

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG NỀN TẢNG GOOGLE EARTH ENGINE THÀNH LẬP BẢN ĐỒ GIÁM SÁT HẠN HÁN LƯU VỰC SÔNG ĐỒNG NAI VÙNG ĐÔNG NAM BỘ

Nguyễn Văn Hoàng, Huỳnh Thị Kim Nhân, Nguyễn Đình Vượng
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Nghiên cứu sử dụng nền tảng xử lý dựa trên đám mây Google Earth Engine (GEE) để xây dựng bản đồ phân vùng mức độ hạn hán lưu vực sông Đồng Nai từ 2014 đến 2019, dựa trên tính toán chỉ số khác biệt hạn hán (NDDI - Normalized Difference Drought Index). Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ diện tích hạn nặng và rất nặng vùng nghiên cứu năm 2016 chiếm tỷ lệ cao nhất trong thời đoạn nghiên cứu với 78,1%. Đánh giá độ chính xác dựa trên xem xét sự phù hợp giữa kết quả phân loại chỉ số khác biệt thực vật (NDVI) và chỉ số khác biệt nước (NDWI) với kết quả quan sát trực quan từ Google Earth đạt được là 100,0%, cho thấy tiềm năng lớn trong việc ứng dụng nền tảng Google Earth Engine trong giám sát hạn hán ở LVS Đồng Nai.

Từ khóa: Đông Nam Bộ, GEE, hạn hán, Landsat 8, LVS Đồng Nai

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lưu vực sông Đồng Nai được xem là nguồn nước cơ bản và quan trọng nhất trong phát triển kinh tế - xã hội vùng Đông Nam Bộ, nằm trên địa phận các tỉnh Lâm Đồng, Đắk Nông, Bình Phước, Bình Dương, Bình Thuận, Đồng Nai, Bà Rịa - Vũng Tàu, Tây Ninh, Thành phố Hồ Chí Minh, Ninh Thuận và một phần của 2 tỉnh Đắk Nông và Long An với tổng diện tích lưu vực khoảng 44.100 km². Do nằm ở vị trí chuyển tiếp giữa cao nguyên Nam Trung Bộ và Đồng bằng sông Cửu Long, lại tiếp giáp với thềm lục địa biển Đông nên địa hình lưu vực sông Đồng Nai nghiêng dần từ Đông Bắc xuống Tây Nam với độ dốc trung bình toàn lưu vực là 4,6%, nên tại đây thường xuyên bị thiếu nước vào mùa khô gây hạn hán xảy ra cục bộ tại các địa phương.

Đã có nhiều dự án đưa ra nhằm đánh giá ảnh hưởng hạn hán tại lưu vực sông Đồng Nai để đưa ra các giải pháp giảm thiểu thiệt hại bằng phương pháp mô hình toán, các nguy cơ hạn do suy giảm dòng chảy, lưu lượng mưa đã được

đánh giá cụ thể thông qua các con số về diện tích hạn. Tuy nhiên để đạt được hiệu quả tối ưu trong việc giảm thiểu đến mức tối đa tác động của hạn hán cần nghiên cứu một cách tổng hợp, đa chiều, bởi vì việc thực hiện các chính sách tăng cường quản trị rủi ro thiên tai được thực hành dựa trên các bằng chứng về phạm vi ảnh hưởng, nguyên nhân và mức độ tác động.

Viễn thám ứng dụng trong quản lý rủi ro thiên tai, lập bản đồ và giám sát hạn hán là một phần thiết yếu để chính quyền và các bên liên quan có thể thực hiện các hoạt động ứng phó và giảm thiểu phù hợp. Gần đây, công nghệ viễn thám đã được phát triển nhanh chóng với dữ liệu lớn và công nghệ điện toán đám mây. Google Earth Engine (GEE) là một nền tảng xử lý không gian địa lý dựa trên đám mây tiên tiến sử dụng dữ liệu lớn, nguồn mở có sẵn bao gồm các hình ảnh và dữ liệu không gian địa lý quy mô petabyte trên toàn cầu. Để cung cấp thông tin chính xác về phạm vi và mức độ ảnh hưởng, dữ liệu quan sát trái đất theo chuỗi thời gian là một công cụ mạnh mẽ trong việc chuẩn bị thường xuyên và ứng phó các tác động bất lợi trên các khu vực rộng lớn.

Xuất phát từ những thực trạng và nguyên nhân

Ngày nhận bài: 09/01/2020

Ngày thông qua phản biện: 06/02/2020

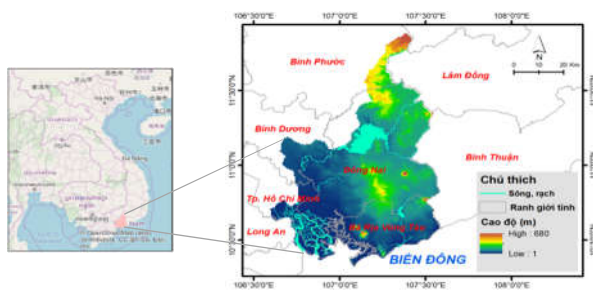
Ngày duyệt đăng: 12/02/2020

như trên, việc nghiên cứu ứng dụng nền tảng Google Earth Engine thành lập bản đồ giám sát hạn hán lưu vực sông Đồng Nai vùng Đông Nam Bộ được thực hiện là rất cần thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là toàn bộ diện tích lưu vực sông Đồng Nai liên quan đến các tỉnh Đồng Nai, Bình Phước, Bình Dương, Bà Rịa Vũng Tàu và TP. Hồ Chí Minh (TPHCM) với tổng diện tích là 9.179,73 km².

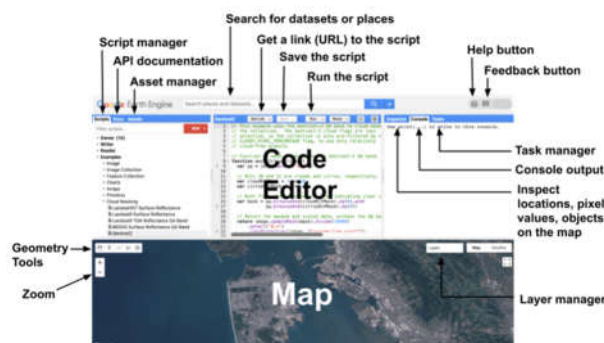


Hình 1: Khu vực nghiên cứu

2.2 Tổng quan về nền tảng Earth Engine

Google Earth Engine là một nền tảng điện toán đám mây cho phép người dùng chạy các phân tích không gian địa lý trên cơ sở nền tảng của Google. Có một số cách để tương tác với nền tảng, Code Editor là một IDE (Interactive Development Environment) dựa trên web để viết và chạy các tập lệnh, Explorer là một ứng dụng web để khám phá danh mục dữ liệu và

chạy các phân tích đơn giản và thư viện tài liệu cung cấp các Python và JavaScript.



Hình 2: Giao diện Code Editor trong GEE

2.3 Phương pháp giải đoán ảnh viễn thám dựa trên nền tảng GEE

Sử dụng các thuật toán lập trình ngôn ngữ JavaScript trên giao diện Code Editor để đưa dữ liệu ảnh vào nền tảng và tiến hành các bước xử lý, phân tích, hiển thị và xuất kết quả.

Bộ sưu tập hình ảnh Landsat 8 có tên “USGS Landsat 8 Collection 1 Tier 1 TOA Reflectance”, có tên ID “LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA”, được Google Earth Engine hiệu chỉnh khí quyển được sử dụng trong đề tài này. Dữ liệu ảnh sau đó được lọc theo vùng và thời gian nghiên cứu để giảm bớt thời gian xử lý, sử dụng đoạn code khai báo sau:

// Lọc ảnh theo thời gian nghiên cứu

```
var collection = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA')
    .filterDate('2016-03-01', '2016-03-30');
```

// Lọc ảnh theo vùng nghiên cứu

```
var studyarea = ee.Geometry.Polygon([[[[106.87036800694693,10.050601310799461],
[107.89758968663443,10.574828473127113],[107.40075269051226,12.112098864151134],
[105.99519293772471,11.467098807165632],[106.87036800694693,10.050601310799461]]]]];
var L8_studyarea = collection.filterBounds(studyarea);
```

Chuỗi thời gian của bộ sưu tập hình ảnh Landsat TOA đã được sử dụng để tính toán

các chỉ số bao gồm chỉ số khác biệt thực vật (NDVI - Normalized Difference Vegetation

Index) (Tucker, 1979), chỉ số khác biệt nước (NDWI - Normalized Difference Water Index) (Rahimi et al., 2014) và chỉ số khác biệt hạn hán (NDDI - Normalized Difference Drought Index), có thể xác định các mức độ hạn hán trong khoảng thời gian quan tâm dựa trên ngưỡng hạn hán từ phạm vi giá trị NDDI, phạm vi NDDI cao hơn cho thấy hạn hán nghiêm trọng hơn (Charat et al., 2009). Các chỉ số được tính bằng các phương trình sau:

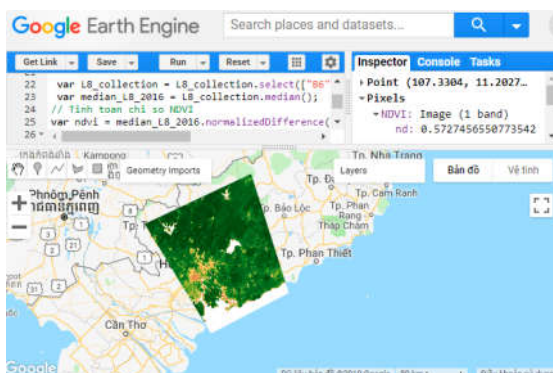
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (2)$$

$$NDDI = \frac{NDVI - NDWI}{NDVI + NDWI} \quad (3)$$

Trong đó, NIR là phổ phản xạ của đối tượng trên kênh hồng ngoại gần, RED là phổ phản xạ của đối tượng trên kênh đỏ, SWIR là phổ phản xạ của đối tượng trên kênh hồng ngoại sóng ngắn trong cảm biến Landsat 8. Phân tích chỉ số NDVI, NDWI, NDDI cho tập dữ liệu ảnh theo đoạn code dưới đây:

```
var L8_collection = collection.select(["B6", "B5", "B4"]);
var median_L8_2016 = L8_collection.median();
// Tính toán và hiển thị chỉ số NDVI
var ndvi = L8_collection.normalizedDifference(["B5", "B4"]);
var vis = {min: 0, max: 1, palette: ['FFFFFF', 'CE7E45', 'FCD163', '66A000', '207401', '056201', '004C00', '023B01', '012E01', '011301']};
Map.addLayer(ndvi.clip(studyarea), vis, "NDVI");
// Tính toán và hiển thị chỉ số NDWI
var ndwi = L8_collection.normalizedDifference(["B5", "B6"]);
var vis = {min: 0, max: 1, palette: ['0000ff', '00ffff', 'ffff00', 'ff0000', 'ffffff']};
Map.addLayer(ndwi.clip(studyarea), vis, "NDWI");
// Tính toán và hiển thị chỉ số NDDI
var nddi = ndvi.subtract(ndwi).divide(ndvi.add(ndwi)).rename('NDDI');
var vis = {min: 0, max: 1, palette: ['0000ff', '00ffff', 'ffff00', 'ff0000', 'ffffff']};
Map.addLayer(nddi.clip(studyarea), vis, "NDDI");
```



Hình 3: Thể hiện chỉ số NDVI khu vực nghiên cứu

Kết quả giải đoán từ GEE sẽ được xuất sang Google Drive để thuận tiện biên tập bản đồ trong GIS, trong quá trình xuất dữ liệu ảnh, có thể tùy chọn hệ tọa độ của ảnh.

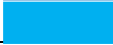
// Xuất kết quả

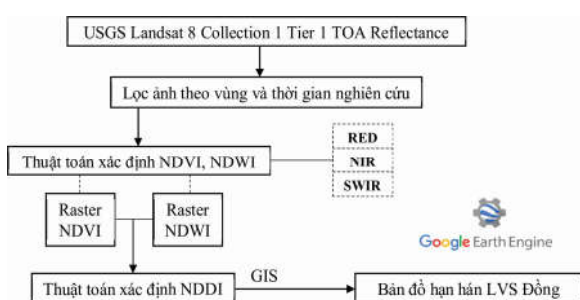
```
Export.image.toDrive({image:nddi,description:
"NDDI_2016",maxPixels:1e13,region:
studyarea,fileFormat:'GeoTIFF',crs:
'EPSG:32648',scale:30});
```

Kết quả tính toán chỉ số NDDI từ GEE được biên tập, thành lập bản đồ phân vùng hạn hán LVS Đồng Nai trên phần mềm

GIS, chỉ số khô hạn được chia thành 5 cấp, tương ứng với 5 mức độ khô hạn khác nhau (Bảng 1).

Bảng 1: Phân loại mức độ hạn hán dựa trên giá trị NDDI

Giá trị NDDI	Phân loại	Hiển thị	
< 0	Không hạn hán		
$0 - 0,2$	Hạn hán nhẹ		
$0,2 - 0,4$	Hạn hán trung bình		
$0,4 - 0,6$	Hạn hán nặng		
$> 0,6$	Hạn hán rất nặng		



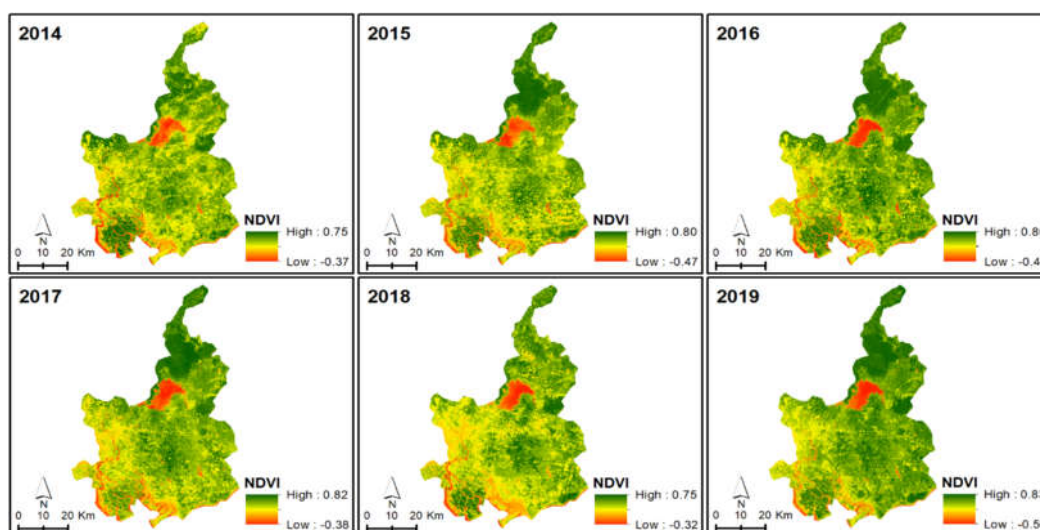
Hình 4: Sơ đồ thực hiện

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Tính toán chỉ số NDVI, NDWI cho tập hợp ảnh khu vực nghiên cứu

Những nơi có màu xanh càng đậm, thì khả năng tập trung thực vật càng cao như đất nông nghiệp,

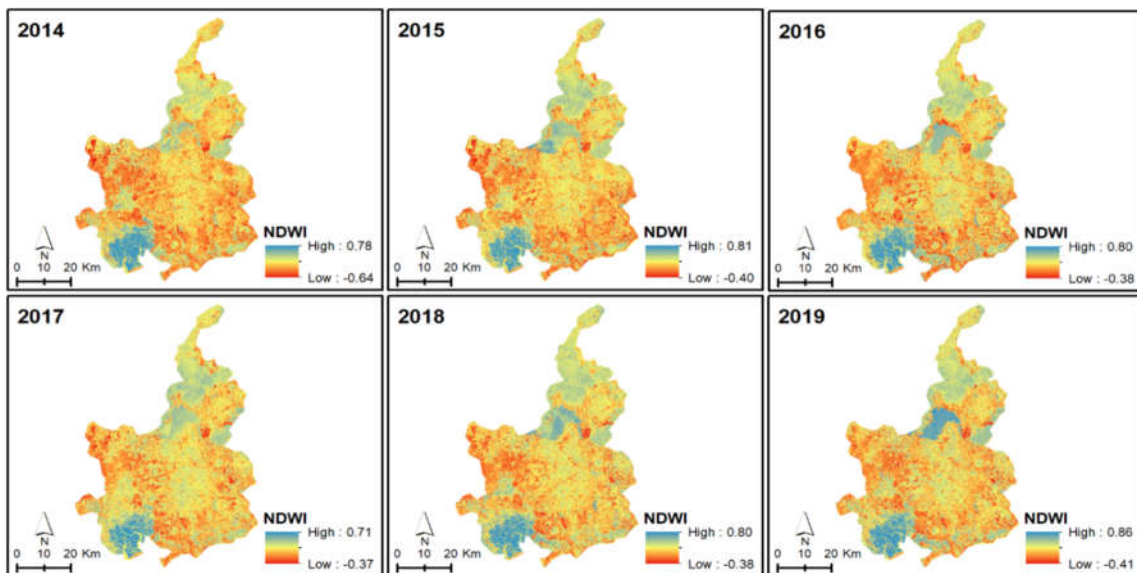
lâm nghiệp. Những nơi có rất ít màu xanh, thể hiện mức độ tập trung thực vật thấp, có thể là đất ở đô thị, đất trống. Những nơi không có màu xanh, cho thấy không có sự hiện diện của thực vật, điển hình như các đối tượng sông ngòi, kênh rạch, đất chuyên nuôi trồng thủy sản. Cụ thể, màu xanh đậm phân bố ở Vườn Quốc Gia Cát Tiên, ven biển Thành phố Hồ Chí Minh nơi có rừng ngập mặn Cần Giờ và khu bảo tồn thiên nhiên Châu Phước thuộc Bà Rịa Vũng Tàu. Trong nghiên cứu này, giá trị NDVI $< 0,1$ được quan tâm, nơi được xem là bị ảnh hưởng nặng nề nhất khi hạn hán kéo dài. Kết quả bản đồ chỉ số NDVI LVS Đồng Nai từ 2014 đến 2019 được thể hiện trong Hình 5.



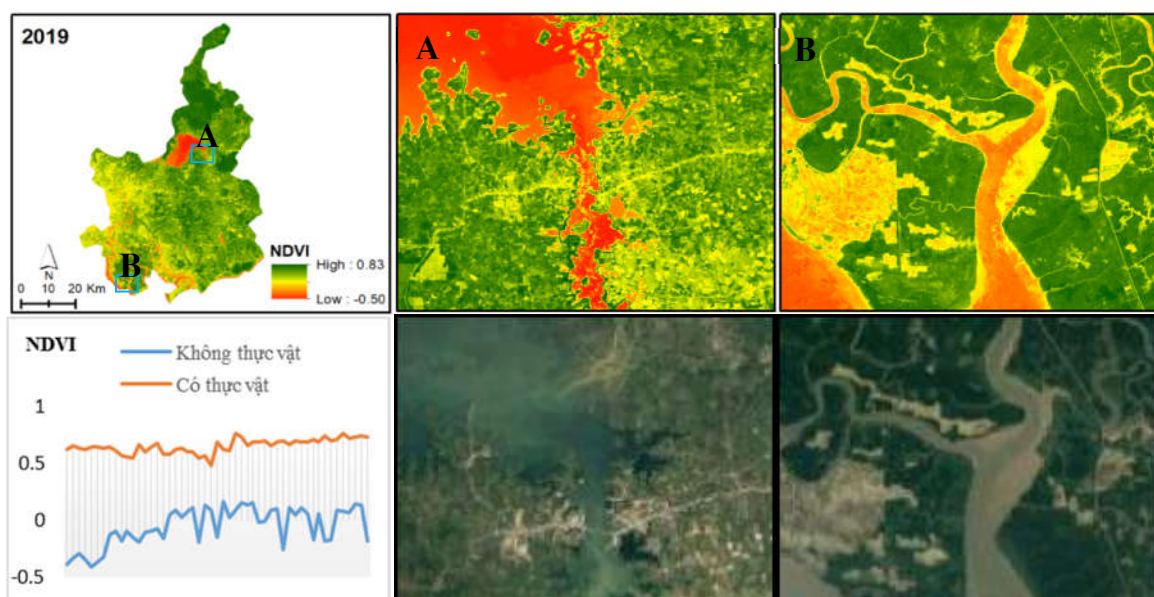
Hình 5: Phân bố NDVI LVS Đồng Nai từ năm 2014 đến 2019

Sau khi xây dựng bản đồ phân bố chỉ số thực vật NDVI, tác giả đã xây dựng các bản đồ phân bố không gian của NDWI trong khu vực nghiên cứu từ năm 2014 đến 2019 (Hình 6). Về mặt không gian, kết quả cho thấy sự phân bố của các giá trị NDWI thấp (hiển thị màu đỏ và vàng) phần lớn tập trung ở khu vực phía Nam tỉnh Đồng Nai, phía Bắc Bà Rịa Vũng Tàu và phần diện tích lưu vực thuộc địa phận tỉnh Bình Dương. Khu vực có chỉ số NDWI ở

mức cao phân bố ở những nơi có hệ thống thủy văn lưu vực, đặc biệt là khu vực Cần Giò và nơi tiếp giáp với hồ thủy điện Trị An, những nơi có thực vật rừng che phủ cũng cho thấy giá trị NDWI cao. Kết quả cũng cho thấy, sự suy giảm lớn nhất trong các giá trị NDWI được quan sát thấy vào năm 2014, 2015 và 2016, khi các tông màu nóng trong bản đồ chiếm nhiều hơn các năm còn lại trong giai đoạn quan sát.



Hình 6: Phân bố NDWI LVS Đồng Nai từ năm 2014 đến 2019



Hình 7: So sánh lớp phủ thực vật giữa kết quả phân loại và dữ liệu Google Earth

Từ kết quả phân loại chỉ số NDVI, NDWI từ tập hợp ảnh viễn thám, tiến hành đánh giá độ chính xác bằng phương pháp so sánh kết quả phân loại với kết quả quan sát trực quan từ nền tảng Google Earth. Kết quả đánh giá độ chính xác phân loại NDVI, NDWI năm 2019 đạt được là 100,0%, do đó kết quả phân loại đủ cơ sở để làm dữ liệu cho thành lập bản đồ hạn hán vùng nghiên cứu.

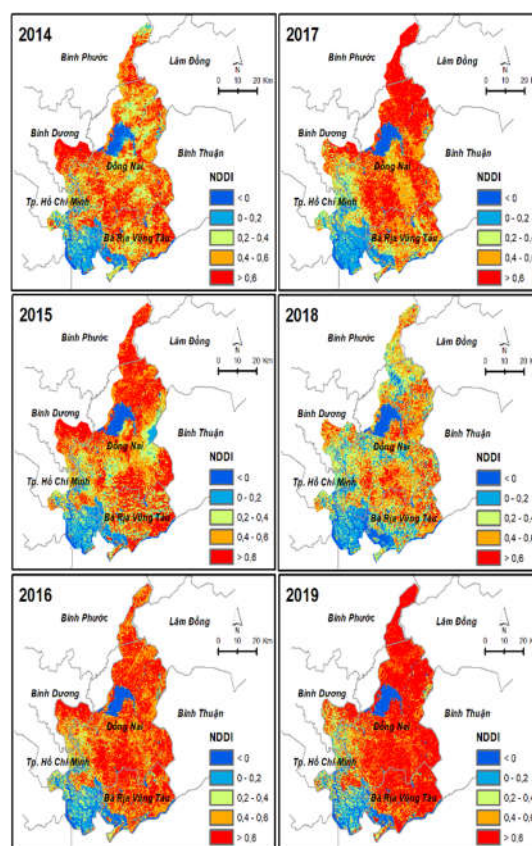
3.2 Đánh giá tính hình hạn hán LVS Đồng Nai từ tập hợp ảnh viễn thám

Bản đồ phân bố giá trị chỉ số khác biệt hạn hán NDDI khu vực nghiên cứu được thể hiện trong Hình 8. Kết quả cho thấy, khu vực có NDDI từ < 0 – 0,2, tập trung chủ yếu ở khu vực rừng ngập mặn Cần Giờ. Khu vực có mức khô hạn nặng và rất nặng (với giá trị NDDI ở mức $> 0,4$) xuất hiện phần lớn ở khu vực đất sản xuất nông nghiệp thuộc phía Bắc và trung tâm vùng nghiên cứu.

Theo đó diện tích khu vực có mức độ hạn hán nặng (tương ứng với giá trị chỉ số NDDI từ 0,4 đến 0,6) chiếm tỉ lệ cao nhất vào năm 2016 với 40,2%, khu vực có mức độ hạn rất nặng chiếm cao nhất ở các năm 2019, 2016 với 44,4% và 37,9% trong thời đoạn nghiên cứu. Hạn hán năm 2016 nghiêm trọng hơn các năm còn lại, được thể hiện thông qua diện tích mức độ hạn nặng và rất nặng trong bản đồ năm 2016 đạt cao nhất, kết quả này phù hợp với các báo cáo của địa phương, theo ghi nhận lưu lượng nước sông Đồng Nai đạt thấp nhất vào năm 2016 trong giai đoạn 2014 - 2017.

Đến năm 2018, mức độ hạn hán có xu hướng giảm, tỷ lệ diện tích có mức hạn rất nặng chỉ chiếm 14,8%, nhưng có xu hướng tăng trở lại

ở mức báo động vào năm 2019, cho thấy hạn hán khu vực nghiên cứu diễn biến phức tạp và có xu hướng gia tăng mức độ. Kết quả nhận được cũng cho thấy vai trò quan trọng của lớp phủ thực vật trong giảm nguy cơ hạn hán, ở những vùng được phủ xanh bởi đất rừng ít chịu ảnh hưởng bởi hạn hán, ngoài ra yếu tố địa hình cũng có những tác động ít nhiều đến mức khô hạn, vùng ven biển phía Đông có mức độ khô hạn cao hơn so với vùng núi cao.



Hình 8: Phân vùng mức độ hạn hán LVS Đồng Nai từ 2014 đến 2019

Bảng 2: Thống kê tỷ lệ diện tích (%) các mức độ hạn hán khu vực nghiên cứu

Năm	Không hạn	Hạn nhẹ	Hạn trung bình	Hạn nặng	Hạn rất nặng
2014	8,3	8,6	20,6	34,1	28,4
2015	8,3	9,4	17,2	30,0	35,1
2016	7,4	3,2	11,3	40,2	37,9
2017	8,3	9,8	14,5	31,4	36,0
2018	10,8	16,2	27,9	30,3	14,8
2019	6,8	3,5	13,4	31,9	44,4

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Chiếm gần đại bộ phận miền Đông Nam Bộ, LVS Đồng Nai có một vị trí khá quan trọng về mặt tài nguyên nước, chính vì thế việc giám sát hạn hán vùng nghiên cứu là cơ sở quan trọng cho các quy hoạch tổng thể nguồn nước lưu vực. Kết quả phân loại cho thấy, diễn tiến hạn hán khu vực nghiên cứu khá phức tạp và có xu hướng gia tăng cùng với sự thay đổi của khí hậu, hạn năm 2016 được đánh giá là nặng nề nhất trong thời đoạn quan sát từ 2014 đến 2019. Theo đó yếu tố địa hình, lớp phủ thực vật có tác động rất lớn đến mức độ hạn hán nặng, nhẹ.

Kết quả nghiên đã chứng minh nền tảng GEE là một công cụ hiệu quả và nhanh chóng để giám sát hạn hán LVS Đồng Nai, dựa trên kết quả đánh giá sự phù hợp giữa kết quả phân loại các chỉ số hạn hán trên GEE với kết quả quan sát trực quan từ Google Earth đạt được là 100,0%. Trong tương lai, cần thiết ứng dụng cho giám sát hạn ở quy mô khu vực rộng hơn, kể cả ở tầm quốc gia nhằm có cái nhìn toàn diện về diễn tiến thiên tai hạn hán trước thách thức của biến đổi khí hậu, từ đó có những biện pháp phù hợp ứng với từng vùng, địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Charat, M., Wattanakij, N., Kamchai, T., Mongkolsawat, K., Chuyakhai, D. (2009). Exploration of Spatio-Temporal Drought Patterns using Satellite-Derived Indices for Crop Management in Northeastern Thailand. Asian association on remote sensing. Beijing, China.
- [2] Google Earth Engine API, 2016. Introduction, ngày truy cập 22/07/2019. Địa chỉ <https://developers.google.com/earth-engine>.
- [3] Rahimi, L., Sharifian, H. (2014). Monitoring drought based on SPI, deciles, and normal. In proceeding of the first national congress on challenges of water resources and agriculture. Khorasgan Azad University, Isfahan, 25-31.
- [4] Tô Văn Tường (2009). Quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Đồng Nai. Dự án cấp Bộ - Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam.
- [5] Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam (2013). Quy hoạch tổng thể thủy lợi vùng Đông Nam Bộ thích ứng với biến đổi khí hậu, nước biển dâng. Dự án quy hoạch cấp Bộ.
- [6] Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (2015). Rà soát quy hoạch thủy lợi vùng Đông Nam Bộ phục vụ tái cấu trúc ngành nông nghiệp. Dự án quy hoạch cấp Bộ.