

Bài báo khoa học

Nghiên cứu diễn biến đường bờ và quá trình xói lở - bồi tụ dải ven biển thành phố Đà Nẵng

**Ninh Thu Trang¹, Nguyễn Quang Minh², Nguyễn Thái Sơn³, Nguyễn Minh Hải⁴,
Nguyễn Anh Ngọc^{4*}**

¹ Tổng công ty Thành An, Bộ Quốc Phòng; ninhthutrang.789@gmail.com

² Viện Hải văn và Môi trường; nguyenquangminh2110@gmail.com

³ Viện Địa lý; nguyenthaison99@gmail.com

⁴ Trung tâm Hải văn; haimesigol@gmail.com; anhngoc150986@gmail.com

*Tác giả liên hệ: anhngoc150986@gmail.com; Tel: +84-983983086

Ban Biên tập nhận bài: 12/8/2023; Ngày phản biện xong: 29/9/2023; Ngày đăng bài: 25/10/2023

Tóm tắt: Nghiên cứu đã ứng dụng các công nghệ viễn thám, nền tảng *Google Earth Engine* (GEE), Hệ thống tin địa lý (GIS) và công cụ DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) để thành lập bản đồ diễn biến đường bờ biển và phân tích cường độ xói lở - bồi tụ dải ven biển Đà Nẵng. Các chỉ số về nước: AWEIsh; AWEInsh; NDWI, MNDWI 1, MNDWI 2 và thuật toán phân ngưỡng Otsu cho phép xác định chính xác đường bờ ở từng thời điểm ảnh. Tính toán bồi xói cho bờ biển TP Đà Nẵng được chia thành ba giai đoạn gồm: 1965 ÷ 1995; 1995 ÷ 2005 và 2005 ÷ 2020. Kết quả nghiên cứu cho thấy trong các giai đoạn này, bờ biển Đà Nẵng đều có hiện tượng bồi xói xen kẽ, khu vực bồi tụ mạnh nhất ở cửa sông Hàn với tốc độ trung bình khoảng 15 m/năm. Quá trình xói lở chỉ xuất hiện trong giai đoạn gần đây ở bãi biển phía Bắc và phía Nam của thành phố với tốc độ thấp, khoảng 1,2 m/năm nhưng đã ảnh hưởng trực tiếp đến cảnh quan bãi biển và phát triển cơ sở hạ tầng. Do đó, cần thực hiện nghiên cứu chi tiết về nguyên nhân gây xói lở để phục vụ thiết thực cho công tác quản lý, phát triển kinh tế biển, phòng tránh thiên tai và bảo vệ môi trường.

Từ khóa: Chỉ số nước; Otsu; GEE; DSAS; GIS; Xói lở - bồi tụ.

1. Giới thiệu

Dải ven biển Thành phố (TP) Đà Nẵng là khu vực đang bị ảnh hưởng bởi quá trình xói lở bờ biển như một số nơi ở quận Sơn Trà, quận Ngũ Hành Sơn. Gần đây, theo điều tra của Sở Tài nguyên và Môi trường Thành phố Đà Nẵng thì đoạn bờ biển nằm ở phía Đông dọc theo tuyến đường Hoàng Sa - Võ Nguyên Giáp - Trường Sa có chiều dài khoảng 16 km đã xuất hiện hiện tượng xói lở [1–2], xói lở bờ biển tại đây thường xuất hiện vào những ngày có thời tiết cực đoan như bão, áp thấp nhiệt đới không khí lạnh hoạt động mạnh gây sóng to, gió mạnh và nước dâng trong bão, áp thấp nhiệt đới, trùng với thời kỳ hoạt động mạnh của gió mùa Đông Bắc ảnh hưởng trực tiếp đến bờ biển Đà Nẵng. Đến mùa khô thì bãi cát lại được bồi trở lại, do đó có thể nhận định bờ biển Đà Nẵng đến thời điểm hiện nay tuy xuất hiện hiện tượng xói lở nhưng vẫn tương đối ổn định. Tuy nhiên, ven biển Đà Nẵng là nơi phát triển du lịch mạnh nhất trên cả nước, do đó cần phải có sự nghiên cứu hiện trạng và lịch sử diễn biến xói lở đường bờ biển TP Đà Nẵng để làm nguồn dữ liệu cung cấp thông tin, cơ sở khoa học giúp các nhà quản lý đưa ra các biện pháp nhằm giám sát và bảo vệ tài nguyên vùng ven biển. Để phục vụ các mục tiêu phát triển kinh tế xã hội và phòng chống thiên tai, nhiều công trình nghiên cứu sự biến động đường bờ với các phương pháp khác nhau đã được thực hiện ở dải ven biển nước ta.

Việc thực hiện phương pháp nghiên cứu truyền thống chủ yếu dựa trên kết quả điều tra, khảo sát thực địa thường không giải quyết triệt để được bài toán ở quy mô lớn và tốn kém chi phí. Trong nghiên cứu giám sát, đánh giá diễn biến đường bờ, xói lở bồi tụ ven biển, trên Thế giới đã có nhiều thành tựu với những công nghệ, phương pháp hiện đại được áp dụng như công nghệ viễn thám, mô hình toán, AI,... và cho ra những kết quả đáng tin cậy [3–7]. Ở Việt Nam, các công nghệ, phương pháp nói trên cũng được các nhà khoa học đưa vào áp dụng ở một số khu vực bị xói lở trọng điểm như: Hải Hậu, Quảng Bình, Quảng Nam, Cà Mau... và bước đầu đã có hiệu quả nhất định trong đánh giá và cảnh báo xói lở. Các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng tư liệu ảnh viễn thám đa thời gian được sử dụng có hiệu quả trong thành lập bản đồ hiện trạng đường bờ biển, cho kết quả đáng tin cậy. Ưu điểm của công nghệ viễn thám là diện tích phủ rộng, dữ liệu ảnh phong phú, thời gian chụp lặp lại tại một khu vực có thể trong vài ngày cho kết quả chính xác, tiết kiệm thời gian và chi phí. Các kết quả nghiên cứu trước đây [3–21] còn một số hạn chế như: chưa xử lý mực nước biển tại các thời điểm bay chụp ảnh, chưa xây dựng quy trình đồng bộ tự động phân tích ảnh từ các nền tảng GEE và các phần mềm GIS.

Nghiên cứu này đã xây dựng được một quy trình dựa trên công nghệ viễn thám, thuật toán phân ngưỡng Otsu, nền tảng Google Earth Engine (GEE), hệ thông tin Địa lý (GIS) và công cụ DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) [22] nhằm tự động hóa, phân tích nhanh trong công việc đánh giá diễn biến đường bờ và cường độ xói lở - bồi tụ dải ven biển thành phố Đà Nẵng. Kỹ thuật viễn thám trên nền tảng GEE kết hợp với thuật toán Otsu cho phép phân tích không gian trên điện toán đám mây giúp quá trình thành lập bản đồ đường bờ biển chính xác và tối ưu. Ngoài ra, tính mới trong nghiên cứu này còn được thể hiện trong việc cập nhật, xử lý cao độ triều tại các thời điểm bay chụp ảnh, đưa đường bờ biển về hệ quy chuẩn theo cao độ mực nước triều thấp nhất trung bình nhiều năm một cách tự động, đó đó đảm bảo được mục tiêu đánh giá một cách chính xác nhất diễn biến đường bờ biển TP. Đà Nẵng. Trong tương lai, quy trình này có thể kết hợp với mô hình toán để nâng cao độ chi tiết trong nghiên cứu cảnh báo xói lở - bồi tụ.

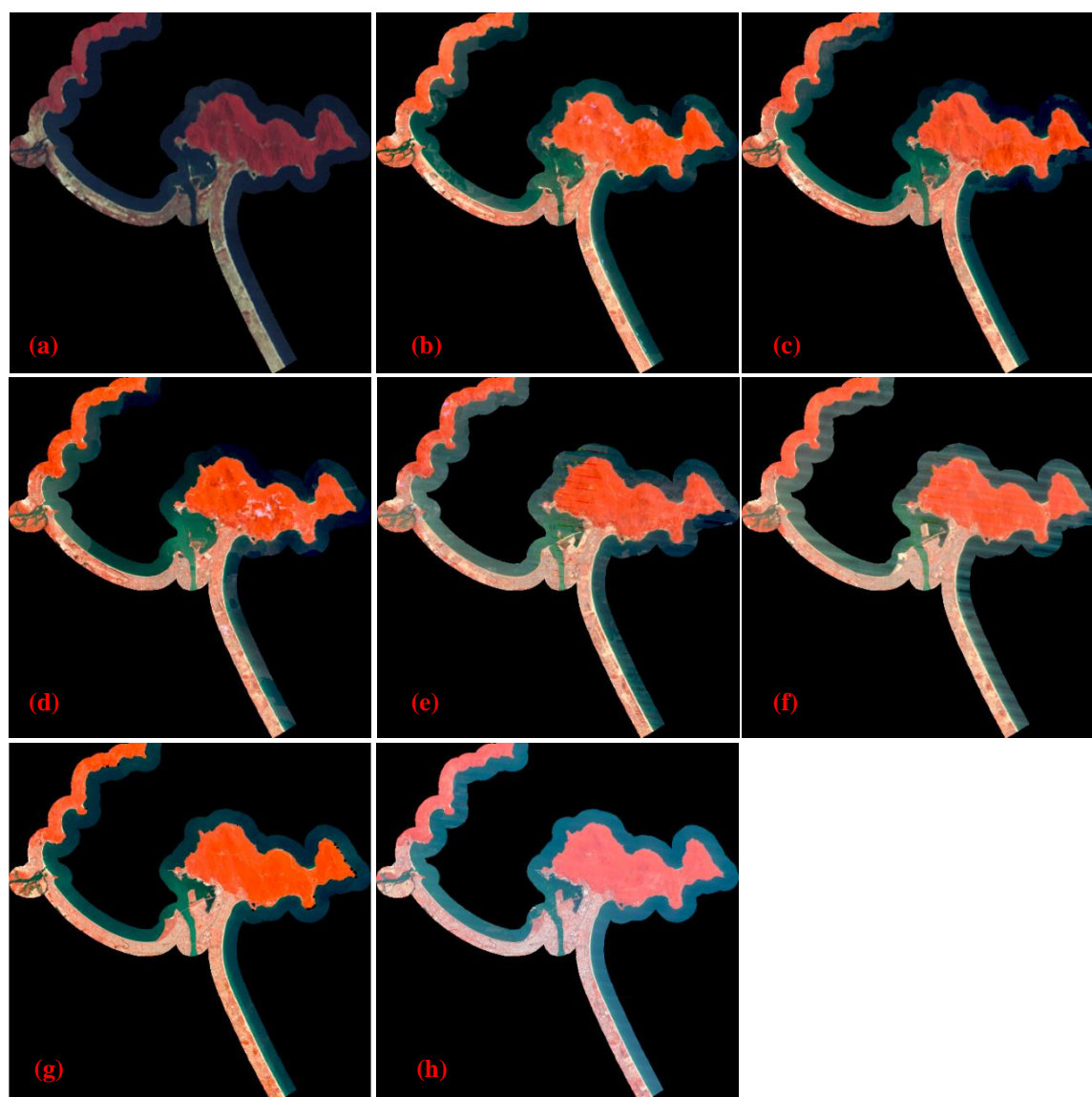
2. Dữ liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu sử dụng

Nghiên cứu sử dụng bản đồ địa hình năm 1965, ảnh vệ tinh Landsat 2 MSS, Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM, Landsat 8 OLI, Landsat 9 OLI-2 và Sentinel 2A, Sentinel 2B để xây dựng bản đồ diễn biến đường bờ biển Đà Nẵng.

- Bản đồ địa hình năm 1965: Bình đồ khu vực dải ven biển TP Đà Nẵng nằm trên 3 tờ bản đồ địa hình UTM 1:50.000 có số hiệu là: 6641 - II; 6641 - III và 6640 - I do Cục Bản đồ quân đội Mỹ (AMS) xây dựng và xuất bản năm vào năm 1965, các bản đồ UTM tái bản sau năm 1978 do Cục Bản đồ của Việt Nam thực hiện. Các bản đồ này có hệ tọa độ Indian Datum 1960, Zone 49 được chuyển đổi về hệ tọa độ VN 2000, Zone 49 và tiến hành số hóa đường bờ biển để thuận lợi cho việc phân tích lịch sử diễn biến đường bờ biển Đà Nẵng.

- Ảnh vệ tinh: lựa chọn ảnh của 8 thời điểm (các năm: 1979, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 và 2020) để đánh giá hiện trạng và lịch sử diễn biến đường bờ biển. Trong đó sử dụng kỹ thuật lọc, cắt ảnh bằng GEE để lựa chọn khu vực nghiên cứu, cụ thể là dải ven biển Đà Nẵng. Các ảnh viễn thám nói trên đều được chọn vào thời điểm tháng 7, tại thời điểm này dải ven biển Đà Nẵng ảnh hưởng nhỏ nhất về thủy triều và mực nước biển dâng do gió mùa, do đó đảm bảo tính hiệu quả cao trong việc xác định đường bờ biển.



Hình 1. (a) Ảnh Landsat 2 MSS ngày 24/07/1979; (b) Ảnh Landsat 5 TM ngày 07/07/1990; (c) Ảnh Landsat 5 TM 05/07/1995; (d) Ảnh Landsat 7 ETM 02/07/2000; (e) Ảnh Landsat 5 TM 16/07/2005; (f) Ảnh Landsat 5 TM 06/07/2010; (g) Ảnh Landsat 8 OLI 10/07/2015; (h) Ảnh Sentinel 2A MSI 22/07/2020.

- Dữ liệu về cao độ mực nước triều: Đường bờ được xác định tại các thời điểm bay chụp chỉ là các đường bờ tương đối do khu vực ven biển chịu ảnh hưởng của chế độ thủy triều. Vì vậy, việc xác định giá trị thủy triều các thời điểm bay chụp sẽ quy đồng được đường biển bờ biển về tuyệt đối so với mực nước triều thấp nhất trung bình nhiều năm, đảm bảo được tính chính xác khi đánh giá cường độ xói lở - bồi tụ dải ven biển. Các giá trị triều này được triết xuất từ mô hình triều toàn cầu thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Thông số ảnh vệ tinh và chế độ triều thời điểm bay chụp tại Đà Nẵng (giờ Việt Nam).

| Row-Path | Ảnh | | Chế độ triều | | | | |
|-----------|------------|--------|--------------|----------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| | Date | Sensor | Image name | Giờ chụp | Triều (Max) h (m) | Triều (min) h (m) | Cao độ triều ước tính |
| 049 - 134 | 24/07/1979 | MMS | 1975 | 09:41 | | | -0,094 |
| | 07/07/1990 | TM | 1990 | 09:37 | 0,18 | -0,63 | -0,092 |
| | 05/07/1995 | TM | 1995 | 09:21 | -0,12 | -0,58 | 0,045 |
| 049 - 125 | 02/07/2000 | ETM | 2000 | 09:43 | 0,36 | -0,66 | -0,137 |
| 049 - 124 | 16/07/2005 | TM | 2005 | 09:54 | 0,06 | -0,45 | -0,014 |
| | 06/07/2010 | TM | 2010 | 09:58 | -0,03 | -0,53 | -0,014 |
| | 10/07/2015 | OLI | 2015 | 10:05 | 0,1 | -0,46 | -0,03 |

| Ảnh | | Chế độ triều | | | | | |
|----------|------------|--------------|------------|----------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| Row-Path | Date | Sensor | Image name | Giờ chụp | Triều (Max) h (m) | Triều (min) h (m) | Cao độ triều ước tính |
| Sentinel | 22/07/2020 | MSI | 2020 | 10:07 | 0,19 | -0,35 | -0,256 |

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Sử dụng các chỉ số nước

Theo hướng ứng dụng viễn thám quang học, một loạt các chỉ số tính toán từ ảnh vệ tinh quang học đã được phát triển phục vụ triết tách các vùng nước mặt như NDWI, MNDWI, AWEI. Gao (1996) đã phát triển chỉ số NDWI (Normalized Difference Water Index) bằng cách sử dụng hệ số phản xạ phổ của dải sóng màu xanh lá cây (kênh 2) và cận hồng ngoại (kênh 4) của Landsat TM [23]. Tác giả [24] đã hiệu chỉnh chỉ số NDWI để tăng cường khả năng tách biệt mặt nước với các khu vực công trình xây dựng trên ảnh và đặt tên chỉ số mới MNDWI (*Modified Normalized Difference Water Index*), trong đó kênh SWIR (hồng ngoại sóng ngắn) được sử dụng để thay thế NIR (cận hồng ngoại). Tác giả [25] sau nhiều nghiên cứu ở các khu vực khác nhau đã đưa ra chỉ số AWEI (Automated Water Extraction Index) bằng việc xây dựng phương trình trên các kênh Blue, Green, NIR, SWIR 1, SWIR 2. Các chỉ số nước được tính theo các công thức trong bảng 2.

Bảng 2. Các chỉ số được sử dụng để triết xuất đường bờ nước.

| Chỉ số | Công thức tính toán | Ứng dụng |
|---|--|--------------------------|
| NDWI - Chỉ số khác biệt nước được chuẩn hóa) | $NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR)$ | Triết xuất đường bờ nước |
| MNDWI - Chỉ số khác biệt nước chuẩn hóa cải thiện | $MDWI 1 = (Green - SWIR1) / (Green + SWIR1)$ $MDWI 1 = (Green - SWIR2) / (Green + SWIR2)$ | Triết xuất đường bờ nước |
| AWEI - Chỉ số tách nước tự động | $AWEI_{sh} = Blue + 2,5 * (NIR + SWIR1) - 0,25 * SWIR2$ | Triết xuất đường bờ nước |

2.2.2. Xử lý triều của Muray

Độ chính xác của các vị trí đường bờ biển triết xuất từ ảnh vệ tinh 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 triết xuất đường bờ biển có thể được ước tính bằng cách sử dụng phương trình sau [26]:

$$y = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \pm \frac{H_{max} - H_{min}}{2} \cos \frac{\pi \Delta t}{\Delta T} \quad (1)$$

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

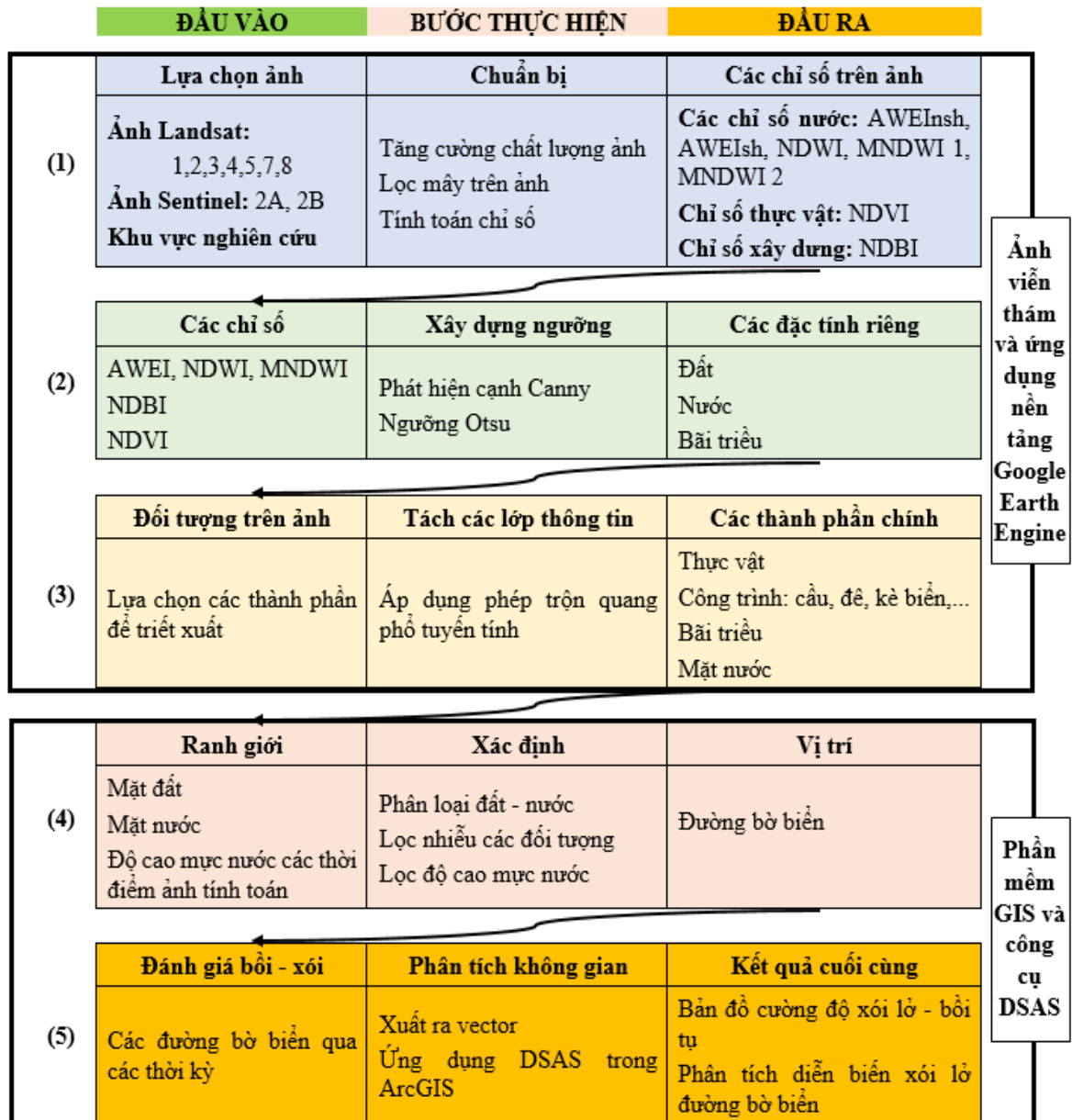
Đường bờ theo định nghĩa phải được quy chiếu về một mức thủy triều nào đó, kết quả hiệu chỉnh sẽ phụ thuộc vào độ dốc khu vực ven biển tại thời điểm thu nhận ảnh và các điều kiện thời tiết khác. Bảng 1 cho thấy độ cao triều ước tính cho những hình ảnh vệ tinh qua các năm tại thời điểm bay chụp. Có thể thấy vùng ven biển Đà Nẵng tại các thời điểm bay chụp, chế độ triều có sự tương đồng khá cao thuận lợi cho việc xác định đường bờ biển.

2.3. Quy trình nghiên cứu

Quy trình nghiên cứu thành lập bản đồ diễn biến đường bờ biển thành phố Đà Nẵng được tóm tắt theo sơ đồ (Hình 2). Trong đó, các bước thực hiện như sau:

Bước 1: Xây dựng và tính toán các chỉ số nước trên nền tảng GEE và các ảnh viễn thám từ năm 1972 đến nay, tập trung vào các ảnh năm 1979, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020. Tăng cường chất lượng ảnh nhằm loại bỏ các yếu tố gây nhiễu trên ảnh, bao gồm tăng

độ nét và lọc ảnh. Đối với ảnh có lượng mây cao ở ven biển tiến hành lọc mây trên ảnh bằng thuật toán xử lý mây dựa trên ý tưởng thay thế những pixels có chứa mây và bóng mây trên ảnh. Cuối cùng tiến hành đưa các chỉ số về nước: AWEIsh; AWEInsh; NDWI, MNDWI 1, MNDWI 2, NDBI, NDVI đã được mô tả ở trên vào trong GEE để tiến hành các bước tiếp theo.



Hình 2. Quy trình các bước nghiên cứu.

Bước 2: Từ các chỉ số trên, sử dụng thuật toán đưa ra chỉ số ngưỡng Otsu cho từng đối tượng có đặc tính riêng gồm đất, nước và bãi triều trong từng ảnh ở thời điểm khác nhau dựa vào giá trị điểm ảnh của ảnh đầu vào nhằm thay thế cho việc sử dụng ngưỡng cố định [27].

Bước 3: Lựa chọn các đối tượng để triết xuất thông tin. Các đối tượng chính được lựa chọn để triết xuất thông tin trên ảnh là: lớp nước, lớp đất và bãi cát ven biển.

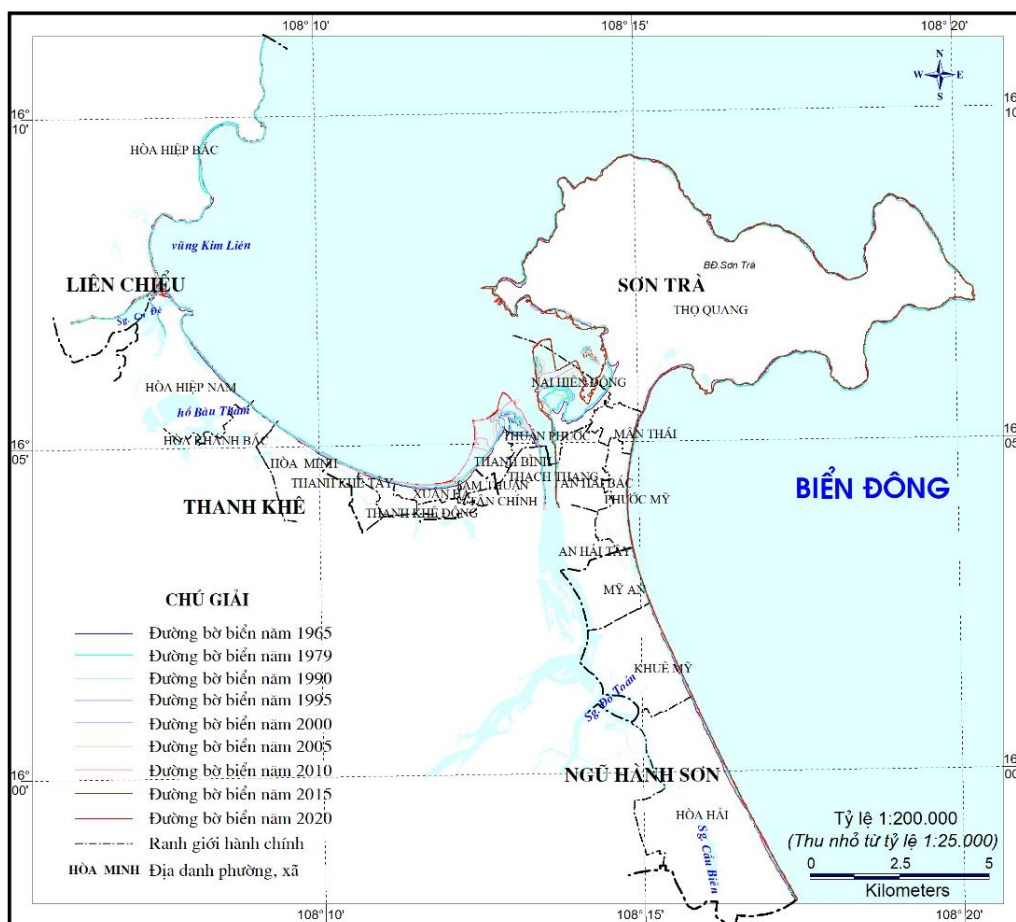
Bước 4: Hiệu chỉnh đường bờ biển theo thủy triều của Muray để xác định vị trí chính xác của đường bờ nước theo cao độ mực nước triều thấp nhất trung bình nhiều năm. Ngoài ra, sử dụng phần mềm ArcGIS để lọc các khu vực bị cho là mặt nước hoặc mặt đất có giá trị nhỏ ($< 100 \text{ m}^2$) để lọc nhiễu thông tin các đối tượng sau khi xử lý trên ảnh viễn thám.

Bước 5: Trích xuất bề mặt nước dạng vector trong ArcGIS kết hợp công cụ DSAS để phân tích lịch sử diễn biến xói lở đường bờ biển. Cuối cùng, sử dụng các kết quả trên để tính toán, phân tích cường độ xói lở - bồi tụ đường bờ biển thành phố Đà Nẵng theo các giai đoạn.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Bản đồ diễn biến đường bờ biển TP Đà Nẵng

Áp dụng quy trình thực hiện 5 bước và các phương pháp nghiên cứu, bản đồ diễn biến đường bờ biển Đà Nẵng từ năm 1965 đến 2020 đã được thành lập và thể hiện ở hình 3. Kết quả nghiên cứu cho thấy nhìn chung dải bờ biển thành phố Đà Nẵng qua các thời kỳ tương đối ổn định. Chi tiết hơn, chỉ có khu vực cửa sông Hàn thuộc Thuận Phước, Nại Hiên Đông biến động khá rõ nét với xu hướng chủ đạo là bồi tụ; hiện tượng xói lở bắt đầu xuất hiện rải rác nhưng cần được theo dõi, giám sát thường xuyên, đặc biệt là bãi biển đầu phía bắc và phía nam; bờ nam cửa sông Cu Đê.



Hình 3. Bản đồ diễn biến đường bờ biển TP Đà Nẵng giai đoạn 1965-2020.

3.2. Cường độ xói lở - bồi tụ TP Đà Nẵng theo các giai đoạn

Phân tích bản đồ địa hình và các ảnh viễn thám được thu thập nhiều năm từ năm 1965 đến nay cho phép chia thành 3 giai đoạn đánh giá cường độ xói lở - bồi tụ tương ứng với các hoạt động nhân sinh có ảnh hưởng đến khu vực ven biển.

- Giai đoạn 1 (từ năm 1965 đến năm 1995): Bờ biển biến động chủ yếu do các yếu tố tự nhiên, tác động của con người hầu như không đáng kể do nền kinh tế Việt Nam mới bắt đầu mở cửa.

- Giai đoạn 2 (từ năm 1995 đến năm 2005): Bắt đầu phát triển kinh tế và du lịch ở Đà Nẵng với một số ít các công trình xây dựng ven biển.

- Giai đoạn 3 (từ năm 2005 đến năm 2020): Các hoạt động kinh tế, du lịch, dịch vụ phát triển sôi động, nhiều công trình dân sinh ở khu vực cửa sông, ven biển Đà Nẵng đã hình thành như: cầu Thuận Phước bắc qua sông Hàn, công trình hạ tầng tại bán đảo Sơn Trà và Công viên biển Phạm Văn Đồng, kè phía bắc cửa sông Hàn và các khu nghỉ dưỡng ven biển,...

Nghiên cứu đã ứng dụng công cụ DSAS và chia khoảng cách trên toàn bộ chiều dài bờ biển TP Đà Nẵng là 100 m/mặt cắt để tính toán cường độ xói lở - bồi tụ.

3.2.1. Xói lở - bồi tụ dải ven biển thành phố Đà Nẵng giai đoạn 1965 - 1995

Nghiên cứu đã đánh giá về cường độ xói lở - bồi tụ dải ven biển TP. Đà Nẵng theo các cấp xói lở dựa trên công trình [28]. Giai đoạn này dải ven biển Đà Nẵng phần lớn được bồi tụ, đặc biệt là ở cửa sông Hàn được bồi mạnh nhất, tốc độ bồi lớn nhất theo mặt cắt đạt đến 12,64 m/năm. Kết quả tính toán được thể hiện trên bảng 2 và hình 4.



Hình 4. Cường độ xói lở - bồi tụ dải ven biển Đà Nẵng giai đoạn 1965-1995.

Bảng 2. Đặc trưng tốc độ xói lở - bồi tụ bờ biển theo ranh giới hành chính của thành phố Đà Nẵng giai đoạn 1965-1995.

| TT | Quận | Phường | Số lượng mặt cắt tính toán | Bồi - Xói lớn nhất (m/năm) | Bồi - Xói nhỏ nhất (m/năm) | Bồi - Xói trung bình (m/năm) |
|----|--------------|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1 | Liên Chiểu | Hòa Hiệp Bắc | 112 | 6,17 | -1,67 | 0,356 |
| 2 | | Hòa Hiệp Nam | 23 | 6,28 | -5,09 | 2,706 |
| 3 | | Hòa Khánh Bắc | 8 | 1,41 | 0,75 | 1,079 |
| 4 | Thanh Khê | Hòa Minh | 19 | 2,59 | 0,31 | 1,058 |
| 5 | | Thanh Khê Tây | 8 | 1,72 | 0,66 | 1,331 |
| 6 | | Thanh Khê Đông | 11 | 2,92 | 1,24 | 2,256 |
| 7 | | Xuân Hà | 20 | 4,50 | 2,78 | 3,559 |
| 8 | Hải Châu | Tam Thuận | 7 | 4,92 | 3,47 | 4,460 |
| 9 | | Thanh Bình | 12 | 2,33 | -0,09 | 0,923 |
| 10 | | Thuận Phước | 9 | 5,65 | 0,86 | 3,259 |
| 11 | Sơn Trà | Nại Hiên Đông | 27 | 12,64 | -0,09 | 2,493 |
| 12 | | Thọ Quang | 385 | 8,50 | -1,71 | 0,603 |
| 13 | | Mân Thái | 13 | 2,06 | 0,33 | 1,388 |
| 14 | Ngũ Hành Sơn | Phước Mỹ | 27 | 1,52 | -0,01 | 0,851 |
| 15 | | Mỹ An | 17 | 1,37 | -0,15 | 0,876 |
| 16 | | Khuê Mỹ | 29 | 2,04 | 0,55 | 1,180 |
| 17 | | Hòa Hải | 66 | 3,13 | -0,12 | 1,857 |

Ở quận Liên Chiểu, bờ biển biến động mạnh ở cửa sông Cu Đê, phía bờ bắc cửa sông có quá trình bồi tụ mạnh, nơi mạnh nhất đạt đến 6,17 m/năm, ngược lại bờ nam cửa sông Cu Đê xảy ra xói lở bờ với tốc độ mạnh nhất là -5,09 m/năm. Nhìn chung, đường bờ biển quận Liên Chiểu trong giai đoạn này bồi tương đối ổn định với tốc độ trung bình khoảng 1,1 m/năm.

Toàn bộ chiều dài bờ biển quận Thanh Khê với 4 phường Thanh Khê Tây, Thanh Khê Đông, Xuân Hà và Tam Thuận đều được bồi tương đối mạnh trong giai đoạn này với nơi bồi thấp nhất là 0,66 m/năm và nơi được bồi cao nhất là 4,92 m/năm.

Quận Hải Châu trong thời đoạn này cũng được bồi tương đối mạnh, chiếm gần như toàn bộ bờ biển. Nơi bồi mạnh nhất là đoạn bờ biển phía bắc cửa sông Hàn với tốc độ bồi mạnh nhất ở đây là 5,65 m/năm.

Tại quận Sơn Trà, khu vực bồi mạnh nhất ở phía nam sông Hàn thuộc phường Nại Hiên Đông với tốc độ bồi lên đến 12,64 m/năm, đồng thời cũng là nơi bờ biển được bồi mạnh nhất trong giai đoạn này. Ngoài ra, đường bờ biển khu vực cảng Tiên Sa cũng được bồi ra tương đối mạnh, tốc độ bồi mạnh nhất là 8,5 m/năm.

Quận Ngũ Hành Sơn đường bờ biển cũng chủ yếu được bồi mạnh, xói lở chỉ xuất hiện cục bộ tại một số đoạn bờ biển nhỏ. Tốc độ bồi xói trung bình khoảng 1,3 m/năm trên toàn bờ biển của quận.

Nhìn chung, trong giai đoạn 1965 - 1995 bờ biển Đà Nẵng được bồi tương đối mạnh, tốc độ bồi xói trung bình là 1,01 m/năm, tương đương với chiều rộng bờ biển được bồi ra khoảng 30,3 m.

3.2.2. Xói lở - bồi tụ dải ven biển thành phố Đà Nẵng giai đoạn 1995 - 2005

Giai đoạn này dải ven biển có sự bồi tụ và xói lở xen kẽ. Khu vực xói mạnh nhất ở bờ phía nam cửa sông Cu Đê, ngược lại, khu vực bồi mạnh nhất lại ở cửa phía nam sông Hàn với tốc độ bồi lớn nhất đạt đến 72,1 m/năm. Kết quả tính toán cường độ xói lở - bồi tụ ở bờ biển Đà Nẵng bằng công cụ DSAD được thể hiện trên bảng 3 và hình 5.

Bảng 3. Đặc trưng tốc độ xói lở - bồi tụ bờ biển theo ranh giới hành chính của thành phố Đà Nẵng giai đoạn 1995-2005.

| TT | Quận | Phường | Số lượng mặt cắt tính toán | Bồi - Xói lớn nhất (m/năm) | Bồi - Xói nhỏ nhất (m/năm) | Bồi - Xói trung bình (m/năm) |
|----|--------------|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1 | Liên Chiểu | Hòa Hiệp Bắc | 111 | 2,60 | -3,67 | -0,277 |
| 2 | | Hòa Hiệp Nam | 43 | 1,11 | -4,91 | -0,423 |
| 3 | | Hòa Khánh Bắc | 9 | 0,19 | -0,83 | -0,328 |
| 4 | | Hòa Minh | 19 | -0,20 | -2,08 | -0,986 |
| 5 | Thanh Khê | Thanh Khê Tây | 9 | -0,84 | -1,93 | -1,559 |
| 6 | | Thanh Khê Đông | 11 | 0,42 | -1,87 | -0,650 |
| 7 | | Xuân Hà | 19 | 1,91 | -0,29 | 0,541 |
| 8 | | Tam Thuận | 7 | -0,32 | -1,87 | -1,109 |
| 9 | Hải Châu | Thanh Bình | 12 | 30,92 | -1,83 | 3,991 |
| 10 | | Thuận Phước | 9 | 47,62 | -0,89 | 9,272 |
| 11 | | Nại Hiên Đông | 24 | 52,02 | -1,03 | 18,375 |
| 12 | Sơn Trà | Thọ Quang | 406 | 35,54 | -2,86 | 1,404 |
| 13 | | Mân Thái | 13 | -1,30 | -1,98 | -1,684 |
| 14 | | Phước Mỹ | 28 | 0,01 | -2,92 | -1,429 |
| 15 | Ngũ Hành Sơn | Mỹ An | 16 | 2,58 | -0,92 | 0,479 |
| 16 | | Khuê Mỹ | 29 | 3,29 | -0,38 | 1,620 |
| 17 | | Hòa Hải | 64 | 3,11 | -0,95 | 0,823 |

Ở quận Liên Chiểu, bờ biển xói tương đối mạnh ở chân đèo Hải Vân và cửa sông Cu Đê, bãi cát biển chân đèo Hải Vân bị xói lên đến 1,71 m/năm. Tuy nhiên nơi xói mạnh nhất trong thời đoạn này ở phía bờ nam cửa sông Cu Đê (phường Hòa Hiệp Nam) với tốc độ cao nhất -4,91 m/năm. Nhìn chung, quận Liên Chiểu trong thời đoạn này có xu thế xói lở, tốc độ bồi xói trung bình trên cả chiều dài bờ biển khoảng -0,38 m/năm.

Toàn bộ chiều dài bờ biển quận Thanh Khê trong thời đoạn này xuất hiện bồi xói xen kẽ nhưng xu thế xói lở vẫn cao hơn so với bồi tụ. Đặc biệt ở phường Thanh Khê Tây và Thanh Khê Đông có những nơi xói lở bờ biển lên gần 2 m/năm. Nhìn chung, quận Thanh Khê trong thời đoạn này có tốc độ bồi xói trung bình trên cả chiều dài bờ biển khoảng - 0,36 m/năm.



Hình 5. Cường độ xói lở - bồi tụ dải ven biển Đà Nẵng giai đoạn 1995-2005.

Ngược lại, quận Hải Châu trong thời đoạn này lại được bồi tương đối mạnh trên hầu hết đường bờ biển. Nơi bồi mạnh nhất là đoạn bờ biển phía bắc cửa sông Hàn (phường Thuận Phước) với tốc độ bồi mạnh nhất lên đến 47,62 m/năm.

Tại quận Sơn Trà, phường Nại Hiên Đông và Thọ Quang phía nam cửa sông Hàn tiếp tục được bồi mạnh nhất, tốc độ bồi mạnh nhất ở đây lên đến 52,02 m/năm. Ngược lại, phường Mân Thái và Phước Mỹ lại có xu hướng bị xói lở, nơi xói bờ biển mạnh nhất lên tới -2,92 m/năm.

Quận Ngũ Hành Sơn giai đoạn này có đường bờ biển bồi xói xen kẽ nhưng bồi tụ bờ biển chiếm chủ đạo, xói lở chỉ xảy ra ở một số đoạn bờ biển cục bộ. Nơi được bồi tụ mạnh nhất thuộc phường Khuê Mỹ lên tới 3,29 m/năm. Tốc độ bồi xói trung bình trên chiều dài bờ biển toàn quận đạt tới 0,98 m/năm.

Như vậy, trong giai đoạn 1995-2005, bờ biển Đà Nẵng vẫn có xu hướng bồi cao hơn xói, xói lở bờ biển xảy ra chủ yếu ở hai quận phía bắc của thành phố. Tốc độ bồi xói trung bình bờ biển là 1,37 m/năm.

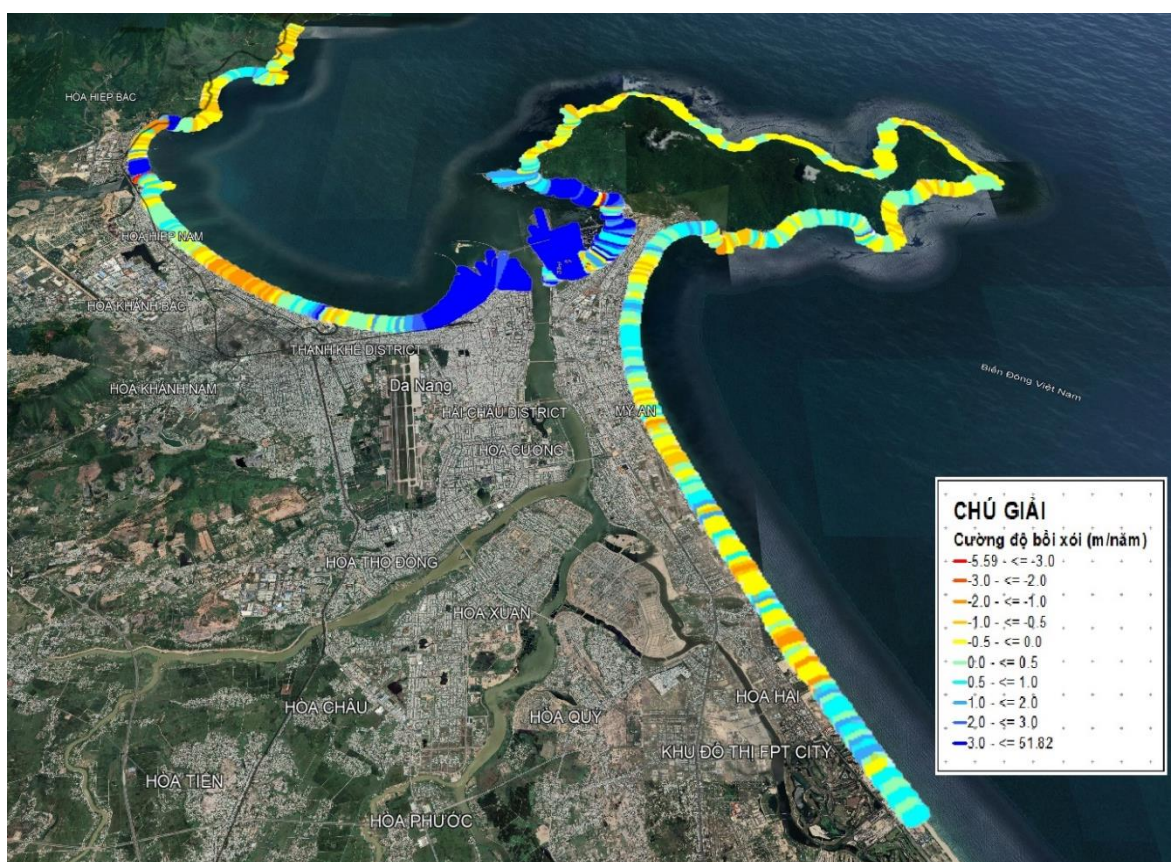
3.2.3. Xói lở - bồi tụ dải ven biển thành phố Đà Nẵng giai đoạn 2005-2020

Giai đoạn 2005-2020, dải ven biển có sự bồi tụ và xói lở xen kẽ. Khu vực xói mạnh nhất ở bờ phía nam cửa sông Cu Đê, ngược lại, khu vực bồi mạnh nhất lại ở cửa phía nam sông Hàn với tốc độ bồi lớn nhất đạt đến 51,82 m/năm thể hiện ở hình 6 và bảng 4.

Bảng 4. Đặc trưng tốc độ xói lở - bồi tụ bờ biển theo ranh giới hành chính của thành phố Đà Nẵng giai đoạn 2005-2020.

| TT | Quận | Phường | Số lượng mặt cắt tính toán | Bồi - Xói lớn nhất (m/năm) | Bồi -Xói nhỏ nhất (m/năm) | Bồi - Xói trung bình (m/năm) |
|----|------------|---------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1 | Liên Chiểu | Hòa Hiệp Bắc | 112 | 13,02 | -1,78 | 0,404 |
| 2 | | Hòa Hiệp Nam | 41 | 0,94 | -5,59 | -0,079 |
| 3 | | Hòa Khánh Bắc | 10 | -0,01 | -1,28 | -0,723 |

| TT | Quận | Phường | Số lượng mặt cắt tính toán | Bồi - Xói lớn nhất (m/năm) | Bồi - Xói nhỏ nhất (m/năm) | Bồi - Xói trung bình (m/năm) |
|----|--------------|----------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 4 | Thanh Khê | Hòa Minh | 19 | 0,03 | -1,43 | -0,924 |
| 5 | | Thanh Khê Tây | 9 | 1,26 | 0,12 | 0,479 |
| 6 | | Thanh Khê Đông | 11 | 3,59 | -0,55 | 0,473 |
| 7 | Hải Châu | Xuân Hà | 19 | 5,27 | -0,07 | 1,238 |
| 8 | | Tam Thuận | 6 | 15,6 | 6,71 | 10,88 |
| 9 | | Thanh Bình | 13 | 39,55 | 13,18 | 29,285 |
| 10 | Sơn Trà | Thuận Phước | 9 | 20,33 | 2,80 | 9,338 |
| 11 | | Nại Hiên Đông | 27 | 51,82 | -0,74 | 10,984 |
| 12 | | Thọ Quang | 384 | 18,96 | -3,15 | 0,579 |
| 13 | Ngũ Hành Sơn | Mân Thái | 13 | 0,40 | -0,65 | -0,215 |
| 14 | | Phước Mỹ | 27 | 1,28 | -0,26 | 0,501 |
| 15 | | Mỹ An | 17 | 0,58 | -1,32 | -0,144 |
| 16 | Sơn | Khuê Mỹ | 29 | 1,51 | -0,97 | -0,003 |
| 17 | | Hòa Hải | 65 | 1,72 | -1,29 | 0,164 |



Hình 6. Cường độ xói lở - bồi tụ dải ven biển Đà Nẵng giai đoạn 1995-2005.

Ở quận Liên Chiểu, bờ biển tiếp tục biến động mạnh ở cửa sông Cu Đê với sự dịch chuyển luồng. Bờ phía bắc được bồi tụ mạnh với tốc độ cao nhất lên đến 13,02 m/năm, ngược lại, bờ phía nam có hiện tượng xói lở với tốc độ cao nhất là -5,59 m/năm. Xói lở bờ biển chiếm ưu thế ở phường Hòa Hiệp Nam, Hòa Khánh Bắc và Hòa Minh tuy nhiên tốc độ bồi xói trung bình trên cả chiều dài bờ biển của quận Liên Chiểu khoảng 0,11 m/năm.

Toàn bộ chiều dài bờ biển quận Thanh Khê trong thời đoạn này xuất hiện bồi là chủ yếu, xói lở bờ biển ở một số đoạn bờ mang tính cục bộ. Nơi được bồi nhiều nhất thuộc phường Xuân Hà và Tam Thuận, đặc biệt khu vực gần cửa sông Hàn có mặt cắt được bồi lên tới 15,6 m/năm. Theo tính toán, tốc độ bồi xói trung bình trên cả chiều dài bờ biển của quận Thanh Khê trong thời đoạn này khoảng 2,44 m/năm.

Quận Hải Châu trong thời đoạn này vẫn được bồi tương đối mạnh trên toàn bộ bờ biển của quận. Xã Thanh Bình có tốc độ bồi trên toàn bộ bờ biển đạt từ 13,18 ÷ 39,55 m/năm. Tốc

độ bồi xói trung bình trên cả chiều dài bờ biển của quận Hải Châu trong thời đoạn này khoảng 19,79 m/năm.

Tại quận Sơn Trà, khu vực phía nam sông Hàn vẫn là nơi được bồi mạnh nhất trên toàn bộ bờ biển Đà Nẵng, tốc độ bồi mạnh nhất ở đây lên đến 52,02 m/năm. Phường Mân Thái và Phước Mỹ lại có xu hướng bị bồi xói xen kẽ, tuy nhiên tốc độ xói lở không cao, tối đa là - 0,65 m/năm.

Ở quận Ngũ Hành Sơn, đường bờ biển trong giai đoạn này được bồi xói xen kẽ nhưng chiều dài bờ biển bị xói lở đã xuất hiện nhiều hơn so với các giai đoạn trước mặc dù tốc độ xói lở không lớn, cao nhất chỉ -1,32 m/năm. Đây cũng là vấn đề nên bắt đầu được quan tâm. Nhìn chung, tốc độ bồi xói trung bình trên chiều dài bờ biển toàn quận chỉ là - 0,17 m/năm.

Như vậy, trong giai đoạn từ 2005 - 2020, bờ biển Đà Nẵng vẫn có xu hướng bồi cao hơn xói, xói lở bờ biển xảy ra chủ yếu ở bãi biển phía bắc và phía nam của thành phố. Tốc độ bồi xói trung bình bờ biển khá cao, đạt đến 1,36 m/năm.

4. Kết luận

Nghiên cứu áp dụng quy trình xử lý từ ảnh viễn thám trên nền tảng GEE kết hợp với phân loại đường bờ theo ngưỡng Otsu để xây dựng Bản đồ diễn biến đường bờ biển thành phố Đà Nẵng với độ tin cậy cao. Đồng thời, áp dụng công cụ DSAS để phân tích chi tiết và chính xác cường độ xói lở - bồi tụ trên toàn bộ dải ven biển của thành phố Đà Nẵng. Kết quả nghiên cứu cho thấy đường bờ biển thành phố Đà Nẵng qua các thời kỳ tương đối ổn định.

Dựa trên kết quả triết xuất và bản đồ diễn biến đường bờ biển từ năm 1965 đến năm 2020, tính toán bồi xói cho bờ biển Đà Nẵng được chia theo ba giai đoạn. Kết quả ghi nhận trong ba giai đoạn, quá trình xói lở - bồi tụ đường bờ xảy ra xen kẽ. Bồi tụ là quá trình chủ đạo, đặc biệt là ở hai bên cửa sông Hàn. Quá trình xói lở bắt đầu xuất hiện thời gian gần đây ở bãi biển phía bắc và phía nam Đà Nẵng với tốc độ không cao, tuy nhiên điểm xói lở lại xuất hiện ở khu vực bãi tắm và phát triển du lịch.

Kết quả nghiên cứu có ý nghĩa thiết thực, phục vụ công tác quản lý, quy hoạch và khai thác kinh tế biển, phòng chống thiên tai và bảo vệ môi trường. Tính toán định lượng quá trình xói lở - bồi tụ bờ biển, cửa sông là cơ sở khoa học để đề xuất các giải pháp phòng chống, bảo vệ bờ biển, ổn định cửa sông hiệu quả. Tuy nhiên, một mặt còn hạn chế của nghiên cứu xói lở - bồi tụ dải ven biển bằng công nghệ Viễn thám là còn phụ thuộc vào chất lượng, thời điểm bay chụp nên không có tính liên tục. Do đó, để dự báo xu thế diễn biến đường bờ cũng như quá trình xói lở, bồi tụ bờ biển cần có thêm các nghiên cứu ứng dụng tổ hợp phương pháp khác nhau như khảo sát, đo đạc, viễn thám và GIS và mô hình toán.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.T.T., N.Q.M.; Xử lý số liệu: N.T.S., N.A.N., N.M.H.; Viết bản thảo bài báo: N.T.S., N.Q.M.; Chỉnh sửa bài báo: N.T.T.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành được tài trợ bởi Ủy ban nhân dân Thành phố Đà Nẵng.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Trực tuyến: <https://nld.com.vn/thoi-su/nhieu-khu-vuc-tren-bo-bien-da-nang-bi-xoi-lo-nang-20210113174901829.htm>
2. Trực tuyến: <https://danangfantasticity.com/tin-tuc/du-lich-da-nang-nhung-chang-duong-phat-trien.html#:~:text=Trong%20giai%20C4%91o%E1%BA%A1n%20t%E1%BB%A B%201997,s%E1%BB%91%20l%C6%B0%E1%BB%A3ng%20v%C3%A0%20ch%E1%BA%A5t%20l%C6%B0%E1%BB%A3ng.>

3. Thieler, E.R.; Martin, D.; Ergul, A. The digital shoreline analysis system, version 2.0: shoreline change measurement software extension for ArcView. US Geological Survey Open-File Report. 2023, 3, 076.
4. Zhao, B.; Guo, H.; Yan, Y.; Wang, Q.; Li, B. A simple waterline approach for tidelands using multi-temporal satellite images: A case study in the Yangtze Delta. *Estuarine. Coastal Shelf Sci.* **2008**, 77, 134–142.
5. Alesheikh, A.A.; Ghorbanali, A.; Nouri, N. Coastline change detection using remote sensing. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* **2007**, 4(1), 61–66.
6. Gonçalves, G.; Nuno, D.; Ercilia, S.; Luís, P.; Isabel, F. Detecting changes on coastal primary sand dunes using multi-temporal Landsat imagery. *SPIE Remote Sens.* **2014**, 924420–924420.
7. Palazzo, F.; Baiocchi, V.; Frate, F.D.; Giannone, F.; Dominici, D.; Latini, D.; Lelo, K.; Remondiere, S. Remote sensing as a tool to monitor and analyse abruzzo coastal changes: preliminary results from the ASI cosmocoast project. Proceeding of the 5th EARSeL Workshop on Remote Sensing of the Coastal Zone, 2011, pp. 79–88.
8. Din Hashmi, S.G.M.; Ahmad, S.R. GIS-based analysis and modeling of coastline erosion and accretion along the coast of Sindh Pakistan. *J. Coast Zone Manage.* **2018**, 21(1), 1000455. Doi:10.4172/2473-3350.1000455.
9. Long, V.H.; Giang, N.V.; Hoàn, T.P.; Hoà, P.V. Ứng dụng công nghệ xử lý ảnh viễn thám trên nền tảng điện toán đám mây (GEE) trong theo dõi biến động đường bờ sông–thí điểm tại sông Cừ Long. *Tạp chí Khoa học* **2019**, 16(6), 38–49.
10. Đoàn, Đ.Đ. Đánh giá biến động bờ biển khu vực cửa sông Thu Bồn bằng công nghệ viễn thám-GIS. *Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường* **2009**, 25, 5–20.
11. Bình, N.Q.; Dương, V.N. Xây dựng bản đồ diễn biến đường bờ bằng công nghệ ảnh viễn thám, áp dụng cho vịnh Đà Nẵng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng* **2018**, 3(124), 1–5.
12. Duy, Đ.V.; Đăng, K.H. Quan trắc diễn biến đường bờ Cù Lao Dung bằng công nghệ phân tích ảnh viễn thám. *Tạp chí Vật liệu & Xây dựng* **2023**, 13(2), 54–58.
13. Hà, N.T.T. Ứng dụng hệ thống phân tích đường bờ kỹ thuật số (DSAS) và tư liệu viễn thám nghiên cứu biến động đường bờ biển khu vực cửa sông Lạch Ghép-Thanh Hóa. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi* **2021**, 68, 1–9.
14. Acharya, T.D.; Subedi, A.; Lee, D.H. Evaluation of Water Indices for Surface Water Extraction in a Landsat 8 Scene of Nepal. *Sensors* **2018**, 18, 2580.
15. Thành, N.T. Phân tích và đánh giá diễn biến xói lở và bồi tụ ở khu vực tỉnh Quảng Nam bằng ảnh viễn thám và GIS. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, 737, 15–25.
16. Mầu, L.Đ. Đặc điểm biến đổi đường bờ tại khu vực Cửa Đại (Hội An) từ năm 1965 đến năm 2003. Tuyển tập nghiên cứu biển, Tập XV, 2006, tr. 38–48.
17. Dũng, V.T. Ứng dụng ảnh vệ tinh đánh giá diễn biến đường bờ biển, tỉnh Bình Định. Diss. Trường Đại học Bách khoa–Đại học Đà Nẵng, 2018.
18. Cương, V.Đ.; Hùng, N.T.; Hùng, N.V.; Luân, N.T. Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS nghiên cứu diễn biến xói lở, bồi tụ vùng bờ biển, cửa sông tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi* **2018**, 48, 1–11.
19. Diễm, P.K.; Minh, V.Q.; Điệp, N.T.H.; Đen, Đ.V. Đánh giá tình hình sạt lở, bồi tụ khu vực ven biển tỉnh Cà Mau và Bạc Liêu từ 1995-2010 sử dụng viễn thám và công nghệ GIS. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* **2013**, 26, 35–43.
20. Luân, N.T.; Sơn, N.H.; Tùng, T.T. Nghiên cứu biến động vùng cửa sông Cái, Nha Trang qua các tư liệu viễn thám (giai đoạn 1999-2013). *Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* **2014**, 45, 18–23.
21. Bình, P.D.H.; Thảo, H.T.; Bình, N.T. Đánh giá biến động cửa sông Tiên Châu, tỉnh Phú Yên bằng công nghệ viễn thám. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2021**, 722, 77–88.

22. Tiên, N.N.; Cường, Đ.H.; Ưu, Đ.V.; Sáo, N.T.; Tuấn, T.A.; Nam, L.Đ. Phân tích biến động đường bờ khu vực bờ biển cửa sông Hậu bằng tư liệu viễn thám. *VN J. Marine Sci. Technol.* **2017**, 17(4), 386–392.
23. Trục tuyến: <https://code.earthengine.google.com/>.
24. Gao, B. NDWI A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space. *Remote Sens. Environ.* **1996**, 58, 257–266.
25. Xu, H. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *Int. J. Remote Sens.* **2006**, 27, 3025–3033.
26. Feyisa, G.L.; Meilby, H.; Fensholt, R.; Proud, S.R. Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sens. Environ.* **2014**, 140, 23–35.
27. Murray, N.J.; Phinn, S.R.; Clemens, R.S.; Roelfsema, C.M.; Fuller, R.A. Continental Scale Mapping of Tidal Flats across East Asia Using the Landsat Archive. *Remote Sens.* **2012**, 4(11), 3417–3426.
28. Otsu, N. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms. *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.* **1979**, 9(1), 62–66. Doi:10.1109/TSMC.1979.4310076.
29. Cừ, N.V. và cs. Sạt lở bờ biển miền Trung Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 2003.

Study on coastline evolution and erosion - accretion process of coastal area in Da Nang City

Ninh Thu Trang¹, Nguyen Quang Minh², Nguyễn Thái Sơn³, Nguyen Minh Hai⁴, Nguyen Anh Ngoc^{4*}

¹ Thanh An Corporation, Ministry of Defence; ninhthutrang.789@gmail.com

² Institute of Oceanography and Environment; nguyenquangminh2110@gmail.com

³ Institute of Geography; nguyenthaison99@gmail.com

⁴ Center for Oceanography; haimesigol@gmail.com; anhngoc150986@gmail.com

Abstract: A remote sensing technology in combination with Google Earth Engine (GEE), Geographic Information System (GIS) and Digital Shoreline Analysis System (DSAS) was applied in this research in order to create a map of coastline changes and analyze erosion-accretion rates in coastal areas of Da Nang. Water indices such as AWEIsh; AWEInsh; NDWI, MNDWI 1, MNDWI 2 and Otsu thresholding algorithms facilitate the accurate determination of the coastline position in each moment of imaging. The calculations of coastal erosion and accretion were made in three different periods: 1965 ÷ 1995; 1995 ÷ 2005 and 2005 ÷ 2020. Research results show that during these periods, alternating accretion and erosion occurred along the coast of Da Nang. The problem of erosion has arisen recently only on the northern and southern beaches at a low rate but has directly affected the local tourist attraction and infrastructure. Therefore, more detailed researches on the causes of coastal erosion is necessary for the purpose of management and development of the marine economy, natural disasters prevention, and environmental protection.

Keywords: Water index; Otsu; GEE; DSAS; GIS; Erosion - Accretion.