

Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ  
 Phần A: Khoa học Tự nhiên, Công nghệ và Môi trường

website: [sj.ctu.edu.vn](http://sj.ctu.edu.vn)

DOI:10.22144/ctu.jvn.2018.157

**PHÁT TRIỂN THUẬT TOÁN GIÁM SÁT LŨ LỤT VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG DỰA VÀO NỀN TẢNG GOOGLE EARTH ENGINE**

Võ Quốc Tuấn<sup>1\*</sup>, Đặng Hoàng Khải<sup>2</sup>, Huỳnh Thị Kim Nhân<sup>3</sup> và Nguyễn Thiên Hoa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup>Học viên cao học ngành Quản lý đất đai, khóa 22, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>3</sup>Sinh viên ngành Quản lý đất đai, khóa 40, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>4</sup>Nghiên cứu sinh ngành Quản lý đất đai, khóa 2016, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Võ Quốc Tuấn (email: [vqtuan@ctu.edu.vn](mailto:vqtuan@ctu.edu.vn))

**ABSTRACT**

Mapping flood extent plays an important role in flood preventing activity, however, mapping flood using remote sensing traditional approaches has many limitations such as data sources and processing time. The study was conducted to assess the applicability of the Google Earth Engine platform in mapping a flood extent in the Mekong Delta from 2015-2017. The study has developed the threshold value and change detection approach to determine the flood extent using 20 Sentinel-1 images during the flooding season in 2015 and 2017. In comparison to 2015 and 2016, the results showed that the 2017 flood extent was the largest with 900,000 hectares in October. The analysed result showed that there was high correlation between monthly flooded area and water level measured at Tan Chau (Tien River) and Chau Doc stations (Hau River). This first study showed promises of applying Sentinel-1 data for flood monitoring in the Mekong Delta.

**TÓM TẮT**

Xây dựng bản đồ hiện trạng ngập lũ đóng vai trò quan trọng trong công tác đề phòng ngập lũ, tuy nhiên việc xử lý ảnh viễn thám sử dụng phương pháp xử lý truyền thống tồn tại nhiều hạn chế về nguồn dữ liệu ảnh, thời gian xử lý. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng ứng dụng nền tảng Google Earth Engine (GEE) trong thành lập bản đồ hiện trạng ngập lũ vùng Đồng bằng sông Cửu Long từ năm 2015 đến 2017. Nghiên cứu đã phát triển phương pháp ngưỡng giá trị và đánh giá sự thay đổi ngưỡng giá trị của 20 bộ dữ liệu ảnh Sentinel-1 để xác định hiện trạng ngập lũ ở 2 thời điểm 2015 đến 2017 dựa trên nền tảng GEE. Kết quả nghiên cứu cho thấy diện tích ngập lũ năm 2017 là lớn nhất so với năm 2015 và 2016 với tổng diện tích là 900.000 ha vào tháng 10. Kết quả phân tích cho thấy có mối tương quan cao giữa diện tích ngập lũ từng tháng ở Đồng bằng sông Cửu Long với số liệu quan trắc thủy văn từng tháng tại hai trạm Tân Châu (trên sông Tiền) và Châu Đốc (trên sông Hậu). Nghiên cứu này là nghiên cứu đầu tiên áp dụng dữ liệu Sentinel-1 để theo dõi lũ ở Đồng bằng sông Cửu Long và cho thấy kết quả rất khả quan.

**Thông tin chung:**

Ngày nhận bài: 13/03/2018

Ngày nhận bài sửa: 20/04/2018

Ngày duyệt đăng: 27/12/2018

**Title:**

Development of flood monitoring algorithms in the Mekong Delta based on Google Earth Engine platform

**Từ khóa:**

Ảnh Sentinel-1, Đồng bằng sông Cửu Long, Google Earth Engine, lũ, viễn thám

**Keywords:**

Google Earth Engine, Inundation, Mekong Delta, Remote sensing, Sentinel-1

Trích dẫn: Võ Quốc Tuấn, Đặng Hoàng Khải, Huỳnh Thị Kim Nhân và Nguyễn Thiên Hoa, 2018. Phát triển thuật toán giám sát lũ lụt vùng Đồng bằng sông cửu Long dựa vào nền tảng Google Earth Engine. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 54(9A): 29-36.

## 1 GIỚI THIỆU

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng hạ lưu sông Mekong trước khi đổ ra biển Đông, là nơi dễ bị tổn thương bởi các hiện tượng thời tiết tự nhiên như lũ lụt và hạn hán, bão tố bất thường. Hằng năm, ĐBSCL có khoảng 1,4 triệu ha bị ngập lụt vào năm lũ nhỏ và khoảng 1,9 triệu ha vào năm lũ lớn, thời gian ngập lụt từ 3 đến 6 tháng (Lê Anh Tuấn, 2009). Trong những thập niên gần đây, ĐBSCL đã và đang gánh chịu những tác động khá mạnh mẽ do biến đổi khí hậu và nước biển dâng, trong đó lũ có những biến động ngày càng lớn giữa năm lũ lớn và lũ nhỏ, bão nhiều và mạnh hơn, hạn hán nghiêm trọng hơn, cháy rừng, sạt lở bờ sông, tổ lốc, triều cường, ... xuất hiện ngày càng nguy hiểm hơn. Việc theo dõi diễn tiến lũ theo thời gian là rất cần thiết nhằm giúp cho những người ra quyết định nắm được thông tin cũng như theo dõi diễn biến lũ lụt theo thời gian, để đưa ra các chính sách thích hợp trong thời gian tới.

Các phương pháp xử lý ảnh viễn thám để giám sát tình hình ngập lũ được thực hiện trên các phần mềm ENVI, eCognition,...(Blasco *et al.*, 1992; Moder *et al.*, 2012).trong một giai đoạn thời gian cho vùng ĐBSCL đem lại kết quả khả quan. Tuy nhiên, những hạn chế về nguồn dữ liệu ảnh, kỹ thuật xử lý và giải đoán ảnh tốn nhiều thời gian thực hiện, đặc biệt là những vùng nghiên cứu rộng lớn như ở ĐBSCL. Thời gian gần đây, Google Earth Engine (GEE) được giới thiệu là một nền tảng xử lý không gian địa lý dựa trên dữ liệu đám mây tiên tiến nhất trên thế giới (Gorelick *et al.*, 2017) được cung cấp miễn phí có thể khắc phục được những khuyết điểm về dữ liệu và tốc độ xử lý mà phương pháp xử lý ảnh truyền thống gặp phải. Bộ dữ liệu của GEE bao gồm hơn 40 năm hình ảnh quan sát trái đất trong lịch sử đến hiện tại và không ngừng cập nhật về số lượng và chất lượng hình ảnh ngay cả dữ liệu Radar (Gorelick *et al.*, 2017). Vì vậy nghiên cứu “Phát triển thuật toán giám sát lũ lụt vùng ĐBSCL dựa vào nền tảng GEE” được thực hiện nhằm tìm ra phương pháp theo dõi lũ tối ưu và ít tốn thời gian trong thời gian tới.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Phương pháp thu thập số liệu

Nguồn dữ liệu thu thập gồm: (1) Tư liệu ảnh viễn thám: Ảnh Radar (Radio Detection And Ranging) Sentinel-1 (độ phân giải 20 m x 20 m) được thu thập toàn vùng ĐBSCL năm 2015, 2016 và 2017; (2) Bản đồ ranh giới hành chính vùng ĐBSCL; (3) Số liệu mực nước cao nhất tại hai trạm Tân Châu và Châu Đốc vào giai đoạn mùa lũ theo từng tháng từ tháng 6 đến tháng 12 của các năm 2015, 2016, 2017 được

thu thập từ website <http://ffw.mrcmekong.org/> của Ủy ban sông Mekong.

### 2.2 Phương pháp giải đoán ảnh bằng nền tảng trực tiếp GEE

Sử dụng ngôn ngữ lập trình JavaScript thực hiện trực tiếp trên nền trang web của GEE (<https://developers.google.com/earth-engine>). Bao gồm các công việc khai báo lệnh để đưa dữ liệu ảnh vào nền tảng, xử lý ảnh, phân tích ảnh, hiển thị kết quả và xuất kết quả. Tùy theo mục tiêu nghiên cứu mà có những phân tích ảnh khác nhau. Trong nghiên cứu này, phương pháp ngưỡng giá trị của những pixel sau (pixel có lũ) được so sánh với giá trị của những pixel trước (pixel không lũ). Sự khác biệt này sẽ tách ra được những pixel ngập thường xuyên (sông rạch, vùng đất ngập nước), và những pixel bị ngập thật sự do lũ. Trong GEE Code Editor, dữ liệu raster có thể được thể hiện dưới hai dạng đối tượng là đối tượng ảnh và tập hợp ảnh:

- Ảnh: dữ liệu raster được biểu diễn dưới dạng đối tượng ảnh trong Earth Engine. Một đối tượng ảnh thể hiện một ảnh raster độc lập, ví dụ một cảnh ảnh Sentinel 1 được thu nhận trong một ngày nhất định.

- Tập hợp ảnh: là một tập hợp hoặc nhóm các ảnh. Ví dụ tập hợp ảnh Sentinel 1 có dạng mã ID: 'COPERNICUS/S1\_GRD' gồm toàn bộ các ảnh Sentinel 1 được thu nhận được tới thời điểm hiện tại. Những tập ảnh rất có ích cho phân tích theo thời gian.

#### Thuật toán thành lập bản đồ lũ bằng GEE:

- Nhập bộ dữ liệu ảnh Sentinel-1 và vùng nghiên cứu vào GEE

Nhập bộ dữ liệu ảnh bằng cách nhập lệnh gọi mã ID ảnh Sentinel-1, đây là ảnh Radar, độ phân giải 20 m và thời gian lập là 12 ngày cho toàn vùng nghiên cứu, và ảnh này không bị ảnh hưởng bởi mây. Mã ảnh Sentinel-1 trong nghiên cứu này có tên “COPERNICUS/S1\_GRD”, nghiên cứu sử dụng phân cực VV nhằm phản ánh tốt nhất sự hiện diện của lũ (Blasco *et al.*, 1992).

Để đưa dữ liệu Shapefile vùng nghiên cứu vào nền tảng GEE, trước tiên phải chuyển dữ liệu Shapefile của vùng nghiên cứu (ĐBSCL) vào định dạng KML trên ArcGis, từ đó tải dữ liệu vào công cụ Google Fusion Tables (Một dạng dịch vụ dữ liệu được lưu trữ trên web được cung cấp bởi Google), sau đó sử dụng ID của KML trên Google Fusion Tables để kết nối với nền tảng GEE.

Dữ liệu vector kết nối qua công cụ Google Fusion Tables có dạng id

“1HuDVSZb5OHJVQbNYOhAbx\_AH1o8LGO3LUx14jgZt”

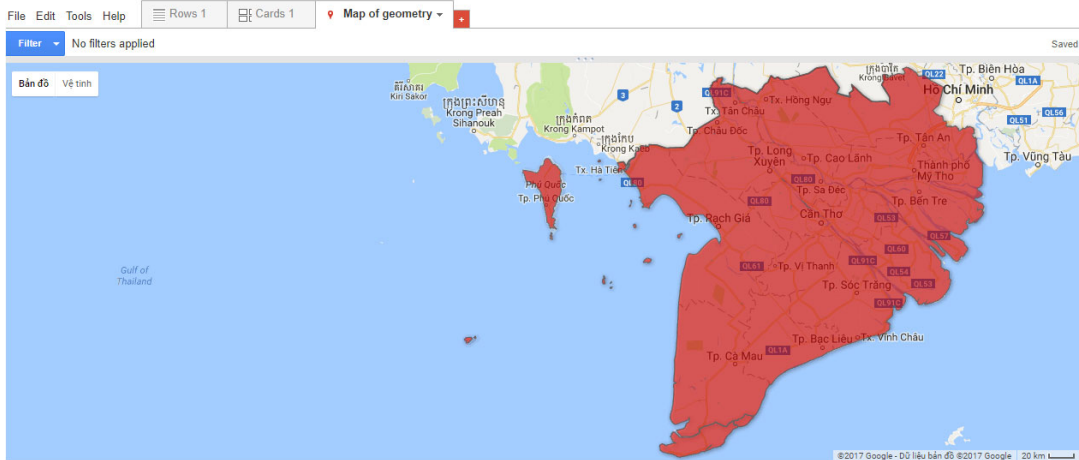
– Lọc ảnh theo vùng nghiên cứu và thời gian nghiên cứu

Sau khi tải dữ liệu Shapefile vùng nghiên cứu và tập hợp dữ liệu ảnh Sentinel-1, tiến hành lọc dữ liệu ảnh vệ tinh theo vùng nghiên cứu để giảm bớt thời gian xử lý ảnh. Sử dụng đoạn code khai báo:

```
// Định nghĩa vùng nghiên cứu kết nối từ Fusion Tables
```

```
var me = ee.FeatureCollection('ft:1HuDVSZb5OHJVQbNYOhAbx_AH1o8LGO3LUx14jgZt');
```

Trên cơ sở khai báo biến để nạp ranh giới vùng



**Hình 1: Dữ liệu dạng vector kết nối với công cụ Google Fusion Table**

+ Định nghĩa giá trị trước và sau khi ngập

Đặt biến before được xem là đại diện cho tháng không ngập (tháng 3).

Đặt biến after được xem là đại diện cho tháng bị ngập (tháng 12).

Sau đó khai báo code để định nghĩa vùng ngập từ 02 biến đã khai báo phía trên.

```
// Threshold smoothed radar intensities to identify "flooded" areas.
```

```
var SMOOTHING_RADIUS = 100;
```

```
var DIFF_UPPER_THRESHOLD = -4;
```

```
var diff_smoothed = after.focal_median(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters')
```

```
.subtract(before.focal_median(SMOOTHING_RADIUS, 'circle', 'meters'));
```

```
var diff_thresholded = diff_smoothed.lt(DIFF_UPPER_THRESHOLD);
```

nghiên cứu qua mã kết nối từ công cụ Google Fusion Table, mã vùng nghiên cứu: “1HuDVSZb5OHJVQbNYOhAbx\_AH1o8LGO3LUx14jgZt”

```
// Lọc ảnh theo vùng nghiên cứu
```

```
var collection = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD').filterBands(me)
```

```
.filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV')).select('VV');
```

```
// Lọc ảnh theo thời gian nghiên cứu
```

```
var before = collection.filterDate('2015-03-01', '2015-03-30').mosaic();
```

```
var after = collection.filterDate('2015-12-01', '2015-12-30').mosaic();
```

– Hiện thị lên bản đồ

Sau khi kết quả thuật toán đã hoàn thành, tiến hành thể hiện vùng ngập trong vùng hiển thị kết quả xử lý ảnh viễn thám trên nền Web của nền tảng GEE.

```
Map.addLayer(diff_thresholded.updateMask(diff_thresholded).clip(me), {palette: "0000FF"}, 'flooded areas - blue', 1);
```

Vì trong quá trình xử lý ảnh được thực hiện trên bộ dữ liệu ảnh chụp trong tháng, do đó để hạn chế thời gian tải về máy tính thì cần sử dụng code giảm dung lượng ảnh.

Đặt tên biến giảm dung lượng bộ ảnh là “median1”.

```
// Reduce the collection with a median reducer.
```

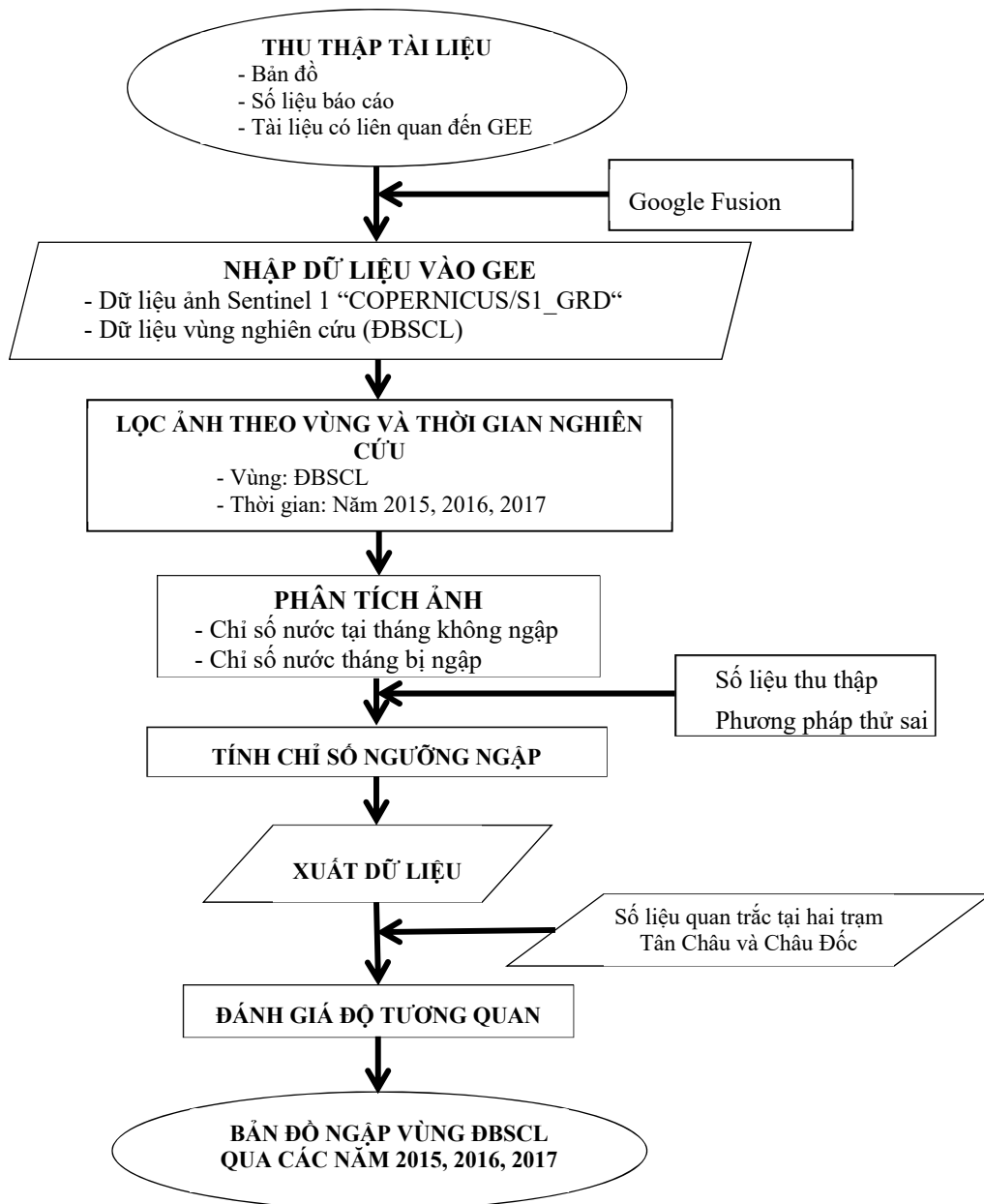
```
var median1 = diff_thresholded.reduce(ee.Reducer.median());
```

– Xuất kết quả ra để biên tập bản đồ

Để tiện lợi cho việc biên tập bản đồ ngập lụt cũng như trích lọc diện tích ngập theo từng tỉnh bằng phần mềm ArcGIS, vì vậy kết quả xử lý ảnh trên nền tảng GEE được xuất ra ảnh vào Google Drive.

```
//Export the image
Export.image.toDrive({
  image: median1,
  description: "floodmonth",
  maxPixels: 1e13,
  region:geometry,
  crs: 'EPSG:32648',
```

```
scale: 20
});
Trong đó:
+ image: Ảnh được xuất (kết quả).
+ description: Tên của dữ liệu kết quả được xuất ra.
+ maxPixels: Khuôn dạng lưu trữ.
+ region: Vùng xuất dữ liệu ảnh.
+ crs là khai báo hệ tọa độ dữ liệu ảnh.
+ scale là khai báo kích thước pixel ảnh.
```



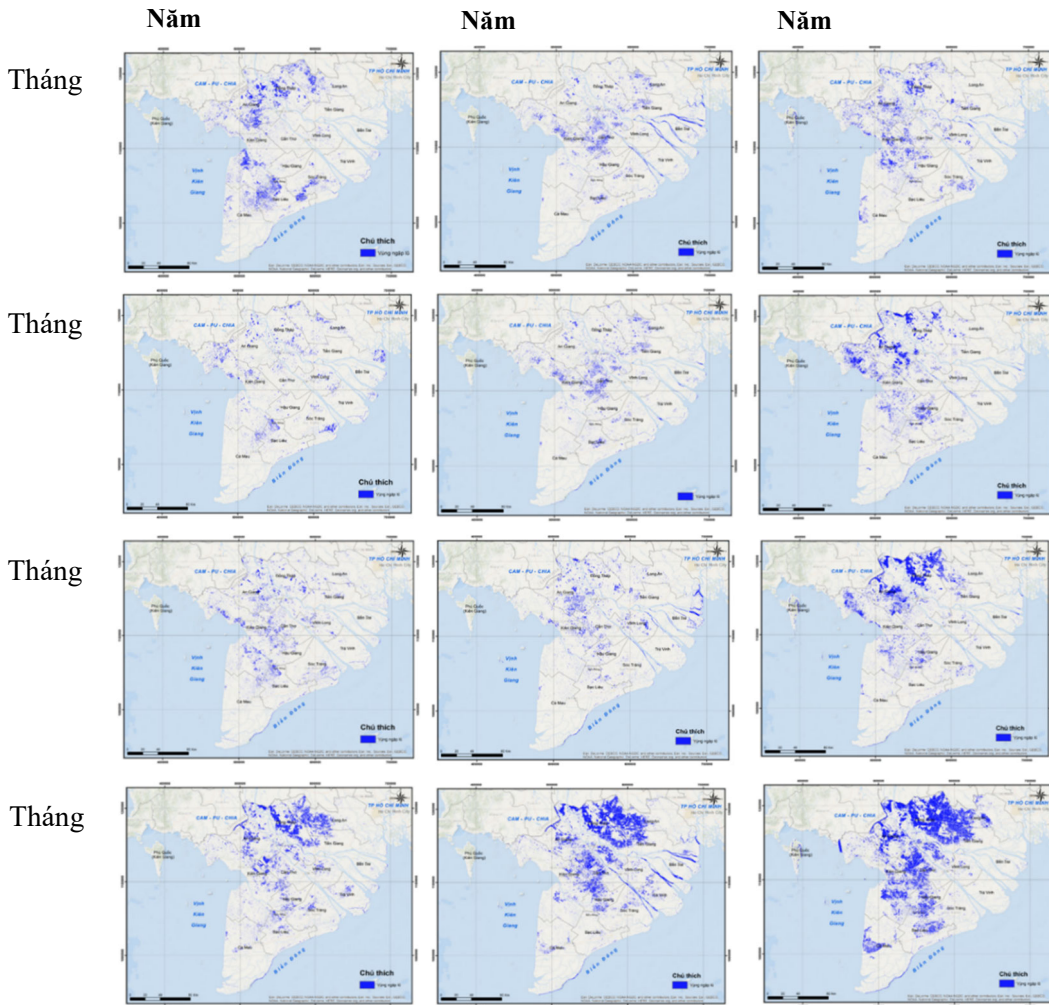
Hình 2: Sơ đồ nghiên cứu

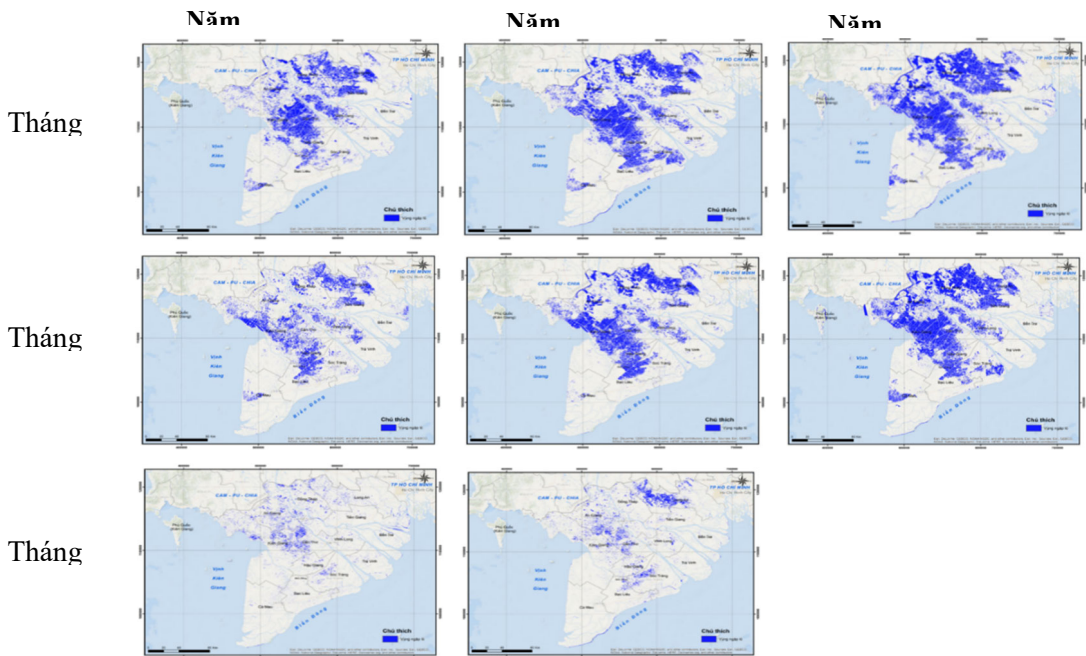
### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Diễn tiến ngập lụt vùng ĐBSCL từ năm 2015-2017

Nhằm tạo cơ sở dữ liệu cho phân tích và đánh giá, ghi nhận thời điểm xuất hiện lũ, diễn biến của lũ và thời điểm lũ rút từng năm, từ đó có những đánh giá chính xác hơn về tình hình diễn biến lũ hàng năm vùng ĐBSCL. Bản đồ diễn tiến ngập lụt giai đoạn từ tháng 6 đến 12 ở các năm 2015, 2016, 2017 được xây dựng trên cơ sở dữ liệu có được dựa vào nền

tầng GEE. Mỗi bản đồ tiêu biểu cho mức độ và diện tích ngập trung bình mỗi tháng của vùng nghiên cứu nói chung và từng tỉnh nói riêng. Sự phân bố không gian và diễn biến ngập trong giai đoạn mùa lũ các năm được thể hiện qua các bản đồ hiện trạng ngập ở Hình 3. Trên bản đồ ngập lụt được thành lập thể hiện chủ yếu gồm hai đối tượng chính là vùng ngập lụt và vùng không ngập. Phân diện tích ngập thể hiện trên bản đồ có màu xanh cho thấy sự phân bố không gian của vùng lũ tại khu vực nghiên cứu.

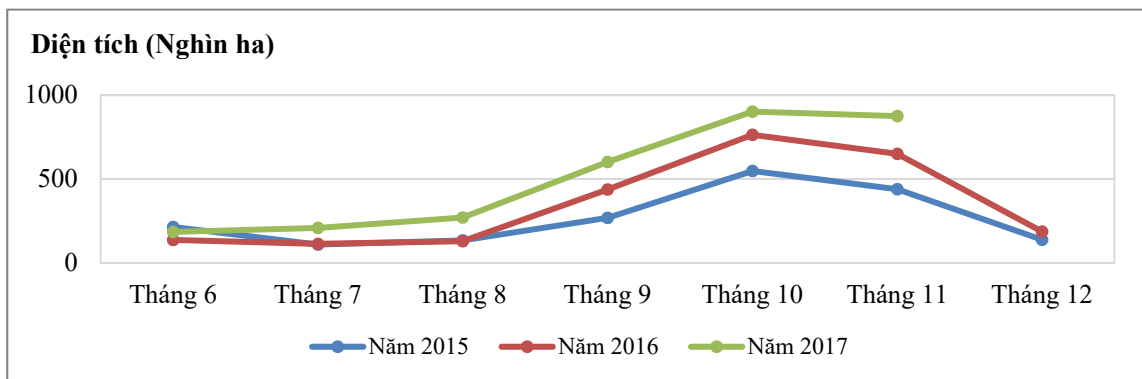




**Hình 3: Diễn tiến ngập lũ ĐBSCL từ tháng 10 đến tháng 12 ở các năm nghiên cứu**

Kết quả bản đồ hiện trạng ngập lũ các năm 2015, 2016, 2017 cung cấp thông tin làm cơ sở quan trọng trong đánh giá chính xác diễn tiến lũ, cũng như đưa ra những dự báo về thời gian bắt đầu, đạt đỉnh và kết thúc lũ. Biểu đồ Hình 3 thể hiện diễn tiến lũ ĐBSCL giai đoạn 2015 – 2017, kết quả cho thấy diễn tiến

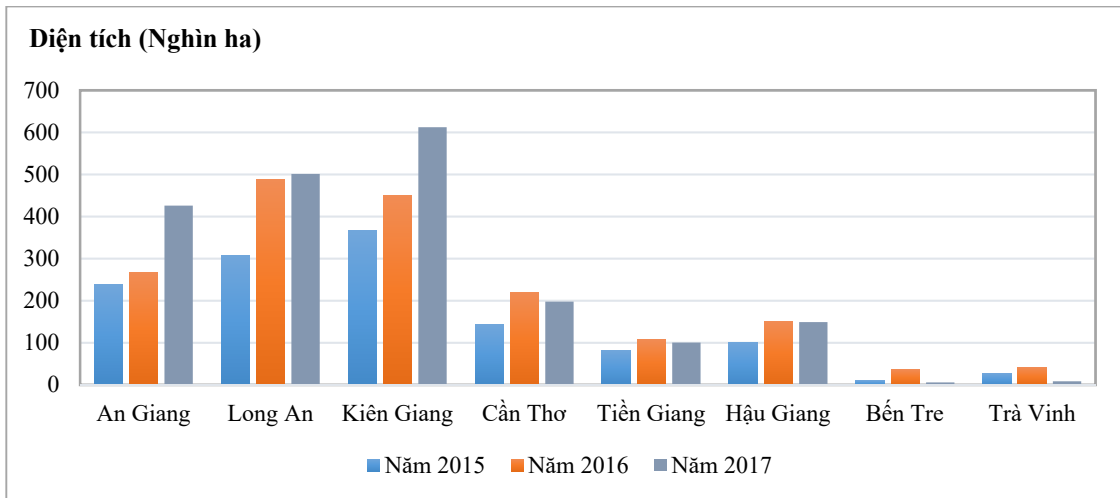
ĐBSCL tuân theo quy luật chung: bắt đầu vào các tháng 6, 7, sau đó tăng dần và đạt đỉnh lũ vào tháng 10, rút dần và kết thúc trong hai tháng cuối năm. Diện tích ngập lũ tăng dần từ năm 2015 đến 2017, từ tháng 6 đến tháng 11 năm 2015 là 1.713.584 ha, năm 2016 là 2.229.855 ha, năm 2017 gây ngập 3.042.956 ha.



**Hình 4: Diễn tiến ngập lũ vùng ĐBSCL giai đoạn 2015 – 2017**

Đề đưa ra những đánh giá cụ thể hơn về diễn biến ngập lũ vùng nghiên cứu cần thiết phải đánh giá mức độ ngập lũ đến từng tỉnh làm cơ sở cho những

đánh giá tổng quan hơn về diễn biến lũ và mức độ ảnh hưởng của nó. Biểu đồ Hình 5 thể hiện sự biến đổi diện tích ngập nước vào mùa lũ của một số tỉnh ĐBSCL qua các năm 2015-2017.



**Hình 5: Diện tích ngập lũ một số tỉnh ở ĐBSCL từ năm 2015-2017**

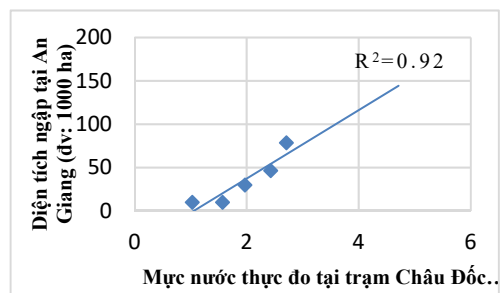
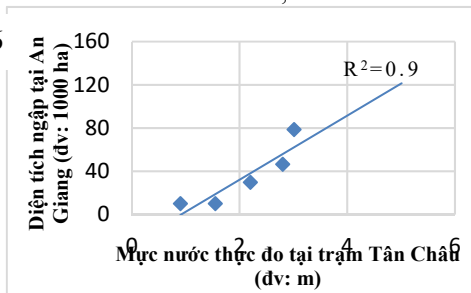
Sự thay đổi lưu lượng nước chảy, mực nước tại các tỉnh vào mùa lũ tương ứng với diện tích ngập thay đổi. Biểu đồ Hình 6 cho thấy các tỉnh đầu nguồn sông Cửu Long như An Giang, Long An, Kiên Giang chịu ảnh hưởng của lũ nhiều nhất với diện tích bị ngập là cao nhất cụ thể năm 2015 diện tích ngập lũ ở tỉnh An Giang là 238.555 ha, Long An là 308.205 ha, Kiên Giang là 366.830 ha diện tích này tăng lên vào năm 2016 và năm 2017. Mức độ ảnh hưởng giảm dần ở các tỉnh Tiền Giang, Hậu Giang và thành phố Cần Thơ với diện tích ngập năm 2015 tại Tiền Giang là 81.044 ha, Hậu Giang là 100.949 ha, Cần Thơ là 142.181 ha, tuy nhiên diện tích này tăng vào năm 2016, sau đó giảm vào năm 2017. Các tỉnh ven biển như Bến Tre, Trà Vinh ít

chịu ảnh hưởng của lũ với diện tích ngập lũ không đáng kể cụ thể diện tích ngập năm 2015 ở tỉnh Bến Tre là 10.356 ha và Trà Vinh là 26.507 ha.

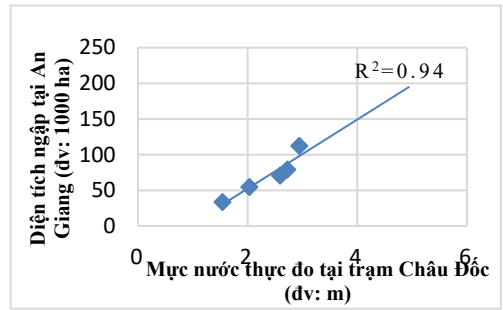
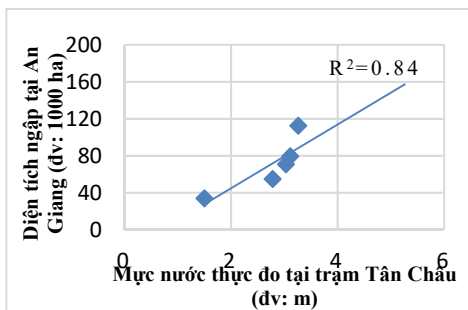
**3.2 So sánh kết quả giải đoán với số liệu mực nước thủy văn**

Số liệu mực nước thủy văn được ghi nhận lại từng tháng từ tháng 6 đến tháng 12 tại các trạm quan trắc phản ánh chính xác mức độ lũ hằng năm. Để kiểm chứng kết quả giải đoán, nghiên cứu tiến hành xét mối tương quan giữa diện tích ngập lũ của tỉnh An Giang 7 tháng cuối năm ở các năm 2015, 2016, 2017 được giải đoán trên nền tảng GEE với số liệu mực nước thủy văn ghi nhận tại 2 trạm quan trắc Tân Châu và Châu Đốc.

**Năm 2016**



**Năm 2017**



**Hình 6: Tương quan diện tích ngập tại An Giang với số liệu quan trắc tại 2 trạm Tân Châu và Châu Đốc**

Kết quả kiểm chứng cho thấy hệ số tương quan giữa số liệu diện tích ngập lũ tỉnh An Giang giải đoán và mực nước thực tại hai trạm quan trắc Tân Châu và Châu Đốc với hệ số tương quan vào các năm 2016, 2017 đạt giá trị tương đối cao (dao động từ 0,9 – 0,92 năm 2016; 0,84 – 0,94 năm 2017). Kết quả cũng cho thấy giữa diện tích ngập được giải đoán và mực nước ghi nhận tại trạm thủy văn có mối quan hệ tỷ lệ thuận với nhau, khi mực nước tăng cao thì diện tích ngập lũ cũng tăng theo và ngược lại.

## 4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

### 4.1 Kết luận

Kết quả giải đoán hiện trạng ngập lũ sử dụng nền tảng GEE phản ánh khá tốt hiện trạng và diễn tiến ngập lũ ĐBSCL giai đoạn 2015 – 2017, dựa trên sự so sánh tương quan giữa diện tích ngập tại tỉnh An Giang và mực nước thực đo tại hai trạm Tân Châu và Châu Đốc vào các năm (Hệ số tương quan  $R^2$  dao động từ 0,84 đến 0,94).

Nghiên cứu đánh giá được diễn tiến lũ tại ĐBSCL giai đoạn 2015 – 2017, với diện tích ngập lũ bắt đầu vào các tháng 6, 7, đạt đỉnh lũ vào tháng 10 và rút dần vào hai tháng cuối năm.

Các tỉnh đầu nguồn như An Giang, Kiên Giang, Long An, Đồng Tháp luôn chịu ảnh hưởng nặng nề của lũ qua các năm, diện tích ngập lũ tỉnh An Giang thấp nhất trong các tỉnh đầu nguồn.

Việc áp dụng nền tảng GEE trong theo dõi lũ vùng ĐBSCL là hoàn toàn khả thi, khắc phục những hạn chế từ các phương pháp xử lý ảnh viễn thám truyền thống.

### 4.2 Đề xuất

Kết quả nghiên cứu cho thấy tiềm năng ứng dụng ảnh Sentinel-1 trong xây dựng bản đồ hiện trạng ngập lũ vùng ĐBSCL là hoàn toàn khả thi, tuy nhiên, để kết quả nghiên cứu thuyết phục hơn, các số liệu thực địa về hiện trạng ngập lũ tại thời điểm chụp ảnh cần phải được thu thập nhằm góp phần đánh giá kết quả giải đoán được khách quan hơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- François Blasco, Marie France Bellan and M.U. Chaudhury, 1992. Estimating the Extent of Floods in Bangladesh Using SPOT Data. *Remote Sensing of Environment*. 39(3): 167-178.
- Google Earth Engine API, 2016. Introduction, ngày truy cập 1/10/2017. Địa chỉ <https://developers.google.com/earth-engine>.
- Lê Anh Tuấn, 2009. Tác động của biến đổi khí hậu lên hệ sinh thái và phát triển nông thôn vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Diễn đàn "Dự trữ sinh quyển và phát triển nông thôn bền vững ở Đồng bằng sông Cửu Long" Thành phố Cần Thơ, Việt Nam, 5-6/6/2009.
- Moder, F., Kuenzer and C, 2012. IWRM for the Mekong Basin, in: Renaud, F.G., Kuenzer, C. (Eds.), *The Mekong Delta System SE - 5*. Springer Environmental Science and Engineering. Springer Netherlands. P: 133–165.
- Noel Gorelick, Matt Hancher, Mike Dixon, Simon Ilyushchenko, David Thau, Rebecca Moore, 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*. 202:18-27.