

DIỄN BIẾN ĐƯỜNG BỜ KHU VỰC CỬA SÔNG VEN BIÊN TỈNH THÁI BÌNH QUA PHÂN TÍCH ẢNH VIỄN THĂM

Nguyễn Linh Phương, Nguyễn Thành Luân, Phạm Ngọc Tú
Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học sông biển
Đỗ Quý Mạnh
Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình

Tóm tắt: Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá biến động cửa sông tỉnh Thái Bình giai đoạn 1995-2022 qua ảnh viễn thám Landsat. Chỉ số quang phổ nước mNDWI được sử dụng để phân loại đường bờ theo từng giai đoạn. Kết quả phân tích giải đoán ảnh cho thấy các cửa sông ven biển tỉnh Thái Bình giai đoạn từ 1995 đến 2022 đều có xu thế bồi tụ với tốc độ bồi dao động từ 27m/năm đến 170m/năm.

Từ khóa: Viễn thám, mNDWI, cửa Thái Bình, cửa Diêm Hộ, cửa Trà Lý, cửa Lân.

Summary: This study used Landsat multi-temporal satellite images to assess the fluctuations of Thai Binh province estuaries in the period 1995-2022. The Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) was used to classify shorelines by each period. The results showed that the estuaries of Thai Binh province in the period from 1995 to 2022 have an accretion trend, with an accretion rate ranging from 27m to 170m per year.

Từ khóa: Remote sensing, mNDWI, Thai Binh estuary, Diem Ho estuary, Tra Ly estuary, Lan estuary, Ba Lat estuary.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thái Bình là tỉnh ven biển thuộc đồng bằng châu thổ sông Hồng có diện tích tự nhiên 1.546,54km². Tỉnh Thái Bình được bao bọc bởi hệ thống sông, biển khép kín. Bờ biển dài trên 50km với 5 cửa sông thuộc hệ thống sông Hồng là cửa Thái Bình, cửa Diêm Hộ, cửa Trà Lý, cửa Lân và cửa Ba Lạt (Hình 1). Trong nhiều năm qua, khu vực các cửa sông tỉnh Thái Bình biến động mạnh do quá trình bồi tụ. Để làm rõ hơn các quá trình biến động cửa sông, nghiên cứu này sử dụng công nghệ viễn thám với ảnh đa thời gian để xác định xu thế diễn biến của các cửa sông thuộc tỉnh Thái Bình.

2. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tài liệu sử dụng

- Nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám Landsat

5,7,8 được thu thập từ <https://earthexplorer.usgs.gov/> phục vụ công tác phân tích, giải đoán. Các thời điểm ảnh sử dụng là các năm 1995, 2002 và 2022 với độ phân giải ảnh 30m trong hệ tọa độ toàn cầu WGS-84, phép chiếu UTM múi 48N (Bảng 1).

- Sử dụng bản đồ nền địa hình tỷ lệ 1:50.000 của Bộ Tài nguyên và Môi trường thực hiện.

Bảng 1: Tổng hợp dữ liệu ảnh thu thập

STT	Loại ảnh	Độ phân giải	Thời gian chụp
1	Landsat 5	30m	11:29 ngày 24/11/1995
2	Landsat 7	30m	16:31 ngày 24/9/2002
3	Landsat	30m	10:18 ngày

Ngày nhận bài: 17/8//2023

Ngày thông qua phản biện: 26/9/2023

Ngày duyệt đăng: 02/11/2023

STT	Loại ảnh	Độ phân giải	Thời gian chụp
	8		20/12/2022

Ghi chú: Thời gian chụp ảnh đã được quy đổi về múi giờ của Việt Nam



Hình 1: Vị trí cửa sông tỉnh Thái Bình

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp sử dụng trong nghiên cứu là giải đoán thông tin trên các ảnh vệ tinh xác định vị trí đường bờ biển, các bãi bồi, cồn cát vùng cửa sông từ đó đánh giá tình hình diễn biến cửa sông tỉnh Thái Bình. Các ảnh viễn thám được hiệu chỉnh hình học và tăng cường chất lượng ảnh bằng phần mềm ENVI. Toàn bộ ảnh sử dụng được quy về lưới chiếu UTM 48N với độ phân giải 30m, sau đó thực hiện cắt ranh giới và tính toán các chỉ số phục vụ chiết tách giải đoán đường bờ theo quy trình xử lý (Hình 2).

Nắn chỉnh ảnh: Mục đích là chuyển đổi các ảnh quét đang ở tọa độ hàng cột của các pixel về tọa độ trắc địa (tọa độ thực, hệ tọa độ địa lý hay tọa độ phẳng). Công việc này nhằm loại trừ sai số vị trí điểm ảnh do góc nghiêng của ảnh gây ra và hạn chế sai số điểm ảnh do chênh lệch cao địa hình. Các bước thực hiện:

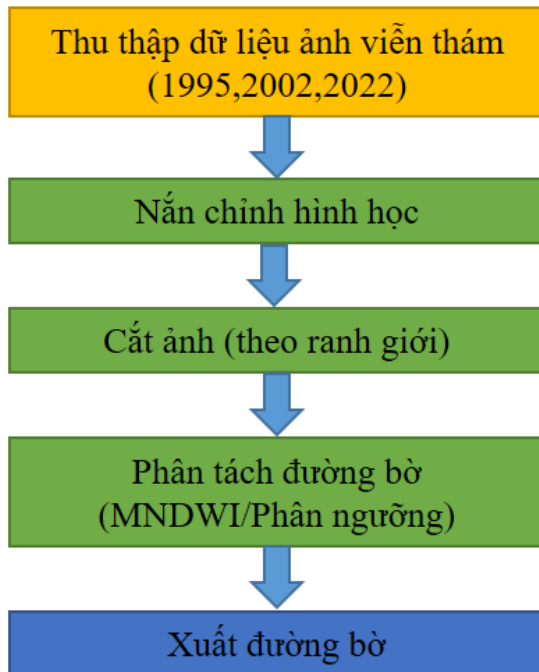
Chọn điểm khống chế nắn ảnh; Kiểm tra sai số trung bình RMS của các điểm khống chế; Lựa chọn phương pháp nắn và nhập các thông số cần thiết; Tiến hành nắn chỉnh hình học ảnh.

Phương pháp ước tính cao độ triều: Độ chính xác của các vị trí đường bờ biển chiết xuất từ ảnh vệ tinh phụ thuộc phụ thuộc vào cao độ triều tại thời điểm bay chụp ảnh, như vậy, việc ước tính chiều cao triều (y) tại thời điểm thu nhận ảnh (t). H_{max} là đơn vị khi độ cao khi triều ở đỉnh, H_{min} là độ cao khi thủy triều thấp nhất, Δt khoảng thời gian giữa triều cao nhất và thấp nhất và Δt khoảng thời gian giữa của thủy triều cao hoặc thấp nhất và thời điểm thu lại ảnh vệ tinh, độ cao thủy triều lúc thu nhận ảnh để chiết xuất đường bờ biển có thể được ước tính bằng cách sử dụng phương trình:

$$y = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \pm \frac{H_{max} - H_{min}}{2} \cos \frac{\pi \Delta t}{\Delta T}$$

(Dấu trừ được sử dụng trong trường hợp trước khi thu nhận ảnh là triều thấp)

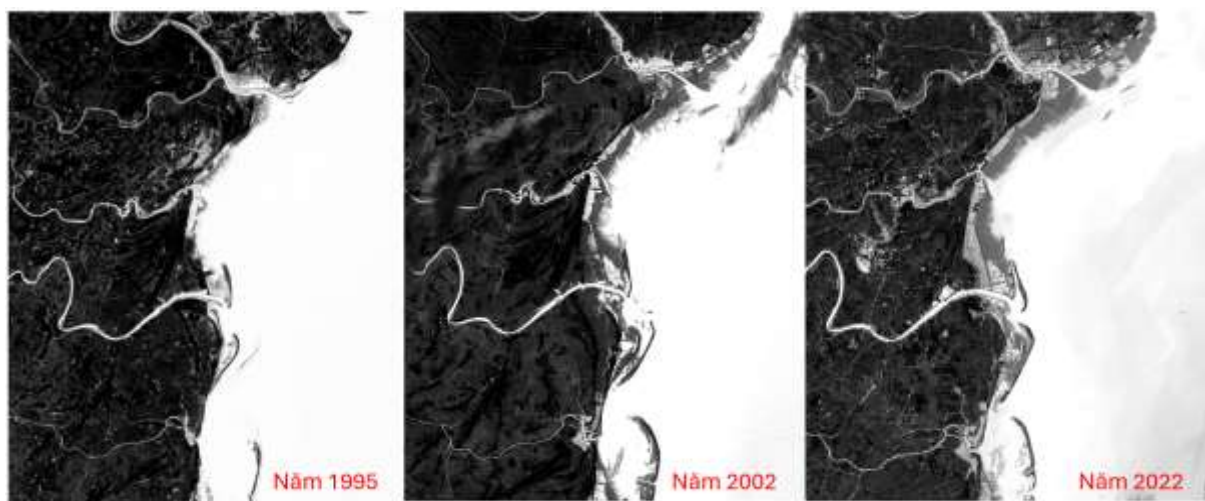
Nghiên cứu này sử dụng chỉ số mNDWI (Modified Normal Difference Water Index) dùng để phân tách nước [1]. Kết quả ảnh tỷ số được chuyển sang định dạng shape file bằng phần mềm ENVI 5.2 và công tác biên tập sẽ xóa các đối tượng nhỏ và thu được bản đồ đường bờ sử dụng phần mềm ArcGIS 10.1. Kết quả tính toán mNDWI được thể hiện Hình 3.



Hình 2: Quy trình thu thập, chiết tách đường bờ từ ảnh vệ tinh

Bảng 2: Công thức tính chỉ số mNDWI đối với các ảnh vệ tinh

Loại ảnh	Công thức tính chỉ số mNDWI
Landsat 4-5 TM	$\frac{\text{float}(\text{band1}) - \text{float}(\text{band5})}{\text{float}(\text{band1}) + \text{float}(\text{band5})}$
Landsat 7 ETM+	$\frac{\text{float}(\text{band2}) - \text{float}(\text{band5})}{\text{float}(\text{band2}) + \text{float}(\text{band5})}$
Landsat 8 OLI/ TIRS	$\frac{\text{float}(\text{band3}) - \text{float}(\text{band6})}{\text{float}(\text{band3}) + \text{float}(\text{band6})}$



Hình 3: Kết quả tính toán mNDWI

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

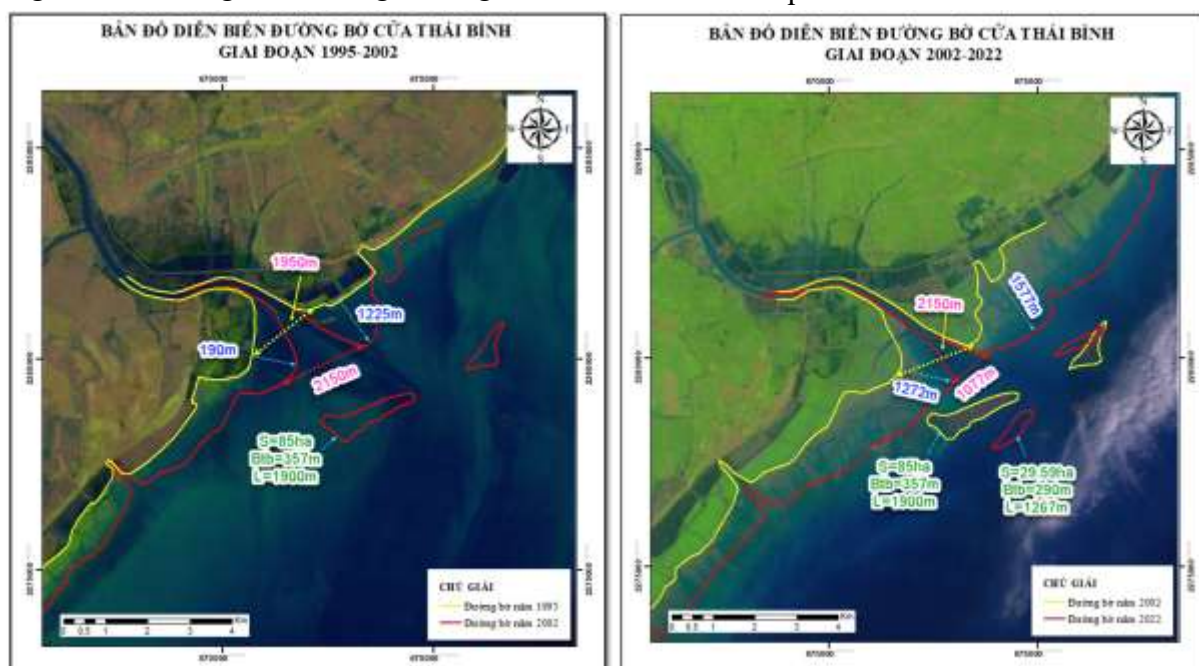
Khu vực nghiên cứu bao gồm 05 cửa sông thuộc tỉnh Thái Bình: cửa sông Thái Bình, cửa sông Diêm Hộ, cửa sông Trà Lý, cửa sông Lân và cửa Ba Lạt. Để phân tích chi tiết, nghiên cứu này thực hiện tính toán, phân tích cho từng cửa sông cụ thể.

3.1. Diễn biến cửa sông Thái Bình

Kết quả giải đoán ảnh viễn thám cho thấy, cửa sông Thái Bình có xu thế mở rộng trong những năm gần đây, đặc biệt sự phát triển của rừng ngập mặn phía Nam cửa thuộc địa phận tỉnh Thái Bình. Giai đoạn 1995-2002: cửa sông có xu thế tiến mạnh ra phía biển. Phía Bắc cửa sông được mở rộng với bề rộng khoảng 1200m

(170m/năm), ở phía Nam bề rộng bồi nhỏ hơn 190m (tốc độ bồi 27m/năm).

Giai đoạn 2002-2022: giai đoạn này rừng ngập mặn phát triển mạnh ra phía ngoài và kéo dài lên phía Bắc và Nam cửa. Chiều rộng bồi lớn nhất khoảng 1500m (độ bồi 75m/năm) (Hình 4). Tại cửa Nam, cửa sông được bồi tụ với chiều rộng 1200m tương đương với tốc độ bồi 60/năm. Cửa sông Thái Bình có bề rộng nhỏ, dòng chảy từ sông ra không lớn, do đó bùn cát từ sông ra gặp ảnh hưởng của dòng ven bờ nhỏ dọc ven biển Hải Phòng- Thái Bình đã tạo điều kiện cho sự lắng đọng, bồi lắng vùng cửa sông. Đây cũng chính là nguyên nhân cho thấy cửa sông duy trì bồi ổn định trong nhiều năm qua.



Hình 4: Diễn biến cửa sông Thái Bình

3.2. Diễn biến cửa sông Diêm Hộ và cửa sông Lân

Cửa sông Diêm Hộ và cửa sông Lân là hai cửa sông đã ngừng hoạt động do tác động của thiên nhiên và con người. Tuy nhiên các cửa sông này vẫn được bồi tụ qua từng giai đoạn [3].

Giai đoạn 1995-2002: bãi bồi rừng ngập mặn phía Bắc cửa có xu thế phát triển về phía Nam, bề rộng cửa sông Diêm Hộ bị thu hẹp còn khoảng gần 300m, chiều rộng bồi lớn nhất khoảng 980m (tốc độ bồi 140m/năm). Tại bờ trái cửa sông Lân giai đoạn này có hiện tượng

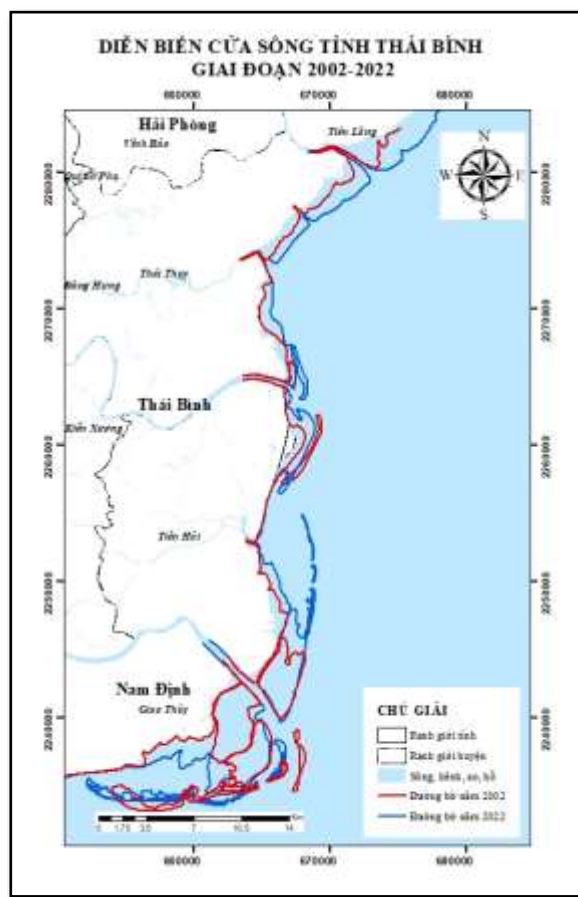
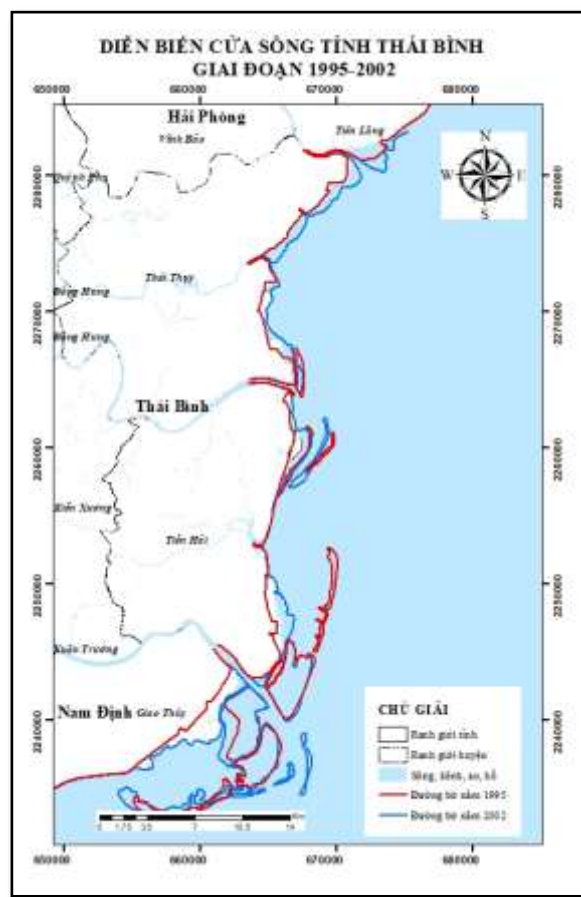
xói lở nhưng không đáng kể. (Hình 5). Kết quả này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Mạnh Hùng, 2010 [7].

Giai đoạn 2002-2022: cửa sông Diêm Hộ tiếp tục được bồi tụ với chiều dài bồi lớn nhất khoảng 675m (tốc độ bồi 33m/năm, Bảng 3)

và cửa sông được mở rộng chỗ lớn nhất lên đến 1200m. Giống với giai đoạn trước, cửa sông Lân biến động không đáng kể, biến động mạnh nhất là sự dịch chuyển của các doi cát phía trước cửa sông với xu hướng phát triển về phía bờ.

Bảng 3: Tổng hợp biến động các cửa sông

STT	Cửa sông	Giai đoạn 1995-2002				Giai đoạn 2002-2022			
		Phía Bắc		Phía Nam		Phía Bắc		Phía Nam	
		Chiều rộng bồi (m)	Tốc độ bồi trung bình (m/năm)	Chiều rộng bồi (m)	Tốc độ bồi trung bình (m/năm)	Chiều rộng bồi (m)	Tốc độ bồi trung bình (m/năm)	Chiều rộng bồi (m)	Tốc độ bồi trung bình (m/năm)
1	Cửa Thái Bình	1200	171	190	27	1500	75	1200	60
2	Cửa Diêm Hộ	980	140	180	26	675	34	70	3.5
3	Cửa Trà Lý	887	127	522	75			457	23
4	Cửa Lân			20	3	60	3	155	7.75



Hình 5: Diễn biến cửa sông tỉnh Thái Bình qua các giai đoạn

3.3. Diễn biến cửa sông Trà Lý

Giai đoạn 1995-2002: ở phía Bắc cửa sông biến động không đáng kể. Phía bờ Nam các doi cát có xu thế bị tiến dần vào phía bờ và kéo dài ra (6200m) so với đầu giai đoạn. Giai đoạn 2002-2022: tại phía Bắc cửa sông hình thành doi cát phát triển kéo dài về phía Nam nên bề rộng cửa sông bị thu hẹp còn khoảng 770m tại vị trí lớn nhất (Hình 6). Phía Nam cửa sông doi cát hình thành năm 2002 bị mất dần và thay vào đó là đường bờ được bồi tụ ra phía biển với chiều rộng từ 360m đến 980m (tốc độ bồi trung là 33m/năm).

Cửa Trà Lý đổ ra biển theo hướng Tây Bắc-Đông Nam. So với các cửa sông khác của tỉnh Thái Bình, tốc độ dòng chảy sông ở đây khá mạnh, vào lúc triều rút đạt tới 1,2m/s. Lượng bùn cát sông đổ ra biển hàng năm đạt khoảng 9

triệu tấn/năm. Cửa sông bị ảnh hưởng mạnh mẽ của sóng Đông Bắc vào mùa đông và sóng Đông Nam, Đông vào mùa hè. Quá trình thành tạo đảo chắn trước cửa sông khá điển hình (cồn Đen) và hiện tượng tích tụ nổi đảo cũng khá rõ nét làm cho lòng dẫn cửa sông có dạng uốn khúc và phân lưu dòng chảy theo từng giai đoạn khá đặc biệt [4], cộng với sự tồn tại của các bar bờ, cồn cát cửa sông, bãi cát ven bờ, doi cát và bãi ngầm trước cửa sông... đã cho thấy bức tranh động lực phát triển của cửa sông Trà Lý. Thành tạo cồn cát cửa sông phát triển thành đảo chắn phân dòng, dưới ảnh hưởng của dòng bồi tích ven bờ kết hợp với hình thái đường bờ tạo nên hiện tượng lấp dòng (lấp dần cửa) theo dạng nổi đảo làm cho lòng dẫn cửa sông luôn bị uốn khúc có hướng Đông Bắc chuyển sang Đông Nam rồi lại lên Đông Bắc.



Hình 6: Diễn biến cửa sông Trà Lý

3.4. Diễn biến cửa Ba Lạt

Ba Lạt là cửa chính của sông Hồng, là cửa thoát lũ lớn nhất của Đồng bằng Bắc bộ, vậy nên quá trình diễn biến hình thái của cửa Ba Lạt cũng phức tạp hơn các cửa còn lại. Đường bờ cửa sông Ba Lạt có thay đổi lớn và được hình thành qua nhiều giai đoạn khác nhau. Giai đoạn từ 1995 đến 2022 là giai đoạn biến động mạnh của các doi cát, cồn cát phía bên ngoài, bao bọc hệ thống ao đầm, rừng ngập mặn phía trong.

Giai đoạn 1995-2002: cửa Ba Lạt được bồi tụ nhiều hơn, đặc biệt với sự phát triển rừng ngập mặn phía bắc Cồn Vành và phía nam Cồn Ngạn. Đây cũng là giai đoạn các cồn cát ngầm hình thành từ giai đoạn trước đã phát triển rộng hơn và nổi cao khỏi mặt nước, tạo thành vành đai bồi tụ mới phía đông Cồn Lu (Hình 5), tại khu vực huyện Tiên Hải, cửa sông được bồi với chiều rộng 635m (tốc độ 91m/năm),

huyện Giao Thủy cửa sông được bồi với chiều rộng 2075m (tốc độ bồi 296m/năm).

Giai đoạn 2002-2022: bên bờ Bắc (Thái Bình) doi các dịch chuyển lên phía cửa Lân với chiều dài gần 5000m tương đương với độ kéo dài 238m/năm. Bên bờ nam (Nam Định) doi cát có xu hướng phát triển vào phía đường bờ chỉ cách đường bờ hơn 400m. Doi cát ngay đầu cửa sông được phát triển với diện tích 104,46ha, bề rộng trung bình khoảng 245m và chiều dài doi cát là 3707m. Với sự dịch chuyển các doi các hai phía cửa sông đã tạo ra những vùng bồi tụ- xói lở tạm thời, nằm xen kẽ nhau ở khu vực cửa Ba Lạt. Tại huyện Tiên Hải, chiều rộng bồi chỉ khoảng 20m (tốc độ bồi 1m/năm), huyện Giao Thủy cửa sông xảy hiện tượng bồi xói xen kẽ với chiều rộng 575m (tốc độ khoảng 29m/năm) và chiều rộng xói là 360m (tốc độ 18m/năm).

Bảng 4: Tổng hợp biến động cửa sông Ba Lạt theo giai đoạn

Khu vực	Chiều rộng bồi (m)	Tốc độ bồi trung bình (m/năm)	Chiều rộng xói (m)	Tốc độ xói trung bình (m/năm)
Giai đoạn 1995-2002				
Tiên Hải	635	91		
Giao Thủy	2075	296		
Giai đoạn 2002-2022				
Tiên Hải	20	1		
Giao Thủy	575	29	360	18

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã thực hiện nghiên cứu diễn biến các cửa sông tỉnh Thái Bình trên cơ sở phân tích giải đoán ảnh viễn thám. Kết quả cho thấy, trong giai đoạn 1995-2022, các cửa sông đều diễn ra quá trình bồi tụ mạnh mẽ, tốc độ bồi tụ dao động từ 27m/năm đến 170m/năm. Các cồn cát, bar ngầm có xu thế phát triển mạnh ở các cửa sông như Thái Bình, Trà Lý. Khi các bãi bồi hình thành dải rừng ngập mặn phát triển ổn định, sự hình

thành và phát triển các cồn cát đã thành tạo dân và nổi lên tạo các cồn như hiện nay: cồn Đen, cồn Vành...

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này thực hiện với sự hỗ trợ tài liệu của đề tài “*Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất giải pháp công nghệ thủy lợi-lâm nghiệp kết hợp phục hồi và phát triển rừng ngập mặn tại Khu dự trữ sinh quyển sông Hồng*” mã số ĐTĐL.CN 16/22 do Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình- Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. Xu, “Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery,” *Int. J. Remote Sens.*, vol. 27, no. 14, pp. 3025–3033, 2006.
- [2] Hoa Mạnh Hùng, Nguyễn Văn Cư, Nguyễn Hoàn, “Động lực phát triển bờ biển Thái Bình,” *Tuyển tập các công trình nghiên cứu địa lý*. NXB KHK, pp. 77-86, 1994.
- [3] Nguyễn Đức Cự và nnk, “Tác động của hồ chứa thượng nguồn đến bồi tụ và xói lở các vùng cửa sông ven bờ Bắc Bộ,” *Tuyển tập HN KH&CN Biển Toàn quốc lần V, Tiểu Ban 2 (Địa lý, Địa chất và ĐVL Biển)*, pp. 450-458, 2011.
- [4] Nguyễn Văn Cư và nnk, “Điều tra cơ bản tài nguyên môi trường nhằm khai thác sử dụng hợp lý đất hoang hóa và các bãi bồi ven biển cửa sông Việt Nam,” *Báo cáo tổng kết đề án điều tra cơ bản cấp nhà nước*, lưu trữ Viện Địa lý, Hà Nội, 1999.
- [5] Phạm Quang Sơn, “Sử dụng thông tin viễn thám phân giải cao, đa thời gian trong nghiên cứu biến động các vùng cửa sông ven biển Việt Nam (ví dụ, cửa sông vùng ven biển đồng bằng sông Hồng và ven biển đồng bằng sông Cửu Long),” *TT Hội nghị Địa chất biển Toàn quốc lần thứ nhất*, pp. 650-687, 2008.
- [6] Đào Đình Châm, Nguyễn Hoàng Sơn, Nguyễn Thái Sơn, “Ứng dụng công nghệ viễn thám và hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong đánh giá diễn biến bãi bồi vùng ven biển cửa sông Ba Lạt giai đoạn 1965-2015,” *Tạp chí Khoa học-Đại học Huế*, Tập 126, số 7A, pp.15-24, 2017.
- [7] Nguyễn Mạnh Hùng, “Biến động bờ biển và cửa sông Việt Nam”, Hà Nội, 2010.
- [8] Zhao, B., Guo, H., Yan, Y., Wang, Q., Li, B. “A simple waterline approach for tideland using multi-temporal satellite images: A case study in the Yangtze Delta.” *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 77, 134-142, 2007.