

# ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐIỆN TOÁN Đám Mây GOOGLE EARTH ENGINE TRONG NGHIÊN CỨU Lũ LỤT TẠI ĐỒNG THÁP, HẠ LƯU SÔNG MÊ CÔNG

Vũ Hữu Long, Nguyễn Vũ Giang, Phạm Việt Hòa,

Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Nguyễn Thanh Hùng

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

**Tóm tắt:** Công nghệ điện toán đám mây đang là một xu hướng ứng dụng công nghệ thông tin mới và dần trở thành nền tảng để giải quyết các bài toán dữ liệu lớn. Nghiên cứu này ứng dụng khai thác công nghệ điện toán đám mây Google Earth Engine (GEE) để xử lý chiết tách thông tin diện tích ngập lụt từ dữ liệu ảnh vệ tinh quang học Landsat (TM, ETM, OLI) giai đoạn 1996-2016 và vệ tinh radar Sentinel-1 giai đoạn 2015-2017 cho khu vực tỉnh Đồng Tháp, hạ lưu sông Mê Công. Kết quả chuỗi các bản đồ ngập lụt được thành lập chỉ ra lũ ở khu vực Đồng Tháp gây ra diện ngập lớn nhất vào thời điểm năm 2000 chiếm 77,68% diện tích toàn tỉnh, và giảm rõ rệt những năm gần đây, ngập 27,76 % năm 2015. Ngoài việc sử dụng để hiệu chỉnh mô hình dự báo ngập lụt, kết quả này cung cấp thêm luận cứ khoa học và thông tin tin cậy cho việc quản lý khai thác và sử dụng nguồn nước ở địa phương. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng cho thấy công cụ GEE có tốc độ truy cập và xử lý ảnh vệ tinh rất nhanh với độ tin cậy cao. Đây là công cụ rất có tiềm năng trong việc khai thác, xử lý, phân tích ảnh vệ tinh và các dữ liệu không gian khác cho nhiều mục tiêu nghiên cứu.

**Keywords:** Google Earth Engine, Bản đồ ngập lụt

**Summary:** Cloud computing is a trendy approach of information technology and gradually becoming a platform for addressing big data processing. This study explored the cloud-based platform - Google Earth Engine (GEE) to derive the flood information from optical satellite data Landsat (TM, ETM, OLI) from 1996 to 2017 and radar data Sentinel-1 in 2015-2017 in Dong Thap, lower Mekong river basin. The timeseries flooded maps indicated the most severe flood in Dong Thap in 2000, covered 77.68% province, and floodings decreased recently, covered only 27.76% province area in 2015. This is a valuable information for water resource management, and validation of flooding model in this region. This study also showed the potential application of GEE in accessing and processing multi-platform data for many geospatial researches.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thành lập bản đồ ngập lụt từ tư liệu ảnh viễn thám là bài toán rất phổ biến trong lĩnh vực công nghệ viễn thám (MarionTanguy, 2017). Bản đồ ngập lụt sẽ giải quyết một số các nhu cầu rất bức thiết như xác định khu vực bị ảnh

hưởng, ước tính thiệt hại do lũ lụt, xác định vết lũ để hiệu chỉnh mô hình dự báo. Cùng với sự tiến bộ nhanh chóng của khoa học công nghệ, các phương pháp, tư liệu phục vụ thành lập bản đồ ngập lụt cũng có những thay đổi để phù hợp với xu thế hiện nay.

Các phương pháp thành lập bản đồ ngập lụt đã được nghiên cứu trên thế giới rất đa dạng tương ứng với các loại tư liệu ảnh viễn thám

---

Ngày nhận bài: 15/01/2018

Ngày thông qua phản biện: 14/04/2018

Ngày duyệt đăng: 20/4/2018

khác nhau. Tại Hoa Kỳ, Klemas (2015) đã nghiên cứu vùng ngập lụt khu vực sông Mississippi bằng cặp ảnh quang học Landsat TM trước và trong thời điểm ngập lụt; Kucera (2014) đã dùng ảnh radar Sentinel-1A để thành lập bản đồ ngập lụt khu vực bán đảo Balkan dựa trên ngưỡng giá trị tán xạ ngược của phân cực VV trên ảnh. Trong nghiên cứu nâng cao độ chính xác bản đồ ngập lụt từ ảnh Sentinel, năm 2017 tại Đức, Clement đã sử dụng chuỗi 15 ảnh Sentinel 1 phân cực VV kết hợp với thông tin ngập lụt chiết tách từ dữ liệu viễn thám quang học Landsat, cho phép chiết tách được của từng điểm ngập nhỏ với độ chính xác cao (M.A. Clement, 2017). Tổ chức UNSPIDER năm 2015 cũng đưa ra phương pháp thành lập bản đồ ngập lụt bằng cách sử dụng cặp ảnh Sentinel-1A trước và trong thời điểm ngập (UNSPIDER, 2015).

Ở Việt Nam, các nghiên cứu thành lập bản đồ ngập lụt đã được tiến hành khá nhiều và cũng đã xây dựng thành các quy trình, có thể kể tới các nghiên cứu tiêu biểu như: nghiên cứu sử dụng tư liệu ảnh radar ERS-2 SAR PRI trong thành lập bản đồ ngập lụt của Nguyễn Thành Long và Bùi Doãn Trọng (Long N.T., 2001); nghiên cứu sử dụng dữ liệu ảnh radar ENVISAT và RADARSAT-1 theo dõi đánh giá thành lập bản đồ ngập lũ tại tỉnh Long An (Quân N.H., 2013).

Hầu hết việc thu thập và xử lý ảnh viễn thám trong các nghiên cứu trên đều thực hiện theo cách truyền thống đó là tải dữ liệu về, sau đó xử lý từng cảnh ảnh sử dụng các phần mềm hoặc công cụ trên máy tính cá nhân. Phương thức này vẫn còn phổ biến hiện nay, tuy nhiên nó có nhiều nhược điểm đó là: tốc độ xử lý phụ thuộc vào độ lớn của dữ liệu cũng như cấu hình máy tính. Những dữ liệu miễn phí hiện nay, dung lượng có thể lên tới vài Gb trên một cảnh ảnh, ví dụ ảnh landsat 8 khoảng 1.8Gb, ảnh Sentinel-2 lên tới trên 6Gb, Sentinel-1 trên 1 Gb, việc xử lý đòi hỏi máy tính có cấu hình phải rất mạnh trên các phần mềm thương mại

đắt tiền như ENVI, ERDAS. Bên cạnh đó việc thu thập dữ liệu cũng chiếm nhiều thời gian.

Điện toán đám mây đang là một xu thế mới trong xử lý, phân tích và lưu trữ dữ liệu hiện nay. Xuất phát từ những yêu cầu khoa học và công nghệ trong lĩnh vực công nghệ không gian, Google Earth Engine (GEE) đã được nghiên cứu và phát triển. Đây là công nghệ được phát triển trên nền tảng điện toán đám mây, rất mạnh để xử lý ảnh vệ tinh cũng như các nguồn dữ liệu quan trắc khác. Những ứng dụng được khai thác ban đầu trên nền tảng GEE có thể kể tới như sử dụng GEE để phát hiện suy thoái và mất rừng trên phạm vi toàn cầu nhờ nguồn dữ liệu ảnh Landsat đa thời gian, hay sử dụng GEE để phân loại lớp phủ, sử dụng GEE để ước tính sinh khối và trữ lượng carbon rừng (M.C. Hansen, 2013; N. Patel, 2015). Tổ chức SERVIR-MEKONG cũng đã sử dụng công cụ này nhằm hỗ trợ kiểm kê và quản lý nguồn nước mặt.

Xuất phát từ thực tiễn trên, nghiên cứu này hướng tới mục tiêu thử nghiệm khả năng phân tích, xử lý và khai thác hệ thống cơ sở dữ liệu ảnh của Google trong việc chiết tách thông tin diện ngập lũ. Công tác thành lập bản đồ ngập lụt được thực hiện trên nền tảng công nghệ điện toán đám mây Google Earth Engine. Mọi công đoạn từ thu thập dữ liệu, xử lý, phân tích ảnh đều tiến hành trực tuyến trên hệ thống máy chủ của Google. Từ đó, đề xuất các phương án sử dụng khai thác công cụ GEE đầy tiềm năng này.

## 2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Tỉnh Đồng Tháp là tỉnh nơi sông Mê Công chảy vào Việt Nam từ Campuchia. Đây là nơi có đặc điểm lũ đặc trưng cho khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Là tỉnh nằm ở vùng hạ lưu sông Mê Công, Đồng Tháp có hệ thống sông rạch lớn với hai sông chính là sông Tiền và sông Hậu. Sông Tiền chảy vào Việt Nam ở khu vực giáp ranh giữa huyện Hồng Ngự tỉnh Đồng Tháp và Tân Châu, tỉnh An

Giang và sông Hậu chảy qua Đồng Tháp qua địa phận huyện Lấp Vò, Lai Vung



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu

Đặc điểm lũ tại tỉnh Đồng Tháp chủ yếu do mưa trên lưu vực sông Mê Công gây ra. Hàng năm, mùa lũ xảy ra đồng thời với mùa mưa, kéo dài liên tục khoảng 4-5 tháng, thường từ tháng 6 đến tháng 11. Lũ ĐBSCL thường có hai đỉnh, đỉnh đầu thường xảy ra cuối tháng 7 đến giữa tháng 8, còn gọi là lũ đầu vụ, lũ tháng 8; đỉnh sau cuối tháng 9 đến đầu tháng 10, thường gọi là lũ chính vụ. Tuy vậy, lũ chính vụ có thể xảy ra muộn hơn, ví dụ như năm 2011, và một số năm không có lũ hay lũ rất nhỏ, chẳng hạn như 1998, 2015. Lũ đồng bằng lên và xuống chậm, theo đúng bản chất của lũ lưu vực lớn. Nói chung, cường suất lũ từ 2-3 cm đến 10-15cm/ngày. Lũ đầu vụ có cường suất lớn hơn lũ chính vụ. Trong thời gian qua, lũ ở ĐBSCL đang có những biến đổi khác với trước đây, lũ lớn dường như xuất hiện ít hơn trong khi đó lũ vừa và nhỏ nhiều hơn. Lũ trên sông Mê Công vào nước ta theo hai hướng: (1) dòng chính Mê Công; và (2) tràn qua biên

giới. Lũ tràn qua biên giới có tác động gây ngập lớn trên đồng bằng. Hiện nay, lũ tràn ở Tứ giác Long Xuyên đã được kiểm soát khá tốt, còn ở Đồng Tháp Mười gần như chưa kiểm soát (SIWRR, 2013).

### 3. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

#### 3.1. Công nghệ điện toán đám mây Google Earth Engine trong phân tích xử lý ảnh vệ tinh

GEE là nền tảng điện toán đám mây để phân tích dữ liệu viễn thám, thông số môi trường, khí tượng cấp độ từ khu vực nhỏ tới quy mô toàn cầu. Trên GEE có tích hợp sẵn một kho lưu trữ hàng chục petabyte dữ liệu ảnh viễn thám miễn phí từ Cơ quan Hàng không Vũ trụ Mỹ (NASA), Cục Địa chất liên bang Hoa Kỳ (USGS), Cơ quan hàng không vũ trụ Châu Âu (ESA) và các dữ liệu khác. Hạ tầng điện toán đám mây của GEE được tối ưu hoá để xử lý dữ liệu không gian, kể cả xử lý chuỗi dữ liệu viễn thám trong khoảng thời gian dài với dung lượng rất lớn. Điều này cho phép xử lý, chiết tách được thông tin ngập lũ trong lịch sử một cách đồng bộ trên diện rộng. Nghiên cứu này sử dụng ảnh vệ tinh trong khoảng thời gian 20 năm, giai đoạn 1996-2017. Đây cũng là giai đoạn xảy ra các trận lũ lịch sử tại Đồng Tháp.

GEE ra đời xuất phát từ những ý tưởng kết hợp tri thức khoa học với nguồn dữ liệu khổng lồ và các nguồn lực công nghệ mới nhất của Google. Sự kết hợp này đem đến những hiệu quả rất lớn như tốc độ xử lý và khả năng tùy biến phát triển ứng dụng. Tốc độ tính toán, xử lý trên GEE nhanh chưa từng có (NoelGorelick, 2017). Thông thường việc tải và xử lý ảnh viễn thám nhiều thời điểm trong một khu vực nghiên cứu rộng như một tỉnh, một vùng hay toàn quốc mất thời gian tới hàng tuần thậm chí tới vài tháng cho dù sử dụng một máy tính để bàn với cấu hình mạnh và các phần mềm thương mại phổ biến. Tuy nhiên với nền tảng điện toán đám mây của GEE, việc tính toán này chỉ mất khoảng thời gian tính bằng một vài phút nhờ vào việc phân vùng dữ

liệu xử lý song song trên hệ thống máy chủ của Google.

Google Earth Engine cho phép xây dựng chương trình tính toán dựa trên một giao diện lập trình ứng dụng (API) sử dụng ngôn ngữ lập trình rất thông dụng là JavaScript và Python. Từ giao diện API này, nhóm nghiên cứu đã xây dựng chương trình chiết tách thông tin diện ngập lũ từ tập dữ liệu ảnh Landsat và Sentinel-1.

### 3.2. Dữ liệu sử dụng

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh quang học Landsat (cho giai đoạn 1996 trở lại đây) và vệ tinh radar Sentinel-1 (giai đoạn 2015 trở lại đây). Đây là 2 bộ cơ sở dữ liệu ảnh rất lớn của Mỹ và Châu Âu gồm NASA, USGS và ESA đã được tích hợp toàn bộ vào hệ thống cơ sở dữ liệu của GEE.

Dữ liệu ảnh Landsat được sử dụng bao gồm ảnh Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM+, Landsat-8 OLI với các đặc tính chung như độ phân giải không gian các kênh đa phổ là 30 m, thời gian chụp lặp 16 ngày, số kênh phổ đủ lớn để thực hiện các nhiệm vụ quan sát, theo dõi nhiều loại đối tượng, hiện tượng trên bề mặt trái đất, trong đó có lũ lụt.

Dữ liệu ảnh vệ tinh radar Sentinel-1A, 1B là dữ liệu vệ tinh thế hệ mới của cơ quan hàng không vũ trụ châu Âu. Các vệ tinh này được phát triển để cung cấp dữ liệu ảnh viễn thám giám sát toàn cầu thuộc Chương trình Europe's Copernicus. Thông qua việc cung cấp nguồn dữ liệu chất lượng cao và miễn phí trên phạm vi toàn cầu, Chương trình này sẽ tạo bước thay đổi trong cách quản lý, giám sát môi trường, hiểu và giải quyết các ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Vệ tinh này được thiết kế để thực hiện các nhiệm vụ như: giám sát biển, bao gồm giám sát tràn dầu và quản lý an ninh hàng hải; giám sát mặt đất đối với rủi ro sạt lở đất đá, quản lý tài nguyên rừng, nước mặt và đất đai, lập bản đồ ứng phó với các tình huống khẩn cấp, thiên tai phục vụ nhiệm vụ cứu hộ, nhân đạo trong đó

đặc biệt là lập bản đồ ngập lụt.

Sentinel-1A được phóng vào quỹ đạo ngày 3/4/2014 và Sentinel-1B phóng ngày 25/4/2016. Dữ liệu Sentinel-1A và 1B hiện nay đã được cung cấp miễn phí trên hệ thống điện toán đám mây của GEE, sản phẩm được đưa vào khai thác sử dụng sau khi đã tiến hành tiền xử lý theo quy trình tiêu chuẩn của công cụ tiền xử lý Sentinel. Do vậy dữ liệu Sentinel-1 sử dụng phục vụ chiết tách thông tin vùng ngập lũ tại tỉnh Đồng Tháp được bắt đầu từ năm 2015 tới hiện nay. Trong năm 2015 tới cuối năm 2016 chu kỳ chụp lặp của vệ tinh là 12 ngày do mới chỉ có vệ tinh 1A được phóng lên quỹ đạo. Từ khoảng tháng 10 năm 2016 trở lại đây, sau khi bổ sung thêm vệ tinh 1B, chu kỳ chụp lặp được dày hơn, khoảng 6 ngày một ảnh. Đây là một lợi thế rất lớn trong nghiên cứu, theo dõi và đánh giá diễn biến lũ lụt.

### 3.3. Phương pháp sử dụng

Quy trình xử lý ảnh Landsat và ảnh Sentinel-1 chiết tách thông tin vùng ngập lũ được mô tả trong Hình 2 và Hình 3. Về cơ bản những quy trình này đều đã được sử dụng khá phổ biến trên thế giới. Tuy nhiên, trong nghiên cứu, này ngoài việc xử lý ảnh vệ tinh thông qua GEE, còn có sự thay đổi trong quy trình chiết tách đó là sử dụng nền mặt nước thường xuyên trong năm được tổ hợp theo giá trị trung vị của khoảng thời gian trước mùa lũ. Nhờ vào phương pháp tổ hợp này, những phần diện tích mặt nước thường xuyên như sông, kênh, rạch, ao nuôi thủy sản được phân tách riêng. Do đó, loại bỏ được phần diện tích mặt nước không phải do nguyên nhân ngập lũ trên ảnh vệ tinh đa thời gian. Nguyên tắc này được áp dụng cho cả 2 loại dữ liệu ảnh Landsat và Sentinel-1.

Tư liệu ảnh giai đoạn 1996-2017 cũng đã được sử dụng truy vấn lọc kết quả ảnh chụp theo thời điểm xảy ra lũ, đặc biệt là đỉnh lũ các năm. Lũ ở đồng bằng sông Cửu Long nói chung và ở Đồng Tháp nói riêng có đỉnh lũ có thể duy trì liên tục trong vòng 10 ngày, sau đó có thể xuống, nhưng

xuống rất chậm. Do vậy, xác suất chụp được ảnh vệ tinh tại thời điểm lũ là khá cao khi sử dụng kết hợp các nguồn tư liệu ảnh vệ tinh hiện có.

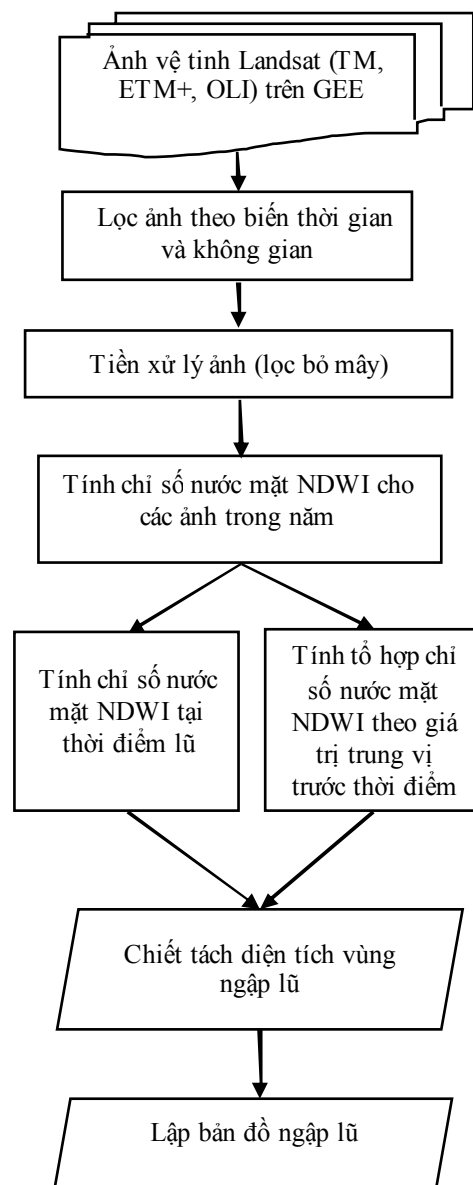
Với ảnh vệ tinh quang học Landsat, quy trình xử lý tập trung vào việc loại bỏ các yếu tố nhiễu gây ra bởi mây, tính toán bù mây, sau đó tính chỉ số nước khác biệt nước - Normalized Difference Water Index (NDWI). NDWI là một phương pháp đã được phát triển để nhận diện đối tượng mặt nước và tăng cường hiển thị đối tượng mặt nước trên tư liệu viễn thám bởi McFeeters (1996). NDWI sử dụng kênh phổ phản xạ ở dải cận hồng ngoại (NIR) và kênh phổ phản xạ ở dải sóng xanh lục (Green) để phát hiện sự có hiện diện của nước mặt, đồng thời loại bỏ sự hiện diện của các đối tượng khác trên bề mặt như đất và thực vật. Trong nghiên cứu này, NDWI cho phép xác định diện tích phân bố nước mặt trên ảnh chụp thời điểm lũ và diện tích nước mặt thường xuyên trên ảnh tổ hợp trước lũ (từ tháng 1 đến tháng 7). Công thức tính chỉ số nước mặt như sau:

$$NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$$

Trong đó Green tương ứng với kênh 2 của ảnh Landsat TM, ETM và kênh 3 trên ảnh Landsat 8 OLI. NIR tương ứng với kênh 4 của ảnh TM, ETM và kênh 5 của ảnh OLI.

Bản đồ vùng ngập lũ là sản phẩm cuối cùng sau khi đã loại bỏ các đối tượng như mặt nước thường xuyên trong năm, các đối tượng không phải mặt nước (đất, thực vật).

Với ảnh radar Sentinel-1, nghiên cứu sử dụng chuỗi ảnh phân cực VV chụp trước và trong thời điểm lũ. Đặc tính sóng radar phân cực VV phản xạ lại từ bề mặt nước tới đầu thu trên vệ tinh là rất nhỏ do tín hiệu tán xạ ngược của các sóng radar từ bề mặt phẳng của nước về đầu thu rất yếu. Vì vậy, các điểm ảnh (pixel) trên ảnh radar thường có giá trị rất thấp, thể hiện bằng các điểm ảnh sẫm màu, đây là cơ sở để phân tách diện tích nước với các đối tượng bề mặt khác.

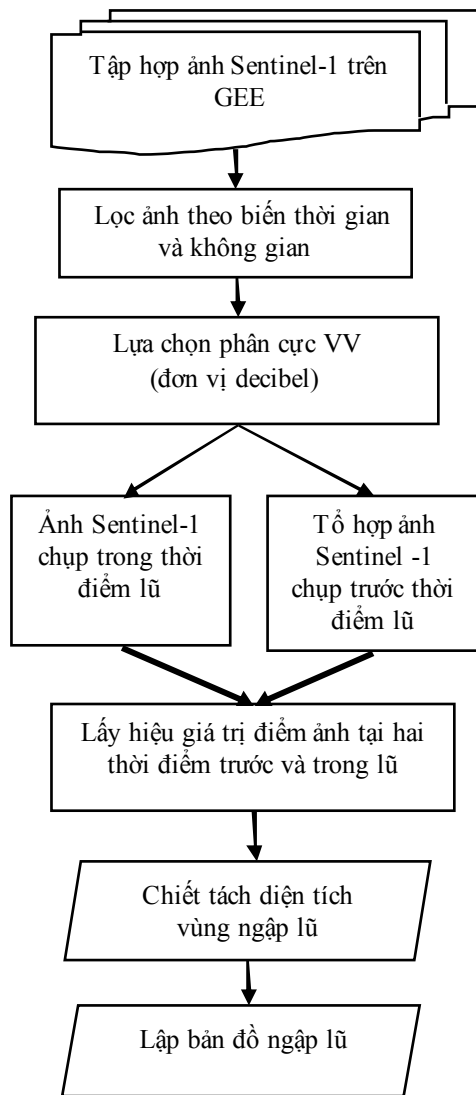


Hình 2. Sơ đồ quy trình xử lý chiết tách thông tin vùng ngập lũ sử dụng ảnh Landsat trên GEE

Ảnh vệ tinh Sentinel-1 phân cực VV chụp trước thời điểm lũ cũng được tổ hợp giá trị trung vị để xác định các diện tích mặt nước thường xuyên, tương tự phương pháp đã tiến hành trên ảnh Landsat.

Ảnh Sentinel-1 phân cực VV chụp trong thời điểm lũ sẽ cung cấp thông tin mặt nước phân bố tại thời điểm chụp, tức là bao gồm mặt nước thường xuyên và mặt nước do ngập lũ. Để chiết tách được diện ngập lũ, phương pháp lấy ngưỡng hiệu số giữa ảnh phân cực chụp trong

thời điểm ngập lũ và trước khi ngập lũ. Qua phân tích thống kê các điểm mẫu nước thực tế và giá trị các điểm ảnh trên phân cực VV, nghiên cứu đã lấy ngưỡng giá trị hiệu 2 thời điểm với mặt nước là nhỏ hơn -3.5 Decibel.



Hình 3. Sơ đồ quy trình xử lý chiết tách thông tin vùng ngập lũ sử dụng ảnh radar Sentinel-1 trên GEE

#### 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả các bước xử lý ảnh thực hiện cho một thời điểm lũ sử dụng ảnh Landsat được minh họa trong Hình 4. Theo đó tập ảnh Landsat sau khi truy xuất từ cơ sở dữ liệu của Google sẽ được lọc bỏ mây và tính ảnh tổ hợp cho thời điểm trước và trong lũ. Các pixel được xác định là mây được

loại bỏ hết, thay vào đó là các giá trị điểm ảnh được tổ hợp bù vào từ những ảnh không mây có thời gian, mùa tương tự trong năm.

Ảnh Landsat tổ hợp trước thời điểm lũ trong năm thể hiện được giá trị trung vị của từng pixel (Hình 4b), những phần diện tích nước thường xuyên trong năm gần như được giữ nguyên đặc tính phổ là nước do vậy dễ dàng được phát hiện (Hình 4d). Phương pháp này cho phép lấy được mép nước ổn định trong năm của các nhánh sông, cũng như ao, hồ nội đồng. Kết quả chiết tách không chỉ ứng dụng trong phạm vi đề tài nghiên cứu mà còn có thể sử dụng để nghiên cứu thay đổi hình thái sông, sạt lở và bồi tụ theo thời gian.

Ảnh chụp thời điểm lũ được tính toán chỉ số nước mặt NDWI, qua đó xác định được mức độ phân bố nước mặt tại thời điểm lũ. Để chiết tách riêng diện tích ngập lũ thì phải loại bỏ những pixel không bị ngập và những pixel mặt nước thường xuyên trong năm, do vậy kết hợp giữa ảnh trước và trong lũ sẽ thu được kết quả diện tích vùng ngập lũ (Hình 4e). Vùng ngập lụt này được sử dụng hàm thống kê trực tiếp trên GEE cho phép trích xuất thống kê không gian các vùng ngập lũ.

Tiếp cận này được tiến hành tương tự với ảnh Landsat các năm 1996, 2000, 2001, 2004, 2008, 2009, 2011, 2014. Đây là những năm điển hình, có dữ liệu ảnh vệ tinh chụp tại thời điểm lũ. Đặc biệt năm 2000 là năm có trận lũ lịch sử lớn nhất trong hơn 80 năm qua tại đồng bằng sông Cửu Long (Hồi T.N., 2009).

Kết quả xử lý dữ liệu ảnh radar Sentinel-1 trên Google Earth Engine, được mô tả với thời điểm lũ năm 2017 trên Hình 5. Trong đó Hình 5a thể hiện ảnh Sentinel tổ hợp những tháng trước mùa lũ, từ tháng 1 đến tháng 7. Trong đó, các pixel sẫm màu là diện tích mặt nước thường xuyên trong năm. Hình 5b thể hiện ảnh chụp tại thời điểm lũ, với khoảng diện tích mặt nước là các pixel sẫm màu phân bố khá rộng. Sau khi lấy hiệu giữa hai ảnh chụp trước và trong lũ thu được ảnh như Hình 5c. Từ ảnh

hiệu phân cực này, lấy ngưỡng để chiết tách vùng ngập lũ (Hình 5d), một tập hợp các điểm mẫu chiết tách đã được thống kê để phân tích ngưỡng chuẩn, giá trị chuẩn theo đơn vị decibel hiệu hai ảnh trước và trong lũ được xác định ở ngưỡng -3.5. Phương pháp này áp dụng cho ảnh Sentinel-1 năm 2015, 2016 và 2017.

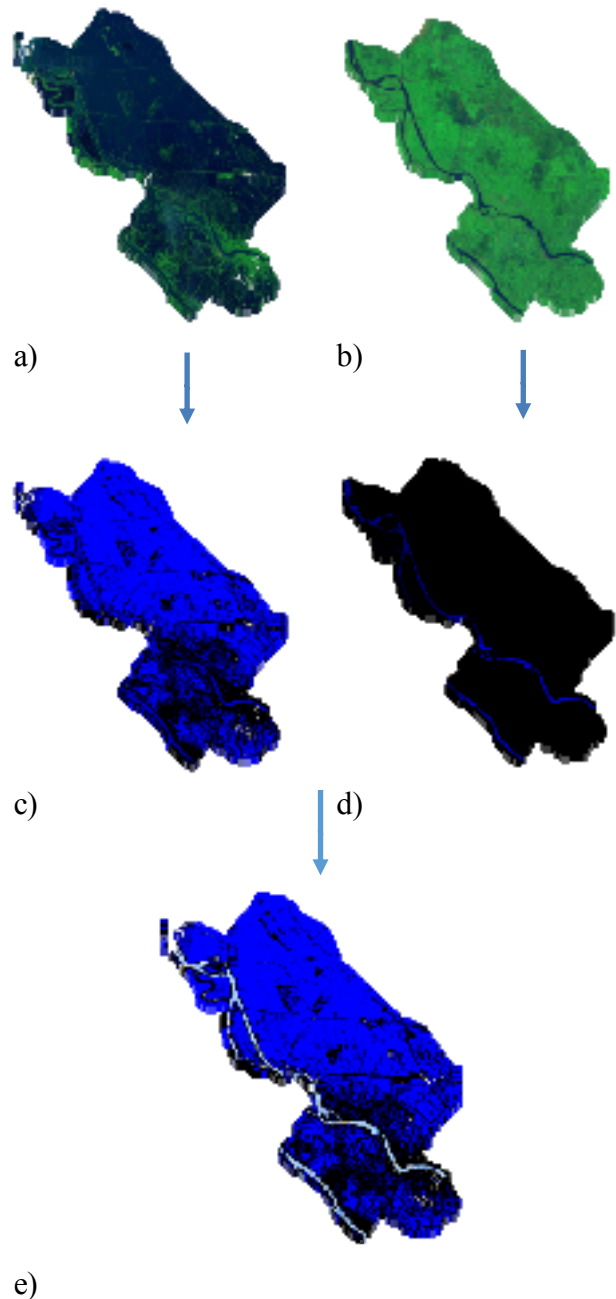
Thông qua công cụ GEE, nghiên cứu đã tiến hành phân tích thống kê diện tích ngập lũ năm các năm. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1, biểu đồ trong Hình 6 và Hình 7.

Bảng thống kê (Bảng 1) và Biểu đồ (Hình 6) đã chỉ ra, càng về nửa đầu những năm 2000 trở về trước, diện tích ngập lũ càng rộng, nhất là thời điểm năm 2000, năm ghi nhận có đỉnh lũ cao thứ hai trong lịch sử, sau năm 1961. Diện tích ngập lũ lớn nhất vào năm 2000 với 77.68% diện tích tỉnh Đồng Tháp. Diện tích này cao hơn rất nhiều so với những năm còn lại, điều này phần nào cho thấy cường độ của trận lũ lịch sử này. Ngoài ra lũ năm 1996, 2001, 2004 cũng có diện tích ngập lũ khá lớn từ 68-70%, trong đó lũ năm 1996 và 2001 cũng nằm vào nhóm những trận lũ lớn lịch sử tại đồng bằng sông Cửu Long.

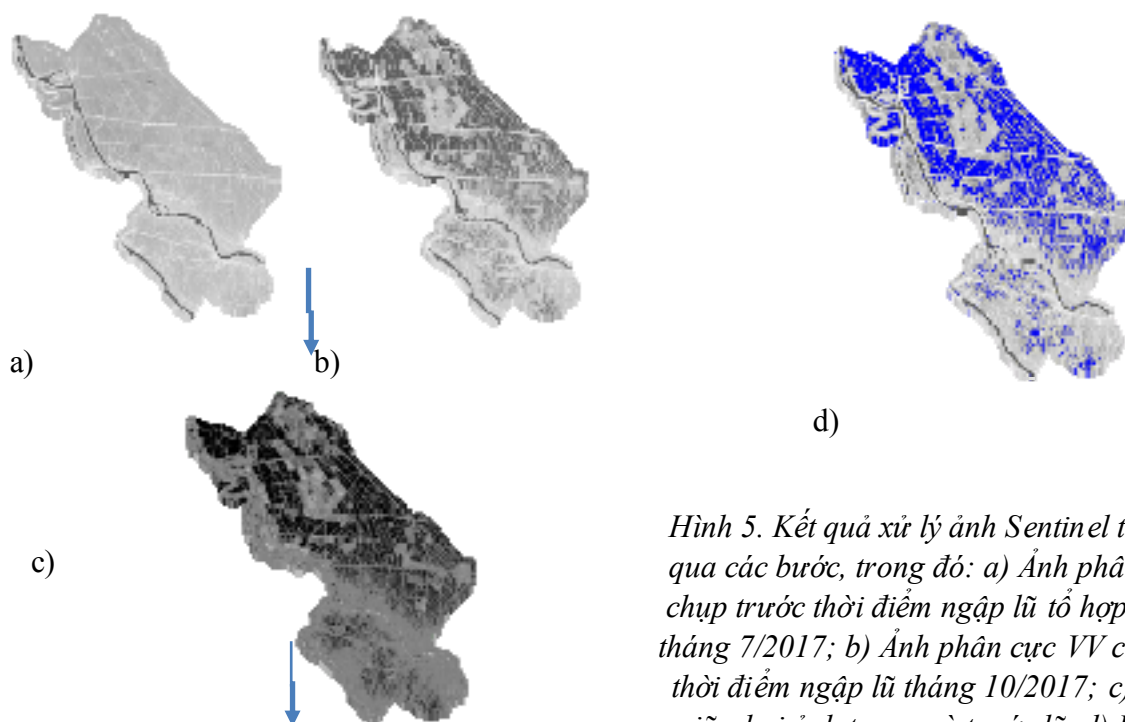
Với chuỗi số liệu kết quả thu được, diện tích ngập lũ khá tương đồng từ sau năm 2000, và hơi giảm những năm nửa cuối thập niên, chiếm khoảng 62% giai đoạn 2008-2009. Năm 2011 lũ lại tăng trở lại với cường độ rất mạnh, đỉnh lũ đạt 4.87m và diện tích ngập lũ thống kê trên ảnh vào thời điểm tháng 10 (lũ chính vụ) năm 2011 lên tới 67.84%. Số liệu đỉnh lũ cũng như thống kê diện tích ngập lũ trên ảnh từ sau năm 2011 đã thấy có sự giảm xuống nhanh chóng.

Số liệu diện tích ngập lũ thống kê trên ảnh radar Sentinel-1 giai đoạn 2015-2017 cho thấy thời gian đỉnh lũ chỉ ngập khoảng 27.76 %, thấp nhất trong giai đoạn theo dõi. Có nhiều nguyên nhân dẫn tới sự suy giảm này, trong đó phải kể tới hiện tượng El Nino (2014-2016), hoạt động xây dựng đê bao chống lũ để sản xuất lúa vụ 3, tác động tích nước và điều tiết dòng chảy của các đập thủy điện xây dựng trên thượng nguồn

sông Mê Công. Đây cũng là khởi đầu cho một năm ĐBSCL gánh chịu một đợt hạn mặn nghiêm trọng nhất vào mùa khô 2015-2016.



Hình 4. Kết quả xử lý ảnh Landsat trên GEE qua các bước, trong đó: a) Ảnh thời điểm lũ 27/9/2000; b) Ảnh tổ hợp trước thời điểm lũ năm 2000; c) Ảnh chỉ số nước mặt thời điểm lũ; d) Ảnh chỉ số nước mặt trước thời điểm lũ; e) Ảnh chiết tách vùng ngập lũ 9/2000.



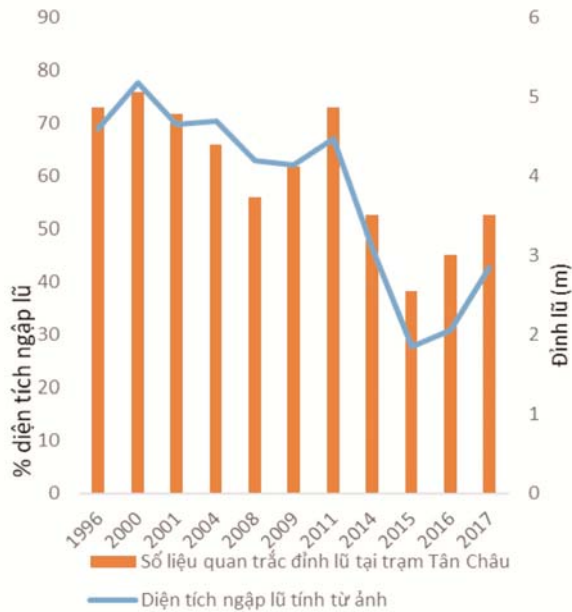
Hình 5. Kết quả xử lý ảnh Sentinel trên GEE qua các bước, trong đó: a) Ảnh phân cực VV chụp trước thời điểm ngập lũ tổ hợp tháng 1- tháng 7/2017; b) Ảnh phân cực VV chụp trong thời điểm ngập lũ tháng 10/2017; c) Hiệu số giữa hai ảnh trong và trước lũ, d) Diện tích vùng ngập lũ được chiết tách 10/2017

**Bảng 1. Thống kê diện ngập lũ tương ứng với đỉnh lũ trong năm giai đoạn 1996-2017**

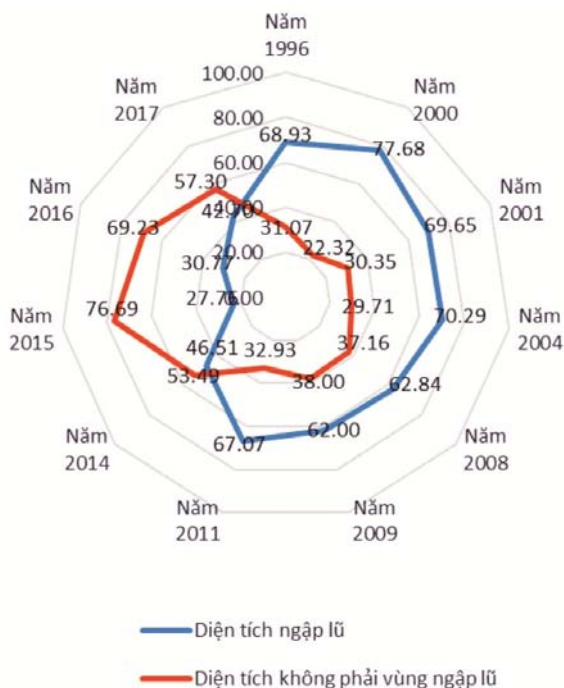
|                                                             | 1996  | 2000  | 2001  | 2004  | 2008  | 2009  | 2011  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|-------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Số liệu quan trắc đỉnh lũ tại trạm Tân Châu                 | 4.86  | 5.06  | 4.78  | 4.4   | 3.73  | 4.12  | 4.87  | 3.5   | 2,55  | 3,0   | 3.5   |
| Diện tích ngập lũ tính từ ảnh vệ tinh                       | 68.93 | 77.68 | 69.65 | 70.29 | 62.84 | 62.00 | 67.07 | 46.51 | 27.76 | 30.77 | 42.70 |
| Diện tích không phải vùng ngập lũ chiết tách từ ảnh vệ tinh | 31.07 | 22.32 | 30.35 | 29.71 | 37.16 | 38.00 | 32.03 | 53.49 | 72.24 | 69.23 | 57.30 |

Số liệu thống kê cho thấy lũ năm 2016 rất nhỏ, chỉ cao hơn năm 2015 một chút với 30.77% ngập. Tuy nhiên đến năm 2017, tình hình lũ tại khu vực Đồng Tháp đã chuyển biến, đỉnh lũ đạt 3.5m diện ngập lũ là 42.7%. Lũ 2017 được

đánh giá là vừa phải, không lớn quá và không nhỏ quá đã đem lại nhiều lợi ích cho người dân sinh sống và các hoạt động sản xuất nông nghiệp tại địa phương.



Hình 6. Sơ đồ diện ngập lũ và số liệu đỉnh lũ theo các năm giai đoạn 1996-2017



Hình 7. Biểu đồ so sánh phần trăm diện tích ngập lũ theo các năm giai đoạn 1996 - 2017 khu vực tỉnh Đồng Tháp

Số liệu năm 2011 cho thấy đỉnh lũ rất cao, cao hơn so với năm 1996, 2001 và 2004, tuy

nhiên diện ngập lũ lại thấp hơn từ 2-3%. Nhìn trên ảnh ngập lũ có thể thấy một số khu vực sản xuất lúa không bị ngập nhờ những tuyến đê bao ngăn lũ mới được xây dựng tại khu vực này. Biểu đồ Hình 7 mô tả diện ngập lũ so với phần không bị ngập do lũ giữa các năm. Nghiên cứu cho thấy sự đảo chiều của diện ngập lũ giai đoạn trước năm 2011 với giai đoạn sau năm 2011. Số liệu này cũng khắc họa phần nào sự thay đổi điều kiện nước mặt cả về tự nhiên (El Nino) lẫn tác động của con người trong việc xây mới các đê bao ngăn lũ và việc tích trữ, điều tiết nước từ các hồ thủy điện thượng nguồn sông Mê Công.

Về cơ bản phương pháp chiết tách vùng ngập lũ sử dụng công nghệ điện toán đám mây đã đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật với chi phí vừa phải. Các quy trình đề xuất để giải quyết đã có những cải tiến, hiệu chỉnh đáp ứng yêu cầu thực tiễn. Vấn đề cần thực hiện trong thời gian tới đó là tích hợp việc thu thập và xử lý dữ liệu viễn thám cận thời gian thực. Ngoài thông tin về diện ngập lũ còn có các thông tin khí tượng và môi trường khác có thể hỗ trợ là đầu vào của mô hình dự báo lũ sớm cho khu vực như: dữ liệu mưa vệ tinh, độ ẩm, độ bốc hơi và các dữ liệu trạm khí tượng mặt đất được chia sẻ trên GEE.

## 5. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Kết quả nghiên cứu đã xác lập được quy trình xử lý, tính toán chiết tách vùng ngập lụt sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh quang học và radar trên nền tảng điện toán đám mây GEE. Nghiên cứu đã thực nghiệm từ khâu khai thác, xử lý và phân tích ảnh vệ tinh trên hệ thống GEE, qua đó chiết tách được diễn biến ngập lụt tại khu vực tỉnh Đồng Tháp.

Thông tin diện tích vùng ngập lũ chiết tách từ ảnh vệ tinh qua các năm giai đoạn 1996-2017

đã phần nào cho thấy sự tính chất đặc điểm lũ tại khu vực tỉnh Đồng Tháp và đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả này đồng thời có thể được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình dự báo lũ sớm cho khu vực nghiên cứu. Với lợi thế phân tích dữ liệu ảnh vệ tinh cho khu vực có phạm vi lớn của GEE, khi mở rộng khu vực nghiên cứu sang vùng Campuchia và hạ Lào có thể chiết tách được thông tin mép nước, vết lũ lịch sử để cung cấp đầu vào cho mô hình dự báo lũ tại Đồng Bằng Sông Cửu Long.

Nghiên cứu nhận thấy việc sử dụng nền tảng điện toán đám mây GEE có rất nhiều tiềm năng. Thực tế cho thấy tốc độ xử lý, phân tích ảnh vệ tinh nhanh hơn rất nhiều so với xử lý trên máy tính cá nhân. Do vậy hệ thống phù

hợp với các nhiệm vụ có quy mô xử lý dữ liệu ở mọi cấp độ từ lớn tới nhỏ. Có thể phát triển để tích hợp xây dựng các hệ thống theo dõi giám sát gần thời gian thực.

#### **Lời cảm ơn**

Nghiên cứu này đã nhận được sự hỗ trợ về kinh phí và dữ liệu thực hiện từ Đề tài Hỗ trợ Nghiên cứu viên trẻ mã số CNVT17.TR03 và Đề tài “Xây dựng cơ sở dữ liệu và cảnh báo sớm lũ lụt khu vực Hồng Ngự, tỉnh Đồng Tháp” chủ trì thực hiện bởi Viện Công nghệ vũ trụ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Dữ liệu ảnh vệ tinh sử dụng từ USGS, ESA và công cụ xử lý ảnh vệ tinh miễn phí GEE của Google.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Camara. (2000). TerraLib: technology in support of GIS innovation. Proc. II Brazilian Symposium on GeoInformatics. *GeoInfo*, 1-8.
- [2] Hối, T. N. (2009). Một số trận lũ điển hình và phân vùng ngập lụt ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tuyển tập Khoa học Công nghệ 50 năm xây dựng và phát triển*. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
- [3] Klemas, V. (2015). Remote Sensing of Floods and Flood-Prone Areas: An Overview. *Journal of Coastal Research: Volume 31, Issue 4*, 1005-1013.
- [4] Kucera, J. (2014, May 28). *Sentinel-1 aids Balkan flood relief*. Retrieved from [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Sentinel-1\\_aids\\_Balkan\\_flood\\_relief](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Sentinel-1_aids_Balkan_flood_relief)
- [5] M.A. Clement. (2017). Multi-temporal synthetic aperture radar flood mapping using change detection. *Journal of Flood Risk Management*.
- [6] M.C. Hansen, P. P. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342 (2013), 850-853.
- [7] MarionTanguy. (2017). River flood mapping in urban areas combining Radarsat-2 data and flood return period data. *Remote Sensing of Environment*, 442-459.
- [8] McFeeters, S. K. (1996). The use of Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425-1432.
- [9] N. Patel, E. A. (2015). Multitemporal settlement and population mapping from Landsat using google earth engine. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 35 (2015), 199-208.

- [10] Long N.T., Trọng B.D. (2001). Flood monitoring of Mekong river delta, Vietnam using ERS SAR data. *Asian Conference on Remote Sensing*. Singapore.
- [11] NoelGorelick, M. e. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 18-27.
- [12] Quân, N. H. (2013). Một số phương pháp xây dựng bản đồ ngập lũ tỉnh Long An trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng. *Science & Technology Development, Vol 16, No, 32-39*.
- [13] SIWRR. (2013, 10). Retrieved from <http://www.siwrr.org.vn/en.asp?id=news&cid=371&nhom=94&page=>
- [14] UNSPIDER. (2015, 09 25). *Step by Step: Recommended Practice Flood Mapping*. Retrieved from <http://www.un-spider.org>; <http://www.un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-flood-mapping/step-by-step>