

DOI:10.22144/ctu.jvn.2020.144

## ỨNG DỤNG HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS) XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ HÌNH THÁI LƯU VỰC SÔNG LẠI GIANG, TỈNH BÌNH ĐỊNH

Ngô Anh Tú, Trần Văn Bình và Phan Thái Lê

Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Quy Nhơn

Người chịu trách nhiệm về bài viết: Ngô Anh Tú (email: [ngoanhtu@qnu.edu.vn](mailto:ngoanhtu@qnu.edu.vn))

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 18/07/2020

Ngày nhận bài sửa: 26/08/2020

Ngày duyệt đăng: 28/12/2020

### Title:

Application of GIS to determine morphology of Lai Giang river basin in Binh Dinh province

### Từ khóa:

GIS, hình thái lưu vực, Mô hình số độ cao, sông Lại Giang, tỉnh Bình Định

### Keywords:

GIS, Basin morphology, DEM, Lai Giang river, Binh Dinh province

### ABSTRACT

The paper introduces the results on the morphology of Lai Giang river basin in Binh Dinh province using GIS. The morphological parameters of the river basin such as boundary, area, coefficient of symmetry, flow direction, mean elevation, slope, ... These are calculated from digital elevation model (DEM) data with a resolution of  $12,5 \times 12,5$  m for quite accurate quantitative results. The morphology of Lai Giang river basin has an area of 1404,41 km<sup>2</sup>; the average altitude of about 300 m; the length of the basin is about 87 km; there is great asymmetry between the left bank and right bank with catchment symmetry coefficient = 0,27; the average slope is 9,10°; ... According to the flow direction, Lai Giang river basin is divided into two distinct regions (An Lao region and Kim Son region). Through determining the morphology of the Lai Giang river basin, it helps managers assess flood concentration, flood transmission, distribution of floods, as well as water reserves across the basin.

### TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu kết quả ứng dụng GIS xác định hình thái lưu vực sông Lại Giang, tỉnh Bình Định. Các thông số hình thái lưu vực sông như ranh giới, diện tích, hệ số đối xứng, hướng dòng chảy, độ cao, độ dốc trung bình, ... của lưu vực được tính toán từ dữ liệu mô hình số độ cao (DEM) với độ phân giải  $12,5 \times 12,5$  m cho kết quả định lượng khá chính xác. Kết quả xác định thông số hình thái cho thấy lưu vực sông Lại Giang có diện tích 1404,41 km<sup>2</sup>; độ cao trung bình 300 m; chiều dài của lưu vực khoảng 87 km; có sự bất đối xứng lớn giữa tả ngạn và hữu ngạn với hệ số đối xứng lưu vực = 0,27; độ dốc trung bình 9,10°, ... Theo hướng dòng chảy lưu vực sông Lại Giang được chia thành hai vùng rõ rệt (vùng An Lão và vùng Kim Sơn). Thông qua xác định hình thái lưu vực sông Lại Giang giúp nhà quản lý đánh giá khả năng tập trung lũ, truyền lũ, phân bố lũ cũng như trữ lượng nước trên toàn lưu vực.

Trích dẫn: Ngô Anh Tú, Trần Văn Bình và Phan Thái Lê, 2020. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) xác định các thông số hình thái lưu vực sông Lại Giang, tỉnh Bình Định. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(6A): 69-76.

## 1 GIỚI THIỆU

Lưu vực sông luôn có vai trò quan trọng và tác động toàn diện đến các mặt kinh tế, xã hội của của không chỉ các địa phương nằm trong LV mà còn ảnh hưởng tới khu vực lân cận. Nghiên cứu đánh giá LV đang là mối quan tâm lớn của các nhà khoa học và quản lý của địa phương, trong đó xác định được các thông số hình thái LV là một trong những nhiệm vụ quan trọng sẽ giúp các nhà nghiên cứu có cái nhìn toàn diện, bao quát về toàn bộ khu vực.

Trong những năm gần đây, việc xác định hình thái LV sông chủ yếu dựa vào hai phương pháp chính: phương pháp vẽ trực tiếp từ bản đồ địa hình (bản in trên giấy) trên cơ sở các đường đồng mức để xác định giới hạn các đường chia nước; phương pháp thứ hai sử dụng công cụ hỗ trợ GIS phân tích dữ liệu từ mô hình số độ cao (DEM) nhằm xác định ranh giới lưu vực. Trong hai phương pháp nêu trên thì phương pháp ứng dụng GIS có nhiều ưu điểm như việc thực hiện tính toán các thông số hình thái LV sẽ được xử lý nhanh chóng, chính xác và khả năng lưu trữ cũng như chia sẻ dữ liệu rất hiệu quả (Avinash *et al.*, 2011; Samal *et al.*, 2015). Đã có rất nhiều nghiên cứu ứng dụng GIS trong đánh giá hình thái LV sông phục vụ đa mục đích, Điển hình như Dhananjay *et al.*, 2010, Rai *et al.*, 2011, Madavi and Anshumali, 2019, Venkatesh, and Anshumali, 2019).

LV sông Lại Giang là một LV có diện tích lớn thứ hai của tỉnh Bình Định (sau LV sông Côn), là vùng có tiềm năng phát triển kinh tế to lớn ở phía Bắc của tỉnh. Trong quá trình phát triển trên LV đã xây dựng nhiều hồ chứa nước lớn nhỏ khác nhau, nhiều khu đô thị vùng hạ lưu đã hình thành, quá trình chặt phá rừng ở thượng nguồn cũng như nạn khai thác cát ở lòng sông đã làm thay đổi cơ bản hình thái LV, từ đó làm mất tính quy luật tự nhiên của dòng chảy nên đang gây ra nhiều tác động xấu đến tự nhiên, môi trường, con người và kinh tế - xã hội. Do đó, việc nghiên cứu ứng dụng GIS trong xác định hình thái LV sông là rất quan trọng, nhằm tạo bộ cơ sở dữ liệu LV sông giúp cơ quan chuyên môn thuận lợi hơn trong việc xác định ranh giới LV sông nhằm định rõ phạm vi ranh giới bị ảnh hưởng do tác động của con người cũng như vấn đề biến đổi khí hậu.

## 2 DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Dữ liệu

Dữ liệu địa hình đóng vai trò rất quan trọng trong việc tính toán, xác định hình thái LV. Trong nghiên

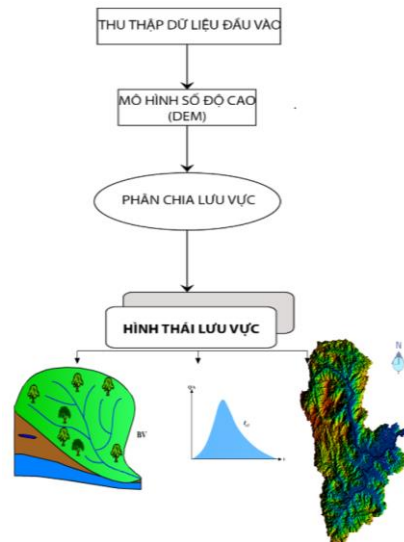
cứ này, dữ liệu địa hình được thu thập từ nguồn mô hình DEM miễn phí có tại địa chỉ: <https://search.asf.alaska.edu/> với độ phân giải không gian 12,5m. Các thông số dữ liệu DEM tại khu vực nghiên cứu được mô tả qua Hình 1 sau:



**Hình 1: Thông số dữ liệu DEM của ALOS PALSAR tại LV Lại Giang**

### 2.2 Phương pháp


Nghiên cứu đề xuất quy trình xác định hình thái LV sông Lại Giang như Hình 2.



**Hình 2: Sơ đồ các bước xác định hình thái LV**

#### 2.2.1 Phương pháp áp dụng kỹ thuật GIS

Kỹ thuật GIS được sử dụng nhằm xác định LV sông một cách tự động, các công cụ của GIS được xây dựng dựa trên cơ sở lý thuyết "mô hình dòng chảy tám hướng". Tại một ô lưới (grid) sẽ chảy đến một trong tám hướng tiếp cận xung quanh ô lưới đó. Khi sử dụng GIS tính toán sự tích lũy dòng chảy từ dữ liệu DEM chính là tính toán sự tích lũy dòng chảy cho một ô pixel (đơn vị ảnh) nào đó trong khu vực được xác định bằng cách tính tổng số ô lưới tập trung nước về ô đó theo hướng dòng chảy và được thể hiện theo 08 hướng như Hình 3 sau:

1 = East - Hướng Đông	32	64	128
2 = Southeast - Hướng Đông-Nam			
4 = South - Hướng Nam	16		1
8 = Southwest - Hướng Đông-Tây, West - Hướng Tây			
32 = Northwest - Hướng Tây-Bắc	8	4	2
64 = North - Hướng Bắc			
128 = Northeast - Hướng Đông-Bắc			

**Hình 3: Hướng dòng chảy trong mô phỏng dòng chảy tám hướng**

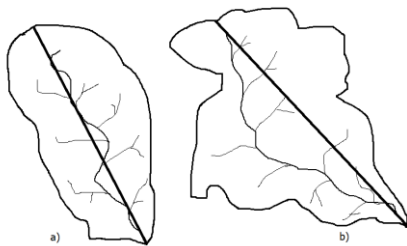
Ngoài ra, kỹ thuật GIS giúp xác định các thông số hình thái của LV như: xác định ranh giới LV, xây dựng bản đồ độ dốc, xác lập độ cao trung bình của LV, tính toán chiều dài dòng chảy của LV, biên tập bản đồ ranh giới LV và các tiểu LV sông Lạ Giang.

**2.2.2 Một số công thức xác định đặc trưng LV**

Để trích xuất hình thái LV sông Lạ Giang, nghiên cứu sử dụng bộ công cụ GIS kết hợp với các công thức toán học nhằm xây dựng ra các chỉ số hình thái LV. Nghiên cứu chọn một số thông số hình thái và thông số mạng lưới thủy văn LV chính như sau:

- **Diện tích lưu vực - A (km<sup>2</sup>)** là phần bề mặt Trái Đất kể cả chiều dày lớp phủ thổ nhưỡng mà từ đó nước chảy vào hệ thống sông suối của LV. Diện tích LV phụ thuộc vào đường giới hạn phân nước theo tỷ lệ thuận (Đỗ Đức Dũng, 2009).

- **Chiều dài lưu vực - L (km)** là khoảng cách xác định theo đường thẳng từ điểm xa nhất trên đường phân thủy đến cửa sông trong trường hợp hình dạng LV cân đối (Hình 4a). Nếu LV dạng hình cong, chiều dài LV được đo theo đường trung tuyến dẫn qua trung tâm LV (Hình 4b):



**Hình 4: Xác định độ dài (L) lưu vực**

- **Độ rộng trung bình LV - B<sub>tb</sub> (km)** được tính bằng cách chia diện tích LV (A) cho chiều dài lưu vực (L):

$$B_{tb} = \frac{A}{L} \quad (1)$$

- **Hệ số đối xứng LV- a:** Là độ phân bố không đồng đều của diện tích bờ phía trái (F<sub>tr</sub>) và bờ phía bên phải (F<sub>ph</sub>) của LV so với dòng sông chính và được xác định theo công thức:

$$a = \frac{F_{tr} - F_{ph}}{(F_{tr} + F_{ph}) \div 2} \quad (2)$$

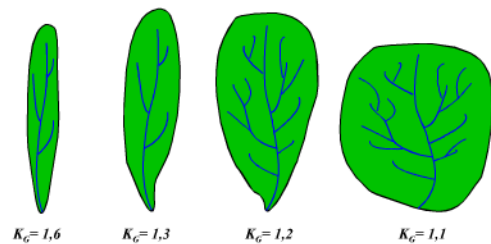
- **Hệ số giãn LV- δ:** Là tỷ bình phương độ dài lưu vực (L<sup>2</sup>) và diện tích LV (A). Hệ số này thể hiện cho mức độ thay đổi hình dạng LV khi bị ảnh hưởng của các tác nhân từ bên ngoài:

$$\delta = \frac{L^2}{A} \quad (3)$$

- **Hệ số hình dạng LV:** Là đại lượng nhằm xác định hình dạng LV theo các dạng khác nhau thông qua hệ số Gravelius (Karatas and Ekinci, 2014):

$$K_G \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot A}} \approx 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (4)$$

Trong đó: K<sub>G</sub> là hệ số hình dạng, P là chu vi của LV (Km). Nếu K<sub>G</sub> có kết quả các giá trị khác nhau sẽ cho hình dáng LV sông tương ứng như Hình 5 sau:



**Hình 5: Mô tả các hình dáng LV tương ứng với hệ số K<sub>G</sub> (nguồn: <https://echo2.epfl.ch/>)**

- **Hướng dòng chảy:** Nhằm thể hiện hướng dòng chảy của các nhánh sông trên toàn LV, Jenson và Domingue đã đề xuất cách tính hướng dòng chảy vào năm 1988. Ngày nay, với sự trợ giúp của GIS, hướng dòng chảy được tính toán nhanh chóng và tương đối chính xác dựa trên cơ sở thuật toán của Jenson và Domingue theo lý thuyết phân chia 8 hướng dòng chảy (Jenson and Domingue, 1988).

- **Độ cao trung bình của LV sông ngòi - H<sub>tb</sub>:** được tính theo công thức sau:

$$H_{tb} = \frac{f_1 H_1 + f_2 H_2 + \dots + f_n H_n}{A} \quad (5)$$

Trong đó:

H<sub>tb</sub>: Độ cao trung bình của LV; f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub>... f<sub>n</sub>: Diện tích thành phần của LV nằm giữa các đường đồng mức (km<sup>2</sup>); H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>... H<sub>n</sub>: Độ cao trung bình giữa các đường đẳng thời (Đỗ Đức Dũng, 2009).

– Độ dốc trung bình của LV ( $I_{tb}$ ) được tính theo công thức do Carlier và Leclerc (1964) đề xuất như sau:

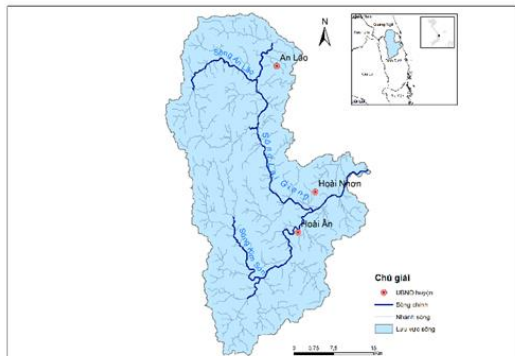
$$I_{tb} = \frac{h(\frac{l_0 + l_n}{2} + l_1 + l_2 + \dots + l_{n-1})}{A} \quad (6)$$

Trong đó:  $h$  là độ cao địa hình;  $l_0, l_1, l_2, \dots, l_{n-1}$ : Độ dài đường đồng mức trong giới hạn LV (Bentekhici, 2006).

### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Sông Lại Giang là sông lớn thứ hai (sau sông Côn) ở tỉnh Bình Định, sông có diện tích LV khoảng 1,404.41 km<sup>2</sup>, chiều dài sông chính 85 km. Sông bắt nguồn từ miền núi phía Bắc huyện An Lão, có độ cao từ 400 - 825 m, độ cao trung bình của LV là 300 m, độ dốc bình quân của LV nhỏ hơn 22%. Sông gồm hai nhánh sông chính gồm nhánh sông An Lão và nhánh sông Kim Sơn.



**Hình 6: Sơ đồ khu vực nghiên cứu LV sông Lại Giang**

– Ở thượng nguồn nhánh sông An Lão chảy theo hướng Nam - Bắc, sau khi ra khỏi xã An Dũng thuộc huyện An Lão sông chuyển hướng Tây Bắc – Đông Nam. Nhánh sông Kim Sơn bắt nguồn tại xã Ân Nghĩa thuộc huyện Hoài Ân, sông chảy theo hướng Tây Bắc – Đông Nam cho đến khi gặp nhánh An Lão tại vùng giáp ranh giữa hai huyện Hoài Ân và thị xã Hoài Nhơn thì sông chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc rồi đổ ra Biển Đông qua cửa An Dũ.

#### 3.2 Kết quả xác định hình thái LV

– Diện tích LV ( $A$ ): Sử dụng công thức (1) kết hợp công cụ GIS nhằm xác định diện tích LV dựa trên dữ liệu DEM. Trên cơ sở mặt cắt dọc lòng sông,

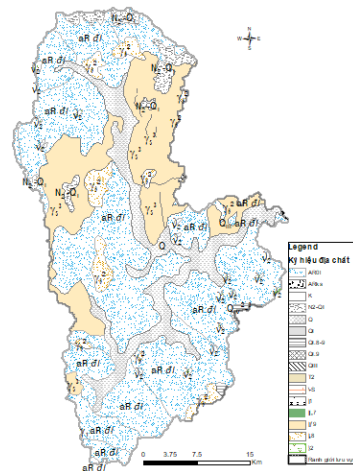
nghiên cứu đã đề xuất diện tích LV vùng thượng lưu (với độ cao trung khoảng 120m), trung lưu (có độ cao trung bình nhỏ hơn 12m trở xuống). Kết quả thống kê diện tích LV sông Lại Giang được thể hiện qua Bảng 1 sau:

**Bảng 1. Diện tích các vùng LV sông Lại Giang**

Vùng	Diện tích (km <sup>2</sup> )
Hạ lưu	148,70
Trung lưu	396,91
Thượng lưu	858,80
<b>Toàn LV (A)</b>	<b>1404,41</b>



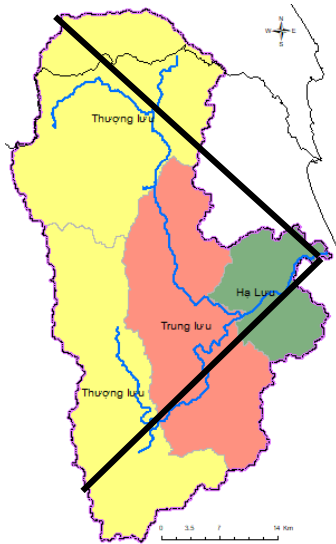
Bảng 1 cho thấy diện tích ở vùng thượng lưu và trung lưu của sông Lại Giang tương đối lớn hơn vùng hạ lưu. Vùng thượng lưu của sông lại Giang chủ yếu là các đồi núi phía Tây - Bắc của huyện An Lão, Tây Nam huyện Hoài Ân thuộc tỉnh Bình Định và một phần của huyện Ba Tơ tỉnh Quảng Ngãi. Vùng hạ lưu chủ yếu thuộc địa phận thị xã Hoài Nhơn, nơi nơi có địa hình thấp và chuyển dần ra biển, chủ yếu đất phù sa và than bùn bồi tụ ven biển (Hình 7).



**Hình 7: Bản đồ địa chất LV sông Lại Giang**

– Chiều dài lưu vực ( $L$ ): Để tính toán được chiều dài LV, nghiên cứu tiến hành sử dụng kết quả phân chia LV theo độ cao và mật độ sông suối trên toàn LV từ dữ liệu DEM (Hình 8 và Bảng 2).





Hình 8: Chiều dài LV sông Lai Giang

Bảng 2: Thống kê tổng chiều dài LV sông Lai Giang

Nhánh sông	L (km)
An Lão	44,00
Kim Sơn	43,8
Tổng (L)	87,8

Ở Bảng 2 cho thấy được chiều dài LV sông tương quan với diện tích, độ dài sông theo hai nhánh (An Lão và Kim Sơn) có độ dài tương đương nhau. Phần trung lưu của LV có độ dài sông lớn nhất, là tiền đề cho tốc độ truyền lũ chậm hơn, thời gian hình thành lũ chậm hơn so với khu vực thượng nguồn. Tuy nhiên, tốc độ truyền lũ còn phụ thuộc rất nhiều yếu tố, trong đó yếu tố địa hình, độ dốc và lớp phủ cũng ảnh hưởng rất lớn đến thời gian tập trung nước và khả năng truyền lũ ở LV ở sông Lai Giang.

– *Độ rộng trung bình LV ( $B_{tb}$ ):* Thông thường chiều rộng LV sông không cố định mà thay đổi theo chiều dài sông. Sự thay đổi đó ảnh hưởng đến sự tập trung nước trong sông. Tính toán độ rộng trung bình LV dựa vào kết quả diện tích và chiều dài LV cho 3 tiểu vùng LV.

Nghiên cứu đã tính toán độ rộng trung bình cho LV Lai Giang dựa trên công thức (1) cho kết quả đã rộng được thể hiện qua Bảng 3 sau:

Bảng 3: Thống kê độ rộng trung bình LV Lai Giang

Vùng LV	Độ rộng $B_{tb}$ (km)
Hạ lưu	11,89
Trung lưu	13,68
Thượng lưu	19,51

Kết quả Bảng 3 cho thấy độ rộng LV sông Lai Giang phân chia không đồng đều và phân hóa từ thượng nguồn cho đến hạ lưu. Ở thượng lưu và trung lưu có diện tích khá lớn hơn so với độ rộng ở vùng hạ lưu, điều này liên quan đến sự tích trữ nước và dòng chảy tại khu vực này, dẫn đến tình trạng ngập nước nhanh chóng và chậm thoát nước lũ tại khu vực hạ lưu của LV.

– *Hệ số đối xứng LV(a):* Để tiến hành phân chia bờ trái (tả ngạn) và bờ phải (hữu ngạn) theo từng khu vực, thông qua công cụ phân tích không gian của GIS nhằm phân chia các vùng tiểu LV theo đường ranh giữa bờ trái và bờ phải. Kỹ thuật GIS kết hợp công thức (2) nhằm tính hệ số  $a$  và cho kết quả thông qua Bảng 4 sau:

Bảng 4: Thống kê mức độ đối xứng LV sông Lai Giang

LV	Bờ trái (km <sup>2</sup> )	Bờ phải (km <sup>2</sup> )	Hệ số
Hạ lưu	78,82	63,34	0,12
Trung lưu	145,76	251,13	-0,53
Thượng lưu	574,0	284,7	0,67
Toàn LV	798,58	605,17	0,27

Qua Bảng 4, kết quả thống kê mức độ đối xứng LV sông Lai Giang cho thấy mức độ đối xứng của LV một cách tổng thể toàn LV có hệ số đối xứng nhỏ, chứng tỏ hai phần bờ trái và bờ phải của LV khá cân xứng với nhau.

Riêng ở vùng thượng lưu, hệ số đối xứng có độ lệch lớn nhất (0,67) cho thấy diện tích bờ trái lớn hơn bờ phải theo hướng dòng chảy. Ở hạ lưu diện tích bờ trái lớn hơn bờ phải từ đó có thể nhận thấy các nhánh sông chủ yếu bồi đắp bờ trái hạ lưu (Hình 9).



Hình 9: Bờ trái và bờ phải vùng hạ lưu LV sông Lai Giang (Photo: Anh Tú, 2020)

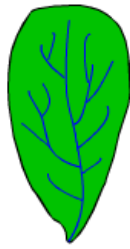
– *Hệ số giãn LV( $\delta$ ):* Hệ số này thể hiện cho mức độ thay đổi hình dạng LV khi bị ảnh hưởng của các tác nhân từ bên ngoài (các tác nhân như: cắt xẻ địa hình, biến đổi dòng chảy, hệ số giãn nở LV được

dẫn xuất từ độ dài và diện tích LV). Trên cơ sở công thức (3), kết quả tính toán được thể hiện ở Bảng 5 như sau:

**Bảng 5: Thống kê hệ số giãn LV sông Lại Giang**

Nhánh sông	Hệ số giãn LV
An Lão	1,37
Kim Sơn	1,36

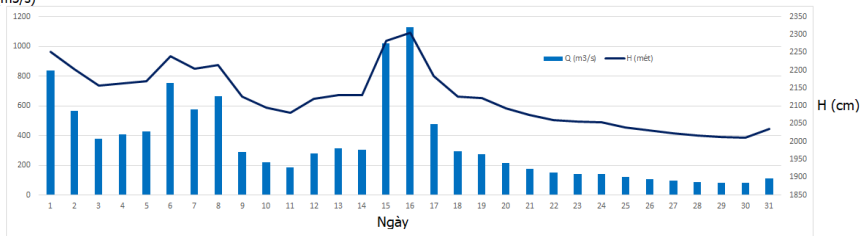
Hệ số giãn  $\delta$  của hai nhánh sông khá nhỏ, chứng tỏ LV sông Lại Giang ít biến dạng địa hình khi chịu các tác nhân bên ngoài.



$K_G = 1,2$

**Hình 10: Hình dáng LV sông Lại Giang**

– *Hệ số hình dạng LV ( $K_G$ ):* Hệ số hình dạng LV thể hiện cho tỉ số giữa chiều rộng và độ dài LV sông. Do vậy, có thể dễ dàng dẫn xuất được hệ số LV từ chiều rộng và chiều dài đã có tính toán ở trên. Theo công thức (4), kết quả tính toán: Chu vi của lưu vực ( $P = 283,77$  km); Diện tích toàn LV ( $A =$

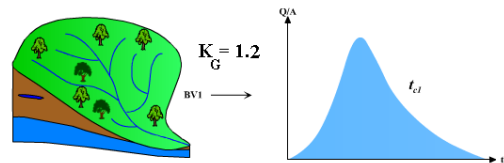


**Hình 12: Minh họa dòng chảy và mức nước lũ năm 2016 tại trạm đo thủy văn An Hòa, sông Lại Giang**

– *Hướng dòng chảy trên LV:* Trên cơ sở “mô hình dòng chảy 8 hướng”, kỹ thuật GIS và dữ liệu DEM cho kết quả hướng dòng chảy được thể hiện

1404,41km<sup>2</sup>). Ngoài ra, theo công thức (4) thì  $K_G$  có kết quả là 1,2. Từ hệ số có thể nhận định được hình dạng toàn LV sông Lại Giang có dạng hình như Hình 10. Điều này cũng hoàn toàn phù hợp với hình dáng thực tế của LV (vùng thượng nguồn có diện tích và độ rộng lớn và giảm dần đến hạ lưu).

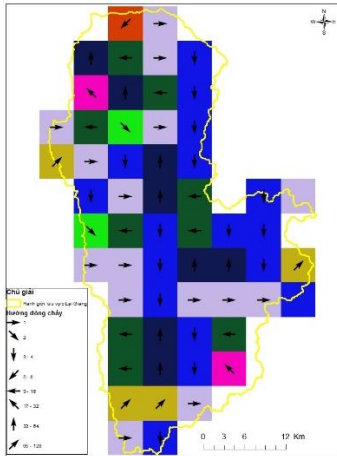
Theo nhà nghiên cứu Musy công bố năm 2004, tương ứng với các hệ số  $K_G = 1,2$  sẽ cho ra hình dáng dòng chảy lũ của LV như sau:



**Hình 11: Mô tả mối liên hệ lưu lượng dòng chảy lũ với thời gian ở LV sông Lại Giang**

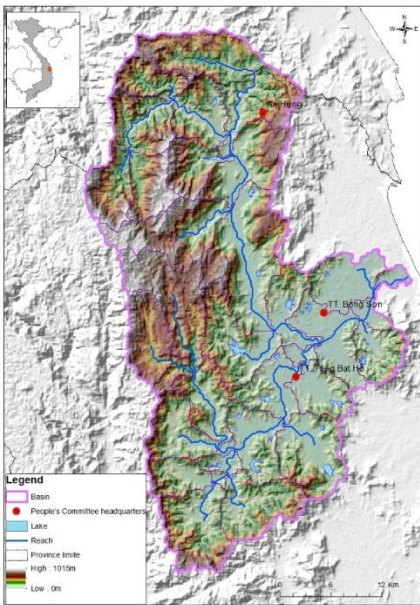
Qua hình cho thấy thời gian truyền lũ ở khu vực trung lưu của LV rất nhanh và giảm dần ở vùng hạ lưu của LV sông Lại Giang. Điều này chứng minh thực tế qua các trận lũ lớn lịch sử năm 2016 và năm 2018, thường lũ lên và rút xuống rất nhanh ở các xã An Hòa, An Đông huyện An Lão, tổng thời gian lũ thường 3 giờ ÷ 4 giờ (Hình 12). Ngược lại, ở vùng hạ lưu của LV, điển hình các xã như Hoài Xuân, Hoài Mỹ thuộc thị xã Hoài Nhơn thời gian nước rút do lũ lụt gây ra thường mất khoảng 3 ÷ 4 ngày.

qua Hình 13. Hướng dòng chảy ở LV sông Lại Giang chủ yếu theo hướng từ Bắc xuống Nam và từ Tây sang Đông.



**Hình 13: Hướng dòng chảy của các nhánh sông ở LV sông Lai Giang**

– *Độ cao trung bình của LV ( $H_{tb}$ ):* Dựa vào công thức (5), độ cao trung bình của LV sông Lai Giang được tính toán và mô phỏng qua Hình 14 và Bảng 6 sau:



**Hình 14: Mô hình số độ cao sông Lai Giang**

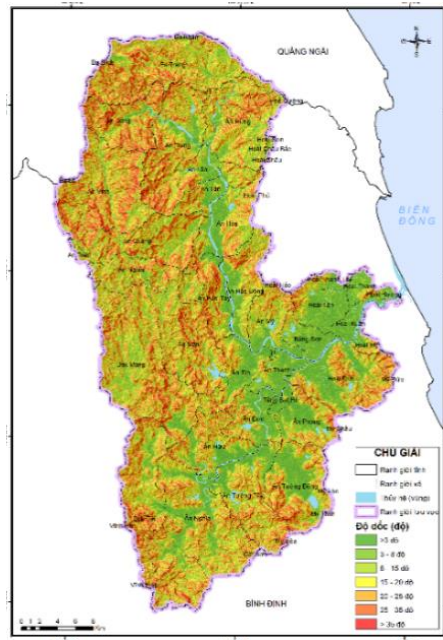
Qua Hình 14 cho thấy độ cao tổng thể của LV sông được phân hóa theo chiều từ Tây Bắc; Tây Nam hạ thấp dần xuống Đông và Đông Nam. Qua đó thấy sự phân tầng của độ cao nơi bắt nguồn của sông chính tại thượng nguồn huyện Ba Tơ, huyện An Lão và huyện Hoài Ân sau đó chia thành các chi lưu xuống thị xã Hoà Nhơn và ra biển. Ngoài ra, tổng diện tích có địa hình cao hơn 120 m ở LV sông Lai Giang chiếm hơn 70% tổng diện tích toàn LV. Điều này cho thấy thời gian truyền lũ và hình thành

lũ ở trong khu vực sông Lai Giang rất nhanh do áp lực rất lớn của tổng diện tích có độ cao lớn.

**Bảng 6: Thống kê độ cao LV sông Lai Giang theo các tiêu vùng lưu vực**

Vùng	Độ cao (m)		
	Nhỏ nhất	Trung bình	Cao nhất
Hạ lưu	0	12	630
Trung lưu	9	52	816
Thượng lưu	22	120	979

– *Độ dốc trung bình của LV ( $I_{tb}$ ):* Xác định độ dốc trung bình của từng vùng LV cho thấy hướng chạy của dòng chảy. Nghiên cứu sử dụng kỹ thuật GIS kết hợp công thức (6) thống kê độ dốc trung bình của LV thể hiện tại Hình 15 và Bảng 7 sau:



**Hình 15: Độ dốc LV sông Lai Giang**

**Bảng 7: Thống kê độ dốc trung bình LV sông Lai Giang**

Vùng	Độ dốc trung bình (độ)
Hạ lưu	4,04
Trung lưu	9,37
Thượng lưu	13,90

Kết quả thống kê ở Bảng 7 cho thấy độ dốc của LV giảm dần theo thứ tự từ thượng lưu về hạ lưu, ở thượng lưu dòng chảy khá dốc (gần 14,0°), chủ yếu tập trung ở các xã An Toàn, An Dũng thuộc huyện An Lão. Ở vùng hạ lưu độ dốc trung bình khoảng 4,04° tập trung chủ yếu ở thị xã Hoà Nhơn, nơi có địa hình tương đối bằng phẳng. Bên cạnh đó độ dốc trung bình toàn LV sông Lai Giang khoảng 9,10°.

#### 4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Việc xác định ranh giới và tính toán các đặc trưng hình thái của LV dựa vào công cụ của GIS, dữ liệu DEM kết hợp một số công thức xác định đặc trưng LV đã cho kết quả tương đối chính xác về độ dốc, hình dáng LV, độ cao, hệ số đối xứng,... của LV tại các vị trí thượng, trung, hạ lưu thuộc LV sông Lại Giang. Ngoài ra, độ chính xác của các đặc trưng hình thái của LV phụ thuộc rất lớn vào độ phân giải của dữ liệu DEM. Do đó, trong tương lai cần nghiên cứu sử dụng dữ liệu DEM có độ phân giải cao hơn cũng như tích hợp thêm độ sâu đáy sông nhằm nâng cao độ chính xác khi tính toán đặc trưng hình thái của LV.

#### LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả bài báo xin gửi lời cảm ơn đến Trường Đại học Quy Nhơn – Cơ quan chủ trì và, Bộ Giáo dục và Đào tạo là chủ quản, đã tạo điều kiện thuận lợi trong việc cung cấp kinh phí và bộ cơ sở dữ liệu thuộc đề tài “*Nghiên cứu ứng dụng số liệu mưa từ ảnh vệ tinh radar và mô hình toán trong dự báo nhanh nguy cơ lũ lụt (Nghiên cứu điển hình lưu vực sông Lại Giang tỉnh Bình Định)*”. Mã số: **B2020-DQN-03**.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Đỗ Đức Dũng, 2009. Phương pháp xác định lưu vực sông. Viện Quy hoạch Thủy lợi Miền Nam - Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 21 trang.  
 Nguyễn Thanh Sơn, 2003. Tính toán thủy văn. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.  
 Avinash, K., Jayappa, K.S. and Deepika, B., 2011. Prioritization of sub-basins based on geomorphology and morphometric analysis using remote sensing and geographic information

system (GIS) techniques. *Geocarto Int* 26(7): 569–592.  
 Bentekhici, N., 2006. Application of GIS to assess the physical characteristics of a watershed and their influences on water flow watershed of Oued El Maleh, North-West Algeria. Conference on Francophone ESRI, France, October 2006, accessed on 12 August 2020. Available from <https://www.esrifrance.fr/sig2006/bentekhici.html>  
 Dhananjay, S.D., Umesh, C.C., Sanjay, T., Sangharsh, K.T., 2010. Morphological analysis of Sher River basin using GIS for identification of erosion-prone areas. *Ecohydrology & Hydrobiology*. 10(2–4): 307-313.  
 Karataş, A and Ekinci, D., 2014. Interpretation of the Morphological Characteristics of Şehir Creek Basin (İspir) Regarding Fluvial Geomorphology and Regional Tectonics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 120, (2014): 576-585. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.138>.  
 Jenson, K.S and Domingue, O., 1988. Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis. TGS Technology, Inc., EROS Data Center, Sioux Falls, SO 57198.  
 Rai, P.K., Mohan, K., Mishra, S. Ahmad, A. and Mishra, V. N., 2017. A GIS-based approach in drainage morphometric analysis of Kanhar River Basin, India. *Appl Water Sci* 7, 217–232 (2017). <https://doi.org/10.1007/s13201-014-0238-y>.  
 Samal, D.R., Gedam, S.S., Nagarajan, R., 2015. GIS based drainage morphometry and its influence on hydrology in parts of Western Ghats region, Maharashtra, India. *Geocarto Int* 30(7): 755–778.  
 Venkatesh, M., Anshumali A., 2019. GIS-based assessment of recent changes in drainage and morphometry of Betwa River basin and sub-basins, Central India. *Appl Water Sci* 9, 157 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13201-019-1033-6>.