



## Ứng dụng ArcGIS Pro xây dựng công cụ tự động theo dõi thay đổi mặt nước. Thực nghiệm tại sông Trà Khúc tỉnh Quảng Ngãi giai đoạn 1995-2024

Lê Thiên Bảo<sup>1</sup>, Trần Văn Bắc<sup>1</sup>, Nguyễn Trọng Nhân<sup>1\*</sup>

Khoa Trắc địa, Bản đồ và Công trình, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

Email tác giả liên hệ: [ntnhan@hcmunre.edu.vn](mailto:ntnhan@hcmunre.edu.vn)

DOI: 10.5281/zenodo.15795281

### Tóm tắt:

Việc theo dõi sự thay đổi mặt nước theo thời gian đóng vai trò quan trọng trong việc hiểu rõ sự thay đổi hình thái sông và hỗ trợ công tác quản lý tài nguyên nước một cách bền vững, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Bài báo này trình bày quá trình xây dựng một công cụ tự động bằng phần mềm ArcGIS Pro nhằm trích xuất và phân tích sự thay đổi mặt nước từ ảnh viễn thám quang học Landsat. Phương pháp sử dụng tỷ số giữa kênh Green và SWIR được áp dụng để xác định mặt nước tại bốn thời điểm trong giai đoạn 1995–2024 trên sông Trà Khúc, thuộc thành phố Quảng Ngãi. Kết quả cho thấy có sự biến đổi hình thái rõ rệt, đặc biệt ở khu vực hạ lưu. Giai đoạn 1995–2005, dòng sông có xu hướng thu hẹp do bồi lắng và hình thành các doi cát. Ngược lại, giai đoạn 2005–2015 ghi nhận sự mở rộng mặt nước đáng kể, chủ yếu do hoạt động nạo vét gây xói lở bờ sông. Xu hướng này tiếp tục kéo dài đến năm 2024, với diện tích mặt nước tăng, bao phủ các doi cát thấp. Công cụ được phát triển đã chứng minh tính hiệu quả trong việc giám sát sự thay đổi thủy văn bằng ảnh viễn thám, cung cấp dữ liệu kịp thời phục vụ công tác quản lý sông và ứng phó với biến đổi khí hậu.

Từ khóa: ArcGIS Pro, thay đổi, công cụ, mặt nước, Landsat

Ngày nhận bài: 04/06/2025 Ngày sửa lại: 23/06/2025 Ngày chấp nhận đăng: 25/06/2025 Ngày xuất bản: 30/06/2025

## Application of ArcGIS Pro to Develop an Automated Tool for Monitoring Surface Water Dynamics: A Case Study of the Trà Khúc River in Quảng Ngãi Province (1995–2024)

Lê Thiên Bảo, Trần Văn Bắc, Nguyễn Trọng Nhân\*

Department of Geodesy, Cartography and Construction, University of Natural Resources and Environment Ho Chi Minh City

Corresponding Author Email: [ntnhan@hcmunre.edu.vn](mailto:ntnhan@hcmunre.edu.vn)

### Abstract:

Monitoring surface water changes over time is essential for understanding river morphology and supporting sustainable water resource management, especially under the impacts of climate change. This study presents the development of an automated tool using ArcGIS Pro to extract and analyze surface water dynamics from Landsat optical imagery. The Green/SWIR band ratio method was applied to identify surface water across four selected years between 1995 and 2024 in the Trà Khúc River, located in Quảng Ngãi City, Vietnam. The results indicate significant morphological changes, particularly in the river's lower reaches. From 1995 to 2005, the river experienced a notable narrowing trend due to sediment deposition and the formation of sandbars. In contrast, the 2005–2015 period saw surface water expansion, largely attributed to dredging activities that caused bank erosion. This expansion trend continued through 2024, with increased water coverage over low-lying sandbars. The effectiveness of the developed tool demonstrates the potential of remote sensing in monitoring hydrological changes, offering timely insights for river management and climate adaptation strategies.

Keywords: ArcGIS Pro, change, tool, water surface, Landsat.

Submission received: 04/06/2025 Revised: 23/06/2025 Accepted: 25/06/2025

Published: 30/06/2025



## 1. Giới thiệu

Sông Trà Khúc là một trong những con sông lớn của khu vực miền Trung được hình thành bởi hợp lưu của 3 con sông lớn: sông Rhe, sông Đăk SeeLô và sông Đăk Đrinh, sông có vị trí địa lý  $14^{\circ}30'-15^{\circ}20'$  vĩ độ Bắc và  $180^{\circ}07'-109^{\circ}00'$  kinh độ Bắc, chiều dài sông với 135 km, diện tích lưu vực  $3240 \text{ km}^2$  và có 40 km chảy qua vùng đồng bằng thấp ven biển. Dòng chảy của sông chịu ảnh hưởng chi phối bởi địa hình dốc ở phía thượng nguồn với các dãy núi làm cho cường độ và lưu lượng nước trên dòng chảy lớn vào mùa mưa. Chế độ bán nhật triều không đều, biên độ triều trung bình 1,3m cùng với chịu ảnh hưởng trực tiếp của dòng triều từ Biển Đông [1-3] và dưới sự chi phối mạnh mẽ của chế độ gió mùa làm cho cường độ sóng vỗ vào bờ mạnh hơn đã tạo ra các dòng đối lưu gây biến đổi hình thái của sông Trà Khúc, đặc biệt tại cửa sông Cửa Đại bị biến dạng nghiêm trọng và liên tục bị thu hẹp dần từ những năm 1995 đến 2005 [1]. Trong những năm gần đây, tại miền Trung xảy ra 3 trận lũ lớn nhất vào năm 2013, 2017, 2020 đã gây thiệt hại rất lớn đến khu vực hạ lưu như ảnh hưởng đến sản xuất, tài sản của người dân, trong khi đó vào mùa khô lại xảy ra hạn hán với dòng chảy cạn kiệt [4] với lưu lượng dòng chảy trung bình nhỏ hơn  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  đã phần nào thúc đẩy quá trình bồi tụ các doi cát, bãi bồi ven bờ, ven biển trên sông. Thêm vào đó, sông Trà Khúc là con sông lớn nhất tỉnh Quảng Ngãi có tiềm năng lớn về tài nguyên góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế xã hội và đóng vai trò quan trọng trong việc quy hoạch mở rộng không gian đô thị. Tuy nhiên diễn biến hình thái của sông Trà Khúc thay đổi mạnh theo thời gian, diễn hình vào giai đoạn 1995-1998 tại cửa sông đổ ra biển Cửa Đại được mở rộng phía Nam, các bãi bồi giữa sông và hai bờ bị xói lở đáng kể [1]. Đối với quá trình bồi lấp trên sông Trà Khúc thường xuyên xảy ra, trong khi các bờ biển lân cận bị xói mòn nghiêm trọng vào giai đoạn 1988-2010 [2]. Dưới tác động mạnh mẽ của biến đổi khí hậu vào những năm qua 1999-2020 tại khu vực Quảng Ngãi xảy ra hiện tượng bão lũ diễn biến hết sức bất thường đã ảnh hưởng nghiêm trọng đến các hoạt động dân sinh kinh tế, môi trường sinh thái và tác động lớn đến hồ chứa Nước Trong và hạ lưu sông Trà Khúc [3]. Mặt khác do hình thái của sông thay đổi đáng kể, đã phần nào thúc đẩy dòng chảy mạnh vào mùa lũ qua kịch bản mô phỏng dòng chảy trên sông Trà Khúc giai đoạn 2016-2035 [4]. Chính vì vậy, sự thay đổi mặt nước cần được theo dõi thường xuyên do biến đổi đặc điểm hình thái và tác động của biến đổi khí hậu



gây ra. Đây là vấn đề cần được lưu ý quan tâm để cân bằng môi trường sinh thái và phát triển cảnh quan đô thị tại khu vực tỉnh Quảng Ngãi.

Công nghệ viễn thám với dữ liệu đa phổ và đa thời gian có cho phép giám sát liên tục sự thay đổi ranh giới mặt nước. Nhiều bài báo tận dụng đặc tính phản xạ phổ của các đối tượng trên bề mặt Trái Đất được thu nhận bởi bộ cảm biến, cụ thể đối tượng nước bị hấp thụ hoàn toàn ở dải hồng ngoại giúp dễ dàng chiết tách mặt nước trên ảnh quang học [5,6]. Bên cạnh đó, dựa vào phản xạ kênh phổ trong dải nhìn thấy và hồng ngoại để tính toán các chỉ số liên quan đến mặt nước giúp phân tách đất liền và mặt nước như NDWI (Normalised Difference Water Index) của bài báo [7] tuy nhiên chỉ số này không đảm bảo độ tin cậy khi áp dụng cho khu vực bài báo có xuất hiện nhiều nhà cửa, khu đô thị hay các công trình xây dựng, do đó chỉ số nước khác biệt được hiệu chỉnh MNDWI (Modified Normalised Difference Water Index) được thay thế [5]. Phương pháp OTSU có khả năng phân ngưỡng tự động hỗ trợ phân tách bề mặt nước trên kênh cận hồng ngoại của ảnh quang học, tuy nhiên kết quả còn bị ảnh hưởng của hiện tượng muối tiêu [6]. Ngoài ra, phương pháp ảnh tỷ số giữa các kênh như Green/SWIR và Green/NIR cho phép tách mặt nước hiệu quả với giá trị phân ngưỡng lớn hơn 1 [8,6]. Đây là những cơ sở lý thuyết sẽ được lựa chọn áp dụng khi thực hiện chiết tách mặt nước trên ảnh vệ tinh quang học. Bên cạnh đó, để phân tách mặt nước nhanh chóng trên ảnh vệ tinh, bài báo này được thực hiện với mục tiêu xây dựng công cụ tự động để theo dõi sự thay đổi mặt nước qua các thời điểm 1995, 2004, 2015 và 2024 tại sông Trà Khúc của tỉnh Quảng Ngãi trên phần mềm ArcGIS Pro – là một ứng dụng GIS desktop của ESRI với sự tích hợp các chức năng hiện có của ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene, ArcGlobe trong cùng một giao diện. ArcGIS Pro được cải tiến thêm khả năng trực quan hoá, phân tích dữ liệu và tạo bản đồ 2D, 3D. Đáng chú ý, ArcGIS Pro vẫn phát triển lập trình hướng đối tượng với ngôn ngữ lập trình Python [9] và đồng thời cung cấp thư viện ArcPy – là thư viện tiện ích khi tích hợp giữa công nghệ GIS và ngôn ngữ Python giúp cung cấp nhiều tính năng xử lý tự động như hiển thị, truy vấn và phân tích dữ liệu không gian địa lý và dữ liệu ảnh vệ tinh đem lại hiệu quả trong công tác giám sát các nguồn tài nguyên thiên nhiên [10].

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Để giám sát sự thay đổi mặt nước của sông Trà Khúc một cách nhanh chóng, bài báo sử dụng phương pháp lập trình GIS (Geographic Information System) với thư viện



ArcPy trên phần mềm ArcGIS Pro nhằm xử lý và phân tích tự động ảnh viễn thám. Cụ thể ảnh quang học Landsat 5, 8 được bài báo thu thập vào mùa khô qua 4 thời điểm 1995, 2005, 2015, 2024 (Bảng 1) với mức độ xử lý level 2 chứa các hệ số phản xạ bề mặt (Surface Reflectance) có độ phân giải không gian 30m, độ phủ mây dưới 5% và được cung cấp bởi tổ chức USGS - United States Geological Survey. Các kênh phổ trong dải nhìn thấy và hồng ngoại trên ảnh đều được hiệu chỉnh khí quyển giúp tăng độ tương phản cho ảnh.

Bảng 1. Thông tin ảnh Landsat

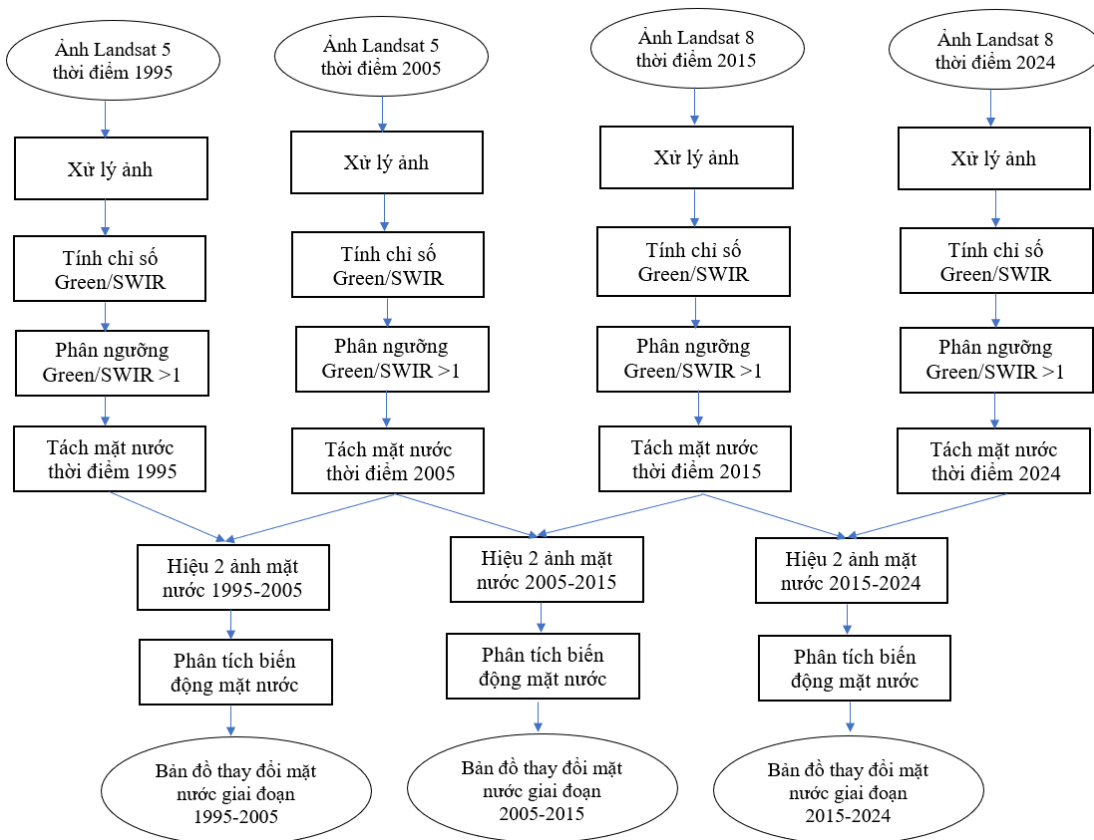
Vệ tinh	ID ảnh	Thời gian
Landsat 5	LT05_L1TP_124049_19950315_20200912_02_T1	15/03/1995
Landsat 5	LT05_L1TP_124049_20050310_20200902_02_T1	10/03/2005
Landsat 8	LC08_L1TP_124049_20150306_20200909_02_T1	06/03/2015
Landsat 8	LC08_L1TP_124049_20240415_20240415_02_RT	15/04/2024

Công nghệ viễn thám và GIS giúp dễ dàng chiết tách mặt nước trên ảnh vệ tinh bằng nhiều phương pháp, cụ thể áp dụng phân ngưỡng (Threshold) là một kỹ thuật thường được dùng để phân đoạn ảnh vì đơn giản và hiệu quả [11] Sau khi xác định được ngưỡng  $k^*$ , tiến hành phân ngưỡng để tạo ra ảnh nhị phân với những giá trị cấp độ xám lớn hơn ngưỡng  $k^*$  sẽ được gán mã bằng 1 và ngược lại, những giá trị cấp độ xám nhỏ hơn ngưỡng  $k^*$  sẽ được gán mã bằng 0 được thể hiện qua công thức (1). Trong đó:  $g(x,y)$ : hàm biểu diễn giá trị độ xám tại điểm  $(x, y)$  trên ảnh đầu ra;  $f(x,y)$ : hàm biểu diễn giá trị độ xám tại điểm  $(x, y)$  trên ảnh đầu vào.

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & f(x,y) > k^* \\ 0 & f(x,y) < k^* \end{cases} \quad (1)$$

Qua sơ đồ Hình 1 cho thấy phần mặt nước tại thời điểm 1995, 2005, 2015, 2024 được chiết tách trên ảnh quang học Landsat 5 TM và Landsat 8 OLI bằng phương pháp ảnh tỷ số Green/SWIR với giá trị phân ngưỡng là 1. Nhờ vào khả năng hấp thụ năng lượng bức xạ sóng điện từ của nước trong dải sóng hồng ngoại (NIR, SWIR) trên ảnh quang học giúp dễ dàng tách đối tượng nước. Phương pháp ảnh tỷ số này được tính toán đơn giản và thực hiện nhanh nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác khi xác định ranh giới bề mặt nước. Giá trị của tỷ số giữa kênh Green và SWIR lớn hơn 1 đại diện cho đối tượng mặt nước và ngược lại, đối với đối tượng khác (như đất, thực vật, công trình xây dựng ...) được xác định khi tỷ số Green/SWIR nhỏ hơn 1 [6,8,12]. Sau khi phân tách và tái phân nhóm với

ID = 1 là mặt nước và ID = 0 là đối tượng khác trên ảnh Landsat qua 4 thời điểm, tiến hành chồng lớp xác định thay đổi mặt nước bằng phép toán đại số hiệu 2 ảnh mặt nước tại 2 thời điểm liên kề với kết quả tạo ra ảnh mới [13] chứa giá trị ID = -1 là mặt nước thu hẹp, ID = 0 là mặt nước không đổi và ID = 1 là mặt nước mở rộng. Cuối cùng là tính toán diện tích phần mặt nước để phân tích sự thay đổi trong không gian theo thời gian do tác động của các yếu tố tự nhiên và yếu tố con người.



Hình 1. Quy trình thực hiện

Để thực hiện nhanh chóng quá trình chiết tách đối tượng mặt nước và cũng như theo dõi thay đổi mặt nước trên ảnh vệ tinh, bài báo đã lập trình với ngôn ngữ Python - một ngôn ngữ lập trình máy tính bậc cao được sử dụng rộng rãi trong phân tích dữ liệu lớn, điển hình là dữ liệu ảnh vệ tinh. Trên nền tảng công nghệ GIS, ngôn ngữ Python được tích hợp trong phần mềm ArcMap Pro và nhờ vào thư viện ArcPy - là một thư viện tích hợp cung cấp nhiều tính năng xử lý tự động như hiển thị, truy vấn và phân tích dữ liệu không gian địa lý [9]. Ngoài ra, bài báo sử dụng phần mềm PythonWin để soạn thảo đoạn code nhờ sự tích hợp thư viện ArcPy đã hỗ trợ người dùng xử lý và phân tích dữ liệu bằng

các hàm/module. Sau đó, tiến hành xây dựng công cụ trong hộp Toolbox.tbx bao gồm đặt tên công cụ, thêm đoạn code và thiết lập các thông số cho dữ liệu đầu vào và đầu ra tương ứng theo kiểu dữ liệu mặc định. Cuối cùng kiểm tra chạy thử công cụ và hiển thị công cụ lên thanh menu bar hoặc thêm vào ArcToolbox để lưu công cụ [10]. Cụ thể trong bài báo này đã sử dụng một số hàm và được thực hiện theo các bước như sau (Bảng 2).

Bảng 2. Hàm xử lý, phân tích dữ liệu

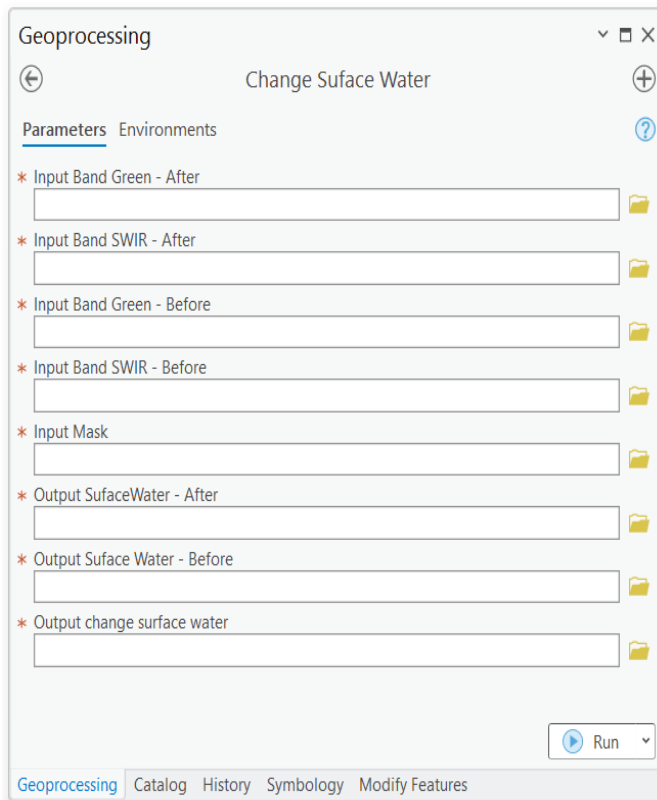
Bước thực hiện	Hàm xử lý, phân tích dữ liệu
1. Nhập dữ liệu kênh phổ đầu vào (Green, SWIR) đã xử lý	GetParameterAsText(index)
2. Tạo ảnh tỷ số Green/NIR	Sử dụng phép tính đại số: Green/SWIR
3. Tái phân nhóm theo ngưỡng mặt nước lớn hơn 1 và gán ID=1	gp.Reclassify_sa(in_raster,reclass_field,remap,reclassify)
4. Tách mặt nước theo giá trị của mặt nước (ID =1 )	ExtractByAttributes(in_raster, where_clause)
5. Cắt bề mặt nước theo ranh giới bài báo	gp.ExtractByMask_sa(in_raster, in_mask_data, out_raster)
6. Hiệu 2 ảnh mặt nước tại 2 thời điểm liên kế	Sử dụng phép tính đại số hiệu của 2 ảnh mặt nước
7. Thêm cột mới để tính diện tích thay đổi trên ảnh (dựa vào diện tích 1 ô vuông cạnh 30m nhân với số lượng pixel)	AddField_management (in_table,field_name, field_type, {field_precision}, {field_scale} ...) CalculateField_management (in_table,field, expression, {expression_type}, {code_block}).

### 3. Kết quả bài báo và thảo luận

#### 3.1. Kết quả bài báo

##### 3.1.1 Kết quả xây dựng công cụ phân tích thay đổi bề mặt nước trên ảnh Landsat

Với sự hỗ trợ của phần mềm ArcGIS Pro, bài báo đã xây dựng thành công công cụ không chỉ có chức năng trích xuất bề mặt nước trên ảnh quang học Landsat một cách tự động mà còn phân tích sự thay đổi mặt nước giữa 2 thời điểm bao gồm xác định diện tích vùng mặt nước mở rộng và vùng mặt nước thu hẹp (hình 2). Giao diện của công cụ được thiết kế đơn giản và dễ sử dụng có mô tả nhập dữ liệu đầu vào và đầu ra. Trong đó, dữ liệu đầu vào bao gồm kênh Green, kênh SWIR với định dạng (\*.TIF) của thời điểm sau-trước và mặt nạ để cắt ảnh theo ranh giới (\*.shp). Sản phẩm đầu ra của công cụ là dữ liệu raster thể hiện các bề mặt nước của từng thời điểm và phần không gian mặt nước thay đổi (mặt nước thu hẹp và mở rộng) được thể hiện qua các điểm ảnh (hình 3). Song song đó, phần dữ liệu thuộc tính của các đối tượng raster cũng được tính toán diện tích theo kích thước ô vuông nhân với số lượng pixel trên ảnh (đơn vị mặc định của diện tích là m<sup>2</sup>).

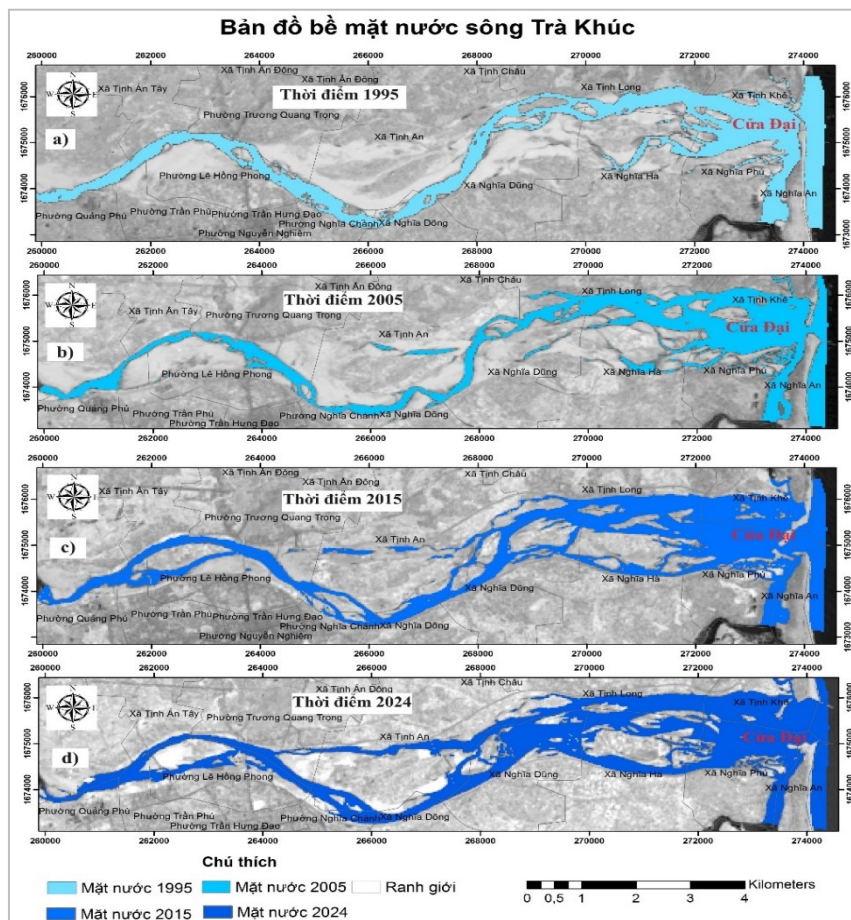


Hình 2. Công cụ phân tích phân tích thay đổi bề mặt nước trên ảnh quang học

### 3.1.2. Kết quả xây dựng bản đồ thay đổi mặt nước qua các giai đoạn

Qua công cụ phân tích chuỗi ảnh vệ tinh Landsat, bài báo xây dựng bản đồ bề mặt nước sông Trà Khúc tỉnh Quảng Ngãi tại thời điểm 1995, 2005, 2015 và 2024 (hình 3). Sự chuyển động của thời gian gần 30 năm đã tác động đến hình thái sông Trà Khúc có biến chuyển rõ qua cửa sông Cửa Đại [14] và các nhánh sông lớn nhỏ trong khu vực bài báo. Mặt khác, vùng hạ lưu giáp với biển của con sông rất dễ bị phân nhánh thành nhiều hướng, trong khi đó, lòng sông bị biến dạng uốn khúc theo hình sin và thường xảy ra sự thay đổi hình thái dưới ảnh hưởng của quá trình bồi đắp và xói lở liên tục trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Điển hình mặt nước tại Cửa Đại thông với Biển Đông tại thời điểm 2005 và 2015 so với 1995 có sự dịch chuyển vị trí từ hướng Đông Bắc (hình 3a-thời điểm 1995) về Đông Nam (hình 3b, 3c-thời điểm 2005, 2015) [14]. Sự dịch chuyển này góp phần hình thành các doi cát do hiện tượng bồi lắng bùn cát, cho nên phần cửa sông thông với nước biển bị hẹp dần gây khó khăn trong việc lưu thông đường thủy. Theo diễn biến hình thái cửa sông từ 1995 đến 2005 được mở rộng về phía Nam, doi cát bờ phía Bắc hầu như không dịch chuyển nhiều nhưng bề rộng nhỏ lại do xói lở, trong khi đó bờ phía Nam cũng bị xói lở và mở rộng cửa do ảnh hưởng của trận lũ lớn năm 2003 [1]. Sự dịch chuyển

mạnh và liên tục về bên phải theo hướng Đông Nam tại Cửa Đại vẫn xảy ra cho đến năm 2015 khoảng 750m do tác động của việc nạo vét luồng trên sông [2]. Tuy nhiên đến thời điểm 2024, các doi cát hầu như bị nhấn chìm và cửa sông Cửa Đại được mở rộng theo hướng Đông Bắc [14], mặc dù vào mùa cạn, dòng chảy trung bình có xu thế tăng theo kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng tại giai đoạn 2016-2035 so với giai đoạn 1986-2005 tăng khoảng 5-16% [4]. Hình thái của sông Trà Khúc không chỉ thay đổi ở cửa sông mà còn thay đổi tại các nhánh sông theo hướng Tây sang Đông, xuất hiện nhiều nhánh sông, điển hình vào thời điểm 2015, 2024 (hình 3c, 3d) nhánh sông được mở rộng tại xã Tịnh An, xã Nghĩa Dũng, xã Nghĩa Hà, phường Lê Hồng Phong ... tạo nên một hệ thống sông ngòi chằng chịt cùng với các doi cát được hình thành từ quá trình bồi lắng đã góp phần thuận lợi trong việc phát triển công trình mới xây dựng trên sông từng bước hình thành đô thị hướng biển phát triển kinh tế cho tỉnh, nhất là khai thác quỹ đất để tăng thu ngân sách [15].



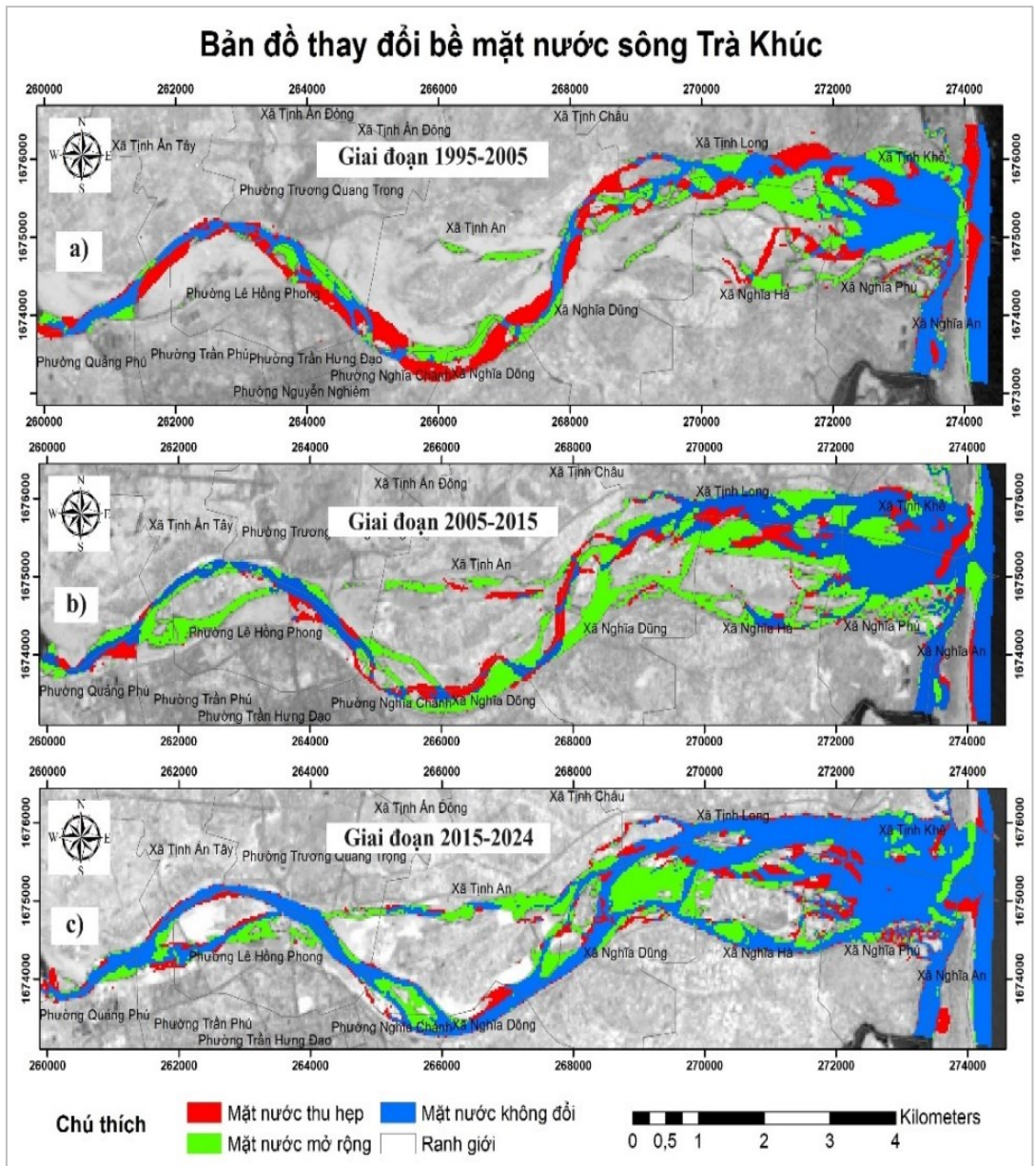
Hình 3. Bản đồ bề mặt nước sông Trà Khúc tại thời điểm 1995 (a), 2005 (b), 2015 (c), 2024 (d)



Bên cạnh đó, sự thay đổi bề mặt nước qua 3 giai đoạn được thể hiện tại Hình 4 và Bảng 3, cho thấy diện tích mặt nước thu hẹp nhiều trong giai đoạn 1995-2005 (hình 4a) với 28,548 km<sup>2</sup> tại cửa sông Cửa Đại hình thành doi cát theo hướng Đông Nam tương ứng xảy ra hiện tượng bồi lấp bùn cát. Tại đoạn sông khu vực phía Bắc phường Trần Hưng Đạo, phường Nghĩa Chánh, xã Nghĩa Đông, xã Nghĩa Dũng, xã Tịnh An có dấu hiệu mặt nước dần bị thu hẹp do hạn hán kéo dài từ tháng 11/2004 đến 3/2005 ở Nam Trung Bộ dưới tác động của hiện tượng biến đổi khí hậu El Nino và La Nina [16]. Dưới tình hình của khí hậu khắc nghiệt, tại các bãi bờ của khu vực Hòn Ngọc xã Tịnh An có nhiệt độ bề mặt gần 37°C [17] làm cho lượng nước bốc hơi lớn đã phần nào làm thay đổi hướng dòng chảy trên sông Trà Khúc. Đáng chú ý đến hình thái của sông cũng dần biến đổi mạnh vào giai đoạn 2005-2015 (hình 4b) theo xu hướng mở rộng mặt nước tăng cao với diện tích 41,238 km<sup>2</sup> tại cửa sông Cửa Đại bị dịch chuyển theo hướng Đông rất nhanh khoảng 300m do tác động của nạo vét luồng gây ra xói lở ở hạ lưu lòng sông [2]. Thêm vào đó, sông Trà Khúc bị phân nhánh thành nhiều hướng dọc theo phía Đông Nam của đảo Hòn Ngọc xã Tịnh An, giáp với xã Nghĩa Dũng, Nghĩa Hà đổ ra Cửa Đại (hình 4b). Hiện tượng bồi lấp xảy ra khi mặt nước bị thu hẹp với 15,867km<sup>2</sup> do dòng chảy của lũ lụt mang theo bùn cát trước đó đổ ra cửa biển nhưng do tác động của sóng và dòng triều lượng bùn cát sẽ bồi lắng trở lại sẽ hình thành các dải cát ngầm chắn cửa, một phần bồi tụ tại cửa biển, một phần khác được dòng triều đưa vào trong cửa sông [2]. Tuy nhiên giai đoạn 2015-2024 (hình 4c) mặt nước mở rộng giảm còn 27,117km<sup>2</sup> nhưng vẫn chiếm ưu thế xu hướng mở rộng cho lòng sông đồng nghĩa với hiện tượng sạt lở diễn ra phức tạp, thậm chí doi cát ở Cửa Đại đã bị mặt nước nhấn chìm vào mùa khô và cửa sông được mở rộng ra khá lớn với khoảng 1km tính từ bờ Bắc sang bờ Nam. Doi cát nằm ở phía Bắc xã Nghĩa Dũng với diện tích hơn 52ha cũng bị mặt nước bao phủ toàn bộ.

*Bảng 3. Thống kê diện tích thay đổi mặt nước sông Trà Khúc (đơn vị km<sup>2</sup>)*

<b>Diện tích thay đổi</b>	<b>Giai đoạn 1995-2005</b>	<b>Giai đoạn 2005-2015</b>	<b>Giai đoạn 2015-2024</b>
Diện tích bề mặt nước thu hẹp	28,548	15,867	15,318
Diện tích bề mặt nước mở rộng	25,623	41,238	27,117



Hình 4. Bản đồ thay đổi bề mặt nước sông Trà Khúc tại giai đoạn 1995-2005 (a), giai đoạn 2005-2015 (b), giai đoạn 2015-2024 (c)

### 3.2. Thảo luận

Công cụ được xây dựng trong bài báo không chỉ hỗ trợ trích xuất mặt nước theo từng thời điểm mà còn cho phép phân tích diễn biến mở rộng – thu hẹp hình thái mặt nước trong giai đoạn dài hạn từ năm 1995 đến 2024. Kết quả thực nghiệm cho thấy sự thay đổi đáng kể của mặt nước sông Trà Khúc tại bốn thời điểm khảo sát, đặc biệt là khu vực hạ lưu. Trong giai đoạn 1995–2005, mặt nước có xu hướng thu hẹp mạnh, phản ánh



tác động của quá trình bồi lắng và hình thành các doi cát tại cửa sông và ven bờ. Sự suy giảm này giảm dần trong hai giai đoạn tiếp theo, cho thấy sự chuyển dịch từ bồi tụ sang xói mòn và tái mở rộng mặt nước. Đặc biệt, giai đoạn 2005–2015 ghi nhận sự gia tăng diện tích mặt nước đáng kể, chủ yếu do ảnh hưởng từ các công trình nạo vét luồng lạch, gây xói mòn và sạt lở nghiêm trọng hai bên bờ sông. Xu hướng này tiếp tục kéo dài sang giai đoạn 2015–2024, với lưu lượng nước mặt tăng, bao phủ các khu vực địa hình thấp như doi cát và bãi bồi. Các kết quả cho thấy công cụ được phát triển có hiệu quả cao trong việc trích xuất và theo dõi thay đổi mặt nước từ ảnh viễn thám quang học, mở ra tiềm năng lớn trong việc ứng dụng vào công tác giám sát tài nguyên nước và quản lý sông ngòi, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay.

Tuy nhiên, bài báo vẫn còn tồn tại một số hạn chế. Do không thu thập được dữ liệu thực địa, chưa thể kiểm chứng chính xác ranh giới mặt nước trích xuất từ ảnh viễn thám. Bên cạnh đó, bài báo chỉ tập trung phân tích dữ liệu vào mùa khô – thời điểm ảnh quang học ít bị ảnh hưởng bởi mây mù. Do đó, chưa thể đánh giá được đầy đủ hình thái dòng chảy và thay đổi mặt nước trong mùa mưa – thời kỳ thường xảy ra lũ lụt lớn. Để khắc phục những hạn chế này, trong tương lai cần kết hợp ảnh radar (SAR) – với khả năng thu nhận tín hiệu xuyên mây và hoạt động ổn định trong mọi điều kiện thời tiết – nhằm theo dõi thường xuyên và toàn diện hơn diễn biến mặt nước trên sông. Điều này sẽ góp phần nâng cao hiệu quả cảnh báo sớm và hỗ trợ công tác phòng chống xói lở, sạt lở bờ sông một cách kịp thời và chủ động. Ngoài ra, công cụ cần tích hợp khả năng thống kê diện tích mặt nước thay đổi theo đơn vị hành chính cấp xã, nhằm cung cấp thông tin chi tiết phục vụ theo dõi, giám sát và đưa ra các giải pháp ứng phó kịp thời với các hiện tượng bất thường trong quản lý tài nguyên-môi trường.

#### 4. Kết luận

Để theo dõi liên tục sự biến đổi mặt nước sông Trà Khúc (Quảng Ngãi), bài báo đã phát triển một công cụ tự động chiết tách mặt nước từ ảnh Landsat sử dụng chỉ số tỷ số Green/SWIR, đồng thời phân tích sự thay đổi hình thái dòng chảy trong giai đoạn 1995–2024. Kết quả cho thấy mặt nước có sự thay đổi rõ rệt tại hạ lưu qua bốn mốc thời gian, với xu hướng thu hẹp mạnh trong giai đoạn 1995–2005 do bồi lắng, tạo nên các doi cát cửa sông và ven bờ với diện tích là 25,623km<sup>2</sup>. Giai đoạn 2005–2015 ghi nhận sự mở rộng đáng kể diện tích mặt nước với 41,238 km<sup>2</sup>, chủ yếu do tác động của hoạt động nạo



vết luồng gây xói lở bờ, tập trung phân bố tại xã Nghĩa Đồng, Nghĩa Dũng, Nghĩa Chánh,... Xu hướng này tiếp tục đến năm 2024, dòng nước mở rộng bao phủ các vùng địa hình thấp với diện tích 27,117km<sup>2</sup> tại một số khu vực như Cửa Đại, xã Nghĩa Phú, Nghĩa Hà, Nghĩa Dũng,.. Hiệu quả trích xuất và phân tích của công cụ khẳng định tính ứng dụng cao trong giám sát tài nguyên nước bằng ảnh viễn thám, góp phần hỗ trợ quản lý và cảnh báo trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay.

### Cam kết của các tác giả

Tất cả các tác giả có tên trong bài báo cam kết sự đồng thuận và không có xung đột lợi ích trong công bố khoa học tại bài báo này.

### Tài liệu tham khảo

- [1] Tùng, T. T. “Phân tích diễn biến hình thái cửa sông Trà Khúc, tỉnh Quảng Ngãi”. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi*. Số 14, trang 91-96, 2006.
- [2] Hoang, V.C., Bảo, L.X., Hitoshi, T. “Phân tích diễn biến hình thái cửa Đại-Sông Trà Khúc và Cửa Lở-Sông Vệ, Quảng Ngãi theo thời đoạn dài hạn bằng ảnh vệ tinh”. *Tuyển tập Hội nghị khoa học thường niên năm 2017*. Trang 12-14, 2017.
- [3] Tùng, N.B.; Đức, Đ.Đ.; Anh, T.N.; Thủy, N.H.; Nhung, Đ.T.H.; Nhung, P.T.H.; Cường, V.M. “Đánh giá ảnh hưởng của hồ chứa Nước Trong đến hạ lưu sông Trà Khúc trong trường hợp khẩn cấp”. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn 2022*. Số 741, trang 85–97, 2022.
- [4] Ngọc, N.T.B., Tinh, T.V., Hung, V.D., Tú, T.T. “Đánh giá tác động biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước lưu vực sông Trà Khúc, tỉnh Quảng Ngãi”. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn 2023*. Số 751, trang 28-41, 2023.
- [5] Xu, H. “Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery”. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 27(14), pages 3025–3033, 2006.
- [6] Nhân, N.T., Bảo, L.T. “Ứng dụng phương pháp otsu chiết tách mặt nước trong giám sát thay đổi ranh giới Hồ Dầu Tiếng trên nền tảng Google Earth Engine”. *Tạp chí khoa học đất*. Số 69, trang 7-11, 2022.
- [7] McFeeters, S. K. “The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features”. *International Journal of Remote Sensing*. Vol.17, no. 7, pages 1425–1432, 1996.
- [8] Alesheikh, A., Nouri, N. “Coastline change detection using remote sensing”. *International Journal of Environmental Science and Technology*. Vol. 4, no.1 , pages 61-66, 2007.
- [9] Maribeth, H., Price. “Switching to ArcGIS Pro from ArcMap”. *ESRI Press, Redlands, California*. Pages 1-182, 2019.
- [10] Nhân, N.T., Bảo, L.T. “Xây dựng công cụ và hệ thống giám sát đất nhiễm mặn tại tỉnh Bến Tre”. *Tạp chí khí tượng thủy văn 2024*. Số 759, trang 87-95, 2024.
- [11] Hui-Fuang Ng, Cheng-Wai Kheng, and Jim-Min Lin. “A Weighting Scheme for Improving Otsu Method for Threshold Selection”. *Journal of Computers (Taiwan)*. Vol. 27, no.2 , pages 12-21, 2016.
- [12] Pritam, C. and Prasenjit, A. “Shoreline change and sea level rise along coast of Bhitarkanika wildlife sanctuary, Orissa: An analytical approach of remote sensing and statistical techniques”. *International journal of geomatics and geosciences*. Vol. 1, no.3, pages 436-455, 2010.
- [13] Long, L.T., Nhân, N.T. “Ứng dụng ảnh radar Sentinel-1 giám sát tình hình sạt lở và bồi tụ tại tỉnh Cà Mau giai đoạn 2015-2024 trên nền tảng Google Earth Engine”. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*. Số 765, trang 27-38, 2024.



- [14] Lê Thiên Bảo, Trần Văn Bắc, Nguyễn Trọng Nhân. “Xây dựng công cụ phân tích thay đổi hình thái vùng cửa sông sử dụng ảnh Landsat: Áp dụng thí điểm Cửa Đại trên sông Trà Khúc”. *Tạp chí khí tượng thủy văn*. Số 769, trang 44-56, 2025.
- [15] Thanh Nhị. “Khơi dậy lợi thế của sông Trà Khúc”. *Báo Quảng Ngãi điện tử*. Truy cập ngày 12/5/2025 tại <https://baoquangngai.vn/channel/2025/202209/khoi-day-loi-the-cua-song-tra-khuc-3135990/>.
- [16] Lan, V.T.T., Kỳ, N.Đ., Dân, L.N. “Quản lý hạn hán, sa mạc hoá vùng nam trung bộ trong bối cảnh biến đổi khí hậu”. *Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ*. Trang 1-282, 2012.
- [17] Trâm, Đ.T.M., Nhân, N.T. “Ứng dụng Google Earth Engine trong phân tích thay đổi của hiện tượng "đảo nhiệt đô thị" trên địa bàn thành phố Quảng Ngãi giai đoạn 1995 – 2021, đề xuất một số giải pháp trong quy hoạch và phát triển”. *Kỷ yếu hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc 2022*. Trang 308-315, 2022.

Article © 2024 by Magazine of Geodesy - Cartography is licensed under CC BY 4.0

