



Original Article

Flood Mapping and Impact Assessment in Agricultural Land in Hoa Vang, Da Nang Using Remote Sensing and Google Earth Engine

Le Ngoc Hanh^{1,2,*}, Nguyen Hoang Son^{1,3}, Le Phuc Chi Lang¹,
Nguyen Van An², Tran Thi An⁴

¹University of Education, Hue University, 34 Le Loi, Hue, Thua Thien Hue, Vietnam

²The University of Danang, University of Science and Education,
459 Ton Duc Thang, Lien Chieu, Danang, Vietnam

³Institute of Open Education and Information Technology, Hue University,
5 Hanoi, Hue, Thua Thien Hue, Vietnam

⁴Thu Dau Mot University, 6 Tran Van On, Thu Dau Mot, Binh Duong, Vietnam

Received 30 January 2024

Revised 23 May 2024; Accepted 30 May 2024

Abstract: Hoa Vang district in Da Nang city, is frequently affected by floods. This research was conducted to generate a flood map in Hoa Vang District, Da Nang City, during the peak flooding period in 2022, using Sentinel 1 imagery on the Google Earth Engine (GEE) cloud computing platform. The research also aims to assess the impact of this flooding event on the productivity of agricultural land in the district. Based on the Sentinel 1 imagery's backscattering coefficient, the study utilizes the Otsu algorithm for thresholding to determine the flood inundated areas. The results indicated that the optimal Otsu threshold value range from -16.003 to -10.631 dB. In addition, to assess the reliability of the flood mapping results, the study utilizes the in-situ flood inventory data to calculate the overall error and Kappa index. The research findings indicate a high level of reliability with an overall accuracy of 0.89 and a Kappa index of 0.79. Based on this analysis, the study successfully established a flood map for the peak flooding period 2022 in the study area. Furthermore, the study assessed the impact of floods on agricultural land productivity in the communes of Hoa Vang District. The findings showed that the flooded agricultural land area was 1,979.8 hectares, accounting for 77.3% of the total flooded area and 2.7% of the total natural area, primarily concentrated in the southern communes of the district such as Hoa Tien, Hoa Chau, Hoa Phuoc, and Hoa Phong. These findings serve as scientific background for assessing further impacts of flooding on agricultural land in Hoa Vang District, Da Nang City.

Keywords: Map, flooding, agricultural land production, remote sensing, radar.

* Corresponding author.

E-mail address: lnhanh@ued.udn.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5068>

Thành lập bản đồ ngập lụt và đánh giá tác động đến đất sản xuất nông nghiệp ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng bằng viễn thám và Google Earth Engine

Lê Ngọc Hành^{1,2,*}, Nguyễn Hoàng Sơn^{1,3}, Lê Phúc Chi Lăng¹,
Nguyễn Văn An², Trần Thị Ân⁴

¹Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế, 34 Lê Lợi, Huế, Thừa Thiên Huế, Việt Nam

²Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng, 459 Tôn Đức Thắng, Liên Chiểu, Đà Nẵng, Việt Nam

³Viện Đào tạo mở và Công nghệ Thông tin, Đại học Huế, 5 Hà Nội, Huế, Thừa Thiên Huế, Việt Nam

⁴Trường Đại học Thủ Dầu Một, 6 Trần Văn Ôn, Thủ Dầu Một, Bình Dương, Việt Nam

Nhận ngày 30 tháng 01 năm 2024

Chỉnh sửa ngày 23 tháng 5 năm 2024; Chấp nhận đăng ngày 30 tháng 5 năm 2024

Tóm tắt: Huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng là khu vực thường xuyên chịu ảnh hưởng của ngập lụt. Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu là xây dựng bản đồ ngập lụt ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng tại thời điểm ngập lụt lớn nhất năm 2022 bằng ảnh Sentinel 1 trên nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine (GEE) và đánh giá tác động của nó đến đất sản xuất nông nghiệp của huyện. Dựa vào hằng số tán xạ ngược của ảnh Sentinel 1, bài báo sử dụng thuật toán Otsu để phân ngưỡng, dùng để xác định những khu vực ngập trên ảnh Sentinel 1. Kết quả cho thấy giá trị phân ngưỡng Otsu từ -16,003 đến -10,631 dB. Bên cạnh đó, để đánh giá độ tin cậy của kết quả thành lập bản đồ ngập lụt, nghiên cứu sử dụng dữ liệu điều tra ngập lụt thực tế để tính toán độ chính xác toàn cục và chỉ số Kappa. Kết quả nghiên cứu cho thấy độ chính xác toàn cục (0,89) và chỉ số Kappa (0,79) đạt độ tin cậy cao. Trên cơ sở đó, bài báo đã thành lập được bản đồ ngập lụt tại thời điểm ngập lụt lớn nhất năm 2022 ở khu vực nghiên cứu. Tiếp tục, nghiên cứu đã đánh giá tác động của ngập lụt đến đất sản xuất nông nghiệp ở các xã của huyện Hòa Vang. Kết quả nghiên cứu cho thấy, đất sản xuất nông nghiệp bị ảnh hưởng bởi ngập lụt là 1.979,8 ha, chiếm 77,3% tổng diện tích ngập và chiếm 2,7% tổng diện tích tự nhiên, tập trung chủ yếu ở những xã phía Nam của huyện như Hòa Tiến, Hòa Châu, Hòa Phước, Hòa Phong. Kết quả nghiên cứu của bài báo cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho công tác đánh giá tác động của ngập lụt đến đất nông nghiệp ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng.

Từ khóa: Bản đồ, ngập lụt, đất sản xuất nông nghiệp, viễn thám, radar.

1. Mở đầu

Lũ lụt là một trong những thảm họa tự nhiên có sức tàn phá nghiêm trọng nhất, gây ra những tổn thất nặng nề về kinh tế và đe dọa đến tính mạng con người trên thế giới. Theo Ngân hàng

thế giới, có khoảng 1,47 tỷ người, tương đương 19% dân số thế giới, chịu tác động trực tiếp bởi những rủi ro đáng kể trong các trận lũ có tần suất xuất hiện 100 năm/lần [1]. Đa số những người bị ảnh hưởng bởi lũ lụt sống ở vùng Nam Á và Đông Á với khoảng 1,36 tỷ người. Trong số 1,47

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: lnhanh@ued.udn.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5068>

tỷ người đối mặt với nguy cơ lũ lụt, 89% sống ở các nước thu nhập thấp và trung bình [1]. Việt Nam cũng là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề do ngập lụt. Rentschler và cộng sự (2020) chỉ ra rằng người dân ở các tỉnh ven biển ở Việt Nam bị phơi nhiễm với nguy cơ ngập lụt cao nhất [2]. Việt Nam có 70% dân số sống ở các vùng ven biển và đồng bằng thấp trũng [3]. Mặc dù gần hai phần ba tổng dân số Việt Nam sống ở nông thôn, nhưng tốc độ đô thị hóa hàng năm đã tăng 7% từ năm 2009 đến 2019 [4]. Xu hướng này dự kiến sẽ tiếp tục, và đến năm 2040 sẽ có nhiều người sống ở các khu vực đô thị hơn so với khu vực nông thôn [5]. Đô thị hóa nhanh chóng làm tăng nguy cơ ngập lụt của một khu vực [6, 7]. Bên cạnh đó, biến đổi khí hậu và nước biển dâng đang làm cho ngập lụt trở nên trầm trọng hơn trên toàn cầu, khiến cho việc theo dõi hiện tượng này ngày càng được quan tâm [8].

Hòa Vang là huyện phía Tây của thành phố Đà Nẵng. Địa hình chủ yếu của huyện là đồi núi và đồng bằng. Đây là khu vực thường xuyên chịu ảnh hưởng của tình trạng ngập lụt, đặc biệt là những vùng thấp trũng ven sông Cu Đê ở phía Bắc và các con sông ở phía Nam như sông Túy Loan, sông Yên là hạ lưu sông Ái Nghĩa và sông Vu Gia. Lượng mưa trung bình năm ở huyện khá lớn và tập trung phần lớn vào mùa mưa. Bên cạnh đó, do địa hình của huyện Hòa Vang gồm diện tích đồi núi rộng lớn, dẫn đến nước mưa đổ về các thung lũng và đồng bằng với lượng lớn, gây áp lực lên hệ thống thoát nước.

Để có thể phòng và giảm thiểu những thiệt hại do ngập lụt ở huyện, một trong những công việc cần thiết là xây dựng bản đồ ngập lụt. Đây là cơ sở quan trọng để quy hoạch sản xuất thích ứng với tình hình ngập lụt trong tương lai. Bản đồ này không thể thiếu trong việc đánh giá mức độ tác động của ngập lụt đối với các khu vực có khả năng bị ảnh hưởng [9]. Có hai phương pháp chính để thành lập bản đồ ngập lụt là dựa vào mô hình thủy lực và dựa trên phân tích địa lý. Các mô hình thủy lực thường dựa vào hình học kênh và các nguyên lý thủy lực để tạo ra bản đồ độ sâu ngập [10]. Do đó, tồn tại sự không chắc chắn dựa trên chất lượng và độ phân giải của các thuộc tính kênh, cùng với các giả định về mô hình toán

học. Ngược lại, các mô hình dựa trên phân tích địa lý sử dụng nhiều thông số vật lý trên đất liền để tạo ra các vùng có nguy cơ ngập lụt cao và thấp [11].

Trong những thập niên gần đây, viễn thám radar đã trở thành một công nghệ không thể thiếu trong việc quan sát, phân tích, mô hình hóa mức độ và tác động của ngập lụt. So với các trạm đo và thu thập dữ liệu truyền thống, viễn thám radar cho phép lập bản đồ một cách hiệu quả, nhất quán và toàn diện trong không gian của các khu vực bị ngập lụt [12].

Viễn thám radar có khả năng nghiên cứu tất cả các khía cạnh của hiện tượng ngập lụt, bao gồm việc lập bản đồ, mô hình hóa, dự báo, đánh giá tính dễ bị tổn thương và các phân tích thiệt hại sau lũ. Hình ảnh radar đa thời gian cho phép xác định chính xác phạm vi ngập lụt. Ảnh radar đã được sử dụng để lập bản đồ nhiều loại lũ lụt khác nhau bao gồm sóng thần ven biển, lũ tràn sông, lũ quét và ngập lụt [13]. Viễn thám radar kết hợp với dữ liệu độ cao mặt đất đã được sử dụng để ước tính độ sâu ngập lụt cho các cộng đồng dễ bị tổn thương và thành lập bản đồ nguy cơ ngập lụt để từ đó xây dựng phương án phòng chống thích hợp [14].

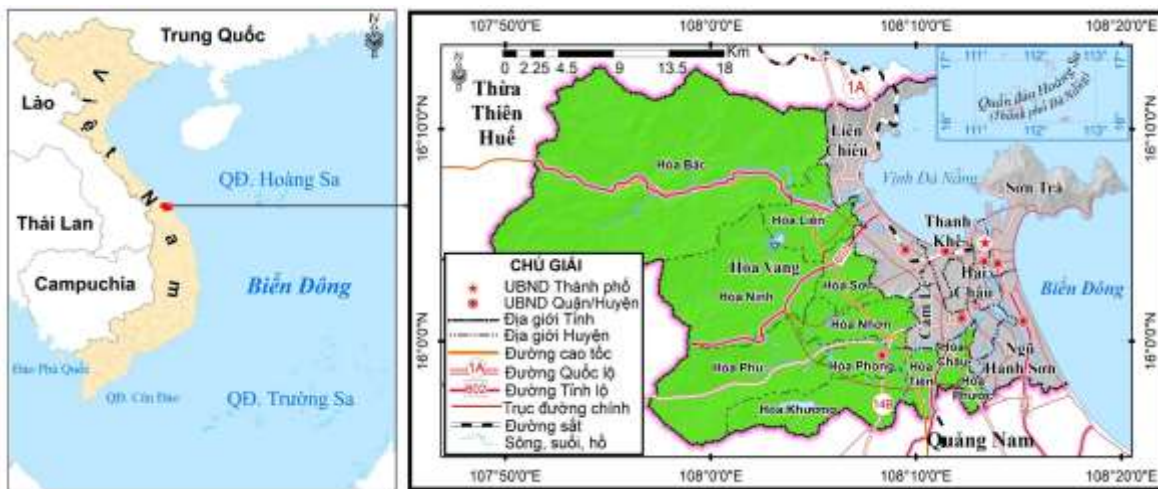
Synthetic Aperture Radar (Radar khẩu độ tổng hợp-SAR) là một dạng radar cho phép thu thập hình ảnh độ phân giải không gian cao. SAR có thể xuyên qua mây và mưa một cách hiệu quả, thu thập dữ liệu cả ban ngày, ban đêm và bao trùm các khu vực rộng lớn. Vì vậy, dữ liệu SAR rất thích hợp cho việc theo dõi ngập lụt [15]. Các cảm biến SAR như của vệ tinh Copernicus Sentinel 1 cung cấp hình ảnh radar miễn phí và có tính liên tục về thời gian. Đây là nguồn dữ liệu rất tốt để thành lập bản đồ ngập lụt [16]. Độ nhạy của SAR đối với độ gồ ghề của bề mặt địa hình cho phép quan sát chính xác mức độ ngập lụt, khiến nó trở thành công nghệ viễn thám radar quan trọng để nghiên cứu ngập lụt trong những thập kỷ gần đây [17].

Trong việc giải đoán thành lập bản đồ ngập lụt dựa vào ảnh radar, việc xác định ngưỡng phân loại những khu vực ngập nước và không ngập là rất quan trọng. Có nhiều phương pháp để xác định ngưỡng phân loại này. Trong đó, phương

pháp phân loại theo ngưỡng Otsu được sử dụng phổ biến và cho kết quả có độ tin cậy cao. Phương pháp của Otsu đưa ra một kỹ thuật tối ưu hóa ngưỡng tự động dựa trên dữ liệu về hình dạng biểu đồ phân bố, tối đa hóa phương sai giữa các lớp [18]. Phương pháp Otsu đã chứng minh là một cách tiếp cận hiệu quả trong việc xác định ranh giới ngập lụt trên các loại ảnh vệ tinh khác nhau, đặc biệt là ảnh SAR [19, 20].

Hầu hết các nghiên cứu ngập lụt trước đây thường sử dụng các phần mềm viễn thám để giải đoán ảnh. Phương thức này đòi hỏi dung lượng lưu trữ lớn, thời gian xử lý lâu. Với sự ra đời của công nghệ điện toán đám mây như GEE là một giải pháp hữu hiệu trong lưu trữ, truy cập, phân tích và xử lý dữ liệu lớn [21, 22]. GEE là nền tảng xử lý địa không gian được đặt trên đám mây tiên tiến nhất thế giới, có thể giải quyết các vấn đề xử lý gặp phải bởi các phương pháp xử lý ảnh vệ tinh truyền thống [22, 23]. GEE đã được sử dụng để theo dõi sự thay đổi sử dụng đất, mô

hình hóa năng suất cây trồng, giám sát tình trạng khô hạn, ngập lụt và nhiều ứng dụng khác. GEE duy trì một kho dữ liệu địa không gian khổng lồ, bao gồm dữ liệu Sentinel 1 GRD được cập nhật liên tục [24]. Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu là sử dụng nền tảng GEE để xử lý dữ liệu ảnh viễn thám radar Sentinel 1 để thành lập bản đồ ngập lụt tại các thời điểm trong năm 2022 ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng. Bên cạnh đó, nghiên cứu tính độ chính xác toàn cục và chỉ số Kappa để đánh giá độ tin cậy của bản đồ ngập lụt lớn nhất được thành lập từ ảnh Sentinel 1. Trên cơ sở đó, bài báo đánh giá tác động của ngập lụt đến đất sản xuất nông nghiệp ở các xã của huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng. Kết quả nghiên cứu của bài báo là tài liệu tham khảo cho việc đánh giá tác động của ngập lụt đến các lĩnh vực kinh tế - xã hội, đặc biệt là hoạt động sản xuất nông nghiệp ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng.



Hình 1. Bản đồ hành chính huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khái quát về khu vực nghiên cứu

Hòa Vang là huyện ngoại thành của thành phố Đà Nẵng, có ranh giới tự nhiên là dãy Bạch Mã ở phía Bắc và phía Tây. Địa hình Hòa Vang khá phức tạp với độ cao dao động từ 200 m đến

1.478 m, bị chia cắt mạnh theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Hòa Vang có đầy đủ các dạng địa hình là miền núi, trung du và vùng đồng bằng ven biển. Hòa Vang có khí hậu nhiệt đới gió mùa điển hình, nóng và ẩm quanh năm. Nhiệt độ trung bình năm của huyện là 26,7 °C, có 2 mùa rõ rệt là mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 12 và mùa khô từ tháng 1 đến tháng 8. Lượng mưa trung bình hàng

năm là 1.873 mm, tập trung vào các tháng 9, 10 và 11. Hòa Vang thường xuyên chịu ảnh hưởng của bão, mỗi năm có khoảng 1 đến 2 cơn bão đổ bộ trực tiếp vào huyện. Về hệ thống sông ngòi, Hòa Vang có sông Cu Đê ở phía Bắc, các sông Túy Loan, sông Yên ở phía Nam là các nhánh của sông Ái Nghĩa và sông Vu Gia. Chế độ thủy văn thay đổi theo mùa, gây ngập lụt trong mùa

mưa và hạn hán trong mùa khô. Huyện là khu vực sản xuất nông nghiệp chính của thành phố Đà Nẵng. Theo số liệu thống kê năm 2022, diện tích đất nông nghiệp của huyện Hòa Vang là 62.769,9 ha, chiếm 85,6% diện tích tự nhiên của huyện và 75% diện tích tự nhiên phần đất liền của thành phố Đà Nẵng [25]. Đây là lĩnh vực dễ bị tổn thương do ngập lụt ở huyện Hòa Vang.

Bảng 1. Hệ thống nguồn dữ liệu chính dùng trong nghiên cứu

STT	Loại dữ liệu	Mô tả	Nguồn
1	Độ cao địa hình.	Dữ liệu điểm độ cao tỷ lệ 1:10.000.	Sở Tài nguyên và Môi trường thành phố Đà Nẵng.
2	Ảnh Sentinel 1.	Chuỗi ảnh Sentinel 1 chụp từ tháng 9 đến tháng 12/2022.	https://scihub.copernicus.eu/
3	Bản đồ thủy văn.	Dữ liệu về mạng lưới sông, suối ở huyện Hòa Vang.	Sở Tài nguyên và Môi trường thành phố Đà Nẵng.
4	Bản đồ hiện trạng sử dụng đất.	Dữ liệu về bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2022 ở huyện Hòa Vang.	Phòng Tài nguyên và Môi trường huyện Hòa Vang.
5	Dữ liệu lưu lượng dòng chảy.	Số liệu về lưu lượng dòng chảy theo ngày của năm 2022 ở trạm Thạnh Mỹ.	Trung tâm khí tượng thủy văn Trung Trung Bộ.
6	Dữ liệu lượng mưa.	Số liệu hệ thống đo mưa chuyên dùng (Vrain) theo ngày ở các trạm của huyện Hòa Vang năm 2022.	Hệ thống đo mưa chuyên dùng (Vrain).
7	Báo cáo hiện trạng ngập lụt ở địa phương.	Số liệu báo cáo về tình hình ngập lụt năm 2022 ở địa phương.	Trung tâm chính sách và kỹ thuật phòng chống thiên tai thành phố Đà Nẵng.
8	Số liệu điều tra thực tế.	Số liệu điều tra, đo đạc thực tế 131 mẫu về các điểm ngập lụt và không ngập lụt ở huyện Hòa Vang.	Nhóm nghiên cứu.

2.2. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu chính được sử dụng trong nghiên cứu này chuỗi ảnh Sentinel 1 chụp từ tháng 9 đến tháng 12/2022 ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng. Nguồn dữ liệu này được cung cấp miễn phí bởi Cơ quan Vũ trụ Châu Âu (European Space Agency (ESA)). Ngoài ra, nghiên cứu còn sử dụng những nguồn dữ liệu địa hình, bản đồ thủy văn, số liệu về lưu lượng dòng chảy, lượng mưa, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, báo cáo tình hình ngập lụt năm 2022 thu thập ở các cơ quan chức năng ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng. Bên cạnh đó, bài báo sử dụng dữ liệu điều tra thực tế để đánh giá độ tin cậy của bản đồ ngập lụt được thành lập từ ảnh Sentinel 1. Những loại dữ liệu sử dụng trong bài báo được thể hiện ở Bảng 1.

- Độ cao địa hình: nghiên cứu thu thập dữ liệu về các điểm độ cao địa hình tỷ lệ 1:10.000 trong khu vực. Trên cơ sở đó, bài báo sử dụng phương pháp nội suy theo khoảng cách ngược (IDW) trong GIS để thành lập bản đồ mô hình số độ cao (DEM) cho khu vực nghiên cứu. Dựa vào thực tế ngập lụt ở địa bàn nghiên cứu đều nằm ở những khu vực có độ cao <20 m. Vì vậy, nghiên cứu tiến hành phân cấp độ cao thành 2 khoảng là >20 m và <20 m. Từ dữ liệu này, nghiên cứu sẽ loại bỏ những khu vực không bị ngập trên ảnh.

- Ảnh Sentinel 1: nghiên cứu sử dụng ảnh Sentinel 1 được cung cấp miễn phí bởi ESA. Nó có khả năng cung cấp hình ảnh có độ phân giải cao (5 m) và thời gian quay lại chụp ngắn (6 ngày); có khả năng quan sát ngày đêm và trong mọi điều kiện thời tiết; có thể xuyên qua

mây và thu được dữ liệu trong điều kiện mây nhiều. Thông số kỹ thuật của dữ liệu thu nhận bao gồm: phát hiện phạm vi mặt đất độ phân giải cao (Ground Range Detected High Resolution (GRDH)), cảm biến radar băng tần C (5,405 GHz), chế độ quét rộng liên kế (Interferometric Wide swath (IW)), góc tới từ 30,4° đến 46,2°, băng thông quét rộng (250 km) và phân cực kép (phát đọc/nhận ngang VH và phát đọc/nhận dọc VV) [26].

Bảng 2. Các chế độ hoạt động và độ phân giải không gian của Sentinel-1

Chế độ	Độ phân giải không gian	Phạm vi quét
Strip Map (SM)	5 m x 5 m	80 km
Interferometric Wide Swath (IW)	5 m x 20 m	250 km
Extra-Wide Swath (EW)	20 m x 40 m	400 km
Wave (WV)	5 m x 20 m	Quan sát sóng

Ảnh Sentinel 1 cung cấp thông tin về cường độ phản xạ bề mặt và có thể phân biệt nước và đất rất tốt. Do đó, ảnh Sentinel 1 rất phù hợp để ứng dụng trong việc theo dõi diễn biến ngập lụt theo thời gian mà không phụ thuộc vào các điều kiện thời tiết. Trong nghiên cứu này, chúng tôi lựa chọn ảnh Sentinel 1 chụp từ tháng 9 đến tháng 12/2022 ở khu vực nghiên cứu. Đây là thời kỳ mùa mưa và thường xuyên xảy ra ngập lụt ở huyện Hòa Vang. Nghiên cứu tiến hành hiệu chỉnh ảnh, lọc ảnh, điều chỉnh hình dạng và phân ngưỡng Otsu trên nền tảng GEE để thành lập bản đồ ngập lụt năm 2022 ở huyện Hòa Vang.

- Bản đồ thủy văn: để có thể loại bỏ những khu vực có nước thường xuyên, bài báo sử dụng bản đồ thủy văn của khu vực nghiên cứu. Dữ liệu này được tích hợp vào nền tảng GEE để tiến hành loại bỏ những khu vực ngập nước thường xuyên.

- Dữ liệu về lưu lượng dòng chảy và lượng mưa: nghiên cứu sử dụng lưu lượng dòng chảy theo ngày đo ở trạm thủy văn Thạnh Mỹ trên sông Vu Gia và số liệu về lượng mưa từ hệ thống đo mưa chuyên dùng (Vrain). Ngoài ra, bài báo

còn kết hợp với báo cáo tình hình ngập lụt năm 2022 của địa phương để xác định thời điểm xảy ra ngập lụt lớn nhất năm ở huyện Hòa Vang.

- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất: nghiên cứu sử dụng dữ liệu bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2022 được thu thập ở phòng Tài nguyên và Môi trường huyện Hòa Vang. Trên cơ sở đó, bài báo trích xuất những loại đất sản xuất nông nghiệp để đánh giá tác động của ngập lụt đến loại hình sử dụng đất này ở trên địa bàn huyện.

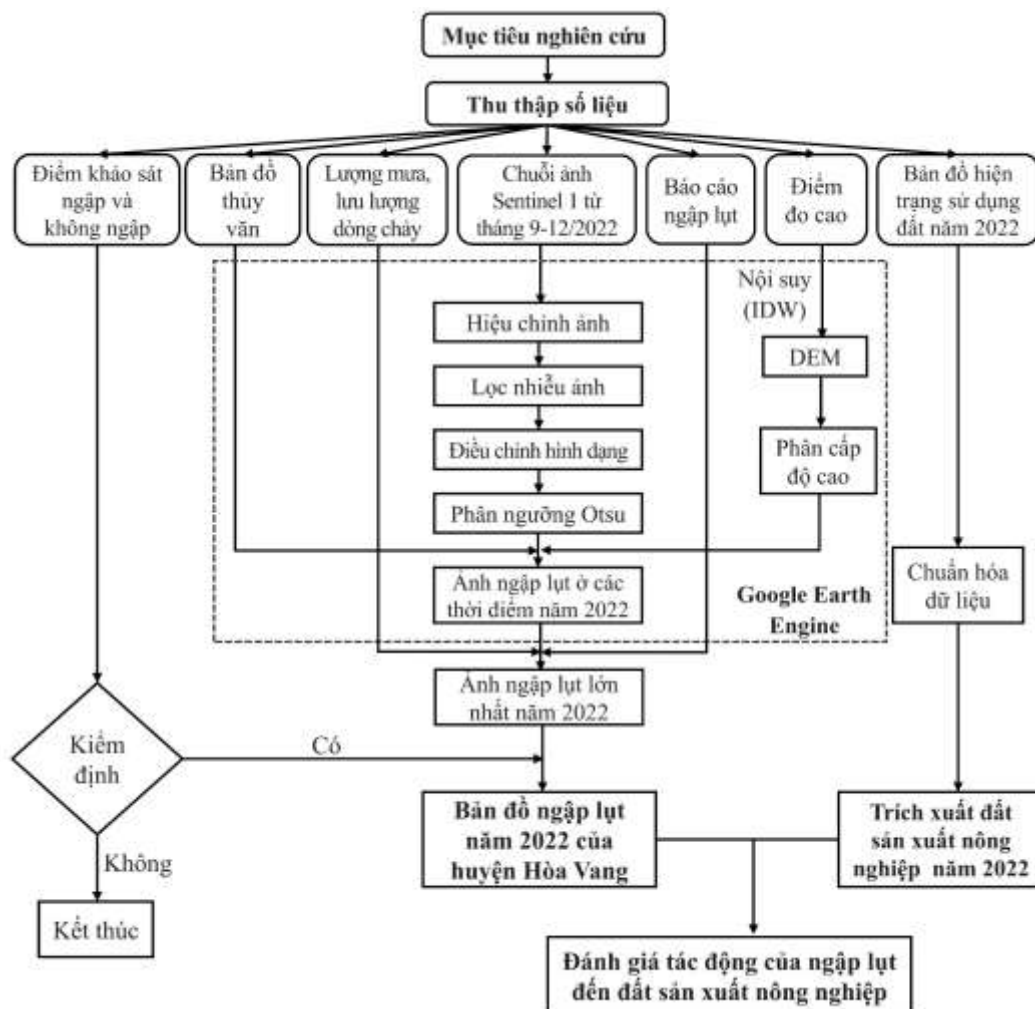
- Số liệu điều tra, khảo sát thực tế: nghiên cứu thu thập 131 điểm khảo sát ngập và không ngập vào ngày 17, 18/10/2022, sau đợt ngập lụt lịch sử ngày 15/10/2022 ở các xã có xuất hiện ngập lụt lớn trên địa bàn huyện Hòa Vang. Vị trí các điểm khảo sát được thể hiện cụ thể trong Hình 6 của bài báo. Trên cơ sở đó, nghiên cứu tính toán độ chính xác toàn cục và chỉ số Kappa để đánh giá độ tin cậy của bản đồ ngập lụt được thành lập từ ảnh Sentinel 1.

2.3. Quy trình và phương pháp nghiên cứu

Để thành lập bản đồ ngập lụt bằng viễn thám radar trên nền tảng Google Earth Engine và đánh giá tác động của nó đến đất sản xuất nông nghiệp, nghiên cứu thực hiện theo quy trình được thể hiện ở Hình 2.

Nghiên cứu thiết lập các hàm để hiệu chỉnh ảnh, lọc ảnh, điều chỉnh hình dạng và sử dụng phương pháp phân ngưỡng Otsu trên nền tảng GEE. Bên cạnh đó, nghiên cứu còn sử dụng các phương pháp trong GIS để xử lý, đánh giá tác động của ngập lụt đến đất sản xuất nông nghiệp ở huyện Hòa Vang.

- Tiền xử lý ảnh trên GEE: đầu tiên, bài báo tải lên GEE ranh giới huyện Hòa Vang. Sau khi ranh giới khu vực nghiên cứu được thiết lập, nó có thể được sử dụng để định vị các hình ảnh vệ tinh. Tiếp theo, bài báo sử dụng dữ liệu mô hình số bề mặt (DSM) từ ALOS World 3D - 30 m (AW3D30) và cắt theo khu vực nghiên cứu của ảnh radar. Đây là dữ liệu địa hình cần thiết cho quá trình hiệu chỉnh độ dốc. Sau đó, nghiên cứu đã chuyển đổi ảnh radar ban đầu từ giá trị decibel (dB) về giá trị sigma nought (σ^0) bằng cách lấy lũy thừa 10 của ảnh chia cho 10.



Hình 2. Quy trình thành lập bản đồ và đánh giá tác động của ngập lụt đến đất sản xuất nông nghiệp ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng.

Nghiên cứu hiệu chỉnh hình học của ảnh Sentinel 1 bằng các hàm trên GEE. Đây là bước cần thiết để chuẩn hóa các giá trị trong ảnh thành giá trị tán xạ ngược. Bài báo đã lọc nhiễu ảnh để loại bỏ những nhiễu nhiệt do cảm biến tạo ra khỏi ảnh Sentinel 1 nhằm loại trừ các nguyên nhân có thể gây lỗi trong quá trình phân tích. Bước cuối cùng trong quá trình tiền xử lý ảnh đó là hiệu chỉnh địa hình. Bước này giúp đảm bảo tất cả các pixel được định vị ở vị trí chính xác.

Trong nghiên cứu này, phần lọc nhiễu ảnh vệ tinh Sentinel 1 được thực hiện bằng hai bước là: i) Hiệu chỉnh độ dốc địa hình cho ảnh radar Sentinel 1 (S1) bằng thuật toán slopeCorrection,

nhằm cải thiện chất lượng ảnh và giảm sai số trong quá trình phân đoạn nước sau này; và ii) Áp dụng bộ lọc PeronaMalik, đây là một thuật toán lọc nhiễu anisotropic diffusion, được sử dụng để lọc nhiễu speckle trên ảnh radar.

- Phương pháp phân ngưỡng Otsu: khi quá trình tiền xử lý ảnh kết thúc, tiếp theo là phân biệt các khu vực bị ngập so với những khu vực còn lại. Trong xử lý ảnh số, một trong những cách tiếp cận dễ dàng để phân biệt hai đối tượng có đặc tính phổ khác nhau được gọi là ngưỡng lược đồ histogram [27]. Mục tiêu của phương pháp này là xác định một giá trị để phân biệt hai đối tượng và sử dụng giá trị ngưỡng đó để phân

loại ảnh thành hai loại. So với bề mặt đất thường gồ ghề, những khu vực nước có bề mặt trơn láng hơn. Vì vậy, tín hiệu sóng điện từ phát ra từ SAR bị phản xạ ít hơn trên bề mặt nước. Do đó, giá trị độ xám của điểm ảnh khu vực nước trong ảnh SAR thấp hơn, nó hiển thị màu đen hoặc đen sẫm trong ảnh. Những giá trị pixel thấp được gán cho các vùng ngập nước do tín hiệu sóng điện từ phát ra từ SAR bị phản xạ ít hơn trên bề mặt nước và những giá trị pixel cao hơn được gán cho các vùng không bị ngập, những khu vực này có giá trị tán xạ ngược cao hơn so với vùng ngập nước [18]. Mặt khác, thuật toán ngưỡng Otsu là một kỹ thuật được biết đến cho việc xác định tự động ngưỡng tối ưu t (phương trình (1)), giúp tối đa hóa phương sai giữa hai lớp từ biểu đồ mức độ xám [27]. Thêm vào đó, ngưỡng Otsu đã được chứng minh là phương pháp ngưỡng đơn giản và hiệu quả nhất cho việc ánh xạ các khu vực bề mặt nước [28, 29]. Vì vậy, trong nghiên cứu này, các pixel nước trên ảnh Sentinel 1 đã được phát hiện bằng cách sử dụng thuật toán ngưỡng Otsu tự động được trình bày trong phương trình (1). Trọng số của lớp nước và lớp không chứa nước là xác suất của hai lớp này được tách biệt bởi mỗi ngưỡng. Thuật toán cho phép nghiên cứu tìm ra ngưỡng tối ưu cho ảnh Sentinel 1 của khu vực nghiên cứu. Các pixel có giá trị phản xạ ngược nhỏ hơn giá trị ngưỡng Otsu ước lượng t được phân loại là nước, và lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng Otsu ước lượng t được phân loại là không phải nước. Ngưỡng Otsu được ước lượng như sau:

$$\sigma^2(t) = P_w(t) \times \sigma_w^2(t) + P_{nw}(t) \times \sigma_{nw}^2(t) \quad (1)$$

Ở đây, σ là tổng trọng số của phương sai của các lớp nước và không có nước. P_w , σ_w , P_{nw} và σ_{nw} là xác suất và phương sai của các lớp nước (w) và không có nước (nw) được tách ra bằng một ngưỡng t tương ứng [30].

- Trích xuất bản đồ ngập lụt: dựa vào giá trị các ngưỡng được tính toán theo phương pháp Otsu kết hợp với bản đồ thủy văn và bản đồ những khu vực có độ cao <20 m ở huyện Hòa Vang, nghiên cứu đã trích xuất bản đồ ngập lụt tại các thời điểm trong năm 2022 ở khu vực nghiên cứu. Dựa vào diện tích ngập lụt, số liệu về lưu lượng dòng chảy, lượng mưa theo ngày và

báo cáo tình hình ngập lụt ở địa phương, nghiên cứu tiến hành thành lập bản đồ ở thời điểm ngập lụt lớn nhất năm 2022 ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng.

- Đánh giá độ chính xác của bản đồ ngập lụt: Nghiên cứu sử dụng độ chính xác toàn cục và chỉ số Kappa để đánh giá độ chính xác của bản đồ ngập lụt được giải đoán từ ảnh Sentinel 1 trên nền tảng GEE với 131 điểm khảo sát ngập và không ngập ở các xã của huyện Hòa Vang. Ma trận nhầm lẫn (confusion matrix) là một công cụ toán học được sử dụng để so sánh kết quả giải đoán so với thực tế. Ma trận nhầm lẫn bao gồm những chỉ số chính sau [31]:

$$\begin{aligned} \text{Độ chính xác người dùng} &= \frac{\text{Tổng số pixel được phân loại đúng của lớp thứ } i}{\text{Tổng số pixel được phân loại trên ảnh của lớp thứ } i \text{ (theo hàng)}} \\ \text{Độ chính xác nhà sản xuất} &= \frac{\text{Tổng số pixel được phân loại đúng của lớp thứ } i}{\text{Tổng số pixel được tham chiếu của lớp thứ } i \text{ (theo cột)}} \\ \text{Độ chính xác toàn cục} &= \frac{\text{Tổng số pixel được phân loại đúng}}{\text{Tổng số pixel được tham chiếu}} \end{aligned}$$

Trong khi đó, chỉ số Kappa giúp đánh giá độ chính xác của bản đồ ngập lụt khách quan, thông qua việc so sánh với dữ liệu kiểm chứng độc lập. Chỉ số này được tính theo công thức sau [32]:

$$k = \frac{(P_o - P_e)}{(1 - P_e)} \quad (2)$$

Trong đó:

P_o : độ chính xác quan sát, P_o được tính theo công thức:

$$P_o = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (3)$$

P_e : Độ chính xác dự kiến, P_e được tính theo công thức:

$$P_e = \frac{(TP+FP)(TP+FN)+(FN+TN)(FP+TN)}{(TP+TN+FP+FN)^2} \quad (4)$$

Trong đó:

TP (True Positive): những vị trí được dự đoán chính xác là bị ngập lụt.

TN (True Negative): những vị trí được dự đoán chính xác là không bị ngập lụt.

FP (False Positive): những vị trí được dự đoán sai là bị ngập lụt.

FN (False Negative): những vị trí được dự đoán sai là không bị ngập lụt.

Bài báo đánh giá chỉ số Kappa theo phân cấp của D. G. Altman (1999) và J. R. Landis (1977), được thể hiện ở Bảng 3 [33]:

Bảng 3. Phân cấp chỉ số Kappa theo Altman và Landis

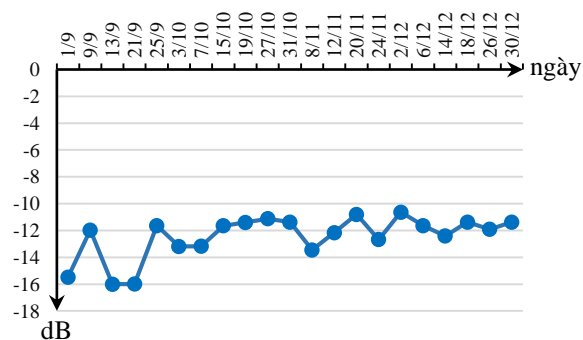
Giá trị Kappa	Mức độ đồng thuận
< 0	Kém
0,01-0,20	Yếu
0,21-0,40	Vừa phải
0,41-0,60	Trung bình
0,61-0,80	Tương đối cao
0,81-1,00	Gần như hoàn hảo

Chỉ số Kappa cung cấp cách đánh giá tin cậy hơn về sự đồng nhất giữa phạm vi ngập lụt quan sát và phạm vi ngập lụt được dự đoán. Chỉ số này tính đến khả năng đồng nhất xảy ra theo cách ngẫu nhiên.

- Đánh giá ảnh hưởng của ngập lụt ở huyện Hòa Vang: Từ kết quả thành lập bản đồ ngập lụt, bài báo kết hợp với bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2022 đã được chuẩn hóa để đánh giá tác động của ngập lụt đến sản xuất nông nghiệp ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Kết quả phân ngưỡng giá trị ngập lụt theo phương pháp Otsu



Hình 3. Biểu đồ phân ngưỡng xác định giá trị ngập lụt trên các ảnh Sentinel 1 từ tháng 9 đến tháng 12/2022 ở khu vực nghiên cứu.

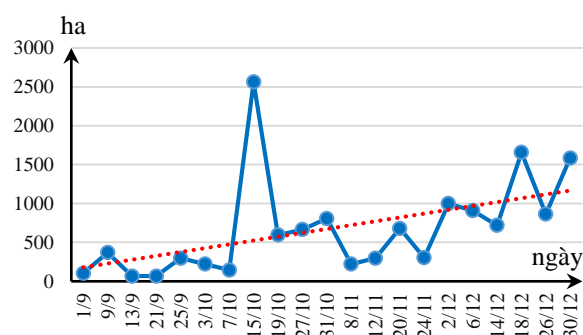
Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp Otsu trên nền tảng GEE để phân ngưỡng xác định khu

vực ngập trên ảnh Sentinel 1. Kết quả được thể hiện ở Hình 3.

Dựa vào Hình 3, cho thấy giá trị phân ngưỡng theo phương pháp Otsu có sự khác nhau ở các thời điểm. Giá trị này dao động từ -16,003 đến -10,631 trong giai đoạn từ tháng 9-12/2022 ở khu vực nghiên cứu. Kết quả phân ngưỡng này giúp phân biệt những giá trị ngập và không ngập trên từng ảnh Sentinel 1. Phương pháp này giúp cho việc phân loại những khu vực ngập và không ngập có độ chính xác cao hơn so với việc chỉ xác định một ngưỡng cố định cho tất cả các ảnh.

3.2. Xác định thời điểm ngập lụt lớn nhất năm 2022 ở khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu đã tính toán diện tích ngập lụt ở các thời điểm từ tháng 9 đến tháng 12/2022. Đây là thời kỳ mùa mưa ở huyện Hòa Vang. Kết quả được thể hiện ở Hình 4.

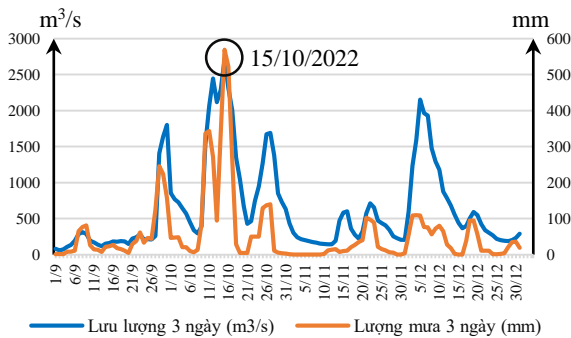


Hình 4. Biểu đồ diện tích ngập lụt trên các ảnh Sentinel 1 từ tháng 9 đến tháng 9/2022 ở khu vực nghiên cứu.

Qua Hình 4, cho thấy diện tích ngập lụt năm 2022 thay đổi theo hướng tăng dần từ tháng 9 đến tháng 12. Trong đó, thời điểm có diện tích ngập lụt lớn nhất là vào ngày 15/10/2022. Đây là thời điểm ngập lụt lịch sử ở thành phố Đà Nẵng nói chung và huyện Hòa Vang nói riêng.

Bên cạnh đó, nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu lưu lượng dòng chảy theo ngày ở trạm Thạnh Mỹ trên sông Vu Gia từ tháng 9 đến tháng 12/2022. Đây là sông chảy về thành phố Đà Nẵng và có ảnh hưởng lớn đến tình hình ngập lụt ở huyện Hòa Vang. Ngoài ra, bài báo còn sử dụng số liệu về lượng mưa ngày từ hệ thống đo mưa chuyên

dùng (Vrain) ở các trạm trong khu vực nghiên cứu. Trên cơ sở đó, nghiên cứu tính tổng lưu lượng dòng chảy và trung bình tổng lượng mưa trong 3 ngày của các trạm. Đây là khoảng thời gian cần thiết để có thể gây nên ngập lụt ở địa phương. Hơn nữa, bài báo còn kết hợp với báo cáo tình hình ngập lụt ở địa phương để nhận biết thời điểm xuất hiện ngập lụt cao nhất ở khu vực nghiên cứu. Kết quả được thể hiện ở Hình 5.



Hình 5. Biểu đồ tổng lưu lượng dòng chảy và trung bình tổng lượng mưa trong 3 ngày của các trạm ở khu vực nghiên cứu.

Hình 5 cho thấy ngày 15/10/2022 là thời điểm có tổng lượng dòng chảy 3 ngày gần kề lớn nhất với $2.713 \text{ m}^3/\text{s}$ và trung bình tổng lượng mưa trong 3 ngày lớn nhất với $568,7 \text{ mm}$. Đây cũng là thời điểm ngập lụt lịch sử ở thành phố Đà Nẵng nói chung và huyện Hòa Vang nói riêng. Vì vậy, trong nghiên cứu này, bài báo lựa chọn ảnh Sentinel 1 chụp vào ngày 15/10/2022 để xác định diện tích ảnh hưởng bởi ngập lụt trong năm 2022 ở huyện Hòa Vang. Bên cạnh đó, theo báo cáo về thiệt hại do thiên tai năm 2022 ở huyện Hòa Vang, đây cũng là thời điểm huyện bị ảnh hưởng lớn nhất do ngập lụt như giao thông nội đồng, đồng ruộng bị sạt lở, bồi lấp [34].

3.3. Kết quả đánh giá độ chính xác của bản đồ ngập lụt bằng độ chính xác toàn cục và chỉ số Kappa

Dựa vào kết quả điều tra khảo sát thực tế về hiện trạng ngập lụt sau đợt ngập lụt ngày 15/10/2022 ở huyện Hòa Vang. Nghiên cứu dựa vào ma trận nhầm lẫn và áp dụng công thức tính

độ chính xác toàn cục, chỉ số Kappa. Kết quả được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả ma trận nhầm lẫn, độ chính xác nhà sản xuất, người dùng, toàn cục và chỉ số Kappa trên nền tảng GEE

Mẫu khảo sát	Mẫu giải đoán		
	TP	TN	Độ chính xác người dùng
TP	62	8	0,89
TN	6	55	0,90
Độ chính xác nhà sản xuất	0,91	0,87	Độ chính xác toàn cục: 0,89
Chỉ số Kappa: 0,79			

Bảng 4 cho thấy độ chính xác toàn cục (0,89) và chỉ số là Kappa (0,79). Các giá trị này tương đối cao, điều đó cho thấy kết quả ngập lụt được thành lập bằng ảnh Sentinel 1 có độ tin cậy. Trên cơ sở đó, bài báo tiến hành thành lập bản đồ ngập lụt ở khu vực nghiên cứu.

3.4. Đánh giá hiện trạng ngập lụt ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng năm 2022

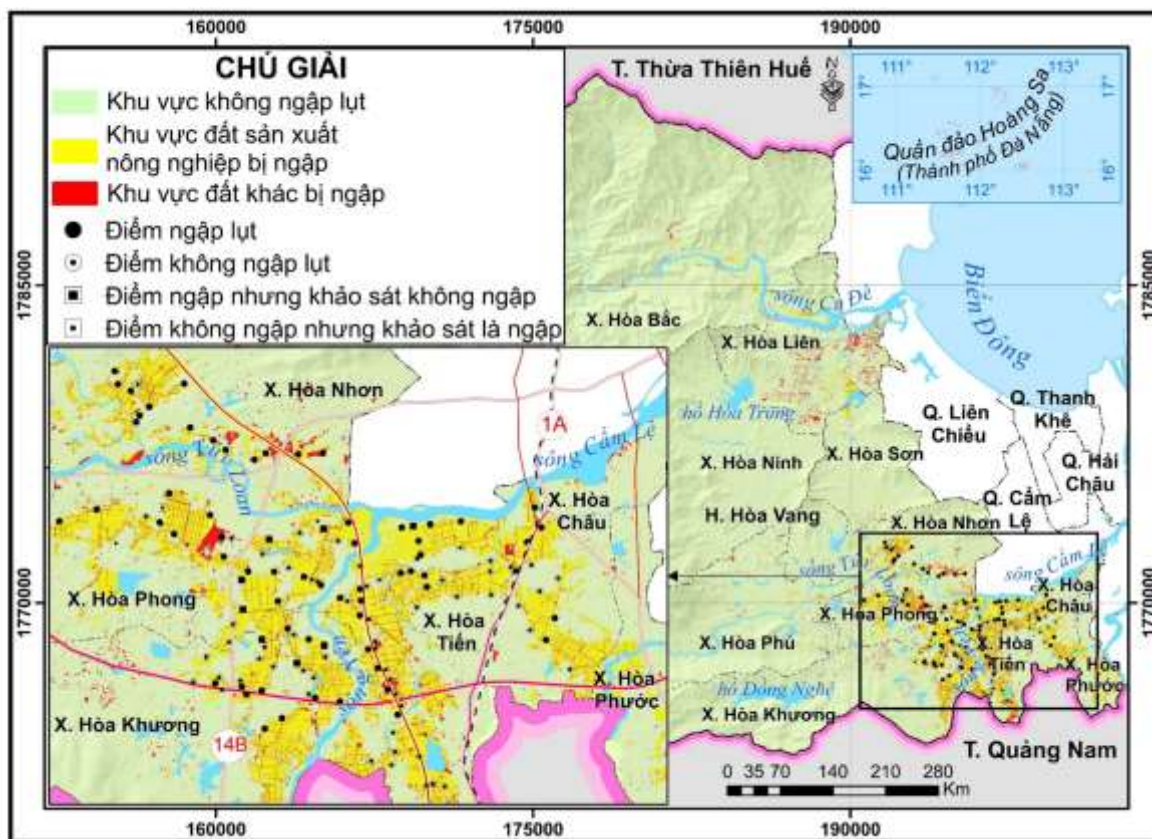
3.4.1. Kết quả thành lập bản đồ ngập lụt thời điểm ngập lụt lớn nhất năm 2022 ở huyện Hòa Vang

Bài báo đã thành lập bản đồ ngập lụt tại thời điểm ngày 15/10/2022 dựa vào ảnh Sentinel 1 trên nền tảng GEE. Bên cạnh đó, nghiên cứu còn sử dụng bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2022 được thu thập ở Phòng Tài nguyên và Môi trường huyện. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đã tiến hành chuẩn hóa số liệu, chuyển đổi dữ liệu, hệ tọa độ trùng khớp với bản đồ ngập lụt để nhận biết những khu vực ngập theo các loại hình sử dụng đất. Kết quả được thể hiện ở Hình 6.

Hình 6 cho thấy diện tích ngập lụt lớn nhất tập trung ở những xã phía Nam của huyện Hòa Vang như Hòa Tiên, Hòa Châu, Hòa Phong, Hòa Phước và một phần của xã Hòa Khương. Những xã ở phía Bắc và phía Tây như Hòa Bắc, Hòa Liên, Hòa Sơn, Hòa Ninh, Hòa Phú có diện tích ngập lụt thấp. Nguyên nhân là do độ cao địa hình ở những khu vực phía Bắc và phía Tây của huyện lớn. Theo bản đồ DEM, có 88% diện tích của các xã này có độ cao $>20 \text{ m}$. Những khu vực này

không có khả năng ngập lụt ở huyện Hòa Vang. Trong khi đó, khu vực phía Nam của huyện là những đồng bằng, có độ cao thấp. Cũng theo bản đồ DEM, những xã phía Nam có đến 93,2% diện tích có độ cao <20 m và nằm ở vùng hạ lưu của những con sông như sông Yên, sông Túy Loan. Vì vậy, những khu vực này dễ bị ngập lụt vào mùa mưa [35].

Tổng diện tích ngập tại thời điểm 15/10/2022 là 2.562,1 ha. Đây là diện tích ngập lụt lớn nhất trong giai đoạn từ 2015-2022. Điều này cho thấy tình trạng ngập lụt ở huyện Hòa Vang là nghiêm trọng. Ngập lụt sẽ ảnh hưởng mạnh đến các hoạt động sản xuất của huyện, đặc biệt là sản xuất nông nghiệp.



Hình 6. Bản đồ ngập lụt tại thời điểm ngày 15/10/2022 ở huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng.

3.4.2. Đánh giá tác động của ngập lụt đến đất sản xuất nông nghiệp ở huyện Hòa Vang

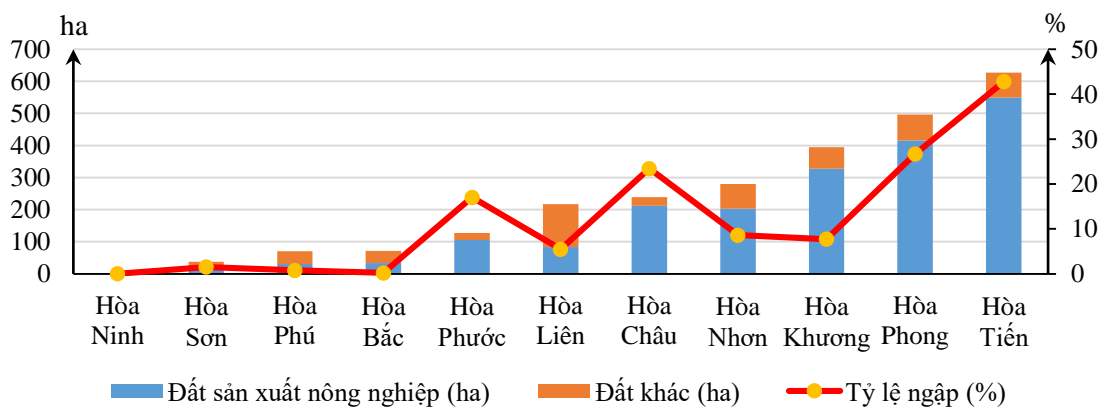
Để đánh giá tác động của ngập lụt đến đất sản xuất nông nghiệp đã có nhiều nghiên cứu trên thế giới và Việt Nam như của Trond Knapp và Haraldsen (2022) [36], Nguyễn Bích Ngọc và cộng sự (2020) [37]. Nghiên cứu sử dụng bản đồ ngập lụt giải đoán từ ảnh Sentinel 1 ở thời điểm ngập lụt lớn nhất với bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2022 của huyện Hòa Vang và sử dụng các kỹ thuật trong GIS để phân tích tác động của

ngập lụt đến các loại hình sử dụng đất nông nghiệp ở huyện Hòa Vang. Kết quả được thể hiện ở Bảng 5 và Hình 7.

Bảng 5 và Hình 7 cho thấy giữa diện tích ngập lụt thực tế và tỷ lệ ngập lụt với diện tích tự nhiên của các xã có sự khác nhau. Những xã có diện tích ngập lớn nhất là Hòa Tiên (627,1 ha), Hòa Phong (496,0 ha) và Hòa Khương (394,3 ha). Các xã có diện tích ngập trung bình là Hòa Nhon (279,5 ha) và Hòa Liên (217,3 ha). Còn lại là các xã có diện tích ngập thấp.

Bảng 5. Thống kê diện tích ngập (ha) và phần trăm ngập (%) theo diện tích tự nhiên của các loại hình sử dụng đất ở các xã của huyện Hòa Vang, thành phố Đà Nẵng

Tác động của ngập lụt đến đất sản xuất nông nghiệp ở huyện Hòa Vang							
Xã		Đất trồng lúa	Đất trồng cây hàng năm khác	Đất trồng cây lâu năm	Đất khác	Diện tích ngập	Diện tích tự nhiên
Hòa Bắc	Diện tích (ha)	20,6	12,6	0,8	37,2	71,2	34.450,3
	Tỷ lệ (%)	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	100
Hòa Châu	Diện tích (ha)	199,2	12,6	0,1	27,3	239,3	1.020,7
	Tỷ lệ (%)	19,5	1,2	0,0	2,7	23,4	100
Hòa Khương	Diện tích (ha)	290,9	32,5	4,2	66,7	394,3	5.103,5
	Tỷ lệ (%)	5,7	0,6	0,1	1,3	7,7	100
Hòa Liên	Diện tích (ha)	78,1	3,4	2,1	133,8	217,3	3.970,2
	Tỷ lệ (%)	2,0	0,1	0,1	3,4	5,5	100
Hòa Nhơn	Diện tích (ha)	164,3	36,2	3,1	75,9	279,5	3.247,0
	Tỷ lệ (%)	5,1	1,1	0,1	2,3	8,6	100
Hòa Ninh	Diện tích (ha)	0,0	0,3	0,1	1,6	2,0	10.411,4
	Tỷ lệ (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100
Hòa Phong	Diện tích (ha)	365,5	45,1	4,8	80,6	496,0	1.858,4
	Tỷ lệ (%)	19,7	2,4	0,3	4,3	26,7	100
Hòa Phú	Diện tích (ha)	16,5	8,4	5,9	39,7	70,5	8.981,7
	Tỷ lệ (%)	0,2	0,1	0,1	0,4	0,8	100
Hòa Phước	Diện tích (ha)	93,3	12,1	0,0	22,2	127,6	748,9
	Tỷ lệ (%)	12,5	1,6	0,0	3,0	17,0	100
Hòa Sơn	Diện tích (ha)	14,8	1,2	1,4	20,0	37,4	2.438,4
	Tỷ lệ (%)	0,6	0,1	0,1	0,8	1,5	100
Hòa Tiến	Diện tích (ha)	462,7	80,9	6,1	77,3	627,1	1.466,1
	Tỷ lệ (%)	31,6	5,5	0,4	5,3	42,8	100
Tổng	Diện tích (ha)	1.705,8	245,3	28,7	582,3	2.562,1	73.696,6
	Tỷ lệ (%)	2,3	0,3	0,1	0,8	3,5	100



Hình 7. Biểu đồ diện tích ngập (ha) và tỷ lệ ngập (%) theo diện tích tự nhiên của các loại hình sử dụng đất ở các xã của huyện Hòa Vang tại thời điểm ngày 15/10/2022.

Tính theo tỷ lệ phần trăm ngập lụt, xã Hòa Tiến có tỷ lệ ngập lụt lớn nhất, chiếm 42,8% tổng

diện tích tự nhiên của xã. Tiếp theo là xã Hòa Phong với 26,7% và Hòa Châu với 23,4% tổng

diện tích tự nhiên của xã. Đây là những xã có phần lớn diện tích là đồng bằng, nằm ở vùng thấp trũng, hạ lưu của các con sông ở phía Nam của huyện Hòa Vang như sông Yên, sông Túy Loan. Theo bản đồ phân cấp độ cao của các xã ở huyện Hòa Vang, các xã Hòa Tiến, Hòa Châu và Hòa Phong lần lượt có 99,8%, 99,3% và 84,2% diện tích có độ cao nhỏ hơn 5 m. Vì vậy, những xã này có nguy cơ ngập lụt khá cao. Các xã có diện tích ngập lụt trung bình như Hòa Liên và Hòa Nhơn lại có tỷ lệ ngập lụt theo diện tích tự nhiên thấp, với 8,6% tại xã Hòa Nhơn và 5,5% tại xã Hòa Liên. Đặc biệt xã Hòa Khương có diện tích ngập lụt cao với 394,3 ha nhưng tỷ lệ ngập lụt theo diện tích tự nhiên chỉ 7,7%.

Ngoài những nguyên nhân như nằm ở vùng thấp trũng, hạ lưu của các sông chảy qua huyện Hòa Vang, quá trình đô thị hóa với việc xây dựng nhiều hệ thống giao thông, trong đó có nhiều tuyến đường chắn ngang hướng dòng chảy như đường Hòa Tiến (đường ADB), đường vành đai Hòa Phước - Hòa Khương và đặc biệt là cao tốc Đà Nẵng - Quảng Ngãi đã ảnh hưởng rất lớn đến khả năng thoát lũ tự nhiên của những khu vực này, đặc biệt là ở xã Hòa Tiến [38].

Tính theo loại hình sử dụng đất thì đất sản xuất nông nghiệp chiếm 77,3% tổng diện tích ngập và chiếm 2,7% tổng diện tích tự nhiên. Điều đó cho thấy, ngập lụt ở huyện Hòa Vang tác động rất lớn đến hoạt động sản xuất nông nghiệp. Trong đó, đất trồng lúa chiếm 66,5% tổng diện tích ngập và 2,3% tổng diện tích tự nhiên. Xã có diện tích đất trồng lúa bị ngập lớn nhất là Hòa Tiến với 462,7 ha. Tiếp đến là xã Hòa Phong (365,5 ha), Hòa Khương (290,9 ha). Các xã có đất trồng lúa có diện tích bị ngập trung bình là Hòa Châu (199,2 ha) và Hòa Nhơn (164,3 ha). Những xã còn lại có diện tích đất trồng lúa bị ngập thấp.

Cũng theo Bảng 5, cho thấy đối với đất trồng cây hàng năm khác chiếm 9,6% diện tích ngập và 0,3% diện tích tự nhiên. Hòa Tiến cũng là xã có diện tích đất trồng cây hàng năm khác bị ngập nhiều nhất với 80,9 ha, chiếm 5,5% diện tích tự nhiên. Tiếp theo là các xã Hòa Phong (45,1 ha), Hòa Nhơn (36,2 ha) và Hòa Khương (32,5 ha). Những xã còn lại có diện tích và tỷ lệ ngập lụt

của đất trồng cây hàng năm khác nhỏ. Ảnh hưởng của ngập lụt đối với đất trồng cây lâu năm khá nhỏ với tổng diện tích là 28,7 ha của tất cả các xã, chiếm 0,1% diện tích của huyện. Nguyên nhân là do những khu vực sản xuất này thường phân bố ở những khu vực có độ cao, độ dốc địa hình tương đối lớn hơn. Theo bản đồ DEM, có 58,2% tổng diện tích đất trồng cây lâu năm lớn hơn 8° ở huyện Hòa Vang. Những khu vực này ít có nguy cơ ngập lụt.

Mặc dù thời điểm xảy ra ngập lụt thường không trùng với thời kỳ mùa vụ. Theo đó, vụ lúa Đông Xuân là từ tháng 1 đến tháng 4, vụ lúa Hè Thu từ tháng giữa tháng 5 đến giữa tháng 9. Đối với cây hàng năm khác cũng được thu hoạch trước tháng 15 tháng 9 hàng năm để tránh ngập lụt [39]. Tuy nhiên, ngập lụt cũng làm nhiều khu vực đất sản xuất nông nghiệp bị bồi lấp. Theo báo cáo của Ủy ban nhân dân huyện Hòa Vang về thiệt hại do đợt mưa lũ từ ngày 14/10/2022 có khoảng 364.931 m³ đất đã bồi lấp các đồng ruộng. Trong đó, những xã có diện tích đồng ruộng bị bồi lấp lớn như Hòa Bắc (116.050 m³), Hòa Liên (62.900 m³), Hòa Sơn (67.440 m³). Những xã có diện tích bồi lấp trung bình là Hòa Nhơn (46.990 m³), Hòa Phong (23.274 m³) và Hòa Tiến (22.000 m³) [34]. Những xã còn lại có diện tích bồi lấp nhỏ. Những khu vực bị bồi lấp này sẽ gây khó khăn cho quá trình sản xuất ở những mùa vụ sau.

4. Kết luận

Việc sử dụng ảnh Sentinel 1 trên nền tảng GEE có thể trích xuất được diện tích ngập lụt nhanh chóng. Bài báo sử dụng chuỗi ảnh Sentinel 1 chụp trong giai đoạn tháng 9 đến tháng 12/2022 ở khu vực nghiên cứu. Nghiên cứu đã sử dụng các kỹ thuật xử lý ảnh Sentinel 1 trên nền tảng GEE như hiệu chỉnh ảnh, lọc ảnh, điều chỉnh hình dạng ảnh, áp dụng thuật toán ngưỡng phân loại Otsu để phân tách các khu vực bị ngập lụt khỏi các bề mặt đất còn lại. Kết quả nghiên cứu cho thấy giá trị phân ngưỡng Otsu là từ -16,003 đến -10,631 dB thông qua quá trình xử lý và phân tích dữ liệu viễn thám. Bài báo đã xác định được thời điểm ngập lụt lớn nhất năm

2022 là ngày 15/10/2022 dựa vào số liệu về lưu lượng dòng chảy, lượng mưa ngày và báo cáo của địa phương. Để đánh giá độ tin cậy của kết quả ngập lụt, bài báo đã sử dụng dữ liệu điều tra ngập lụt thực tế. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đã sử dụng ma trận nhầm lẫn để đánh giá các độ chính xác và tính toán chỉ số Kappa. Kết quả cho thấy độ chính xác toàn cục đạt 0,89 và chỉ số Kappa giá trị là 0,79. Điều đó chứng tỏ kết quả giải đoán ảnh Sentinel 1 để thành lập bản đồ ngập lụt ở huyện Hòa Vang có độ tin cậy cao.

Kết quả cho thấy, đất sản xuất nông nghiệp chiếm 77,3% tổng diện tích ngập và chiếm 2,7% tổng diện tích tự nhiên. Trong đó, đất trồng lúa bị tác động lớn nhất với 66,5% tổng diện tích ngập và 2,3% tổng diện tích tự nhiên. Những khu vực đất trồng cây hàng năm khác và đất trồng cây lâu năm có diện tích ngập nhỏ.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy có sự khác nhau giữa diện tích ngập lụt và tỷ lệ ngập lụt của các xã ở huyện Hòa Vang. Những xã có diện tích và tỷ lệ ngập lụt lớn nhất là Hòa Tiến, Hòa Phong, Hòa Châu, Hòa Phước. Trong khi đó, xã có diện tích ngập lụt cao là Hòa Khương thì tỷ lệ ngập lụt ở mức thấp. Những xã có diện tích và tỷ lệ ngập lụt thấp là Hòa Bắc, Hòa Phú, Hòa Sơn và Hòa Ninh. Các xã còn lại nhìn chung có diện tích và tỷ lệ ngập lụt ở mức trung bình.

Nhìn chung, việc sử dụng viễn thám radar trên GEE đã tạo ra một công cụ mạnh mẽ để nghiên cứu và xác định mức độ ngập lụt trong khu vực nghiên cứu. Kết quả của bài báo cung cấp một cơ sở quan trọng để đánh giá tác động của ngập lụt đến các lĩnh vực sản xuất ở huyện Hòa Vang, đặc biệt là hoạt động sản xuất nông nghiệp. Kết quả nghiên cứu có thể hỗ trợ quyết định trong quản lý và phòng ngừa ngập lụt, đồng thời đóng góp vào sự phát triển bền vững của huyện Hòa Vang và thành phố Đà Nẵng.

Lời cảm ơn

“Lê Ngọc Hành được tài trợ bởi Chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), mã số: VINIF.2023.TS.033”. Nghiên cứu này cũng được tài trợ bởi Trường Đại học Sư phạm,

Đại học Đà Nẵng với đề tài mã số T2023-TN-06. Các tác giả xin chân thành cảm ơn vì sự hỗ trợ quý giá này.

Tài liệu tham khảo

- [1] J. Rentschler, M. Salhab, *People in Harm's Way: Flood Exposure and Poverty in 189 Countries*. Policy Research Working Paper, World Bank, Washington DC, 2020.
- [2] J. Rentschler, S. D. V. Robbé, J. Braese, N. H. Dzung, M. V. Ledden, B. P. Mayo, *Resilient Shores: Vietnam's Coastal Development Between Opportunity and Disaster Risk*, World Bank, Washington DC, 2020.
- [3] Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR), *Country Profile: Vietnam 2015*, GFDRR, 2015.
- [4] STATISTA, *Urbanization in Vietnam*, <https://www.statista.com/statistics/444882/urbanization-in-vietnam/>, 2021 (accessed on: December 1st, 2023).
- [5] URBANET, *Urbanization in Vietnam – Infographics: Urban and Rural Population in Vietnam*, <https://www.urbanet.info/vietnam-urban-development-infographics/>, 2021 (accessed on: December 1st, 2023).
- [6] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) and Asian Disaster Preparedness Center (ADPC), *Disaster Risk Reduction in Viet Nam: Status Report 2020*, UNDRR, Thailand, 2020.
- [7] H. T. L. Huong, A. Pathirana, *Urbanization and Climate Change Impacts on Future Urban Flooding in Can Tho City, Vietnam*, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, Vol. 17, No. 1, 2013, pp. 379-394, <https://doi.org/10.5194/hess-17-379-2013>.
- [8] R. Nicholls, *Analysis of Global Impacts of Sea-Level Rise: A Case Study of Flooding*, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, Vol. 27, 2002, pp. 1455-1466, [https://doi.org/10.1016/S1474-7065\(02\)00090-6](https://doi.org/10.1016/S1474-7065(02)00090-6).
- [9] K. Seejata, A. Yodying, T. Wongthadam, N. Mahavik, S. Tantanee, *Assessment of Flood Hazard Areas Using Analytical Hierarchy Process over the Lower Yom Basin, Sukhothai Province*, *Procedia Eng.*, Vol. 212, 2018, pp. 340-347, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.044>.
- [10] V. Merwade, F. Olivera, M. Arabi, S. Edleman, *Uncertainty in Flood Inundation Mapping: Current Issues and Future Directions*, *J. Hydrol. Eng.*, Vol. 13, No. 7, 2008, pp. 608-620,

- [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0699\(2008\)13:7\(608\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0699(2008)13:7(608)).
- [11] V. Merwade, A. Cook, J. Coonrod, GIS Techniques for Creating River Terrain Models for Hydrodynamic Modeling and Flood Inundation Mapping, *Environmental Modelling & Software*, Vol. 23, No. 10, 2008, pp. 1300-1311, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2008.03.005>.
- [12] D. C. Mason, L. Giustarini, J. G. Pintado, H. Cloke, Detection of Flooded Urban Areas in High Resolution Synthetic Aperture Radar Images Using Double Scattering, *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, Vol. 28, 2014, pp. 150-159, <https://doi.org/10.1016/j.jag.2013.12.002>.
- [13] W. Liu, T. Yang, F. Sun, H. Wang, Y. Feng, M. Du, Observation-Constrained Projection of Global Flood Magnitudes with Anthropogenic Warming, *Water Resour. Res.*, Vol. 57, No. 1, 2021, pp. 1-16, <https://doi.org/10.1029/2020WR028830>.
- [14] E. S. Kasischke, K. B. Smith, L. L. B. Chavez, E. A. Romanowicz, S. Brunzell, C. J. Richardson, Effects of Seasonal Hydrologic Patterns in South Florida Wetlands on Radar Backscatter Measured from ERS-2 SAR imagery, *Remote Sens. Environ.*, Vol. 88, 2003, pp. 423-441, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.08.016>.
- [15] M. S. Horritt, D. C. Mason, D. M. Cobby, I. J. Davenport, P. D. Bates, Waterline Mapping in Flooded Vegetation from Airborne SAR Imagery, *Remote Sens. Environ.*, Vol. 85, No. 3, 2003, pp. 271-281, [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00006-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00006-3).
- [16] M. A. Clement, C. G. Kilsby, P. Moore, Multi-temporal Synthetic Aperture Radar Flood Mapping Using Change Detection, *J. Flood Risk Manage*, Vol. 11, No. 2, 2018, pp. 152-168, <https://doi.org/10.1111/jfr3.12303>.
- [17] S. Martinis, J. Kersten, A. Twele, A Fully Automated TerraSAR-X Based Flood Service, *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, Vol. 104, 2015, pp. 203-212, <https://doi.org/10.1111/jfr3.12303>.
- [18] N. Otsu, A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms, *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, Vol. 9, No. 1, 1979, pp. 62-66, <https://doi.org/10.1109/TSMC.1979.4310076>.
- [19] Z. Du, W. Li, D. Zhou, L. Tian, F. Ling, H. Wang, Y. Gui, B. Sun, Analysis of Landsat-8 OLI Imagery for Land Surface Water Mapping, *Remote Sens. Lett.*, Vol. 5, No. 7, 2014, pp. 672-681, <https://doi.org/10.1080/2150704X.2014.960606>.
- [20] Z. Chen, S. Zhao, Automatic Monitoring of Surface Water Dynamics Using Sentinel-1 and Sentinel-2 Data with Google Earth Engine, *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, Vol. 113, 2022, pp. 103010, <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.103010>.
- [21] R. T. Moore, M. C. Hansen, Google Earth Engine: A New Cloud-Computing Platform for Global-Scale Earth Observation Data and Analysis, *AGU Fall Meeting Abstracts*, American Geophysical Union, 2011, pp. 02.
- [22] N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau, R. Moore, Google Earth Engine: Planetary-scale Geospatial Analysis for Everyone, *Remote Sens. Environ.*, Vol. 202, 2017, pp. 18-27, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>.
- [23] T. Q. Toan, Climate Change and Sea Level Rise in the Mekong Delta: Flood, Tidal Inundation, Salinity Intrusion, and Irrigation Adaptation Methods, N. D. Thao, H. Takagi, M. Esteban, *Coastal Disasters and Climate Change in Vietnam*, Elsevier, Oxford, 2014, pp. 199-218, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800007-6.00009-5>.
- [24] B. D. Vries, C. Huang, J. Armston, W. Huang, J. W. Jones, M. W. Lang, Rapid and Robust Monitoring of Flood Events Using Sentinel-1 and Landsat Data on the Google Earth Engine, *Remote Sens. Environ.*, Vol. 240, 2020, pp. 111664, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111664>.
- [25] The People's Committee of Hoa Vang District, Explanatory Report on the Consolidated Land Use Plan for 2023 of Hoa Vang District, Da Nang City, 2023 (in Vietnamese).
- [26] D. Geudtner, R. Torres, P. Snoeij, M. Davidson, B. Rommen, Sentinel-1 System Capabilities and Applications, *IEEE Geosci. Remote Sens. Symp.*, 2014, pp. 1457-1460, <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2014.6946711>.
- [27] F. Aires, J. P. Venot, S. Massuel, N. Gratiot, P. D. Binh, C. Prigent, Surface Water Evolution (2001-2017) at the Cambodia/Vietnam Border in the Upper Mekong Delta Using Satellite MODIS Observations, *Remote Sens.*, Vol. 12, No. 5, 2020, pp. 800, <https://doi.org/10.3390/rs12050800>.
- [28] M. Chini, R. Hostache, L. Giustarini, P. Matgen, A Hierarchical Split-Based Approach for Parametric Thresholding of SAR Images: Flood Inundation As A Test Case, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, Vol. 55, No. 12, 2017, pp. 6975-6988, <https://doi.org/10.1109/tgrs.2017.2737664>.
- [29] T. Bangira, S. M. Alfieri, M. Menenti, A. V. Niekerk, Z. Vekerdy, A Spectral Unmixing

- Method with Ensemble Estimation of Endmembers: Application to Flood Mapping in the Caprivi Floodplain, *Remote Sens.*, Vol. 9, No. 10, 2017, pp. 1013, <https://doi.org/10.3390/rs9101013>.
- [30] H. T. Khuong, M. Menenti, L. Jia, Surface Water Mapping and Flood Monitoring in the Mekong Delta Using Sentinel-1 SAR Time Series and Otsu Threshold, *Remote Sens.*, Vol. 14, No. 22, 2022, pp. 5721, <https://doi.org/10.3390/rs14225721>.
- [31] N. Tsutsumida, A. J. Comber, Measures of Spatio-Temporal Accuracy for Time Series Land Cover Data, *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, Vol. 41, 2015, pp. 46-55, <https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.04.018>.
- [32] J. Cohen, A Coefficient of Agreement for Nominal Scales, *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 20, No. 1, 1960, pp. 37-46, <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>.
- [33] D. G. Altman, *Practical Statistics for Medical Research*, Chapman and Hall/CRC Press, London, 1991, <https://doi.org/10.1002/sim.4780101015>.
- [34] The People's Committee of Hoa Vang District, Report on Damages Caused by the Rain and Flood from 14/10/2022 in Hoa Vang District, 2022 (in Vietnamese).
- [35] The People's Committee of Da Nang City, Project: Building Da Nang City Safe from Natural Disasters for the Period 2022 - 2030, Vision to 2045, 2023 (in Vietnamese).
- [36] T. K. Haraldsen, Flood Damage on Agricultural Land and Methods for Restoration of Agricultural Soils after Catastrophic Floods in Cold Areas, *Flood Risk in a Climate Change Context*, IntechOpen, Rijeka, 2023, <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.109111>.
- [37] N. B. Ngoc, N. H. Ngu, T. T. Duc, T. T. Phuong, P. G. Tung, N. M. Tri, Assessing Damages of Agricultural Land Due to Flooding in A Lagoon Region Based on Remote Sensing and GIS: Case Study of the Quang Dien District, Thua Thien Hue Province, Central Vietnam, *Journal of Vietnamese Environment*, Vol. 12, No. 2, 2020, pp. 100-107, <https://doi.org/10.13141/jve.vol12.no2.pp100-107>.
- [38] T. T. Nga, V. H. Cong, L. Hung, Assessing The Effects of Urbanization on Flood in Vu Gia - Thu Bon River Basin, *Journal of Hydraulic Engineering and Environmental Sciences*, Vol. 76, 2021, pp. 47-55 (in Vietnamese).
- [39] The People's Committee of Hoa Vang District, Report on Summarizing Agricultural Production in 2022 and Implementing the Production Plan for the Winter-Spring Crop 2022-2023, 2022 (in Vietnamese).