

BIẾN ĐỘNG ĐƯỜNG BỜ KHU VỰC CỬA SÔNG ĐÀ RẰNG (PHÚ YÊN) TỪ NGUỒN DỮ LIỆU ẢNH VIỄN THÁM ĐA THỜI GIAN

Nguyễn Hữu Huân^{1,2,*}, Tống Phước Hoàng Sơn¹

¹*Viện Hải dương học, ²Học viện Khoa học và Công nghệ*

Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài: 25/8/2020; Ngày nhận đăng: 16/12/2020

Tóm tắt

Biến động đường bờ khu vực cửa sông Đà Rằng từ năm 2004 đến 2019 đã được đánh giá chi tiết thông qua kỹ thuật chiết xuất đường bờ dựa trên 2 chỉ số: chỉ số AWEI (Automatic Water Extract Index) và NDWI (Normalization Differentiation Water Index) từ nguồn dữ liệu viễn thám đa thời gian (ASTER, Landsat 5-TM, Rapid-Eye, Formosat 2 và SPOT 5) và kỹ thuật tính toán thay đổi đường bờ DSAS (Digital Shoreline Analysis System). Theo đó, xu thế bồi tụ hai bên cửa sông vào thời kỳ gió mùa Tây Nam và xói lở vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc đã được phát hiện. Ngoài ra, lòng sông phía bên trong cửa Đà Rằng có xu hướng lệch về phía Bắc. Thời gian gần đây, lòng sông được mở rộng đáng kể, một số cồn cát gần như biến mất hoàn toàn.

Từ khóa: *Biến động đường bờ, Landsat TM, Sentinel-2-MSI, RapidEye-5, sông Đà Rằng*

1. Đặt vấn đề

Khu vực cửa sông là nơi đường bờ biến đổi nhanh dưới tác động của các quá trình tự nhiên (hoạt động tân kiến tạo, mực nước biển dâng, thay đổi lượng mưa, ...) cũng như hoạt động của con người (đập thủy điện, thủy lợi, nuôi trồng thủy sản, khai thác cát,...). Là con sông lớn nhất miền Trung, do chịu sự chi phối của nhiều yếu tố, đặc biệt là các hoạt động kinh tế đang thay đổi nhanh nên đã tác động đáng kể đến quá trình xói lở/bồi tụ khu vực cửa sông Đà Rằng. Việc bồi lấp cửa sông và luồng lạch khu vực này gây nên thiệt hại nghiêm trọng cho các ngành kinh tế liên quan, nhất là thủy sản ở địa phương và thực tế này cũng đã được xác nhận (Bùi Hồng Long, 2010; Nguyễn Tiền Giang, 2019;...). Những nghiên cứu về diễn biến xói lở/bồi tụ bờ sông, bờ biển khu vực cửa sông Đà Rằng theo cả không gian và

thời gian để có những ứng phó hợp lý trong quá trình khai thác khu vực này để phát triển kinh tế - xã hội cũng như chủ động giảm thiểu thiệt hại do chúng gây ra là hết sức cần thiết. Từ kết quả giải đoán đường bờ sông và bờ biển dựa trên bộ ảnh viễn thám đa thời gian, bài báo này đánh giá diễn biến xói lở/bồi tụ bờ sông và bờ biển khu vực cửa sông Đà Rằng nhằm cung cấp cơ sở khoa học phục vụ cho việc quản lý và khai thác khu vực phát triển kinh tế - xã hội.

2. Khu vực và tài liệu nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Cửa sông Đà Rằng (thành phố Tuy Hòa, tỉnh Phú Yên), là cửa sông chính của hệ thống sông Ba - một trong những hệ thống sông lớn nhất vùng Nam Trung bộ, với diện tích lưu vực khoảng 13.900 km². Dòng chính sông Ba dài khoảng 380 km, bắt nguồn từ đỉnh núi Ngọc Rô cao 1240 m và chảy qua 4 tỉnh: Gia Lai, Đaklak, Kon Tum và Phú Yên. Ở thượng nguồn, lòng sông hẹp, nhưng bắt

* Email: nghhuan@gmail.com

[illegible]

Hình 1. Sơ đồ vùng nghiên cứu

2.2.1. Tư liệu ảnh viễn thám nghiên cứu diễn biến xói lở bờ biển

Biến động đường bờ biển vùng cửa sông Đà Rằng được phân tích thông qua kỹ thuật chiết xuất đường bờ và hệ thống phân tích đường bờ kỹ thuật số - Digital Shoreline Analysis System – DSAS, dựa trên bộ ảnh viễn thám đa thời gian. Các cảnh ảnh ASTER được sử dụng để chen dày loạt ảnh Landsat 5-TM còn thiếu trong phân tích biến động đường bờ biển giai đoạn 2004 - 2006. Các cảnh ảnh ASTER sẽ được nắn chỉnh hình học lại (resampling) về cùng độ phân giải của ảnh Landsat 5-TM (30m) và cùng tọa độ, chồng khớp các điểm ảnh (pixel) của bộ ảnh Landsat 5-TM trước khi phân tích biến động đường bờ biển. Bộ ảnh viễn thám dùng phân tích biến động đường bờ theo mùa vào các thời kỳ được chỉ ra ở bảng 1; bộ ảnh dùng để đánh giá biến động chu kỳ dài (thời kỳ 2005 – 2019) ở bảng 2.

Bảng 1. Bộ ảnh sử dụng đánh giá chi tiết biến động đường bờ các thời kỳ khác nhau

Loại ảnh	Số hiệu mảnh	Ngày chụp	Loại ảnh	Số hiệu mảnh	Ngày chụp
ASTER	123051	25/04/2004	Landsat 5-TM	123051	16/02/2011
ASTER	123051	31/08/2004	Landsat 5-TM	123051	26/07/2011
Landsat 5-TM	123051	31/01/2005	Landsat 5-TM	123051	30/10/2011
Landsat 5-TM	123051	23/06/2005	Sentinel 2-MSI	49PCQ	13/04/2016
Landsat 5-TM	123051	26/08/2005	Sentinel 2-MSI	49PCQ	25/08/2016
Landsat 5-TM	123051	23/04/2006	Sentinel 2-MSI	49PCQ	09/03/2017
Landsat 5-TM	123051	03/03/2009	Sentinel 2-MSI	49PCQ	07/07/2017
Landsat 5-TM	123051	07/07/2009	Sentinel 2-MSI	49PCQ	14/12/2017
Landsat 5-TM	123051	31/01/2010	Sentinel 2-MSI	49PCQ	04/03/2018
Landsat 5-TM	123051	13/03/2010	Sentinel 2-MSI	49PCQ	01/08/2018
Landsat 5-TM	123051	07/07/2010	Sentinel 2-MSI	49PCQ	13/04/2019
Landsat 5-TM	123051	25/09/2010			

Bảng 2. Bộ ảnh sử dụng đánh giá biến động đường bờ biển chu kỳ dài (thời kỳ 2005-2019)

Loại ảnh	Số hiệu mảnh	Ngày chụp	Loại ảnh	Số hiệu mảnh	Ngày chụp
Landsat 5-TM	123051	30/01/2005	Landsat 5-TM	123051	07/07/2010

Landsat 5-TM	123051	26/08/2005	Landsat 8-OLI	123051	10/03/2019
Landsat 5-TM	123051	31/01/2010	Landsat 8-OLI	123051	17/08/2019

2.2.2. Tư liệu ảnh viễn thám nghiên cứu diễn biến xói lở bờ sông

Biến động bờ sông và hình thái lòng sông trong vòng 15 năm (2004-2018), được phân tích thông qua các ảnh viễn thám độ phân giải cao (bảng 3). Các ảnh Formosat 2, Rapid-Eye được nắn chỉnh hình học lại

(resampling) về cùng độ phân giải ảnh tham chiếu - ảnh SPOT5 (30m), về cùng tọa độ, hoàn toàn khớp các điểm ảnh (pixel) của ảnh tham chiếu SPOT 5 trước khi phân tích biến động đường bờ sông và biến động trục lòng sông (Mills, J. P., 2005).

Bảng 3. Bộ ảnh sử dụng đánh giá chi tiết biến động đường bờ sông

Loại ảnh	Độ phân giải (m)	Số hiệu mảnh	Ngày chụp	Mục đích sử dụng
SPOT5	10	280324	11/03/2004	Tham chiếu biến động
Formosat 2	8	504221	29/05/2008	Biến động đường bờ sông
Rapid-Eye	5	4945107	31/01/2010	
Rapid-Eye	5	4945107	07/03/2012	
Rapid-Eye	5	4945107	08/03/2014	
Rapid-Eye	5	4945107	16/04/2016	
Rapid-Eye	5	4945107	22/04/2018	

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Kỹ thuật chiết xuất đường bờ

3.1.1. Chỉ số AWEI (Automatic Water Extract Index)

Chỉ số AWEI cho phép tách chiết hiệu quả các pixel không phải nước, bao gồm bề mặt các công trình xây dựng tối màu trên nền đô thị (Feyisa, G.L. et al., 2014).

$$AWEI = 4 * (Green - SWIR_2) - (0.25 * NIR + 2.75 * SWIR_1) \quad (1)$$

Trong đó: Green là băng xanh lục, SWIR₁ và SWIR₂ là băng hồng ngoại sóng ngắn, và NIR là băng hồng ngoại gần.

Hiệu chỉnh bức xạ: là phép chuyển ảnh từ giá trị thô (DN-Digital number) sang bức xạ phổ:

$$L_{\lambda} = offset + Gain(DN) \quad (2)$$

Chuyển đổi ảnh từ bức xạ phổ sang phản xạ từng băng phổ ở tầng trên cùng (đỉnh) khí quyển:

$$\rho_i = \frac{\pi \cdot Li \cdot d^2}{ESUN \cdot \cos(SZ)} \quad (3)$$

Hiệu chỉnh khí quyển bằng phương pháp loại trừ điểm đen (DOS - Dark Object Subtract). Tính chỉ số AWEI với phổ các băng là phản xạ bề mặt nước đã loại trừ nhiễu ảnh hưởng khí quyển bằng phương pháp loại trừ điểm đen.

Đường bờ - ranh giới đất và nước được xử lý thủ công để phân loại ảnh thành hai lớp, đất và nước. Các bản đồ tham chiếu về đường bờ biển được tạo ra thông qua kỹ thuật giải đoán bằng mắt - số hóa màn hình (screening digitize) trên các ảnh đơn sắc của băng cận hồng ngoại (băng NIR) từ ảnh Landsat 5-TM, ASTER, và Sentinel 2-MSI (Sun F. et al., 2012). Cuối cùng, ngưỡng đất và nước theo từng loại ảnh được xác định theo kỹ thuật “Thử nghiệm- đúng sai” (“trial - error”) (Komeil R. et al., 2014) bằng hàng loạt phép thử để tìm ra sai số nhỏ nhất cho

phép thử với trị số ngưỡng $AWEI_{Thr}$ thích hợp nhất thông qua so sánh với các đường bờ biển tham chiếu từ giải đoán bằng mắt. Theo đó, các giá trị ngưỡng: $AWEI_{Thr_ASTER} = -0,50$; $AWEI_{Thr_LT5} = -0,35$; $AWEI_{Thr_LC8} = -0,30$ và $AWEI_{Thr_SEN2} = -0,35$ được lựa chọn để chiết tách đường bờ biển ở vùng cửa sông Đà Rằng.

3.1.2. Chỉ số NDWI (Normalization Differentiation Water Index)

Đối với các ảnh đa phổ thiếu băng hồng ngoại giữa (MIR) và hồng ngoại sóng ngắn (SWIR) như: ảnh SPOT5, Formosat-2, Rapid-Eye ... thì chỉ số NDWI được sử dụng để chiết xuất đường mép nước - đường bờ sông (McFeeters S.K., 1996). Quy trình tương tự như trên ở bước tiền xử lý ảnh từ ảnh thô DN, sau đó được hiệu chỉnh bức xạ, tiếp đến hiệu chỉnh về phản xạ ở đỉnh khí quyển (RefTOA), sau đó hiệu chỉnh khí quyển bằng loại trừ điểm đen (DOS) trước khi áp dụng công thức tính chỉ số NDWI. Chỉ số NDWI được viết tổng quát như sau:

$$NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR) \quad (4)$$

Trong đó, Green là băng xanh lục, và NIR là băng hồng ngoại gần. Trị số ngưỡng đất và nước xác định đường bờ sông cho các loại ảnh SPOT5, Formosat 2, Rapid-Eye cũng được xác định thông qua kỹ thuật “Thử nghiệm - đúng sai” (“trial - error”) (Komeil, R. et al., 2014) bằng so sánh với các đường bờ sông tham chiếu của từng loại ảnh tương ứng từ giải đoán bằng mắt. Phân tích “thử nghiệm – đúng sai” cho phép xác định các giá trị ngưỡng $AWEI_{Thr_SPOT5} = + 0,47$, $AWEI_{Thr_Formosat2} = + 0,30$ và $AWEI_{Thr_Rapid_Eye} = + 0,50$ được dùng để chiết tách đường bờ sông và trục lòng sông ở vùng cửa sông Đà Rằng.

3.2. Phân tích biến động đường bờ

Kỹ thuật DSAS (Digital Shoreline Analysis System) được phát triển bởi Hiệp hội khảo sát địa chất Mỹ (USGS) để đánh giá dịch chuyển đường bờ theo hàng loạt các mặt cắt thẳng góc bờ (Thieler, E. R. et al., 2009). Trong nghiên cứu này, DSAS chạy trên nền WEB được áp dụng để đánh giá biến động đường bờ. Đường cơ sở, đường bờ vào các thời kỳ khác nhau của đoạn bờ phía Bắc cửa (A-A') và phía Nam cửa (B-B') là các thông số đầu vào để đánh giá chi tiết biến động đường bờ theo các mặt cắt vuông góc với bờ. Cơ sở để đánh giá chi tiết biến động đường bờ bằng DSAS là 76 mặt cắt ngang của đoạn bờ 7,6 km phía Bắc cửa (A-A') và 95 mặt cắt ngang của đoạn bờ 9,5 km ở phía Nam cửa (hình 1). Ở phần trong sông, biến động bờ sông và trục lòng sông được phân tích chi tiết thông qua so sánh hàng loạt ảnh chiết xuất bờ và trục lòng sông theo thời gian với ảnh 2004 được chọn làm tham chiếu để chồng lớp và so sánh theo các năm khác (nghĩa là 2004 - 2008, 2004 - 2010, 2004 - 2012, 2004 - 2014, 2004 - 2016, 2004 - 2018).

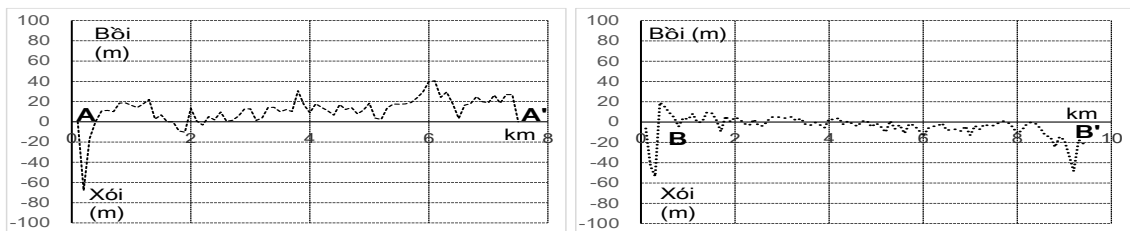
4. Kết quả và thảo luận

4.1. Biến động đường bờ biển theo mùa

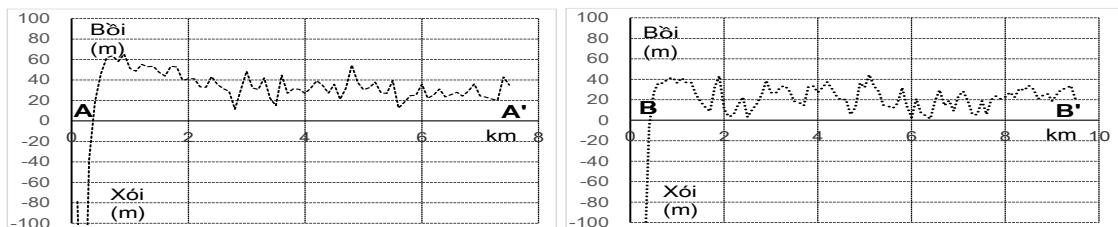
4.1.1. Mùa gió Tây Nam

4.1.1.1. Giai đoạn: 2004 – 2006

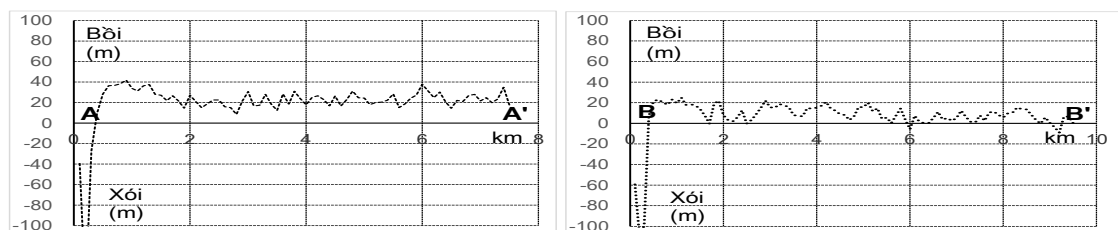
Kết quả phân tích biến động đường bờ biển, giai đoạn 2004 - 2006, với 2 thời kỳ chịu tác động chủ yếu của gió mùa Tây Nam thể hiện trên hình 2a và 2b. Nhìn chung, tổng hợp cả hai thời kỳ cho thấy: quá trình bồi xảy ra cả hai khu vực, với mức độ bồi tụ ở phía Bắc trung bình khoảng: +24,07m, còn ở phía Nam bồi ít hơn, với mức trung bình khoảng: +9,70 m (hình 2c).



Hình 2a. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Nẵng, từ 25/04/2004 đến 31/08/2004



Hình 2b. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Nẵng, từ 30/01/2005 đến 23/06/2005

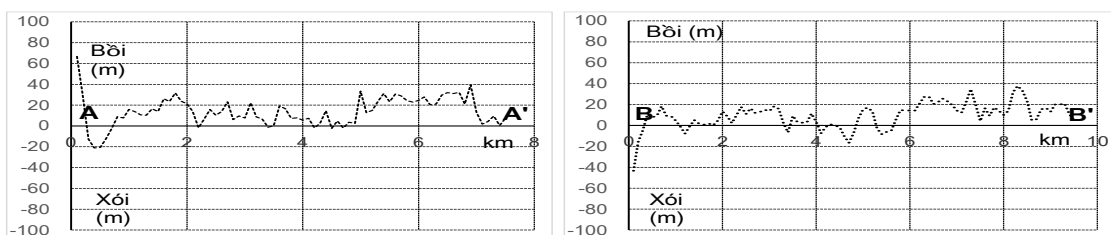


Hình 2c. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Nẵng, mùa gió Tây Nam (2004 – 2006)

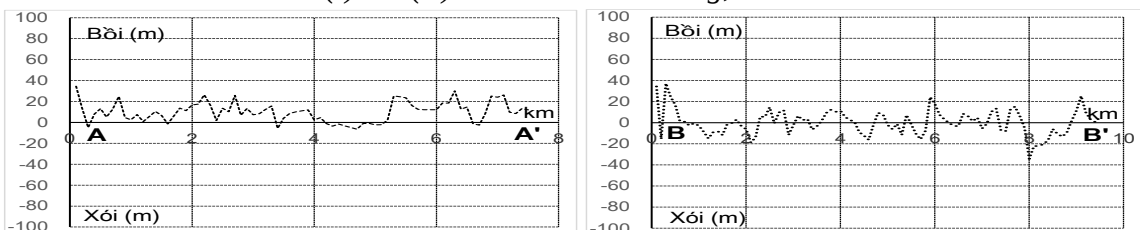
4.1.1.2. Giai đoạn 2009 – 2011

Trong giai đoạn này, quá trình bồi là chủ yếu trên cả 2 bờ trong cả 3 trường hợp khảo sát (các hình: 3a-3c). Kết quả tổng hợp cho

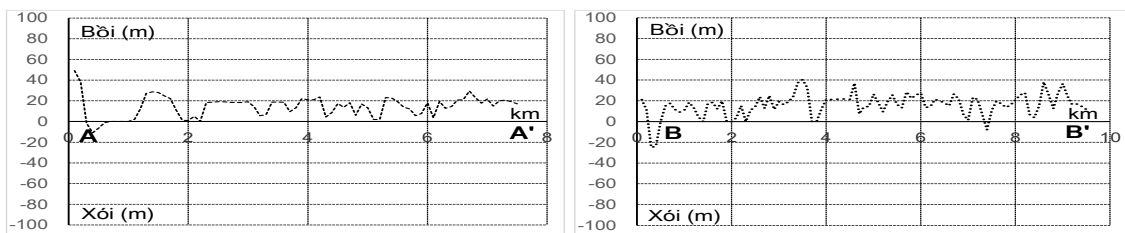
thấy: quá trình bồi xảy ra ở cả hai khu vực, với mức độ bồi ở phía Bắc trung bình khoảng: +12,28m, còn ở phía Nam khoảng: +7,29 m (hình 3d).



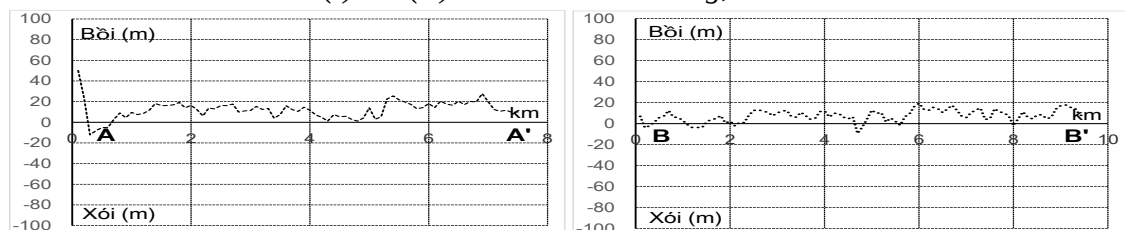
Hình 3a. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Nẵng, từ 03/03/2009 đến 07/07/2009



Hình 3b. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Nẵng, từ 13/03/2010 đến 07/07/2010



Hình 3c. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 16/02/2011 đến 26/07/2011

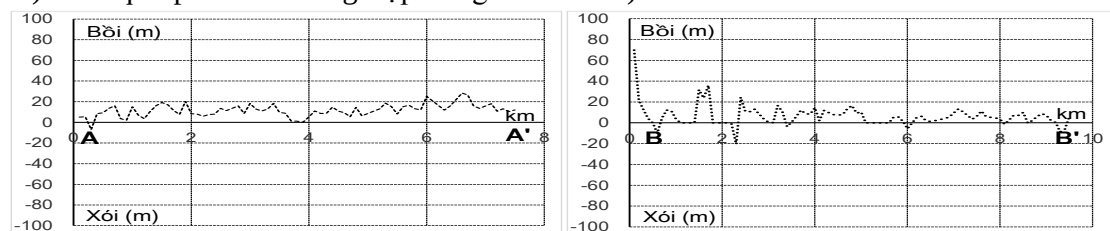


Hình 3d. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, mùa gió Tây Nam (2009 – 2011)

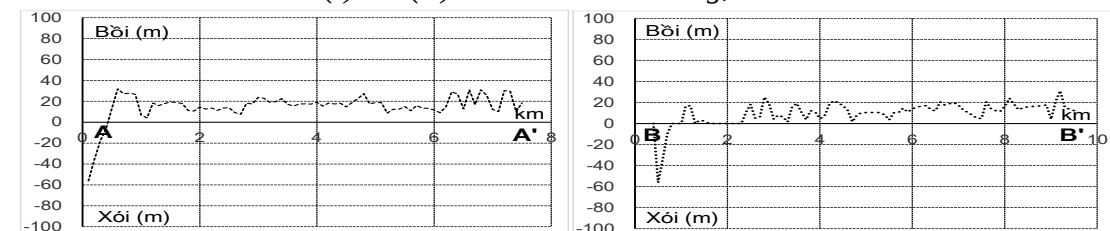
4.1.1.3. Giai đoạn 2016 – 2018

Bồi tụ cũng chiếm ưu thế ở giai đoạn này trong cả 3 trường hợp khảo sát (các hình: 4a-4c). Kết quả phân tích tổng hợp cũng cho

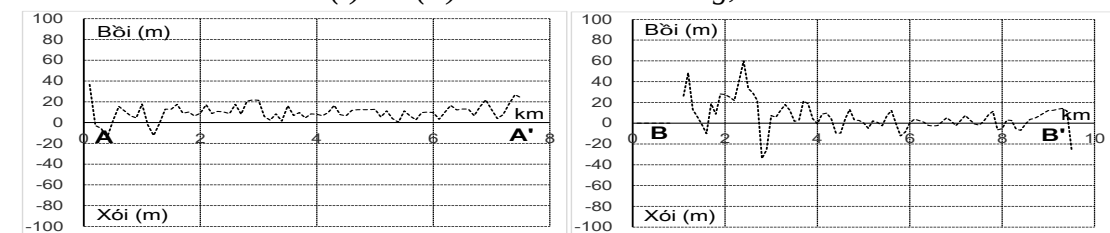
thấy quá trình bồi xảy ra cả hai khu vực, với mức độ bồi tụ ở phía Bắc trung bình khoảng: +16,76 m, và +13,71 m ở phía Nam (hình 4d).



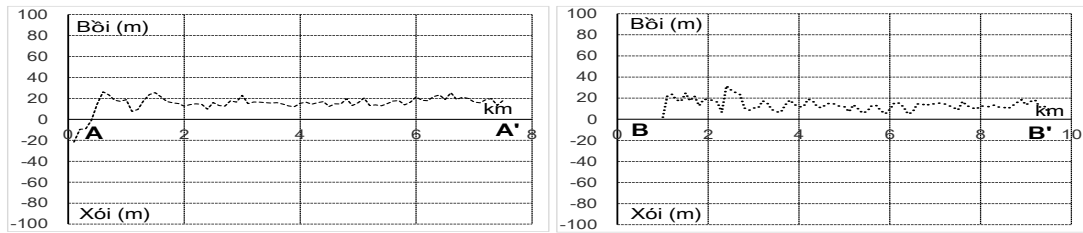
Hình 4a. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 13/04/2016 đến 25/08/2016



Hình 4b. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 09/03/2017 đến 07/07/2017



Hình 4c. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 04/03/2018 đến 01/08/2018



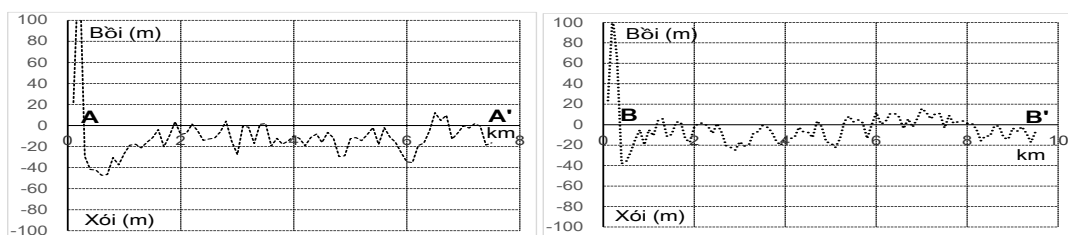
Hình 4d. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Nẵng, mùa gió Tây Nam (2016 – 2018)

4.1.2. Mùa gió Đông Bắc

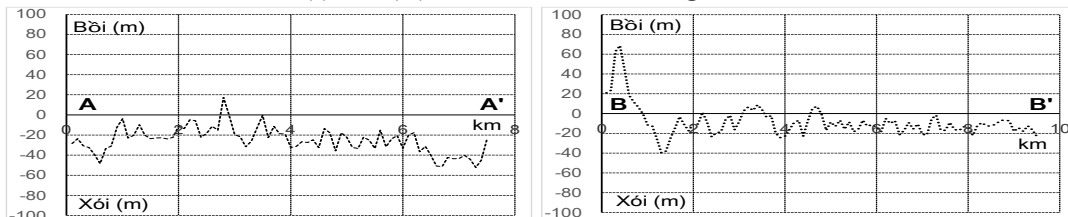
4.1.2.1. Giai đoạn 2004 – 2006

Quá trình xói chiếm ưu thế (các hình: 5a và 5b). Kết quả tổng hợp cả giai đoạn cho

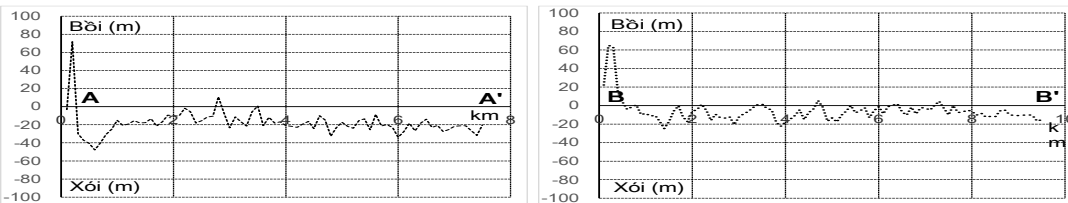
thấy mức xói trung bình khoảng: -19,29m ở đoạn bờ Bắc, và -7,89m ở đoạn bờ Nam (hình 5c).



Hình 5a. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Nẵng, từ 31/08/2004 đến 31/01/2005



Hình 5b. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Nẵng, từ 26/08/2005 đến 23/06/2006

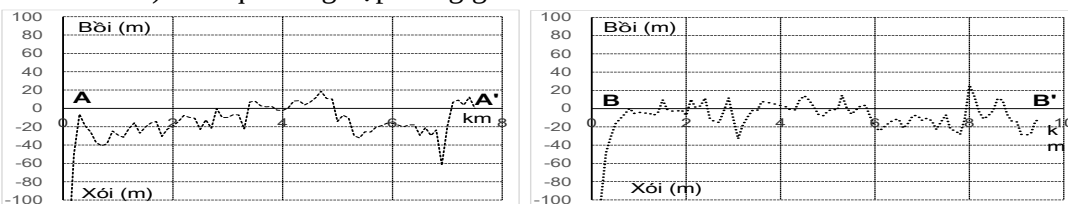


Hình 5c. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Nẵng, mùa gió Đông Bắc (2004 – 2006)

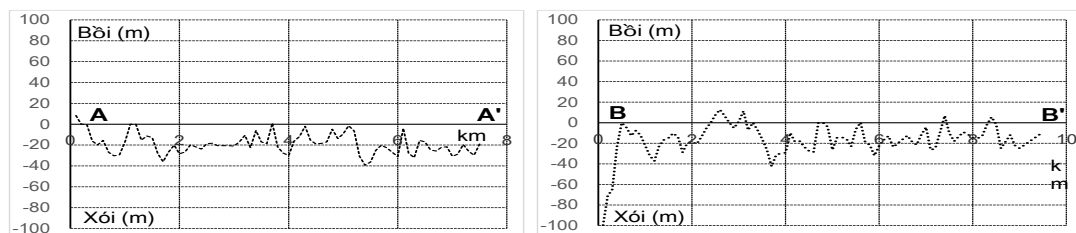
4.1.2.2. Giai đoạn: 2009 - 2011

Quá trình xói cũng xảy ra mạnh gần như trên toàn đoạn bờ phía Bắc và hầu hết đoạn bờ phía Nam trong cả 2 thời kỳ khảo sát (các hình: 6a và 6b). Kết quả tổng hợp trong giai

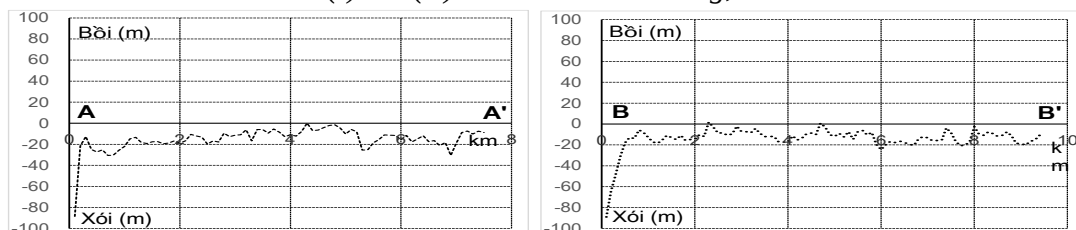
đoạn này cũng cho thấy quá trình xói ưu thế, với mức xói trung bình khoảng: -15,25 m ở đoạn bờ Bắc, và -13,33 m ở đoạn bờ Nam (hình 6c).



Hình 6a. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Nẵng, từ 07/07/2009 đến 31/01/2010



Hình 6b. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 25/09/2010 đến 16/02/2011



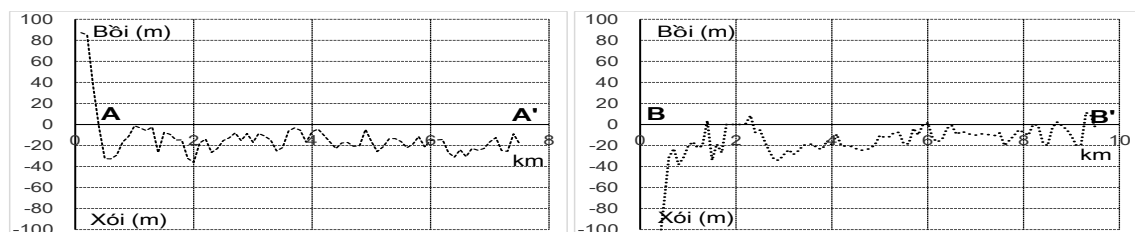
Hình 6c. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, mùa gió Đông Bắc (2009 – 2011)

4.1.2.3. Giai đoạn: 2016 - 2019

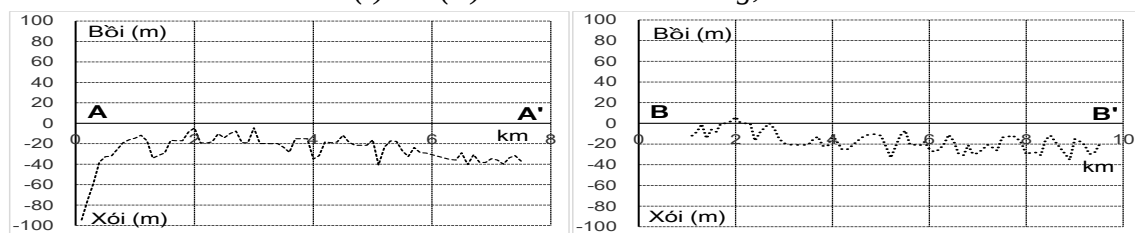
Quá trình xói chiếm ưu thế trên cả 2 bờ trong cả 3 thời kỳ khảo sát (các hình: 7a-7c). Tổng hợp trong cả giai đoạn này thì: mức xói trung bình khoảng: -18,40 m ở phía Bắc, và -14,92 m ở phía Nam (hình 7d).

Như vậy, biến động đường bờ phía ngoài

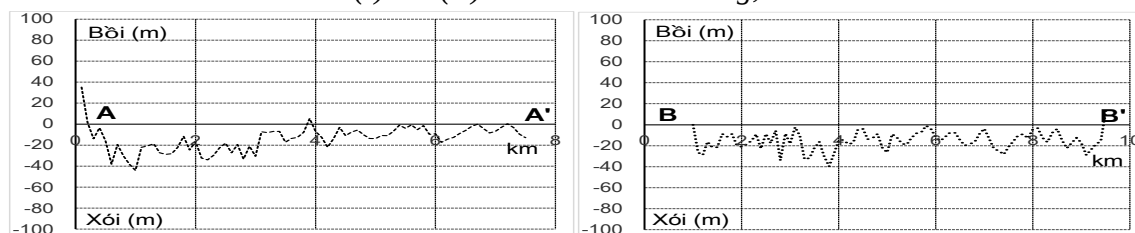
cửa sông xảy ra xen kẽ giữa bồi và xói: quá trình bồi tụ xảy ra vào thời kỳ gió mùa Tây Nam (tháng 4 đến tháng 09 hàng năm); trong khi đó, quá trình xói lở xảy ra vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc (tháng 10 đến tháng 03 năm sau).



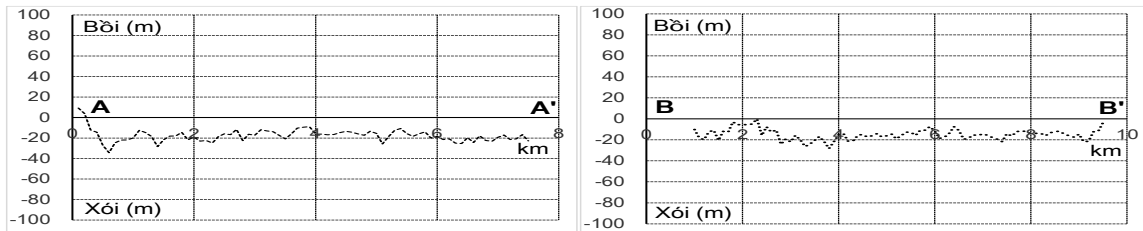
Hình 7a. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 25/08/2016 đến 09/03/2017



Hình 7b. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 07/07/2017 đến 14/12/2017



Hình 7c. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 01/08/2018 đến 13/04/2019



Hình 7.: Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, mùa gió Đông Bắc (2016-2019)

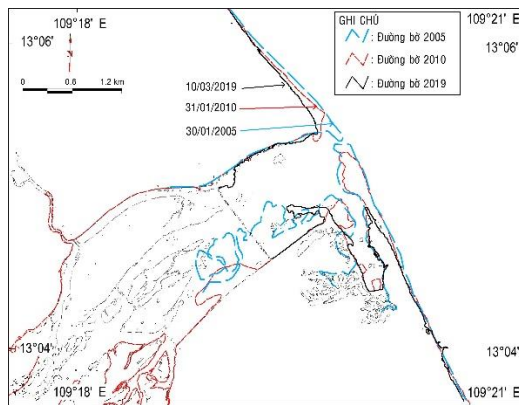
4.2. Biến động đường bờ biển chu kỳ dài

4.2.1. Khu vực bên ngoài cửa sông

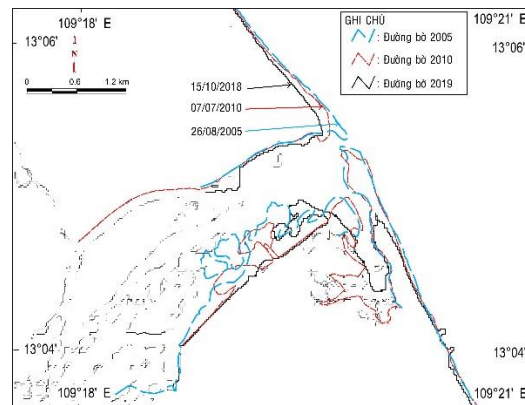
Các phân tích, so sánh biến động đường bờ các thời kỳ: 2005 - 2010 - 2018 trong 2 mùa gió điển hình ở vùng cửa sông Đà Rằng được thể hiện trên hình 8a và 8b. Theo đó, có hiện tượng xói và dịch chuyển về phía đất liền của đường bờ phía ngoài xảy ra từ năm 2005 đến 2010 cũng như từ 2010 đến 2018,

nhưng tốc độ xói không cao.

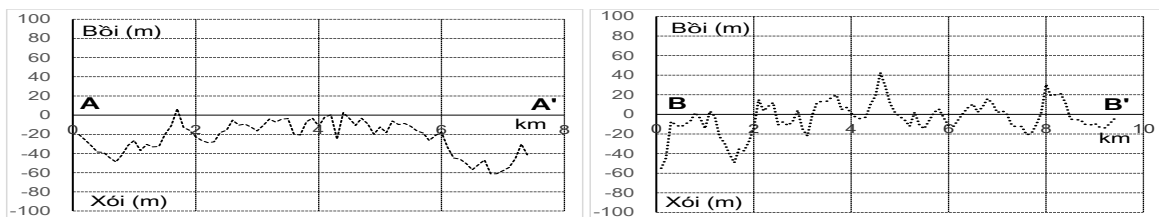
Kết quả ứng dụng kỹ thuật DSAS để đánh giá biến động đường bờ biển chu kỳ dài phía ngoài cửa sông, thời kỳ 2005 – 2010 – 2019, dọc theo đoạn bờ AA' và đoạn bờ BB' được thể hiện trên các hình: 9a – 9d. Theo đó, quá trình xói/bồi xảy ra xen kẽ, không thể hiện ưu thế rõ rệt của quá trình xói lở hay bồi tụ.



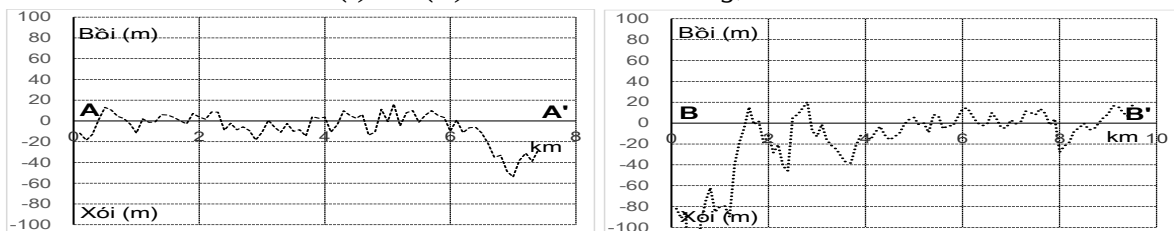
Hình 8a. Biến động đường bờ cửa Đà Rằng vào mùa gió Tây Nam (2005 – 2019)



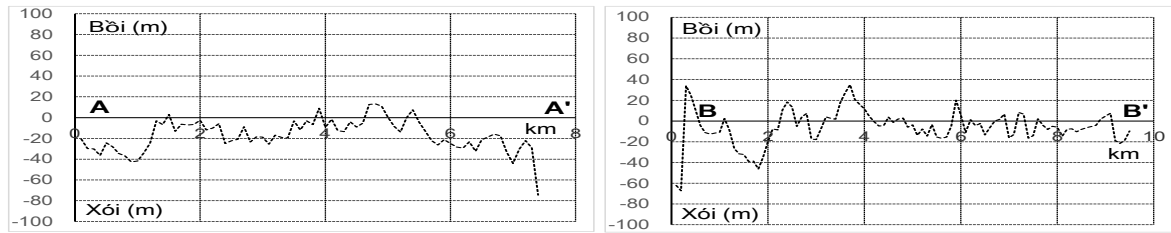
Hình 8b. Biến động đường bờ cửa Đà Rằng vào mùa gió Đông Bắc (2005 – 2019)



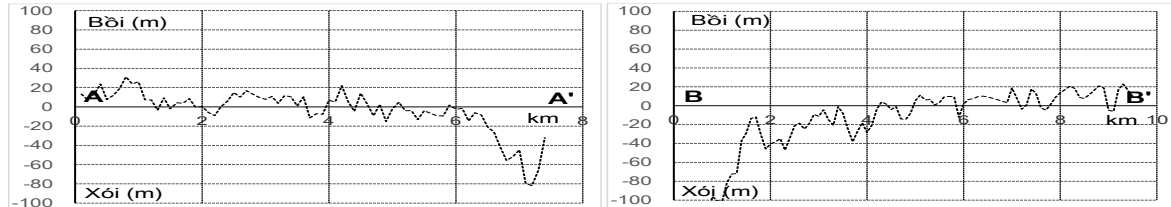
Hình 9a. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 30/01/2005 đến 31/01/2010



Hình 9b. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 31/01/2010 đến 10/03/2019



Hình 9c. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 26/08/2005 đến 07/07/2010



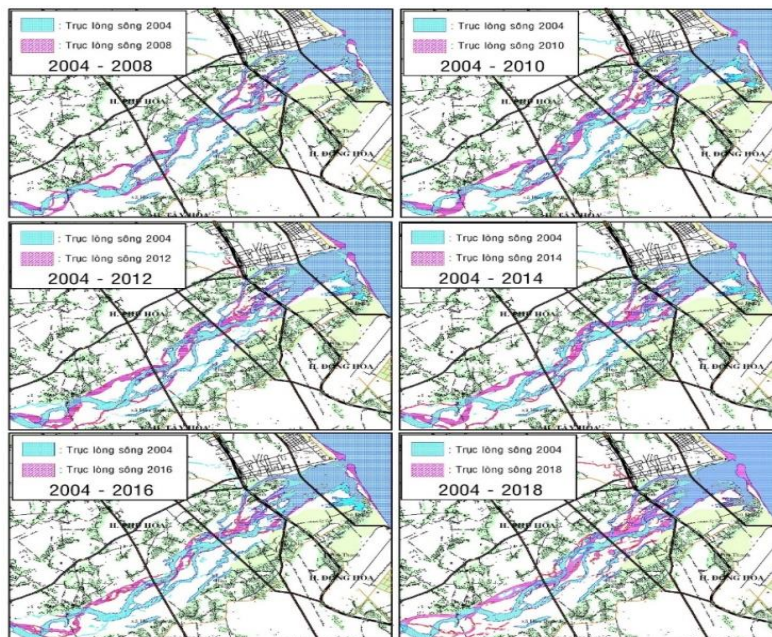
Hình 9d. Diễn biến xói (-)/bồi (+) bờ biển cửa Đà Rằng, từ 07/07/2010 đến 17/08/2019

4.2.2. Khu vực bên trong cửa sông

Kết quả phân tích đường bờ sông và trục lòng sông theo các thời kỳ từ năm 2004 đến 2018 được thể hiện trên hình 10. Theo đó: lòng sông bên trong cửa có xu hướng lệch về phía Bắc, độ rộng cửa ngày càng hẹp.

Tuy nhiên, vài năm gần đây, lòng sông được mở rộng đáng kể (năm 2016, mở rộng thêm 500m, năm 2018 mở rộng đến hơn 1km). Ảnh hưởng của các trận lũ lớn trong các năm 2016, 2018 là một trong những nguyên nhân mở rộng lòng sông. Hiện tượng

co hẹp lòng sông tại gần cửa trong năm 2014 tạo các bãi cạn trong sông. Trục lòng sông trước đây uốn lượn về phía bờ Nam, theo thời gian, dòng sông trở nên thẳng hướng hơn, trục lòng sông đang dần giãn thẳng về phía Bắc, các đoạn uốn lượn gần như biến mất. Lòng dẫn trong sông đã có sự thay đổi rõ rệt về hình thái theo thời gian. Sau hơn 10 năm (2008-2018), toàn bộ doi cát dài 1,8km, rộng 450m ở phía Nam cồn Ngọc Lãng (xã Bình Ngọc) gần như biến mất hoàn toàn.



Hình 10. Biến động trục lòng sông vùng hạ lưu theo các thời kỳ (2004 – 2018)

5. Kết luận

Hiện tượng bồi tụ xảy ra ở bờ biển ngoài cửa sông Đà Rằng vào thời kỳ gió mùa Tây Nam và ngược lại xói lở vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc. Biến đổi đường bờ biển khu vực cửa sông Đà Rằng là không lớn, và không thể hiện rõ một xu thế bồi/xói ưu thế.

Trong 15 năm qua, lòng sông gần cửa Đà Rằng có xu hướng lệch về phía Bắc, chiều rộng lòng sông bị co hẹp. Tuy nhiên, thời gian gần đây, dưới tác động bất thường của thiên nhiên và hoạt động của con người (lũ lớn và

khai thác cát), lòng sông khu vực này được mở rộng đáng kể và một số doi cát đã biến mất hoàn toàn.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này thực hiện với sự hỗ trợ của đề tài: “*Nghiên cứu, đánh giá tác động của quá trình biến đổi khí hậu và các hoạt động kinh tế-xã hội đến môi trường lưu vực sông Ba/Đà Rằng bằng công nghệ viễn thám và GIS*”, mã số VT-UT.10/18-20, thuộc Chương trình KH&CN cấp quốc gia về công nghệ vũ trụ giai đoạn 2016-2020□

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bùi Hồng Long. (2010). *Luận chứng khoa học kỹ thuật phục vụ cho quản lý tổng hợp và phát triển bền vững dải ven bờ biển Nam Trung Bộ đáp ứng mục tiêu chiến lược phát triển kinh tế biển*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước, mã số: KC09.24/06-10.
- Feyisa, G.L.; Meilby, H.; Fensholt, R.; Proud, S.R.. (2014). *Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery*. Remote Sens. Environ. 140, 23–35.
- Komeil, R.; Anuar, A.; Ali S. & Sharifeh H.. (2014). *Water Feature Extraction and Change Detection Using Multitemporal Landsat Imagery*. Remote Sensing. 6. 4173-4189.
- McFeeters, S.K. (1996). *The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features*. Int. J. Remote Sens. 17, 1425–1432.
- Mills, J. P.; Buckley, S. J.; Mitchell, H. L.; Clarke, P. J.; Edwards, S. J. (2005). *A geomatics data integration technique for coastal change monitoring*. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 30, issue 6, pp. 651-664.
- Nguyễn Tiên Giang. (2019). *Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất giải pháp ổn định cửa sông Đà Diễn và cửa sông Đà Nông, tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế xã hội*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước. Mã số: ĐTDL.CN.15/15.
- Phạm Thu Hương và Vũ Thanh Ca. (2008). *Phân tích một số đặc trưng động lực ảnh hưởng đến diễn biến hình thái cửa sông Đà Rằng tỉnh Phú Yên*. Tạp chí Thủy lợi và Môi trường. Số 23, 11/ 2008.Tr.:76-86.
- Sun, F.; Sun, W.; Chen, J.; Gong P.. (2012). *Comparison and improvement of methods for identifying waterbodies in remotely sensed imagery*. Int. J. Remote Sens. 33, 6854–6875.
- Thieler, E. R.; Himmelstoss, E. A.; Zichichi, J. L.; Ergul, A. (2009). *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change*. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.
- USGS. (2013). DSASweb: <http://marine.usgs.gov/dsasweb>

The shoreline changes in Da Rang estuary area (Phu Yen) from multi-time remote sensing data

Nguyen Huu Huan^{1,2,*}, Tong Phuoc Hoang Son²

¹*Institute of Oceanography, ²Graduate University of Science & Technology
Vietnam Academy of Science and Technology*

**Email: nghhuan@gmail.com*

Received: August 25, 2020; Accepted: December 16, 2021

Abstract

The shoreline changes in the Da Rang estuary area from 2004 to 2019 were assessed in detail by the technique of shoreline extraction based on two indexes (AWEI - Automatic Water Extract Index and NDWI - Normalization Differentiation Water Index) from multi-time remote sensing data (ASTER, Landsat 5-TM, Rapid-Eye, Formosat 2 and SPOT 5) as well as the technique of calculating shortline changes (DSAS - Digital Shoreline Analysis System). The depositional trend on both sides of the estuary in the Southwest monsoon and the erosion in the Northeast monsoon were identified. In addition, the river-bed inside Da Rang estuary tends to be deviated to the North. In recent years, the river-bed in this area has been remarkably expanded and some of the sand dunes have almost completely disappeared.

Keywords: *Shoreline changes, Landsat TM, Sentinel-2-MSI, RapidEye-5, Da Rang river*