ĐÁNH GIÁ SỰ THAY ĐỔI DIỆN TÍCH NGẬP NƯỚC THÀNH PHỐ CẦN THƠ GIAI ĐOẠN 2016 - 2020 SỬ DỤNG ẢNH SENTINEL-1 TRÊN NỀN GOOGLE EARTH ENGINE

Phan Mạnh Hưng[1], Nguyễn Hồ Phương Thảo[2], Phạm Văn Chiến[2]

Tóm tắt: *Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu xác định diện tích ngập nước theo không gian và thời gian cho thành phố Cần Thơ, sử dụng 124 ảnh Sentinel-1 giai đoạn 2016-2020. Các kết quả thể hiện rằng (i) sự thay đổi diện tích ngập có sự tương đồng khá chặt chẽ với sự thay đổi mực nước trong các mùa trong năm, (ii) diện tích ngập lớn thường xuất hiện trong các tháng mùa lũ, với giá trị lớn nhất thay đổi từ 91.03 đến 735.61 km^2 (bằng từ 6.3 đến 51.07% diện tích của khu vực nghiên cứu), trong khi diện tích ngập nhỏ xuất hiện trong các tháng mùa kiệt, với giá trị nhỏ nhất dao động từ 76.10 đến 404.97 km^2 (tương ứng bằng từ 5.28 đến 28.12% diện tích của khu vực nghiên cứu), (iii) diện tích ngập lớn nhất trong khu vực nghiên cứu thường xuất hiện sau từ 3 đến 24 giờ so với thời điểm xuất hiện mực nước lớn nhất tại trạm thủy văn Châu Đốc. Quá trình giải đoán cho tập ảnh Sentinel-1 được thực hiện sử dụng chương trình viết bằng ngôn ngữ Java Script trên nền Google Earth Engine nên tiết kiệm được rất nhiều thời gian.*

Từ khoá: Thành phố Cần Thơ, Diện tích ngập, Sentinel-1, Google Earth Engine

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ứng dụng ảnh viễn thám trong khai thác và quản lý tài nguyên nước trước những thách thức của biến đổi khí hậu cũng như các hiện tượng thời tiết cực đoan như hạn hán, lũ lụt đã và đang trở thành một trong những xu thế rất phổ biến hiện nay (Conde and Munoz, 2019). Do ảnh viễn thám cho phép xem xét các yếu tố quan tâm trong phạm vi không gian rộng lớn và tại các thời điểm khác nhau một cách dễ dàng. Các nghiên cứu gần đây (Martinis et al., 2019; DeVries et al., 2020; Phạm Văn Chiến, 2020) cũng đã khẳng định rằng dữ liệu giải đoán đặc điểm bề mặt trái đất tại các thời điểm khác nhau từ ảnh viễn thám là một trong những nguồn dữ liệu vô cùng quý giá, giúp cho việc quản lý tài nguyên nước trở nên hiệu quả. Đồng thời, khi kết hợp nguồn dữ liệu này với các số liệu đo đạc tại các trạm khí tượng thủy văn còn cho phép các tính toán liên quan có độ chính xác cao.

Ảnh viễn thám có thể được chia thành hai loại chính đó là ảnh quang học và ảnh Radar. Ảnh quang học có khả năng ứng dụng trong việc nghiên cứu các đặc trưng của bề mặt trái đất, do các thông tin thu được từ ảnh vệ tinh quang học có mối quan hệ mật thiết với điều kiện thảm phủ và bề mặt đệm. Tuy nhiên, ảnh quang học thường bị ảnh hưởng của mây che phủ nhất là trong thời gian xảy ra mưa lũ. Vì vậy, bên cạnh sử dụng ảnh quang học thì ảnh Radar ngày càng được sử dụng rộng rãi, đã và đang trở thành một xu thế ứng dụng rộng rãi trong nhiều nghiên cứu khác nhau do ảnh Radar không chịu ảnh hưởng của mây cũng như bóng mây. Dữ liệu ảnh Radar có thể được thu nhận từ nhiều vệ tinh, như: TerraSAR-X, Cosmo SkyMed, Radarsat-2, Sentinel-1 (Gorelick et al., 2017), tuy nhiên các sản phẩm từ các vệ tinh đã nêu ở trên đa số là sản phẩm thương mại. Từ năm 2014, dữ liệu ảnh Radar được thu thập từ vệ tinh Sentinel-1 bắt đầu được cung cấp miễn phí

[1] *Phòng Quản lý xây dựng công trình, Sở Nông nghiệp & PTNT Vĩnh Phúc*
[2] *Trường Đại học Thuỷ lợi*

bởi chương trình phát triển của trung tâm vũ trụ Châu Âu nên đã tạo ra rất nhiều điều kiện thuận lợi, cũng như mở ra rất nhiều các hướng nghiên cứu mới trong nghiên cứu ứng dụng, giải đoán ảnh vệ tinh Radar để giám sát sự thay đổi của bề mặt. Một số ứng dụng tiêu biểu trong việc khai thác các thế mạnh của ảnh Sentinel-1 có thể kể đến như: Giám sát băng tan, tràn dầu, gió và sóng biển, đánh giá sự thay đổi của bề mặt đệm dưới tác động của biến đổi khí hậu cũng như các tác động của con người, biến đổi địa hình, động đất, lũ lụt và hạn hán.

Ảnh Sentinel-1 có các chế độ phân cực (i) đơn Vertical-Vertical (VV) hoặc Horizontal-Horizontal (HH) và (ii) đôi Vertical-Horizontal (VH) hoặc Horizontal-Vertical (HV). Conde and Munoz (2019) đã khảo sát ảnh hưởng của phân cực đơn VV và phân cực đôi VH cho giám sát ngập lụt do mưa lũ lưu vực sông Ebro, Tây Ban Nha khi sử dụng ảnh Sentinel-1. DeVries et al. (2020) sử dụng kết hợp ảnh Sentinel-1 và Landsat cho xác định diện tích ngập lụt và đánh giá ảnh hưởng của các trận lũ cho các vùng Houston, Central Greece, East Coast of Madagascar của Mỹ. Phạm Văn Chiến (2020) sử dụng phân cực đôi VH của tập ảnh Sentinel-1 để khảo sát diện tích ngập nước cho tỉnh Đồng Tháp từ năm 2015 đến 2018. Kết quả từ các nghiên cứu nêu trên đều khẳng định rằng phân cực đôi VH cho kết quả giám sát ngập lụt khá phù hợp cho xây dựng các bản đồ ngập nước khi sử dụng ảnh Sentinel-1. Các ví dụ trên thể hiện rằng phân cực đôi VH hoàn toàn có thể được sử dụng để xác định diện tích ngập nước cho tỉnh Thành phố Cần Thơ. Mặc dù những ưu điểm từ những dữ liệu được thu thập bởi vệ tinh Sentinel-1 ngày càng được ghi nhận, tuy nhiên làm sao có thể khai thác được tối đa những thông tin hữu ích từ nguồn dữ liệu này để phục vụ cho những ứng dụng thực tế, nhất là trong trường hợp có thiên tai xảy ra vẫn là một câu hỏi thực tiễn cần nhận được nhiều sự quan tâm hơn nữa.

Công cụ Google Earth Engine (GEE) được phát triển bởi Google với cơ sở dữ liệu vệ tinh về bề mặt trái đất. GEE được biết như công cụ xử lý và phân tích dữ liệu không gian/địa lý dựa trên nền tảng điện toán đám mây cho phép các giám sát thay đổi bề mặt của lưu vực (như thảm phủ, tình hình sử dụng đất) một cách thuận tiện và hiệu quả. GEE ra đời với mục đích là một công cụ hỗ trợ đắc lực giúp cho các nhà nghiên cứu có thể dễ dàng truy cập và sử dụng các tài nguyên sẵn có và hạ tầng công nghệ thông tin của Google trong nghiên cứu, khai thác và sử dụng ảnh vệ tinh để quản lý và giám sát tài nguyên thiên nhiên và môi trường (Gorelick et al., 2017). GEE giúp cho việc truy cập trở nên dễ dàng với tốc độ truy suất cao, cùng nguồn tài nguyên vô cùng rộng lớn. Hơn nữa, trên GEE lưu trữ rất nhiều dữ liệu về không gian địa lý được thu thập từ các các nguồn ảnh vệ tinh, với số lượng ảnh thường xuyên được cập nhật, nhằm phục vụ tốt hơn cho các nghiên cứu. Người dùng hoàn toàn truy cập một cách có hiệu quả, gỡ bỏ nhiều rào cản trong khai thác và quản lý dữ liệu. Có thể nhận thấy rằng, GEE được biết đến là một nền tảng xử lý dữ liệu viễn thám dựa trên nền điện toán đám mây tiên tiến và được cung cấp miễn phí để có thể khắc phục được những hạn chế về dữ liệu, tốc độ xử lý và tính toán mà phương pháp xử lý ảnh truyền thống gặp phải.

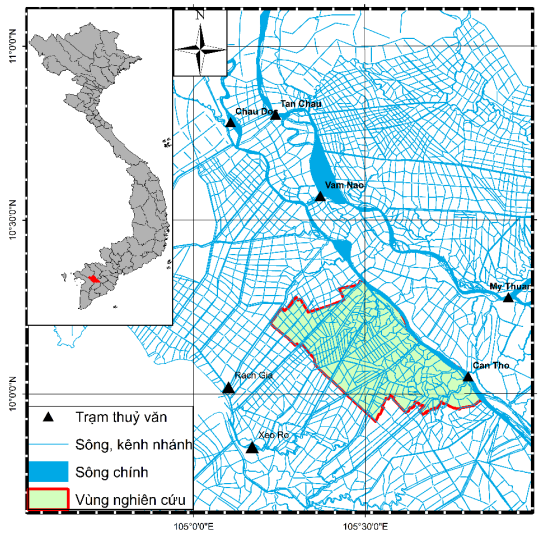
Mục tiêu chính của nghiên cứu này là xác định sự thay đổi theo thời gian và không gian diện tích ngập nước và không ngập nước của Thành phố Cần Thơ (vùng Đồng bằng sông Cửu Long) sử dụng các đặc điểm của bề mặt đệm giải đoán từ phân cực đôi VH của tập ảnh vệ tinh Sentinel-1 kết hợp với số liệu mực nước thực đo ghi nhận tại các trạm thủy văn Châu Đốc và Cần Thơ. Ngoài ra, nghiên cứu cũng nhằm mục đích (i) giải đoán ảnh Sentinel-1 trên nền GEE nhằm giảm thiểu tối đa thời gian xử lý và giải đoán ảnh cũng như tiết kiệm tối đa dung lượng lưu trữ dữ liệu và (ii) xác định vị trí mà tại đó mực nước có tương quan chặt chẽ và cao nhất với diện tích ngập nước. Ảnh Sentinel-1 thu thập trong thời kỳ 2016 đến 2020 với độ phân giải 10m×10m theo không gian sẽ được xử lý trên nền GEE để xác định diện tích ngập và không ngập nước cho khu vực nghiên

cứu. Đây là nghiên cứu đầu tiên sử dụng ảnh Sentinel-1 với độ phân giải rất cao nhằm xác định diện tích ngập cho tỉnh Thành phố Cần Thơ.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Cần Thơ, vốn được mệnh danh là thủ phủ của miền Tây Nam Bộ, là thành phố trực thuộc Trung ương và là một trong bốn tỉnh thuộc vùng kinh tế trọng điểm Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Thành phố Cần Thơ giữ vị trí đầu mối giao thông quan trọng về đường sông, đường bộ, đường biển, đường hàng không của vùng ĐBSCL (Hình 1) và tiếp giáp các tỉnh Đồng Tháp và Vĩnh Long (ở phía Đông), Kiên Giang (ở phía Tây), Hậu Giang (ở phía Nam) và An Giang (phía Bắc). Thành phố Cần Thơ có khoảng 779km kênh trục chính và kênh cấp 1,2000km chiều dài kênh cấp 2 và 1000km chiều dài kênh cấp 3, với hệ thống sông, rạch chằng chịt và có nhiều thuận lợi về nguồn nước so với các tỉnh, thành phố khác vùng ĐBSCL. Chế độ dòng chảy trên hệ thống sông, kênh thuộc Thành phố Cần Thơ chịu sự chi phối của dòng chảy sông Mê Công (thông qua sông Hậu), thủy triều biển Đông, mưa nội vùng và hệ thống cơ sở hạ tầng. Mùa lũ thường kéo dài từ tháng VI đến tháng XI (chiếm khoảng 85-90% tổng lượng dòng chảy năm) và mùa khô duy trì từ tháng XII đến tháng V năm sau.

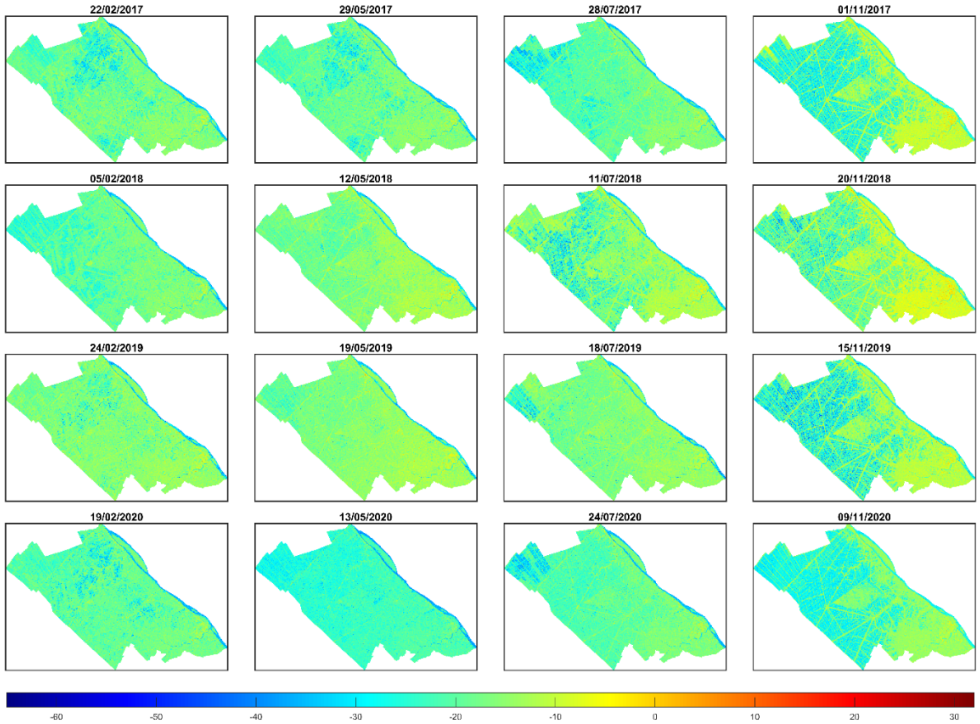


Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu và các trạm thuỷ văn lân cận vùng nghiên cứu

Ngập lụt Thành phố Cần Thơ có thể do nhiều nguyên nhân khác nhau, như: do dòng chảy lũ sông Mê Công (thông qua sông Hậu), ảnh hưởng của nước biển dâng, do hoạt động của con người và cũng có thể xuất phát từ nguyên nhân sụt lún đất. Ví dụ, trong giai đoạn 2011-2015, thành phố Cần Thơ xuất hiện một đợt lũ lụt lớn vào năm 2011. Mực nước lớn nhất đứng hàng thứ hai trong lịch sử lũ lụt của thành phố Cần Thơ, cao 2,15 m, trên mức báo động III là 0,25 m. Tuy nhiên, đến năm 2013, mặc dù mực nước ở trạm Tân Châu ở thượng nguồn chưa đến mức báo động II thì mực nước tại trạm Cần Thơ lại trên mức báo động III (cao 2,15 cm). Ngoài nguyên nhân lũ lớn, từ năm 2011, thành phố Cần Thơ xuất hiện thêm hiện tượng ngập do thủy triều. Ngập do thủy triều xuất hiện ở nội ô thành phố khi con nước lên, trong khi cũng cùng với mực nước đó thì sẽ không có hiện tượng ngập vào những năm trước. Các quận trung tâm chịu ảnh hưởng nhiều nhất bởi dạng ngập do thủy triều có thể kể đến là Ninh Kiều, Bình Thủy, Cái Răng. Các ghi nhận thực tế trong những năm gần đây cho thấy, mực nước cao nhất vùng Châu Đốc, Tân Châu tại đầu nguồn sông Hậu không tăng trong khi mực nước cao nhất tại Trạm Cần Thơ liên tục tăng (hơn 0,50m trong 30 năm). Một số nơi thuộc khu vực quận Ninh Kiều dù đã nâng nền lên vẫn bị ngập. Năm 2011, chỉ tính riêng Quận Ninh Kiều đã có 22 điểm ngập do mưa, 56 điểm ngập do triều cường (đỉnh triều 2,15m) và 43 điểm ngập khi mưa lớn kết hợp với triều cường (mưa 80mm-triều 1,87m). Hàng năm, theo mùa nước nổi từ tháng VIII đến tháng XI, vùng nông thôn thành phố Cần Thơ cũng bị ngập từ 0,5 đến 1 m. Vùng nông thôn khu vực bị ngập do thủy triều biển Đông có ngập 6 lần trong các tháng 8-11. Vào năm lũ cao ngập sẽ lên 8 lần trong cùng các tháng 8-11. Mức độ ngập ở vùng này khoảng 0,1-0,6m. Ngoài ra, do điều kiện địa hình thấp và bằng phẳng, hàng năm Thành phố Cần Thơ nhận được nước lũ ở sông Hậu và lũ tràn qua các cống ở lộ Nam Cái Sắn (Quốc Lộ 80) gây ngập lụt nghiêm trọng. Ngập lụt sâu và kéo dài (từ 3 - 5 tháng) là

trở ngại chính đã làm cho việc sản xuất và cuộc sống của nhân dân trong vùng ngày càng gặp nhiều khó khăn, nhất là trước những thách thức do biến đổi khí hậu, nước biển dâng đã thể hiện rõ trong những năm gần đây. Do đó, để đảm bảo phát triển kinh tế - xã hội một cách bền vững, kết hợp với bảo vệ môi trường và thích ứng với biến đổi khó lường của khí hậu, nước biển dâng cũng như các hiện tượng thời tiết cực đoan (hạn hán, lũ lụt) xảy ra ngày càng thường xuyên và nghiêm trọng, đòi hỏi cần phải có các nghiên cứu xác định diễn biến không chỉ theo thời gian mà còn cả theo không gian của diễn biến ngập nước.

2.2. Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu

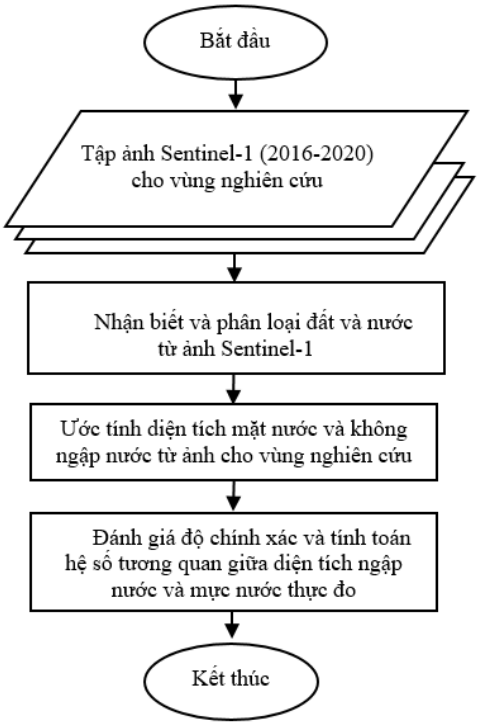


Hình 2. Phân cực VH từ ảnh Sentinel-1 tại các thời điểm khác nhau cho khu vực nghiên cứu

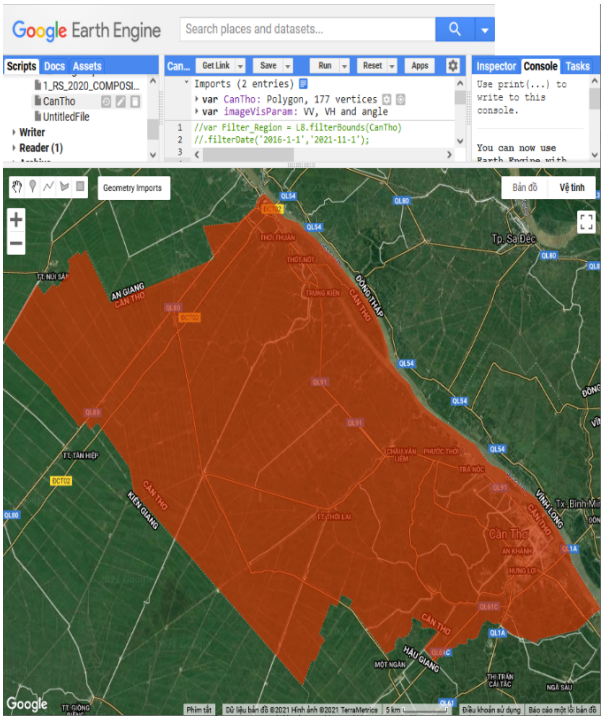
Trong nghiên cứu này, dữ liệu 124 ảnh Sentinel-1 với độ phân giải 10m×10m theo không gian thu thập từ năm 2016 đến 2020 đã được sử dụng cho mục đích xác định các diện tích ngập nước và không ngập nước của Thành phố Cần Thơ. Tập ảnh Sentinel-1 nêu trên của cơ quan vũ trụ Châu Âu (European Space Agency - ESA) có thể được lưu trữ bởi nhiều đơn vị khác nhau. Trong nghiên cứu này, nguồn dữ liệu ảnh Sentinel-1 lưu trữ trên hệ thống của Google Earth Engine đã được sử dụng. Sentinel-1 bắt đầu hoạt động từ năm 2014, với mục tiêu là chụp được các ảnh đa diện rộng, có độ phân giải cao, có tần suất lặp lại là 12 ngày nhằm đáp ứng các yêu cầu khai thác, sử dụng khác nhau trong nghiên cứu cũng như trong nhiều dự án, nhiệm vụ ứng dụng thực tiễn về đánh giá trạng thái và thay đổi của thảm thực vật, thổ nhưỡng và nước. Các sensor được trang bị trên vệ tinh Sentinel-1 với các phân cực khác nhau và được thiết kế để cung cấp chi tiết sự thay đổi của bề mặt trái đất theo không gian và thời gian. Các vệ tinh hoạt động cả ngày lẫn đêm và thực hiện tổng hợp các hình ảnh về bề mặt trái đất trong các điều kiện thời tiết khác nhau. Ảnh Sentinel-1 có các chế độ phân cực đơn VV hoặc HH và phân cực đôi VH hoặc HV.

Hình 2 thể hiện phân cực đôi VH của ảnh Sentinel-1 tại một số thời điểm cho vùng nghiên cứu.

2.3. Chương trình giải đoán ảnh Sentinel-1 trên nền GEE



Hình 3. Sơ đồ xác định diện tích ngập nước sử dụng trong nghiên cứu



Hình 4. Chương trình giải đoán ảnh trên nền Google Earth Enginee

Để xác định diện tích ngập nước và không ngập nước cho thành phố Cần Thơ giai đoạn 2016-2020, nghiên cứu đã xây dựng chương trình giải đoán tập ảnh Sentinel-1 sử dụng ngôn ngữ lập trình JavaScript trên nền tảng của công cụ GEE.

Hình 3 thể hiện sơ đồ các bước thực hiện chính của quá trình giải đoán ảnh Sentinel-1 mà nghiên cứu đã xây dựng. Trước tiên, tập ảnh Sentinel-1 cho vùng nghiên cứu được thu thập trong giai đoạn từ 2016 đến 2020, với tổng số 124 ảnh có độ phân giải 10m×10m theo không gian. Ảnh Sentinel-1 bao gồm giá trị của các phân cực đơn (VV và HH) và phân cực đôi (VH và HV). Giá trị của phân cực đôi VH đã được sử dụng để xác định diện tích ngập nước và không ngập nước trong vùng nghiên cứu. Bởi vì, phân cực đôi VH cho kết quả giám sát phù hợp khi xây dựng các bản đồ ngập nước dựa trên ảnh Sentinel-1 (Conde and Munoz, 2019; DeVries et al., 2020; Phạm Văn Chiến, 2020). Tiếp theo, các ô ngập nước và không ngập nước trong vùng nghiên cứu được xác định dựa trên giá trị của phân cực đôi VH và giá trị ngưỡng. Cụ thể, nếu giá trị phân cực đôi VH của pixel nào đó lớn hơn giá trị ngưỡng thì pixel đó được nhận biết là pixel ngập nước, ngược lại thì pixel đó được nhận biết là pixel không bị ngập nước (hay còn gọi là pixel khô). Giá trị ngưỡng bằng -21 đã được sử dụng để phân loại pixel ngập và không ngập nước thành phố Cần Thơ tương tự như nghiên cứu trước đây cho tỉnh Đồng Tháp (Phạm Văn Chiến, 2020), do Cần Thơ và Đồng Tháp có những đặc điểm tương tự nhau về địa hình. Sau đó, diện tích ngập và không ngập nước trong toàn vùng nghiên cứu được tính toán dựa trên tổng số các pixel ngập và không ngập nước. Cuối cùng, mực nước tại Châu Đốc và Cần Thơ đã được sử dụng để xác định quan hệ giữa mực nước và diện tích ngập cho khu vực nghiên cứu. Hệ số tương quan giữa mực nước và diện tích ngập cũng được sử dụng để xác định vị trí có mối tương quan chặt chẽ với diện tích ngập nước giải đoán từ ảnh Sentinel-1 cho thành phố Cần Thơ.

Hình 4 là ví dụ sơ họa về cửa sổ giao diện chương trình giải đoán ảnh Sentinel-1 trên nền của

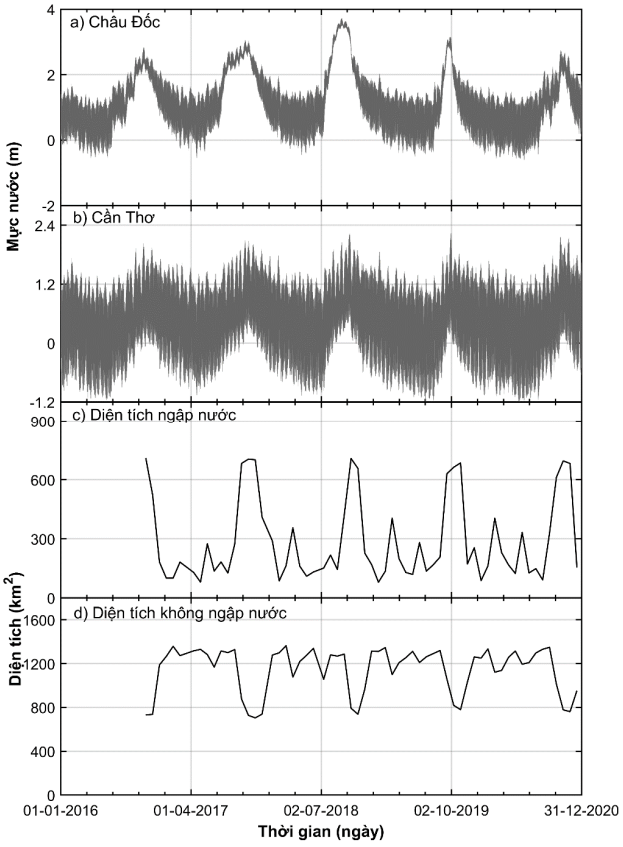
GEE sử dụng ngôn ngữ lập trình JavaScript mà nghiên cứu đã thực hiện. Chương trình bao gồm nhiều chương trình con, cho phép (i) đọc và xác định giới hạn khu vực nghiên cứu, (ii) đọc và lọc dữ liệu ảnh Sentinel-1 cho khu vực nghiên cứu từ hệ thống máy chủ của Google, (iii) phân tích và giải đoán ảnh xác định các ô ngập và không ngập nước trong từng ảnh, (iv) xây dựng các mối tương quan giữa mực nước và diện tích ngập và (v) hiển thị và trích xuất các kết quả.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Diễn biến diện tích ngập và không ngập nước theo thời gian

Hình 5 thể hiện sự thay đổi diện tích ngập và không ngập nước giai đoạn từ năm 2016 đến 2020 cho thành phố Cần Thơ. Kết quả giải đoán của tập ảnh Sentinel-1 thể hiện rằng diện tích ngập và không ngập nước trong vùng nghiên cứu có sự thay đổi rõ rệt theo mùa. Trong thời kỳ mùa khô (từ tháng XII đến tháng V), diện tích ngập nước thay đổi từ 76.10 đến 404.97 km^2 (tương ứng bằng từ 5.28 đến 28.12% diện tích của khu vực nghiên cứu). Tuy nhiên, trong mùa lũ (từ tháng VI đến tháng XI), do sự gia tăng của mực nước trong sông Hậu cũng như dòng chảy lũ, diện tích ngập nước trong vùng nghiên cứu có sự gia tăng và thay đổi đáng kể từ 91.03 đến 735.61 km^2. Diện tích ngập nước trên chiếm từ 6.3 đến 51.07% diện tích của vùng nghiên cứu. Đồng thời, diện tích ngập nước lớn nhất trong vùng nghiên cứu thường xuất hiện phần lớn vào tháng XI hàng năm, với giá trị thay đổi từ 648.50 đến 735.61 km^2 cho giai đoạn từ 2016 – 2020 và bằng từ 45.03 đến 51.07% diện tích khu vực nghiên cứu.

Diện tích ngập và không ngập nước trong vùng nghiên cứu thay đổi có sự tương đồng với sự thay đổi mực nước tại trạm thủy văn Châu Đốc và Cần Thơ (Hình 5). Thời kỳ xuất hiện diện tích ngập lớn (trong mùa lũ) trong vùng nghiên cứu có sự tương đồng rõ rệt với sự thay đổi mực nước tại trạm thủy văn Châu Đốc, tại đây ảnh hưởng của thủy triều đến sự dao động của mực nước không còn lớn như tại trạm thủy văn Cần Thơ. Nói cách khác, diện tích ngập lớn trong vùng nghiên cứu chịu ảnh hưởng rõ rệt của dòng chảy lũ từ thượng nguồn vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Ngoài ra, diện tích ngập lớn trong vùng nghiên cứu còn chịu ảnh hưởng của mực nước triều (Hình 5b và Hình 5c).

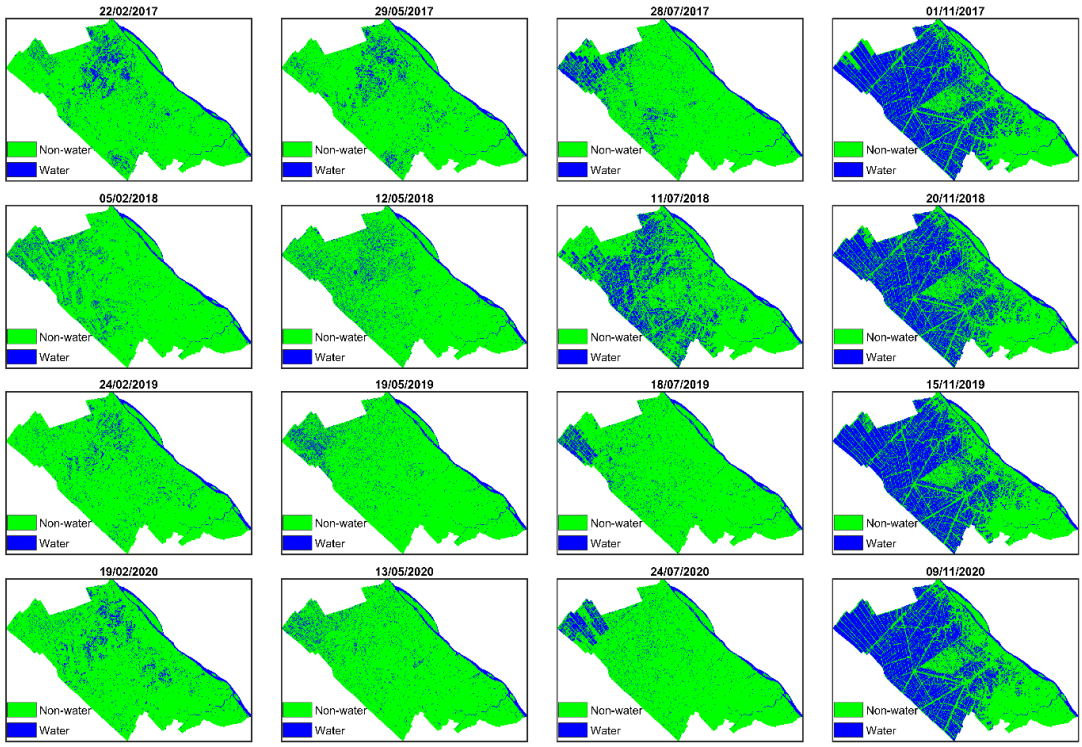


Hình 5. Đường quá trình mực nước giờ và sự thay đổi diện tích ngập nước và không ngập nước vùng nghiên cứu giai đoạn 2016-2020

3.2. Sự thay đổi diện tích mặt nước theo không gian

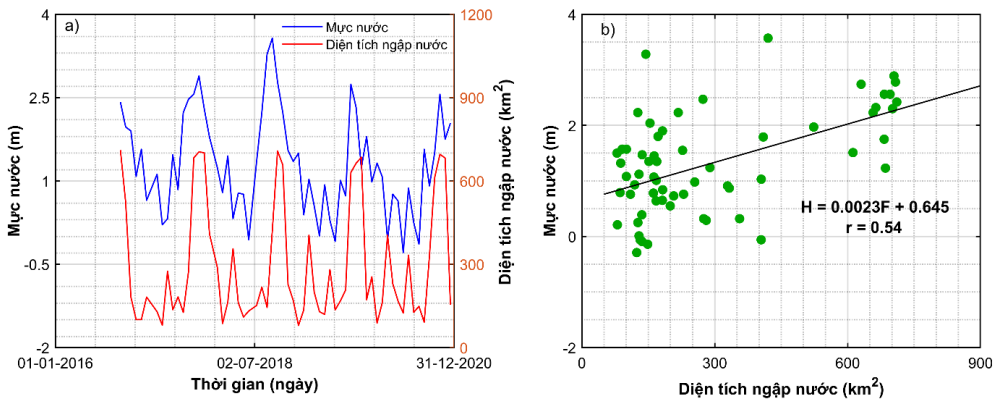
Hình 6 thể hiện kết quả xác định phân bố diện tích ngập và không ngập nước theo không gian trong khu vực nghiên cứu tại các thời điểm khác nhau. Dễ dàng nhận thấy rằng phân bố diện tích ngập tỉnh Thành phố Cần Thơ có sự tương đồng chặt chẽ với sự thay đổi địa hình trong vùng nghiên cứu (Hình 1) cũng như ảnh hưởng của hệ thống mạng lưới kênh rạch chằng chịt. Kết quả này tương tự như kết quả xác định

diện tích ngập khi sử dụng tập ảnh MODIS EVI từ năm 2000 đến 2017 (Pham Van và Nguyen-Van., 2019). Đồng thời, kết quả giải đoán ảnh Sentinel-1 tại các thời điểm khác nhau trong năm đều tái hiện được các vùng ngập nước dọc trên sông Hậu.



Hình 6. Phân bố diện tích ngập nước trong khu vực nghiên cứu tại các thời điểm

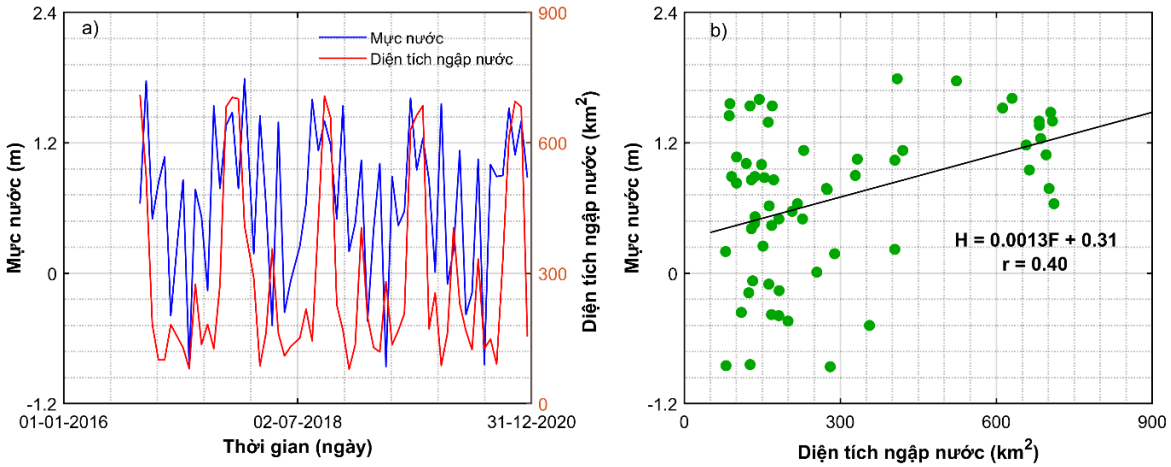
3.3. Quan hệ giữa diện tích ngập và mực nước



Hình 7. Quan hệ giữa diện tích ngập nước (kí hiệu F) và mực nước (kí hiệu H) tại Châu Đốc

Hình 7 thể hiện mối quan hệ giữa diện tích ngập nước trong vùng nghiên cứu xác định từ 124 ảnh Sentinel-1 và mực nước tại trạm thủy văn Châu Đốc, trong khi đó mối quan hệ giữa diện tích ngập nước và mực nước tại trạm thủy văn Cần Thơ được thể hiện như trên Hình 8. Sự thay đổi diện tích ngập nước trong vùng nghiên cứu có quan hệ rõ rệt với sự thay đổi mực nước tại trạm Châu Đốc. Hệ số tương quan giữa diện tích ngập nước và mực nước tại trạm thủy văn Châu Đốc

trong giai đoạn xem xét là r = 0.54. Hệ số tương quan giữa diện tích ngập nước và mực nước tại trạm thủy văn Cần Thơ là r = 0.40. Các kết quả trên thể hiện rằng diện tích ngập nước trong vùng nghiên cứu, ngoài chịu ảnh hưởng của dòng chảy từ thượng nguồn vùng Đồng bằng sông Cửu Long và dao động của mực nước triều, còn chịu sự ảnh hưởng mạnh mẽ của các yếu tố khác như: các công trình điều tiết trên hệ thống sông kênh chằng chịt, sự vận hành của các công trình cầu cảng và thủy lợi, cũng như các hoạt động phát triển cơ sở hạ tầng và đô thị hóa trong vùng nghiên cứu.



Hình 8. Quan hệ giữa diện tích ngập nước (kí hiệu F) và mực nước (kí hiệu H) tại Cần Thơ

Kết quả xây dựng tương quan giữa diện tích ngập nước và mực nước tại trạm thủy văn Châu Đốc và Cần Thơ thể hiện rằng thời điểm xuất hiện diện tích ngập nước lớn nhất trong vùng nghiên cứu không trùng hoàn toàn với thời điểm xuất hiện mực nước lớn nhất tại các trạm thủy văn. Cụ thể, diện tích ngập lớn trong vùng nghiên cứu thường xuất hiện sau từ 3 đến 24 giờ so với thời điểm xuất hiện mực nước lớn nhất tại trạm thủy văn Châu Đốc. Tại trạm thủy văn Cần Thơ, quan hệ giữa mực nước và diện tích ngập cũng có sự phân tán rõ rệt do sự ảnh hưởng mạnh mẽ của thủy triều và trạm thủy văn quan trắc mực nước trên dòng chính sông Hậu, thời điểm xuất hiện diện tích ngập lớn nhất thường xuất hiện vào thời kỳ triều cường (triều lớn).

4. KẾT LUẬN

Dựa trên các kết quả đã trình bày, một số kết luận chính của nghiên cứu xác định diện tích ngập nước sử dụng ảnh Sentinel-1 trên nền GEE cho khu vực Thành phố Cần Thơ có thể tóm tắt như sau: (i) sự thay đổi diện tích ngập có sự tương đồng với sự thay đổi mực nước trong các mùa trong năm, (ii) diện tích ngập lớn thường xuất hiện trong các tháng mùa lũ, với giá trị lớn nhất thay đổi từ 91.03 đến 735.61 km^2 (bằng từ 6.3 đến 51.07% diện tích của khu vực nghiên cứu), trong khi diện tích ngập nhỏ xuất hiện trong các tháng mùa kiệt, với giá trị nhỏ nhất dao động từ 76.10 đến 404.97 km^2 (tương ứng bằng từ 5.28 đến 28.12% diện tích của khu vực nghiên cứu), (iii) diện tích ngập lớn nhất trong khu vực nghiên cứu thường xuất hiện sau từ 3 đến 24 giờ so với thời điểm xuất hiện mực nước lớn nhất tại trạm thủy văn Châu Đốc. Ngoài ra, nghiên cứu đã xây dựng chương trình xử lý và giải đoán ảnh Sentinel-1 trên nền công cụ GEE, do đó đã tiết kiệm được rất nhiều thời gian trong xử lý, giải đoán và lưu trữ dữ liệu ảnh. Các kết quả phân bố ngập nước theo không gian và biến đổi diện tích ngập theo thời gian trong nghiên cứu này sẽ được kết hợp với các kết quả mô phỏng ngập nước khu vực Thành phố Cần Thơ khi sử dụng các mô hình tiêu thoát úng ngập đô thị trong các nghiên cứu tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Phạm Văn Chiến (2020). *Nghiên cứu xác định diện tích ngập nước sử dụng ảnh Sentinel-1 trên nền Google Earth Engine: áp dụng cho tỉnh Đồng Tháp, Đồng bằng sông Cửu Long.* Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, số 59, 113-120.

Conde F.C., Munoz M.D.M. (2019). *Flood monitoring based on the study of Sentinel-1 SAR images: The Ebro river case study.* WATER, 11, 1-25.

DeVries B., Chengquan H, Armston J., Wenli H., Jones J.W., Lang M.W. (2020). *Rapid and robust monitoring of flood event using Sentinel-1 and Landsat data on the Google Earth Enginee.* Remote Sensing of Environment, 240, 1-15.

Martinis S., Plank S., Cwik K. (2019). *The use of Sentinel-1 time-series data to improve flood monitoring in Arid Areas.* Remote Sensing,10, 1-13.

Pham Van C., Nguyen-Van G. (2019). *Assessment of the water area in the lowland region of the Mekong river using MODIS EVI time series.* Proceedings of 6th International Conference on Computer Science, Applied Mathematics and Applications, Hanoi, Vietnam, pp. 197-207.

Twele A, Cao W., Plank S., Martinis S. (2016). *Sentinel-1 based flood mapping: a fully automated processing chain.* International Journal of Remote Sensing, 37(13), 2990-3004.

Gorelick N., Matt H., Mike D., Simon I., David T., R. Moore (2017). *Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone.* Remote Sensing of Environment, 202, 18-27.

Abstract:

ASSESSMENT OF CHANGING INUNDATION AREA WITHIN CAN THO CITY IN THE PERIOD FROM 2016-2020 USING SENTINEL-1 IMAGES ON THE FRAMEWORK OF GOOGLE EARTH ENGINE

This paper presents the spatio-temporal variability of surface water area for Can Tho city by using a time-series of 124 Sentinel-1 images in the period from 2016-2020. The results showed that (i) the variation of water surface area consists with the change in water elevation in seasons, (ii) the large value of water surface area often occurs in flood seasons, with a value ranging from 91.03 to 735.61 km^2 (approximately from 6.3 to 51.07% of the studied area), while the small value appears in dry seasons and equals from 76.10 to 404.97 km^2 (about 5.28 to 28.12% of the area of interest), (iii) the largest water surface area appears delay from 3 to 24 hours in comparison with the occurrence of the maximum water surface elevation at Chau Doc station. The image process was performed using a Java Script language program on the Google Earth Engine cloud computing platform and high performance computing from Google server, resulting in significant reduce of computational time.

Keywords: Can Tho city, Inundation area, Sentinel-1, Google Earth Engine.

Ngày nhận bài: 06/01/2022

Ngày chấp nhận đăng: 18/3/2022