năm 2023. Kết quả làm rõ chế độ thủy động lực và các khu vực xói lở lòng dẫn tại khu vực nghiên cứu, góp phần cảnh báo sớm các vị trí có nguy cơ sạt lở xảy ra. Kết quả là cơ sở để đề xuất các giải pháp khai thác, bảo vệ cồn Kiến, cồn Bùn, cồn Lác phù hợp, góp phần ổn định an sinh xã hội và phát triển kinh tế trong khu vực.



Hình 2: Hiện trạng sử dụng đất tại khu vực nghiên cứu [10]

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ TÀI LIỆU SỬ DỤNG

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này dùng hai phương pháp chính là mô hình toán và điều tra, khảo sát thực địa. Một số phương pháp bổ trợ khác là: Phương pháp phân tích, tổng hợp tài liệu, kế thừa các kết quả nghiên cứu có liên quan.

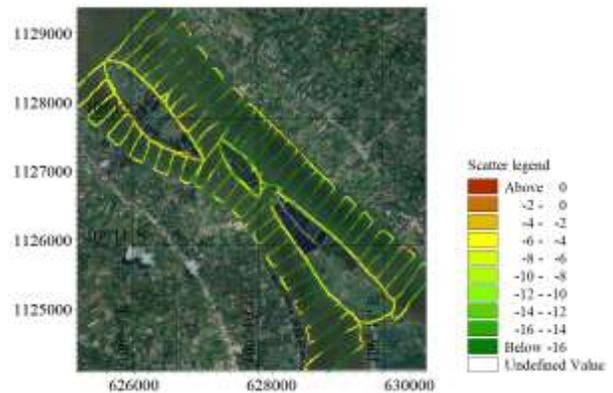
Hiện có nhiều công trình nghiên cứu ứng dụng mô hình toán cho tính toán mô phỏng chế độ thủy động lực vùng cửa sông, ven biển [17, 18, 20]. Mô hình dùng trong báo cáo này là mô hình Mike 21/3 Couple module FM- sản phẩm của Viện thủy lực Đan Mạch. Tại Việt Nam, phần mềm này được sử dụng khá phổ biến trong các nghiên cứu thủy động lực học, vận chuyển bùn cát, biến đổi hình thái lòng sông [1, 5, 8].

Phương pháp điều tra, khảo sát là phương pháp truyền thống, được sử dụng trong hầu hết các nghiên cứu về thủy thạch động lực học. Phương pháp này nhằm cung cấp số liệu, tài liệu mới để làm dữ liệu đầu vào cũng như hiệu chỉnh các thông số thủy lực của mô hình toán cho phù hợp với khu vực nghiên cứu. Các ghi nhận từ điều tra thực tế cũng được sử dụng để so sánh với kết quả tính toán từ mô hình, giúp kết quả nghiên cứu được xác thực và đáng tin cậy hơn.

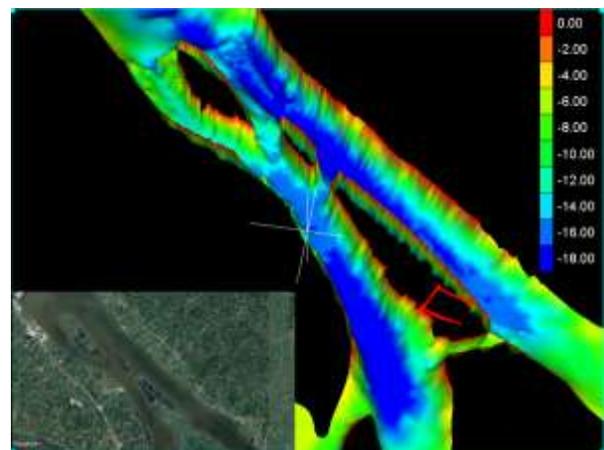
2.3 Dữ liệu nghiên cứu

2.3.1 Dữ liệu địa hình, địa chất

Địa hình tại khu vực nghiên cứu chính là địa hình thực đo thuộc đề tài “Điều tra thực trạng, đánh giá chế độ dòng chảy, xu thế diễn biến các bãi bồi, cồn nổi ven sông và đề xuất giải pháp khai thác tổng hợp” [6]. Số liệu được đo theo mặt cắt ngang toàn khu vực, cứ 200m/1 mặt cắt, 1 m/ điểm ngang. Hình 3 thể hiện số liệu thô thực đo tại khu vực nghiên cứu. Hình 4 thể hiện nền địa hình sau khi được xử lý, nội suy và đưa vào tính toán. Địa hình các vùng sông khác được đo từ các đề tài [4, 8]. Địa hình Biển Đông lấy từ GEBCO của Trung tâm dữ liệu hải dương học Anh Quốc có độ phân giải 30”x30”.



Hình 3: Số liệu thực đo



Hình 4: Địa hình được xử lý để đưa vào tính toán

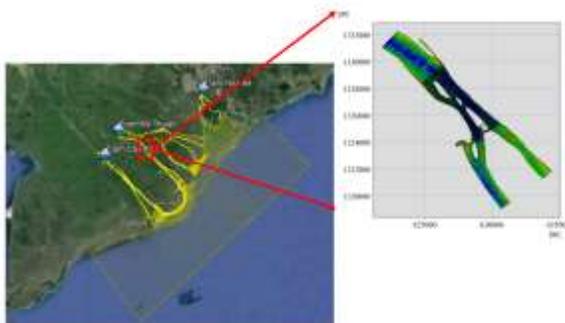
2.3.2 Dữ liệu khí tượng và thủy hải văn

Biên thượng nguồn tại Mỹ Thuận, Cần Thơ là biên lưu lượng, tại Nhà Bè và các biên phía biển là biên mực nước. Các biên trong nội đồng do Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam bộ cung cấp. Các biên ngoài biển là biên mực nước được trích từ mô hình dự báo triều toàn cầu của Mike; biên sóng được trích từ mô hình dự báo sóng toàn cầu của NOAA (<https://www.noaa.gov>). Các biên này dao động theo không gian và thời gian dọc biên.

2.3.3 Phạm vi nghiên cứu và thiết lập mô hình

Để thực hiện nghiên cứu này, tác giả dùng 2 mô hình chính. Mô hình 1 là mô hình mở rộng. Mô hình này bao quát toàn hệ thống sông Tiền, sông Hậu và kéo dài ra phía biển. Mô hình này được sử dụng để trích biên cho mô hình 2. Mô hình 2 là mô hình chi tiết. Mô hình này chỉ bao quát 3 khu vực cồn và kéo dài về phía thượng và hạ lưu khoảng 6km. Lõi của mô hình được chia lưới rất mịn (nhỏ nhất từ 3-5m) để đảm bảo bám sát đúng hiện trạng đường bờ của các cồn trong khu vực nghiên cứu (Hình 5). Đối với mô hình mở rộng chạy các module thủy động lực, trường sóng và vận chuyển bùn cát. Đối với mô hình chi tiết, do trường sóng không ảnh hưởng nên bỏ module này khỏi mô hình tính toán.

Thời gian tính toán từ tháng 12/2018 đến tháng 11/2019. Tính cho 1 năm thủy văn, từ đầu mùa Đông Bắc đến cuối mùa Tây Nam ở tỉnh Bến Tre. Đây là khoảng thời gian có đầy đủ về số liệu biên đầu vào và số liệu để hiệu chỉnh, kiểm định mô hình.



Hình 5: Phạm vi nghiên cứu của mô hình

3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

3.2 Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

3.2.1 Tiêu chí đánh giá độ tin cậy của mô hình

a) Chỉ số NSE [19]

Chỉ số này ra đời năm 1970 do hai nhà khoa học Nash và Sutcliffe xây dựng. Đây là chỉ số được sử dụng khá rộng rãi trong lĩnh vực mô hình toán mô phỏng thủy động lực. Chỉ số Nash-Sutcliffe là một thống kê được chuẩn hóa để xác định độ lớn tương đối của phương sai hai chuỗi dữ liệu. Tính theo công thức:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y^{mean})^2}$$

Trong đó:

- + Y_i^{obs} : số liệu quan trắc được thứ i
- + Y_i^{sim} : số liệu mô phỏng được thứ i
- + Y^{mean} : trung bình chuỗi số liệu quan sát được
- + n : độ dài chuỗi số liệu quan sát được.

Bảng 1: Tiêu chuẩn đánh giá của chỉ số NSE

STT	Độ tin cậy	Giá trị
1	Tốt	$> 0,75$
2	Thỏa mãn	$0,36 < NSE \leq 0,75$
3	Không thỏa mãn	$NSE \leq 0,36$

b) Chỉ số RMSE (Root Mean Square Error) [24]

RMSE được xem như một tiêu chuẩn để đánh giá sai số tuyệt đối giữa giá trị quan trắc và mô phỏng. RMSE là căn bậc hai của độ lệch bình phương trung bình được tính theo công thức:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x'_i)^2}{n}}$$

Trong đó: x_i là số liệu quan trắc thứ i ; x'_i : số liệu mô phỏng thứ i ; n : độ dài chuỗi số liệu quan trắc được. Giá trị RMSE càng tiến tới 0 thì kết quả tính toán từ mô hình càng chính xác và có thể xem là thỏa mãn nếu giá trị này nhỏ

hơn 0,5.

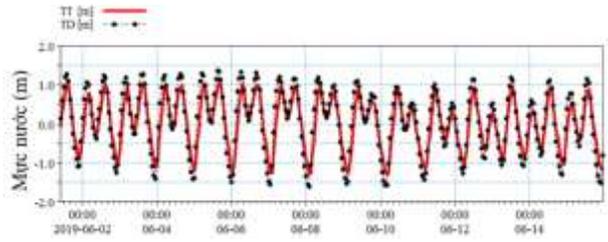
3.2.2 Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Mô hình mở rộng được hiệu chỉnh và kiểm định với rất nhiều trạm quốc gia và trạm đo thuộc phạm vi mô hình. Do khuôn khổ độ dài cho phép, trong bài báo này chỉ trình bày kết quả hiệu chỉnh và kiểm định của các trạm gần với khu vực nghiên cứu. Mô hình được hiệu chỉnh, kiểm định với mực nước đại diện cho các tháng mùa mưa và mùa khô ở trạm Chợ Lách và Trà Vinh. Đây là hai trạm thủy văn quốc gia. Số liệu được cung cấp bởi Đài Khí tượng Thủy văn khu vực phía Nam. Kết quả cũng được so sánh với các trạm thực đo gần khu vực nghiên cứu. Số liệu đo từ đề tài [8] năm 2020 gồm số liệu mực nước, vận tốc, lưu lượng, nồng độ bùn cát. Số liệu đo từ đề tài [6] năm 2023 gồm số liệu vận tốc, nồng độ bùn cát lơ lửng. Xem minh họa các trạm hiệu chỉnh, kiểm định ở Hình 6.

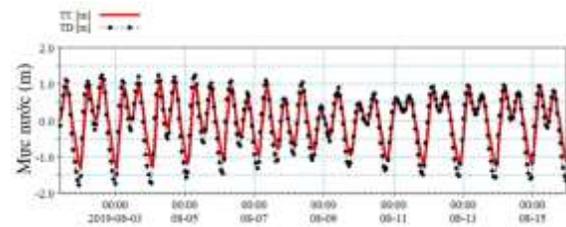
Hình 7 đến Hình 10 thể hiện kết quả so sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm Trà Vinh và Chợ Lách. Kết quả so sánh tính toán và thực đo tại trạm đo năm 2020 được trình bày ở Hình 11 đến Hình 14. Hình 15 và Hình 16 thể hiện kết quả so sánh số liệu tính toán và thực đo tại trạm năm 2023. Kết quả đánh giá sai số của mô hình được thể hiện ở Bảng 2. Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định cho thấy mô hình đủ điều kiện để tiến hành mô phỏng, phục vụ cho nghiên cứu.



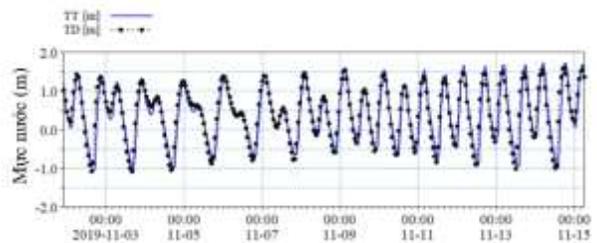
Hình 6: Các trạm phục vụ hiệu chỉnh, kiểm định mô hình



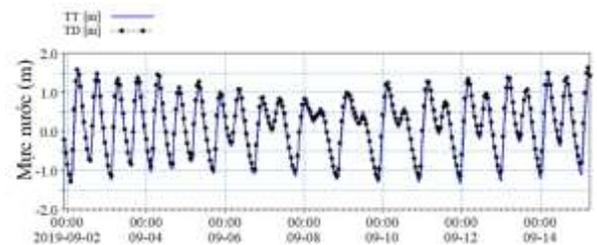
Hình 7: So sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm Trà Vinh, tháng 6/2019



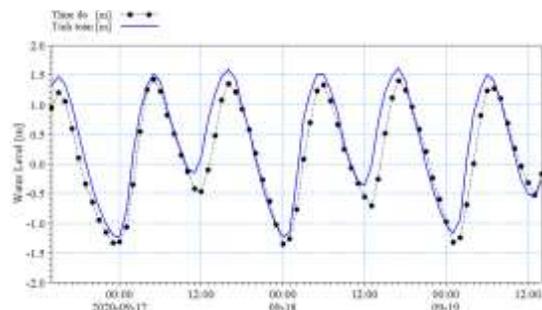
Hình 8: So sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm Trà Vinh, tháng 8/2019



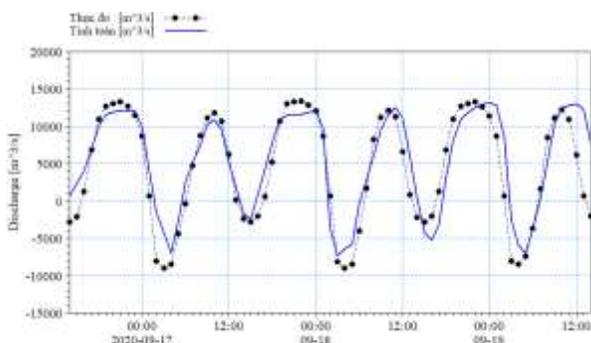
Hình 9: So sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm Chợ Lách, tháng 7/2019



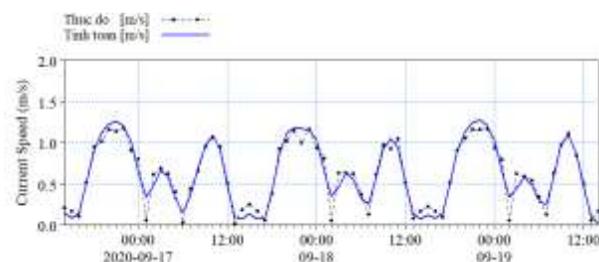
Hình 10: So sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm Chợ Lách, 1-10/9/2019



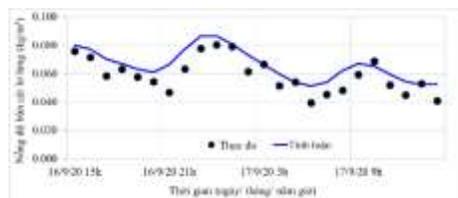
Hình 11: So sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm đo Phú Đa năm 2020



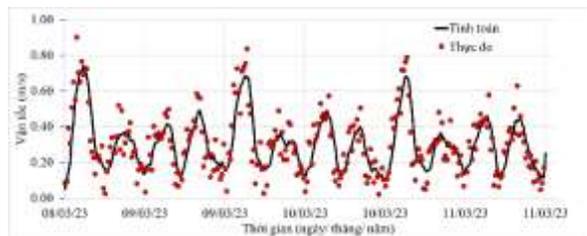
Hình 12: So sánh lưu lượng tính toán và thực đo tại trạm đo Phú Đa năm 2020



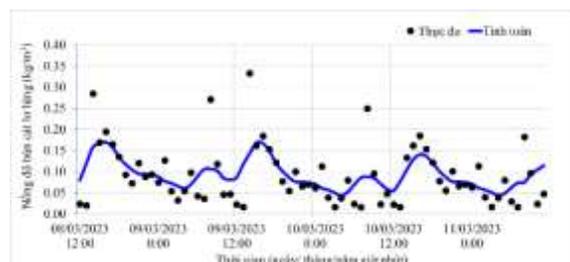
Hình 13: So sánh vận tốc tính toán và thực đo tại trạm đo Phú Đa năm 2020



Hình 14: So sánh hàm lượng bùn cát lơ lửng tính toán và thực đo tại trạm đo Phú Đa



Hình 15: So sánh vận tốc tính toán và thực đo trạm đo năm 2023



Hình 16: So sánh vận tốc tính toán và thực đo trạm đo năm 2023

Bảng 2: Kết quả đánh giá độ tin cậy của mô hình

TT	Trạm	Yếu tố	Tọa độ (WGS84, UTM 48)		NSE	RMSE
			X (m)	Y (m)		
1	Trà Vinh tháng 6	Mực nước	648968,48	1102763,67	0,91	0,05
2	Trà Vinh Tháng 8	Mực nước			0,92	0,06
3	Chợ Lách tháng 7	Mực nước	622229,74	1137273,56	0,89	0,08
4	Chợ Lách tháng 9	Mực nước			0,87	0,09
5	Trạm đo năm 2020	Mực nước	618545,86	1132829,02	0,83	0,07
		Vận tốc			0,79	0,12
		Bùn cát lơ lửng			0,36	0,08
		Lưu lượng			0,81	6,67

		+ Bờ trái	618545,86	1132829,02		
		+ Bờ phải	618506,86	1132170,07		
6	Trạm đo năm 2023	Vận tốc	640644,14	1113338,94	0,69	0,10
		Bùn cát lơ lửng			0,37	0,05

3.3 Kết quả nghiên cứu

3.3.1 Chế độ thủy động lực

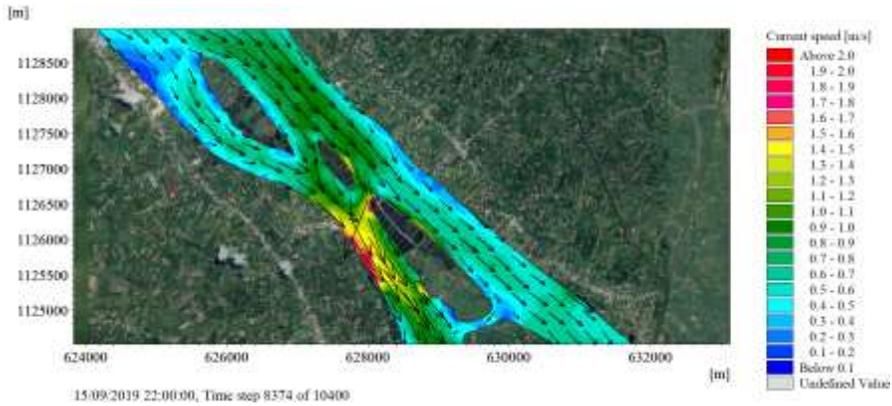
Sông Cỏ Chiên đi qua khu vực nghiên cứu chia làm 2 nhánh chính. Vận tốc lớn nhất ở lạch chính có thể đạt từ 0,8-1,0 m/s, vận tốc trung bình có thể đạt 0,3-0,6 m/s tùy vị trí. Thời kì đỉnh lũ vào tháng 9, vận tốc dòng chảy lớn nhất tại lạch chính có thể đạt gần 1,4 m/s. Một số vị trí cục bộ có thể đạt 1,6-1,8 m/s (xem Hình 17). Dòng chảy thượng nguồn lán át dòng triều tại các thời điểm này. Vận tốc triều lên chỉ đạt 0,1-0,2 m/s (xem Hình 18). Vào mùa khô, vận tốc dòng chảy lớn nhất ở lạch chính có thể đạt 0,6-0,8 m/s. Một số vị trí cục bộ có thể đạt 1,0-1,3 m/s (xem Hình 20). Vận tốc dòng chảy khi triều lên có thể đạt 0,4-0,6 m/s (xem Hình 20). Trích 6 điểm ở mỗi nhánh sông như Hình 21. Trong đó, điểm T1, 2, 3 đại diện cho nhánh trái của các cồn và điểm T 4, 5, 6 đại diện cho nhánh phải. Kết quả chi tiết được trình bày ở Bảng 3.

Tại khu vực cồn Kiến, vận tốc dòng ở nhánh trái lớn hơn nhánh phải. Vận tốc nhánh trái lớn nhất có thể đạt 1,041 m/s, trung bình là 0,421 m/s (T1). Vận tốc nhánh phải lớn nhất có thể đạt 0,799 m/s, trung bình là 0,326

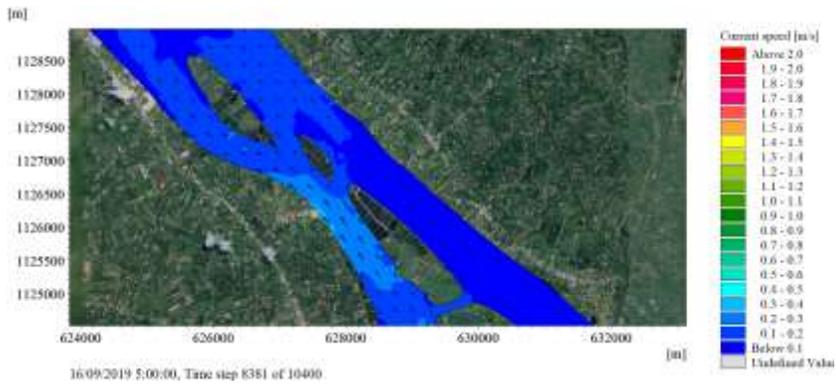
m/s (T4). Chênh lệch vận tốc lớn nhất giữa 2 nhánh là 0,242 m/s. Vận tốc trung bình chênh lệch nhau không đáng kể, đạt 0,095 m/s (xem Bảng 3).

Tại khu vực cồn Bùn, vận tốc dòng ở nhánh trái lớn hơn nhánh phải. Vận tốc nhánh trái lớn nhất có thể đạt 1,084 m/s, trung bình là 0,428 m/s (T2). Vận tốc nhánh phải lớn nhất có thể đạt 0,998 m/s, trung bình là 0,431 m/s (T5). Phân bố dòng chảy phân nhánh trái và phải khi đi qua cồn tương đối đều nhau (không chênh lệch quá lớn) (xem Bảng 3).

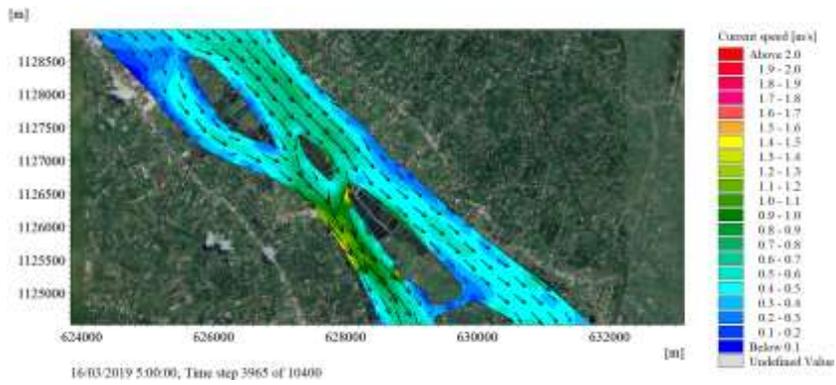
Tại khu vực cồn Lác, vận tốc dòng ở nhánh trái nhỏ hơn nhánh phải. Vận tốc nhánh trái lớn nhất có thể đạt 0,832 m/s, trung bình là 0,331 m/s (T3). Vận tốc nhánh phải lớn nhất có thể đạt 1,389 m/s, trung bình là 0,586 m/s (T6). Chênh lệch vận tốc ở hai nhánh trái và phải khá đáng kể. Vận tốc lớn nhất chênh lệch nhau 0,557 m/s, vận tốc trung bình chênh lệch nhau 0,255 m/s (xem Bảng 3). Hình 23 minh họa đường quá trình vận tốc ở nhánh trái và nhánh phải tại khu vực cồn Lác vào mùa khô. Hình 24 minh họa đường quá trình vận tốc dòng chảy hai nhánh vào mùa mưa (tháng 9), khu vực cồn Lác (xem Bảng 3).



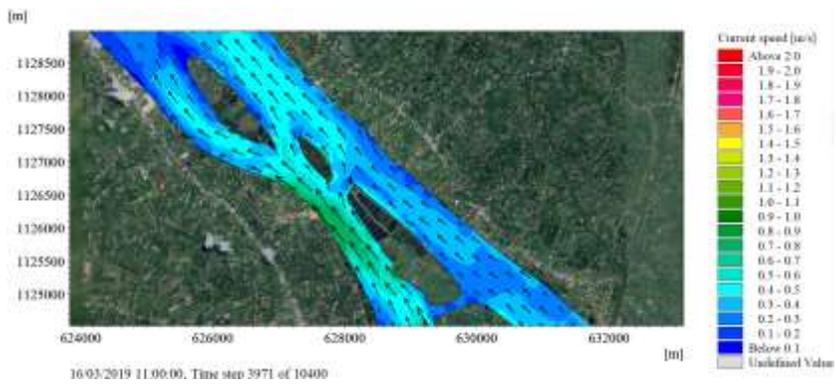
Hình 17: Trường vận tốc sườn triều xuống vào mùa mưa



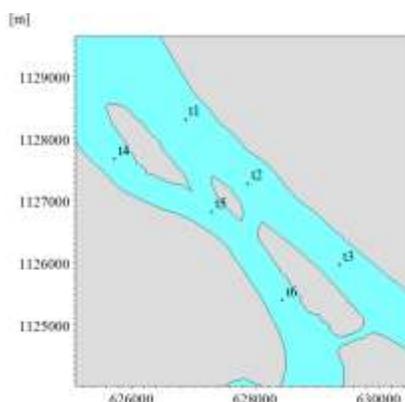
Hình 18: Trường vận tốc sườn triều lên vào mùa mưa



Hình 19: Trường vận tốc sườn triều xuống vào mùa khô



Hình 20: Trường vận tốc sườn triều lên vào mùa khô



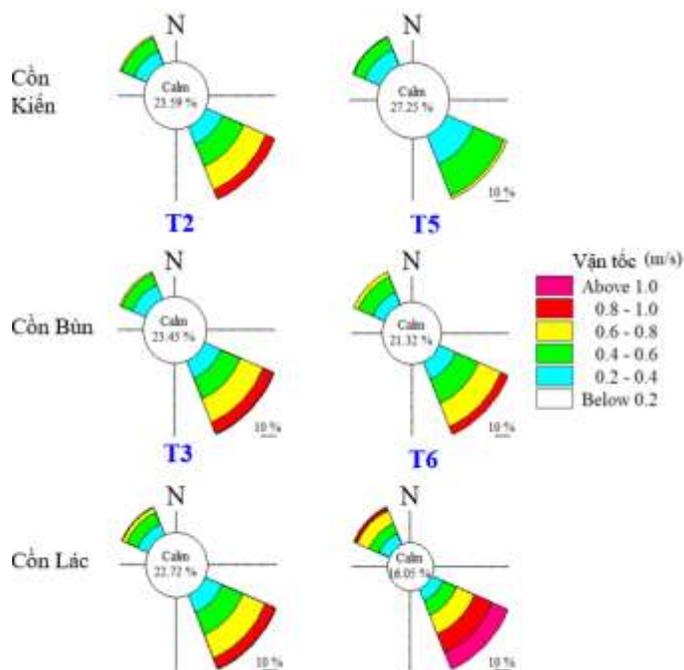
Hình 21: Vị trí điểm trích

Bảng 3: Đặc trưng vận tốc tại các điểm trích

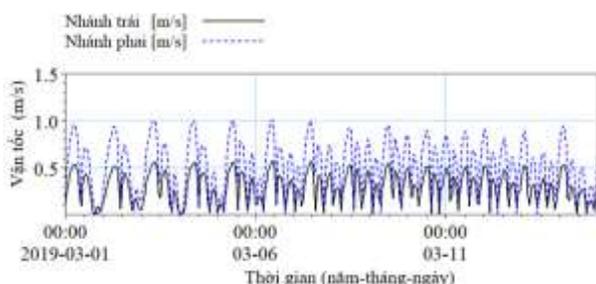
Điểm	Nhánh	X (m)	Y (m)	Vận tốc (m/s)	
				Lớn nhất	Trung bình
T1	Nhánh trái	626872,07	1128314,79	1,041	0,421
T2		627878,05	1127276,36	1,084	0,428
T3		629359,98	1125967,50	0,832	0,331
T4	Nhánh phải	625725,47	1127676,59	0,799	0,326
T5		627293,94	1126822,04	0,998	0,431
T6		628440,54	1125405,02	1,389	0,586
Lớn nhất				1,389	0,586
Nhỏ nhất				0,799	0,326
Trung bình				1,024	0,420

Vẽ hoa dòng chảy tại 6 điểm trích như Hình 22. Kết quả cho thấy hướng dòng chảy khá đồng nhất ở cả khu vực và hai phân nhánh. Kết quả cũng cho thấy sự ảnh hưởng của thủy triều khá rõ rệt trong khu vực nghiên cứu. Hướng dòng chảy chủ đạo gồm hai hướng chính, tương ứng với các pha triều lên và xuống. Khi triều xuống dòng chảy theo hướng Đông Nam, khi triều lên dòng chảy theo hướng Tây Bắc. Mặc dù hướng đồng nhất nhưng có sự thay đổi phân bố lưu lượng khi đi qua khu vực (xem Hình 22). Dòng

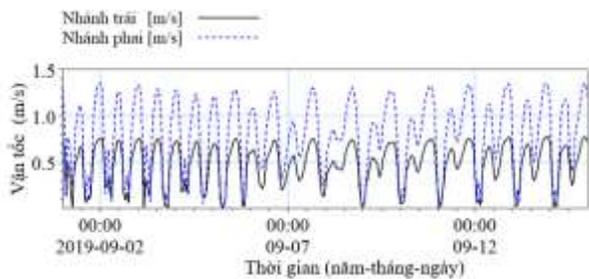
chảy có xu hướng phân bố dần từ nhánh trái sang nhánh phải. Nếu như tại khu vực cồn Kiến (đầu phân lưu), vận tốc dòng chảy ở nhánh trái lớn hơn nhánh phải rõ rệt, thì đến khu vực cồn Bùn chên lệch vận tốc ở hai nhánh tương đối nhỏ. Đến khu vực cồn Lác thì dòng chảy ở nhánh phải lớn hơn so với nhánh trái (xem minh họa ở Hình 23, Hình 24). Ở đây có sự đổi hướng lệch chính, tạo ra các dòng triều lên và rút mạnh ở khoảng hở giữa các cồn. Đặc biệt là khu vực đuôi cồn Bùn và đầu cồn Lác.



Hình 22: Hoa dòng chảy tại các điểm trích



Hình 23: Đường quá trình vận tốc dòng chảy hai nhánh vào mùa khô (tháng 3), khu vực cồn Lác

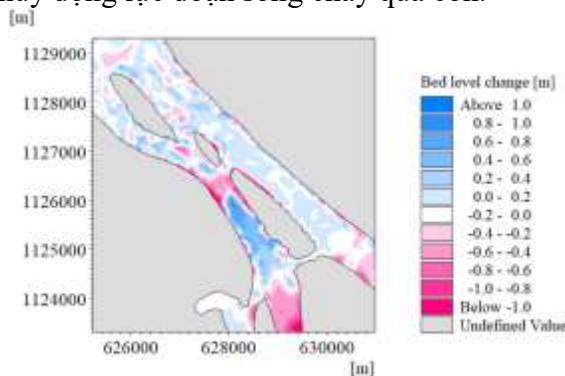


Hình 24: Đường quá trình vận tốc dòng chảy hai nhánh vào mùa mưa (tháng 9), khu vực cồn Lác

3.3.2 Chế độ bồi xói

Sự hình thành, phát triển và dịch chuyển của các cù lao trên sông bị ảnh hưởng trực tiếp bởi các yếu tố thủy động lực, bao gồm hình dạng mặt cắt sông, độ cong và phân bố lạch sâu của

sông. Xói mòn và bồi tụ do các yếu tố này đã được chứng minh bằng quan sát thực tế và mô hình thực nghiệm [12, 25, 26]. Kết quả từ nghiên cứu này cũng cho thấy sự đồng nhất với các kết quả nêu trên. Kết quả bồi xói tại khu vực có ảnh hưởng chặt chẽ bởi đặc điểm thủy động lực đoạn sông chảy qua cồn.



Hình 25: Bồi xói khu vực trong 1 năm thủy văn điển hình

Khu vực xói lở nhiều nhất là khu vực nửa đầu cồn Lác và bờ trái của cồn Bùn. Xói lở ven bờ với tốc độ 0,2-1,0 m/ năm. Xói lở này xảy ra do hình thái của cụm ba cồn này tạo ra các dòng triều lên và rút rất mạnh, áp sát bờ cồn. Khu vực cồn Kiến khá ổn định, xói lở chỉ xảy ra ở một số vị trí cục bộ với tốc độ xói lở khoảng 0,2 m/

năm. Khu vực cồn Bùn có xu hướng xói lở ở 2/3 đuôi cồn; xói lở bờ trái mạnh hơn bờ phải. Khu vực cồn Lác có xu hướng xói lở nửa đầu cồn với tốc độ từ 0,4-0,8 m/năm, một số vị trí xói lở lên đến 1 m/năm. Nửa đuôi cồn bồi tụ chiếm ưu thế hơn với tốc độ trung bình khoảng 0,1-0,2 m/năm. Hình 25 thể hiện bức tranh bồi xói của khu vực cụm cồn Kiến, Bùn, Lác trong một năm thủy văn điển hình. So sánh với kết quả thủy lực được trình bày ở mục 3.3.1, có thể thấy có sự tương quan giữa độ lớn vận tốc và mức độ xói lở trong khu vực nghiên cứu.v

So sánh với một số kết quả nghiên cứu từ các đề tài khác trong khu vực nghiên cứu cũng cho thấy các tương đồng về kết quả. Kết quả nghiên cứu từ [1] cho thấy vận tốc nhánh trái cồn Lác lớn nhất đạt từ 1,3-1,4 m/s, xói lở mạnh xảy ra ở lòng dẫn bờ trái và phải cồn Lác với tốc độ 0,7-0,8 m/năm. Kết quả nghiên cứu từ [3] cho thấy khu vực nghiên cứu là một trong những đoạn sông Cổ Chiên bị xói lở nhiều nhất với tốc độ 1-2m/năm.

3.3.3 So sánh với kết quả điều tra hiện trạng

Kết quả từ đợt điều tra thực địa tháng 4/2023 cũng cho thấy những tương đồng nhất định giữa kết quả mô phỏng và hiện trạng tại khu vực nghiên cứu. Phần bờ trái và đuôi cồn Bùn bị xói lở. Do phần đất trên cồn chủ yếu là đào ao nuôi

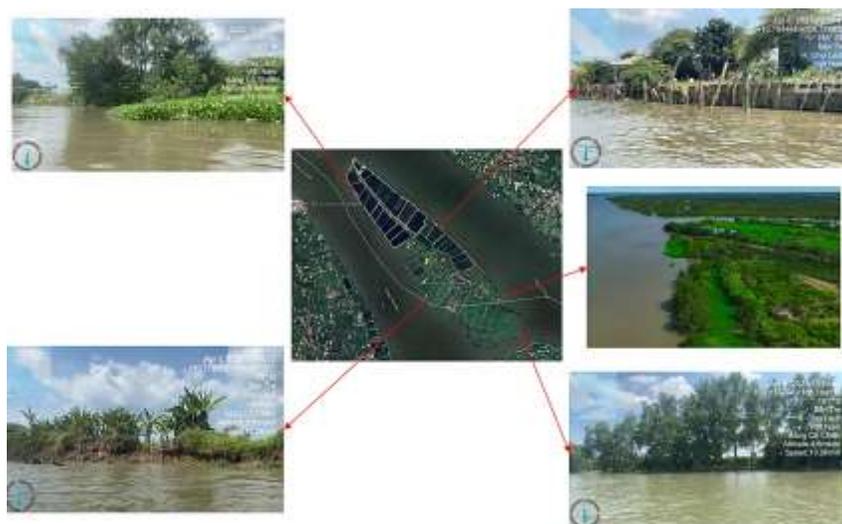
cá, do đó, khi bờ bị sạt lở tạo ra các vết lõm rất lớn Hình 26. Điều này gây thiệt hại không nhỏ đối với người dân nuôi thủy sản ở khu vực. Nhiều vết xói lở lộ rõ ở bờ phải cồn Lác. Nhiều khu vực người dân đã gia cố bờ bằng kê cừ tràm hoặc thân dừa. Các gia cố này là minh chứng cho việc sạt lở vẫn đang xảy ra tại khu vực. Phần đuôi cồn Lác bồi tụ và có thảm rừng bần, bèo phát triển Hình 27, Hình 28.



Hình 26: Sạt lở ở đuôi bờ trái cồn Bùn



Hình 27: Kê cừ tràm chống sạt lở ở đầu cồn Lác



Hình 28: Kết quả điều tra thực địa tại khu vực nghiên cứu vào tháng 4/2023

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu này dùng mô hình MIKE 21/3 Couple Model FM để nghiên cứu chế độ thủy động lực và bồi xói lòng dẫn tại cụm ba cồn Kiến, Bùn, Lác thuộc địa bàn huyện Chợ Lách, tỉnh Bến Tre. Thời gian mô phỏng trong một năm thủy văn từ tháng 12/2018 đến hết tháng 11/2019. Kết quả mô phỏng từ mô hình được so sánh với kết quả điều tra thực địa và đã cho thấy sự phù hợp nhất định giữa mô phỏng và thực tế.

Kết quả cho thấy dòng chảy trong khu vực lớn nhất đạt từ 0,8 đến 1,4 m/s, trung bình từ 0,3-0,6 m/s, xuất hiện vào mùa mưa thời kỳ đỉnh lũ. Có sự thay đổi phân bố lưu lượng dòng chảy cho hai nhánh trái và phải khi đi qua các cồn. Điều này tạo ra các dòng triều lên và rút mạnh ở khu vực cuối cồn Bùn và đầu Cồn Lát. Kết quả là xói lở xảy ra mạnh ở các bờ cồn có vận tốc lớn. Xói lở mạnh nhất xảy ra ở bờ trái cồn Bùn và bờ phải cồn Lác. Mức độ xói lở đạt từ 0,4- 0,8 m/năm, một số vị trí có thể đạt tới 1 m/năm. Khu vực cồn Kiến và nửa cuối cồn Lác ổn định và bồi tụ chiếm ưu thế. Bồi xói xen kẽ trong trung bình trong khoảng 0,1-0,2 m/năm.

So sánh kết quả mô hình toán với kết quả điều tra thực địa vào tháng 4 năm 2023 cũng cho thấy sự tương đồng giữa kết quả nghiên cứu và kết quả điều tra thực tế. Nhiều vết xói lở lộ rõ ở bờ trái cồn Bùn và bờ phải cồn Lác. Một số

khu vực người dân đã gia cố bằng kè cừ tràm, kè thân dừa. Phần đuôi cồn Lác bồi tụ và có thảm rừng bần, bèo phát triển.

Kết quả làm rõ chế độ thủy động lực và đặc điểm xói lở lòng dẫn tại khu vực nghiên cứu. Kết quả giúp cảnh báo sớm các vị trí có nguy cơ sạt lở xảy ra, là cơ sở để đề xuất các giải pháp khai thác, bảo vệ cồn Kiến, cồn Bùn, cồn Lác phù hợp, góp phần ổn định an sinh xã hội và phát triển kinh tế trong khu vực.

Xói lở lòng dẫn mạnh trong thời gian dài sẽ dẫn đến sự xuất hiện của các hố xói ven bờ. Điều này làm tăng nguy cơ sạt lở bờ sông với quy mô lớn. Khu vực nghiên cứu chủ yếu là đào ao nuôi cá, vì vậy, khi sạt lở xảy ra sẽ tạo ra các khoảng hở rất lớn làm mất diện tích đất khai thác được trên cồn, gây thiệt hại lớn về mặt kinh tế trong khu vực. Nhóm tác giả kiến nghị cần chú ý theo dõi các khu vực có tốc độ dòng chảy lớn, xói lở xảy ra cao. Bên cạnh đó, cần nhanh chóng đề ra và triển khai các biện pháp bảo vệ bờ sông để tránh các nguy cơ do sạt lở nói trên.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài cấp tỉnh “Điều tra thực trạng, đánh giá chế độ dòng chảy, xu thế diễn biến các bãi bồi, cồn nổi ven sông và đề xuất giải pháp khai thác tổng hợp” do Sở Khoa học và Công nghệ Bến Tre quản lý giao Viện Kỹ thuật Biển chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Thị Bảy (2021), *Nghiên cứu xác định nguyên nhân, cơ chế và đề xuất các giải pháp khả thi về kỹ thuật, hiệu quả về kinh tế nhằm hạn chế xói lở, bồi lắng cho hệ thống sông Đồng bằng sông Cửu Long*, Báo cáo Tổng kết Đề tài cấp nhà nước, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- [2]. Trần Bá Hoàng (2019), *Nghiên cứu đánh giá tổng thể quá trình xói lở và dự báo diễn biến bờ biển đồng bằng sông Cửu Long phục vụ đề xuất giải pháp nhằm ổn định và phát triển bền vững vùng ven biển*, Báo cáo tổng kết Đề tài cấp Nhà nước, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.

- [3]. Trần Bá Hoàng (2022), *Đánh giá, dự báo chế độ dòng chảy (lưu lượng, mực nước, chất lượng nước) và diễn biến bồi xói tuyến sông Cổ Chiên và sông Hậu tỉnh Trà Vinh*, Đề tài cấp tỉnh, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [4]. Hoàng Văn Huân (2013), *Nghiên cứu đề xuất các giải pháp khoa học và công nghệ dự báo, phòng chống biển lấn đoạn bờ biển tỉnh Trà Vinh và vùng phụ cận*, Báo cáo tổng hợp đề tài cấp Bộ, Viện Kỹ thuật Biển, Trà Vinh.
- [5]. Hoàng Văn Huân (2017), *Nghiên cứu đề xuất CSKH và các giải pháp để ổn định bờ bãi biển tỉnh Trà Vinh*, Báo cáo tổng kết Đề tài cấp tỉnh, Viện Kỹ thuật Biển.
- [6]. Hoàng Văn Huân (2023), *Điều tra thực trạng, đánh giá chế độ dòng chảy, xu thế diễn biến các bãi bồi, cồn nổi ven sông và đề xuất giải pháp khai thác tổng hợp*, Đề tài cấp tỉnh, Viện Kỹ thuật Biển, Bến Tre.
- [7]. Báo Thanh Niên (2018), <https://thanhnien.vn/khon-don-vi-cat-tac-long-hanh-1851225483.htm>, truy cập ngày, tại trang.
- [8]. Lê Văn Tuấn (2021), *Nghiên cứu nguyên nhân sạt lở, giải pháp công nghệ phòng chống và dự báo hành lang an toàn bờ sông trong điều kiện biến đổi khí hậu ở khu vực cồn Phú Đa, cồn Hưng Phong và rạch Vàm Rông*, Đề tài cấp tỉnh, Viện Kỹ thuật Biển, Tp. Hồ Chí Minh.
- [9]. Báo Tuổi Trẻ (2007), <https://tuoitre.vn/buc-tu-dat-con-216361.htm>, truy cập ngày, tại trang.
- [10]. Ủy ban Nhân dân tỉnh Bến Tre (2021), *Bản đồ Quy hoạch sử dụng đất tỉnh Bến Tre năm 2021*, Bến Tre.
- [11]. Basalykas A. (1958), "On a question of interpretation of Lithuanian rivers dynamic phases", *Lith. SSR Acad. Works Series B 3 (15)*, 203–213 (In Lithuanian).
- [12]. U Goswami, JN Sarma và AD Patgiri (1999), "River channel changes of the Subansiri in Assam, India", *Geomorphology*. 30(3), tr. 227-244.
- [13]. Angela M Gurnell và Walter Bertoldi (2020), "Extending the conceptual model of river island development to incorporate different tree species and environmental conditions", *River Research Applications*. 36(8), tr. 1730-1747.
- [14]. M.N. Gusev (2000), "The development of islands in the Upper Amur River channel", *Geomorphology* 3. 3, tr. 55-61.
- [15]. He Qing Huang và Gerald C Nanson (2007), "Why some alluvial rivers develop an anabranching pattern", *Water Resources Research*. 43(7).
- [16]. John D Jansen và Gerald C Nanson (2004), "Anabranching and maximum flow efficiency in Magela Creek, northern Australia", *Water Resources Research*. 40(4).
- [17]. Mohammad Keshtpoor và các cộng sự. (2015), "3D numerical simulation of turbulence and sediment transport within a tidal inlet", *Coastal Engineering*. 96, tr. 13-26.
- [18]. Zhaoying Li và các cộng sự. (2020), "Modeling the infilling process of an abandoned fluvial-deltaic distributary channel: An example from the Yellow River delta, China", *Geomorphology*. 361, tr. 107204.
- [19]. J Eamonn Nash và Jonh V %J Journal of hydrology Sutcliffe (1970), "River flow forecasting through conceptual models part I—A discussion of principles". 10(3), tr. 282-290.
- [20]. Daniel J Nowacki và et al (2015), "Sediment dynamics in the lower Mekong River: Transition from tidal river to estuary", *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 120(9), tr. 6363-6383.

- [21]. Nahla Sadek (2013), "Island development impacts on the Nile River morphology", *Ain Shams Engineering Journal*. 4(1), tr. 25-41.
- [22]. Haiyun Shi và các cộng sự. (2018), "The Spatio-Temporal Evolution of River Island Based on Landsat Satellite Imagery, Hydrodynamic Numerical Simulation and Observed Data", *Remote Sensing*. 10(12), tr. 2046.
- [23]. Pankaj Singha và các cộng sự. (2020), "Modeling livelihood vulnerability in erosion and flooding induced river island in Ganges riparian corridor, India", *Ecological Indicators*. 119, tr. 106825.
- [24]. Cort J Willmott và Kenji Matsuura (2005), "Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance", *Climate research*. 30(1), tr. 79-82.
- [25]. Jiongxin Xu (1996), "Wandering braided river channel pattern developed under quasi-equilibrium: an example from the Hanjiang River, China", *Journal of Hydrology*. 181(1-4), tr. 85-103.
- [26]. Xuhai Yang và các cộng sự. (2022), "Relationship between the equilibrium morphology of river islands and flow-sediment dynamics based on the theory of minimum energy dissipation", *International Journal of Sediment Research*. 37(4), tr. 514-521.
- [27]. Elodie Zavattero và các cộng sự. (2016), "2d sediment transport modelling in high energy river—application to var river, France", *Procedia Engineering*. 154, tr. 536-543.