

Phân tích biến động đường bờ sông bằng ảnh Sentinel - 2A và công cụ DSAS

■ **ThS. ĐOÀN THỊ BÍCH NGỌC; ThS. NGUYỄN THỊ HẢI YẾN; ThS. LÊ THÙY LINH**

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT: Ở nghiên cứu này, các thay đổi vị trí đường bờ được tính toán thống kê bằng 3 kỹ thuật khác nhau, đó là: tỷ lệ điểm cuối (EPR), tỷ lệ hồi quy tuyến tính (LRR) và tổng thay đổi đường bờ (CSE). Với 61,76% đường bờ tại khu vực là bồi tụ, 38,24% đường bờ là sạt lở và đã chỉ ra được tại vị trí nào tốc độ bồi tụ và sạt lở là mạnh nhất. Vị trí đường bờ thay đổi lớn nhất đạt khoảng cách 13,5 m. Tốc độ sạt lở lớn nhất đạt 2,49 m/năm, tốc độ bồi tụ lớn nhất đạt 3,4 m/năm, từ đó có thể giúp người dân và chính quyền địa phương có biện pháp ứng phó kịp thời nhất.

TỪ KHÓA: Đường bờ, DSAS, sentinel - 2A.

ABSTRACT: In this study the shoreline location changes are statistically calculated using three different techniques, they are: Endpoint ratio (EPR), Linear Regression Rate (LRR) and Total Shoreline Change (CSE). With 61.76% of the shoreline in the area being accretion, 38.24% of the shoreline were landslides and it was shown at what location the highest rates of deposition and erosion were. The maximum change in shoreline position reached a distance of 13.5 m. The highest rate of landslide was 2.49 m/year, the highest rate of accretion was 3.4 m/year. From there, it can help people and local authorities to have the most timely response.

KEYWORDS: Shoreline, DSAS, Sentinel - 2A.

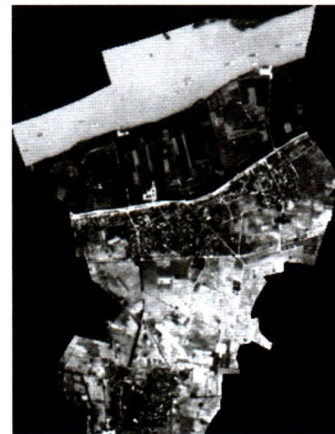
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, công nghệ viễn thám ngày càng phát triển và đóng vai trò quan trọng trong việc theo dõi và phát hiện đầy đủ các biến thể không gian và thời gian của hệ thống sông. Đã có rất nhiều những nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS để nghiên cứu biến động đường bờ trên thế giới và tại Việt Nam do ưu thế đa thời gian và phạm vi rộng như nghiên cứu “Phân tích thay đổi đường bờ cho phần phía Bắc của bờ biển Coromandel” của tác giả N.N.Salghuna và cộng sự (2015). Trong nghiên cứu này, các tác giả đã sử dụng tư liệu ảnh Landsat MSS, TM, ETM và kênh ảnh tỷ lệ để triết tách đường bờ nước, sử dụng phương pháp LRR trong công cụ DSAS để phân tích

thay đổi đường bờ; “Ứng dụng Viễn thám và GIS đánh giá biến động đường bờ sông Tiền và sông Hậu” của tác giả Hồ Nguyễn Như Quỳnh và cộng sự (2018). Trong nghiên cứu này, các tác giả đã dùng phương pháp tỷ lệ kênh ảnh MNDWI để phân loại đường bờ dựa vào ảnh Landsat đa thời gian. Do vậy, trong nghiên cứu này, chúng tôi đã thực hiện sử dụng ảnh Sentinel - 2A và công cụ DSAS được tích hợp trên phần mềm ArcGIS để phân tích biến động đường bờ sông Đuống đoạn thuộc địa phận xã Thái Bảo, huyện Gia Bình, tỉnh Bắc Ninh để có cái nhìn rõ về tình trạng sạt lở - bồi tụ của bờ sông này.

2. MÔ TẢ VÙNG NGHIÊN CỨU

Khu vực nghiên cứu là bờ sông phía Nam thuộc xã Thái Bảo, huyện Gia Bình, tỉnh Bắc Ninh, đây là một đoạn thuộc hạ lưu sông Đuống chảy qua tỉnh Bắc Ninh với chiều dài gần 3 km. Sông Đuống có hàm lượng phù sa cao, vào mùa mưa trung bình cứ 1 m³ nước có 2,8 kg phù sa. Đây là khu vực có khí hậu gió mùa, ẩm nằng, nhiều mưa. Nhiệt độ trung bình hàng năm khoảng 25°C. Lượng mưa bình quân 1.500 mm/năm.

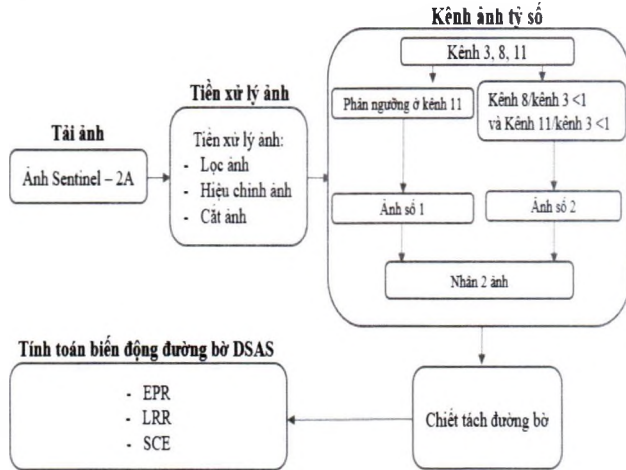


Hình 2.1: Khu vực nghiên cứu

3. DỮ LIỆU NGHIÊN CỨU

Bản đồ hình tỷ lệ 1:25000 huyện Gia Bình. Nguồn dữ liệu ảnh: Nguồn dữ liệu gồm 3 ảnh viễn thám được thu thập tại trang web của Cục Khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS - United States Geological Survey), ảnh ngày 25/12/2015, ảnh ngày 20/12/2017 và ảnh ngày 10/12/2019. Các kênh ảnh sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm 5 kênh đa phổ (kênh 2-BLUE, kênh 3-GREEN, kênh 4-RED, kênh 8-NIR và kênh 11-SWIR1) ngoài kênh 11 có độ phân giải 20 m thì các kênh còn lại đều có độ phân giải 10 m. Các kênh ảnh 8, 11

và 3 được sử dụng để tạo các ảnh tỷ số, kênh 4, 3, 2 được dùng để hiển thị ảnh màu tự nhiên, riêng kênh 11 còn được sử dụng để phân ngưỡng.



Hình 3.1: Sơ đồ các bước phân tích diễn biến đường bờ

4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp cơ bản trong nghiên cứu bao gồm 5 bước: (1) Tải ảnh viễn thám Sentinel - 2A; (2) Tiền xử lý ảnh; (3) Kênh ảnh tỷ số; (4) Chiết tách đường bờ nước; (5) Tính toán biến động đường bờ bằng DSAS. Các bước có thể được mô tả khái quát như sau:

4.1. Tiền xử lý ảnh

Dữ liệu ảnh viễn thám Sentinel - 2A sau khi được tiến hành tiền xử lý bao gồm loại nhiễu dưới ảnh hưởng của sương mù, khí quyển và điều kiện chiếu sáng, nắn chỉnh hình học; cắt ảnh theo khu vực nghiên cứu trên phần mềm Envi 5.3.

4.2. Lập kênh ảnh tỷ số

Phần mềm Envi 5.3 được sử dụng để xử lý ảnh, kết hợp các phép toán phân tích nhằm tách riêng tự động vùng nước và bờ bằng tỷ số ảnh của Gathot Winasor đồng thời loại bỏ các hiệu ứng bóng râm và góc mặt trời [1].

Ba kênh ảnh b3, b8 và b11 của ảnh Sentinel - 2A được sử dụng để lập kênh ảnh tỷ số và riêng kênh ảnh b11 còn được sử dụng để phân ngưỡng (các kênh b4, b3 và b2 nhằm kết hợp màu thực). Trong đó, sử dụng b8/b3 để tách đường bờ có thực vật, b11/b3 để tách vùng bờ không có thực vật, vì các kênh này có độ tương phản cao giữa đất và nước nên dễ dàng xác định được bờ nước. Kết quả của hai ảnh tỷ số này thu được ảnh số 2. Thực hiện phân ngưỡng ở kênh 11 kết quả cho ảnh số 1. Ảnh 1 và ảnh 2 nêu trên sẽ bổ sung cho nhau và tạo ra một ranh giới hoàn chỉnh giữa đất và nước.

4.3. Chiết tách đường bờ

Ảnh thu được sau khi nhân hai ảnh số 1 và số 2 có ranh giới hoàn chỉnh giữa đất và nước. Trong đó, vùng bờ có màu trắng và nước có màu đen, sau khi phân loại được chuyển sang dữ liệu vector trên phần mềm Envi 5.3 và kết hợp với điều tra thực tế đường bờ nước ngoài thực địa để thực hiện tách đường bờ. Thực hiện số hóa đường bờ trên phần mềm ArcGIS 10.5 để thu được đường bờ của các năm 2015, 2017 và 2019.

4.4. Tính toán biến động đường bờ

Sau khi có đường bờ nước theo từng năm, nhằm tính toán tốc độ sạt lở - bồi tụ chúng tôi áp dụng công cụ DSAS phiên bản 5.0 (Digital Shoreline Analysis System) được tích hợp trong ArcGIS 10.8. DSAS hỗ trợ cho phần mềm ESRI ArcGIS để tính toán tốc độ thay đổi đường bờ theo thời gian bằng cách tạo ra các đường transect (đường cắt) trực giao với khoảng cách được thiết lập, từ đó tính toán tốc độ thay đổi đường bờ kết hợp với thống kê được trình bày trong bảng thuộc tính (attribute table). Khoảng cách giữa các transect được thiết lập và các transect được xây dựng vuông góc với đường cơ sở Baseline. Cần thiết có ít nhất hai đường bờ nước từ các mốc thời gian khác nhau để tính toán tỷ lệ thay đổi bằng DSAS qua việc cung cấp một số phương pháp tính toán thống kê [2]. Các phương pháp được trích dẫn thường xuyên nhất là phương pháp EPR (tỷ lệ điểm cuối) và phương pháp LRR (hồi quy tuyến tính) [3]. Điều này được thực hiện là vì các phương pháp đòi hỏi ít nhất về dữ liệu đầu vào. EPR được tính bằng cách chia khoảng cách của đường bờ nước theo thời gian trôi qua giữa đường bờ nước cũ nhất và mới nhất trong một tập dữ liệu nhất định. [2]. LRR là kết quả của việc ước tính tốc độ thay đổi trung bình bằng cách sử dụng một số vị trí đường bờ theo thời gian, với thống kê thay đổi phù hợp với đường hồi quy bình phương nhỏ nhất cho tất cả các điểm bờ cho mỗi tuyến. Tốc độ hồi quy tuyến tính là tốc độ của đường thẳng. Ưu điểm chính của LRR là sử dụng tất cả dữ liệu có sẵn không kể những thay đổi về xu hướng hoặc độ chính xác và dễ sử dụng. Tuy nhiên, LRR cũng có nhược điểm dễ bị ảnh hưởng bởi các tác động ngoại lệ và có xu hướng đánh giá thấp tốc độ thay đổi so với các thống kê khác [2].

Phương trình hồi quy tuyến tính có dạng $y = a.x + b$, trong đó y (khoảng cách m) từ đường cơ sở; b là điểm cắt của y; a là độ dốc của đường hồi quy tuyến tính mà biểu thị tốc độ thay đổi đường bờ; x - cho biết vị trí đường bờ trong các năm khác nhau [3].

Giá trị của EPR, LRR có thể âm hoặc dương, trong đó giá trị dương biểu thị chuyển động ra xa bờ (ra ngoài sông - bồi tụ) và giá trị âm thể hiện sự di chuyển về phía đất liền (sạt lở) [4].

Giá trị EPR được tính theo công thức:

$$EPR = \frac{\text{Khoảng cách biến động}}{\text{Tổng thời gian theo biến động}} \tag{1}$$

Trong đó, khoảng cách biến động là khoảng cách giữa 2 đường bờ nước (m), tổng thời gian theo biến động là khoảng thời gian giữa thời điểm có đường bờ cũ và mới nhất [4].

Trong nghiên cứu này, ngoài việc sử dụng EPR và LRR để phân tích biến động đường bờ thì tác giả còn thực hiện thêm phương pháp SCE (tổng thay đổi đường bờ). SCE là khoảng cách thay đổi lớn nhất của đường bờ xem xét trên tất cả các vị trí đường bờ có sẵn và đưa ra khoảng cách của chúng, không tham chiếu đến ngày cụ thể của các đường bờ [2].

SCE = khoảng cách lớn nhất (m) giữa tất cả các đường bờ (không tính đến ngày tháng của đường bờ) (2) [2].

Để tính được EPR, LRR, SCE phải thiết lập đường cơ sở BASELINE. Đường cơ sở bây giờ có thể là trên bờ, ngoài sông hoặc giữa bờ. Các đường cắt sẽ vẫn được truyền theo phương thẳng đứng (trực giao) với đường cơ sở tại một khoảng cách do người dùng xác định và sẽ cắt các đường bờ để thiết lập các điểm đo trên một hoặc cả hai phía của đường cơ sở [2].

Ở nghiên cứu này, để xác định giá trị EPR, LRR, SCE tôi thiết lập đường cơ sở BASELINE là đường ở phía ngoài sông, thành lập các mặt cắt cách đều nhau 20 m, tổng số có 136 mặt cắt.

5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sau khi thực hiện tất cả các bước xử lý ảnh Sentinel - 2A trên phần mềm Envi 5.3 và số hóa để tách đường bờ nước trên ArcGIS 10.5, chúng tôi đã thực hiện phân tích biến động của đường bờ nước sông Đuống tại xã Thái Bảo, huyện Gia Bình, tỉnh Bắc Ninh trên công cụ DSAS được tích hợp trên ArcGIS 10.5 và đã thu được các kết quả như sau:

Với 136 mặt cắt và tỷ lệ điểm cuối (EPR); tỷ lệ hồi quy tuyến tính (LRR); tổng thay đổi đường bờ (SCE) tính bằng DSAS trong ArcGIS, kết quả tính biến động đường bờ sông Đuống đoạn thuộc địa phận xã Thái Bảo, huyện Gia Bình, tỉnh Bắc Ninh giai đoạn từ 12/2015 đến 12/2019 bằng ảnh Sentinel - 2A với 3 đường bờ: đường bờ năm 2015, đường bờ năm 2017, đường bờ năm 2019 được tổng hợp lần lượt như sau:

Bảng 5.1. Kết quả tổng quan về phân tích biến động đường bờ biển sử dụng EPR (tỷ lệ điểm cuối) trong DSAS trong giai đoạn 2015 - 2019

Phân cấp EPR (m/năm)	Số lượng mặt cắt	Khoảng cách (m)	Tỷ lệ (%)	Kết luận	
			%	Tình trạng	
-4,0 < EPR ≤ -3,0	0	0	0	38,24	Sạt lở
-3,0 < EPR ≤ -2,0	3	60	2,21		
-2,0 < EPR ≤ -1,0	10	200	7,35		
-1,0 < EPR ≤ -0,5	19	380	13,97		
-0,5 < EPR ≤ 0,0	20	400	14,71		
0,0 < EPR ≤ 0,5	24	480	17,65	61,76	Bồi tụ
0,5 < EPR ≤ 1,0	25	500	18,38		
1,0 < EPR ≤ 2,0	19	380	13,97		
2,0 < EPR ≤ 3,0	14	280	10,29		
3,0 < EPR ≤ 4,0	2	40	1,47		
Tổng	136	2720	100		

Kết quả phân tích tốc độ sạt lở - bồi tụ theo EPR được trình bày ở Bảng 5.1 trong suốt 4 năm cho mỗi 20 m dọc bờ sông Đuống tại xã Thái Bảo, huyện Gia Bình, tỉnh Bắc Ninh cho thấy, có 38,24% bờ sông bị sạt lở diễn ra trên 52 mặt cắt tương ứng với 1.040 m bờ sông và có 61,76% là bồi tụ diễn ra trên 84 mặt cắt tương ứng với 1.680 m bờ sông. Sạt lở diễn ra tại nhiều vị trí khác nhau với tốc độ khác nhau, vị trí bị sạt lở nhiều nhất tại mặt cắt số 99 với tốc độ bị sạt lở là 2,49 m mỗi năm, diễn ra tại vị trí gần chùa Đại Bi thuộc thôn Vạn Tải. Tốc độ sạt lở diễn ra nhiều nhất từ 0,5 m đến 0 m mỗi năm chiếm 14,71% và diễn ra trên 20 mặt cắt.

Bồi tụ diễn ra tại nhiều vị trí với nhiều tốc độ khác nhau, tốc độ bồi tụ nhiều nhất từ 0,5 m cho đến 1,0 m mỗi năm chiếm 18,38% và diễn ra tại 25 mặt cắt. Vị trí bồi tụ lớn nhất tại mặt cắt số 76 với tốc độ bồi tụ là 3,4 m mỗi năm, diễn ra tại địa phận bờ sông thôn Vạn Tải.

Bảng 5.2. Kết quả tổng quan về phân tích biến động đường bờ biển sử dụng LRR (hồi quy tuyến tính) trong DSAS trong giai đoạn 2015 - 2019

Phân cấp LRR (m/năm)	Số lượng mặt cắt	Khoảng cách (m)	Tỷ lệ (%)	Kết luận	
			%	Tình trạng	
-4,0 < EPR ≤ -3,0	0	0	0	38,24	Sạt lở
-3,0 < EPR ≤ -2,0	3	60	2,21		
-2,0 < EPR ≤ -1,0	10	200	7,35		
-1,0 < EPR ≤ -0,5	19	380	13,97		
-0,5 < EPR ≤ 0,0	20	400	14,71		
0,0 < EPR ≤ 0,5	24	480	17,65	61,76	Bồi tụ
0,5 < EPR ≤ 1,0	25	500	18,38		
1,0 < EPR ≤ 2,0	19	380	13,97		
2,0 < EPR ≤ 3,0	14	280	10,29		
3,0 < EPR ≤ 4,0	2	40	1,47		
Tổng	136	2720	100		

Phương pháp LRR sử dụng 3 đường bờ của các năm 2015, 2017 và 2019 để tính tốc độ thay đổi đường bờ nước cho kết quả hoàn toàn giống với phương pháp EPR khi sử dụng hai đường bờ của năm 2015 và 2019 để tính tốc độ thay đổi của đường bờ nước. Kết quả được thể hiện ở Bảng 5.2.

Bảng 5.3. Kết quả tổng quan về phân tích biến động đường bờ biển sử dụng SCE (tổng thay đổi đường bờ) trong DSAS trong giai đoạn 2015 - 2019

Phân cấp SCE (m)	Số lượng mặt cắt	Khoảng cách (m)	Tỷ lệ (%)
0 < SCE ≤ 2,0	33	660	24,26
2,0 < SCE ≤ 3,9	43	860	31,62
3,9 < SCE ≤ 5,9	30	600	22,06
5,9 < SCE ≤ 7,8	20	400	14,71
7,8 < SCE ≤ 13,5	10	200	7,35
Tổng	136	2720	100

Trong khoảng thời gian 4 năm nghiên cứu (2015 - 2019), SCE đo lường tổng thay đổi của chuyển động đường bờ theo khoảng cách bồi tụ hoặc sạt lở. SCE của đường bờ sông Đuống tại xã Thái Bảo, huyện Gia Bình, tỉnh Bắc Ninh được thể hiện trong Bảng 5.3. Sự dịch chuyển của đường bờ dao động từ 2,0 m đến 3,9 m là nhiều nhất, chiếm 31,62%. Sự dịch chuyển của đường bờ diễn ra mạnh mẽ nhất tại bờ sông thuộc địa phận thôn Vạn Tải, rất nhiều vị trí thay đổi từ 7,8 m cho đến 13,5 m. Vị trí thay đổi đường bờ lớn nhất đạt 13,5 m tại mặt cắt số 76 thuộc thôn Vạn Tải. Bờ sông thuộc địa phận thôn Vạn Ti phần lớn thay đổi từ 0 m cho đến 3,9 m, chỉ có 3 vị trí tại mặt cắt số 26, 27 và 28 có sự thay đổi đường bờ tương ứng là 6,95 m, 9,07 m và 7,17 m.

Hiện trạng về đường bờ của sông Đuống nói chung hiện nay chủ yếu diễn ra tình trạng sạt lở và một số vị trí xảy ra rất nghiêm trọng. Tuy nhiên, theo kết quả phân tích của nghiên cứu này với khu vực đường bờ sông Đuống tại địa phận xã Thái Bảo, huyện Gia Bình, tỉnh Bắc Ninh giai đoạn từ năm 2015 đến năm 2019 chúng ta thể thấy có 38,24% đường bờ là sạt lở và có tới 61,76% đường bờ là bồi tụ, tốc độ sạt lở lớn nhất là 2,49 m mỗi năm, tốc độ bồi tụ lớn nhất là 3,4 m mỗi năm. Điều này có thể lý giải được vì trong nghiên cứu này chúng tôi chỉ đi xét một phía bờ sông bên phần xã Thái Bảo và tại khu vực nghiên cứu này lại là hạ lưu của sông Đuống với hàm lượng phù sa cao, mùa mưa trung bình cứ 1 m³ nước có 2,8 kg phù sa, nên một số vị trí tại bờ sông có hiện tượng bồi tụ là chuyện dễ xảy ra.

6. KẾT LUẬN

Kết quả thu được cho thấy, để phân tích đường bờ nước và sạt lở cũng như bồi tụ bờ sông hoàn toàn có thể sử dụng ảnh Sentinel - 2A kết hợp với phương pháp EPR, LRR, SCE trong phần mở rộng DSAS của ArcGIS. Độ chính xác trong phân tích đường bờ nước này chủ yếu phụ thuộc vào quá trình số hóa đường bờ nước trên phần mềm ArcGIS và độ phân giải của ảnh viễn thám. So sánh giữa kết quả theo phương pháp EPR và LRR có thể thấy kết quả tính toán từ ảnh Sentinel-2A hoàn toàn đạt yêu cầu, tuy nhiên để nâng cao độ chính xác việc đánh giá diễn tiến sự thay đổi đường bờ thì cần kiểm chứng bằng các số liệu quan trắc thực địa.

Tài liệu tham khảo

[1]. Winarso G., Budhiman S. (2001), *The Potential Application Of Remote Sensing Data For Coastal Study*, Proc, 22nd Asian Conference On Remote Sensing, Singapore.

[2]. Emily A. Himmelstoss, Rachel E. Henderson, Meredith G., *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Version 5.0 User Guide*, Open-File Report 2018-1179.

[3]. Karim Nassar, Wael Elham Mahmud, Hassan Fath, Ail Masria, Kazuo Nadaoka and Abdelazim Negm (March 2018), *Shoreline change detection using DSAS technique: Case of North Sinai coast, Egypt*, Marine Georesources and Geotechnology.

[4]. Md. Reaz Akter Mullick, K. M. Ashraful Islam, Ahad Hasan Tanim (October 2019), *Shoreline change assessment using geospatial tools: a study on the Ganges deltaic coast of Bangladesh*.

[5]. Michael S. Fenster, R. Dolan and John Fletcher Elder, (1993), *A new method for predicting shoreline positions from historical data*, Journal of Coastal Research, 9 (1): 147-171.

[6]. M.A.Z.Fuad and M.Fais D.A.(2017), *Automatic Detection of Decadal Shoreline Change on Northern Coastal of Gresik, East Java -Indonesia*, The 5th Geoinformation Science Symposium 2017 (GSS 2017), Indonesia.

[7]. Cristina GÓMEZ, C., Michael A.WULDER, Alastair G. DAWSON, William RITCHIE and David R. GREEN, *Shoreline change and coastal vulnerability characterization with landsat imagery: A case study in the outer hebrides, Scotland*, Scottish Geographical Journal, 130 (2014)(4): 279-299.

Ngày nhận bài: 25/4/2021

Ngày chấp nhận đăng: 10/5/2021

Người phản biện: TS. Đặng Xuân Trường

TS. Đào Hồng Hải