

PHÂN TÍCH SỰ THAY ĐỔI LỚP PHỦ Ở HUYỆN ĐẮK GLONG - TỈNH ĐẮK NÔNG GIAI ĐOẠN 2011 - 2023 DỰA VÀO ẢNH VỆ TINH ĐA THỜI GIAN

Cao Thị Hoài và Nguyễn Thị Thanh Hương

Trường Đại học Tây Nguyên

TÓM TẮT

Nghiên cứu đã ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat đa thời gian để phân tích thay đổi lớp phủ tại huyện Đắk Glong - tỉnh Đắk Nông trong 3 giai đoạn: 2011 - 2015, 2015 - 2019 và 2019 - 2023. Phương pháp phân loại có kiểm định phi tham số Random Forest (RF) được sử dụng để phân loại ảnh vệ tinh Landsat trong các năm 2011, 2015, 2019 và năm 2023. Kết quả nghiên cứu đạt độ chính xác phân loại khá cao, từ 84,51% đến 90,53% tương ứng với hệ số Kappa từ 0,78 đến 0,85. Kết quả chỉ ra diện tích rừng tự nhiên đã giảm đáng kể theo thời gian, từ 63,52%, giảm xuống 46,21%, 39,74 và 39,28% tương ứng các năm 2011, 2015, 2019 và 2023 (giảm xấp xỉ 15%, tương ứng với giảm trên 35 ngàn ha rừng tự nhiên trong cả giai đoạn điều tra). Trong khi đó, các loại lớp phủ khác có sự tăng lên về diện tích qua các thời kỳ, đặc biệt là đất nông nghiệp và đất khác để đáp ứng các nhu cầu của con người khi dân số tăng lên. Tuy nhiên, giai đoạn 2019 - 2023 cũng chỉ ra sự ổn định của diện tích rừng tự nhiên do tác động của các chính sách quản lý và bảo vệ rừng của Nhà nước và của địa phương. Kết quả nghiên cứu có thể được sử dụng như một tài liệu tham khảo cho các cơ quan chức năng, các chủ rừng trong việc đánh giá thực trạng và diễn biến rừng để có những kế hoạch, chính sách quản lý và bảo vệ rừng phù hợp với định hướng của địa phương.

Từ khóa: Landsat, lớp phủ, phân loại ảnh, Random forest classification.

ANALYSIS OF LAND COVER CHANGES IN DAK GLONG DISTRICT - DAK NONG PROVINCE PERIOD 2011 - 2023 BASED ON MULTI-TEMPORAL SATELLITE IMAGES

Cao Thi Hoai and Nguyen Thi Thanh Huong

Tay Nguyen University

SUMMARY

The study conducted in Dak Glong district, Daknong province, utilized Landsat satellite imagery and the Random Forest (RF) algorithm to analyze land use and land cover changes over three time periods: 2011 - 2015, 2015 - 2019, and 2019 - 2023. The classification accuracy ranged from 84.51% to 90.53%, with a Kappa coefficient varying from 0.78 to 0.85, indicating a reliable and accurate classification process. Key findings revealed a significant decline in natural forest area, decreasing from 63.52% in 2011 to 39.28% in 2023. This represents a 15% decrease over the entire survey period, equivalent to over 35,000 hectares of natural forest. Conversely, other land cover types, such as croplands, showed an increase in area over the specified periods. Notably, from 2019 to 2023, natural forest areas exhibited better management, possibly attributed to forest management and protection policies from both the government and local initiatives. This positive trend is crucial for sustaining forest resources. The research results serve as an information resource for relevant agencies and forest owners, facilitating the assessment of current forest status and trends. This information is instrumental in developing plans, management policies, and forest protection measures aligned with local directions.

Keywords: Landsat, land cover, classification, Random Forest classification

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thay đổi sử dụng đất/rừng đang là một vấn đề nhức nhối đối với các tỉnh Tây Nguyên, trong đó có tỉnh Đắk Nông, nơi chứng kiến sự suy giảm nghiêm trọng về diện tích rừng, giảm từ 77,54% năm 1989 xuống còn 33,97% vào năm 2021; diện tích mất rừng trên 295.300 ha và chỉ có 11.700 ha rừng được trồng mới trong khoảng thời gian này (Bui Thien & Vu Phuong, 2023). Diện tích rừng tự nhiên giảm từ 449.724 ha năm 1990 xuống còn 184.195 ha năm 2018 (Nguyễn Thị Thanh Hương, 2022). Huyện Đắk Glong là huyện có diện tích rừng và đất lâm nghiệp lớn nhất tỉnh Đắk Nông. Mặc dù hầu hết diện tích rừng và đất lâm nghiệp trên địa bàn huyện đều có chủ quản lý, nhưng tình trạng phá rừng vẫn diễn ra. Tình trạng này không chỉ làm suy giảm đa dạng sinh học và chu trình carbon, mà còn ảnh hưởng đến điều hòa khí hậu và an ninh trật tự khu vực (Abdulla *et al.*, 2023).

Trong bối cảnh đó, việc theo dõi và phân tích thay đổi lớp phủ đất, đặc biệt là diện tích rừng, trở thành vấn đề quan trọng đối với huyện Đắk Glong - tỉnh Đắk Nông. Việc sử dụng ảnh vệ tinh đa thời gian cho phép chúng ta hiểu rõ về động lực của sự thay đổi độ che phủ rừng, cung cấp cơ sở vững chắc cho việc xây dựng mục tiêu bảo tồn hiệu quả và quản lý đất đai một cách bền vững. Kiến thức về tính dễ bị tổn thương do mất rừng, kết hợp với kiến thức về giá trị của từng mảnh rừng sẽ hỗ trợ các nhà hoạch định chính sách trong việc xác định ưu tiên can thiệp vào những khu rừng cần được bảo vệ nhất (Alix-Garcia *et al.*, 2004; Costello & Polasky, 2004; Pfaff & Sanchez-Azofeifa, 2004). Nghiên cứu này áp dụng công nghệ viễn thám vệ tinh, cụ thể là hệ thống Landsat, để phân tích và theo dõi sự thay đổi lớp phủ tại

huyện Đắk Glong từ năm 2011 đến 2023. Sử dụng phương pháp phân loại Random Forest, đây là phương pháp không chỉ nổi bật với tốc độ xử lý nhanh và khả năng xử lý dữ liệu lớn (Rodriguez-Galiano *et al.*, 2012; Belgiu & Drăguț, 2016) mà còn giúp tăng cường hiệu suất xử lý dữ liệu và đảm bảo độ chính xác cao trong việc phân loại độ che phủ rừng và sử dụng đất.

Nghiên cứu này nhằm cung cấp dữ liệu đáng tin cậy về thay đổi lớp phủ, đặc biệt là diện tích rừng, giúp các nhà hoạch định chính sách có thêm cơ sở trong việc lập kế hoạch, quy hoạch và đề ra các chiến lược phát triển phù hợp cho huyện Đắk Glong trong tương lai.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và đối tượng nghiên cứu

- Ảnh vệ tinh đa thời gian: Ảnh Landsat 5 TM năm 2011 và ảnh Landsat 8 SR Tier 1 năm 2015, năm 2019, năm 2021 và năm 2023 tại huyện Đắk Glong - tỉnh Đắk Nông.

- Phần mềm được sử dụng để hỗ trợ trong quá trình thực hiện gồm: Phần mềm Google Earth, Phần mềm ArcMap10.4.1.

- Đối tượng nghiên cứu là các loại lớp phủ tại huyện Đắk Glong - tỉnh Đắk Nông: 1) Rừng thường xanh (RTX); 2) Rừng trồng (RTG); 3) Cao su (CS); 4) Đất nông nghiệp (NN); 5) Đất khác (DKH); 6) Khu dân cư (DC); 7) Mặt nước (MN).

Ngoài ra, các nguồn dữ liệu khác nhau cũng được sử dụng trong quá trình phân tích ảnh vệ tinh như bản đồ sử dụng đất, bản đồ địa hình, dữ liệu thực địa, bản đồ kiểm kê rừng huyện Đắk Glong, tỉnh Đắk Nông năm 2022 được thu thập từ Hạt kiểm lâm huyện Đắk Glong.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập và tiền xử lý dữ liệu ảnh Landsat qua các năm

- *Thu thập ảnh*: Trên nền tảng GEE, các đoạn mã code được thiết lập để thu thập ảnh vệ

ting Landsat 5 TM và Landsat 8 SR Tiger 1 khu vực nghiên cứu các năm trong giai đoạn từ 2011 - 2023 (<https://earthengine.google.com/>).

Bảng 1. Thông tin ảnh vệ tinh

| TT | Loại ảnh | Thời gian | Độ phân giải |
|----|-----------------|-------------------------|--------------|
| 1 | Landsat 5 SR T1 | 01/01/2010 - 01/01/2011 | 30 |
| 2 | Landsat 8 SR T1 | 01/01/2014 - 01/01/2015 | 30 |
| 3 | Landsat 8 SR T1 | 01/01/2018 - 01/01/2019 | 30 |
| 4 | Landsat 8 SR T1 | 01/01/2022 - 01/01/2023 | 30 |

- *Tiền xử lý ảnh*: Ảnh vệ tinh sau khi thu thập, tiến hành các bước tiền xử lý ảnh cơ bản như: hiệu chỉnh hình học, tăng cường chất lượng ảnh (kỹ thuật trộn ảnh, biến đổi cấp độ xám, tổ hợp màu,...), xử lý vùng mây che phủ, loại bỏ nhiễu đốm, phân tích kết cấu ảnh,...

2.2.2. Phương pháp phân loại ảnh vệ tinh

Ảnh vệ tinh sau khi thu thập và tiền xử lý ảnh sẽ tiếp tục được phân loại ảnh để thành lập các bản đồ LULC cho các năm 2011, 2015, 2019, và 2023. Các bước phân loại được thực hiện như sau:

- *Thu thập điểm mẫu*

Dữ liệu mẫu được thu thập bằng việc phối hợp nhiều phương pháp khác nhau như: dựa vào kinh nghiệm, dữ liệu bản đồ rừng có sẵn, ảnh có độ phân giải cao Google Earth, điều tra thực địa và dữ liệu có sẵn,... dựa vào thời điểm hiện tại để xác định những vùng mẫu ở các thời điểm trong quá khứ.

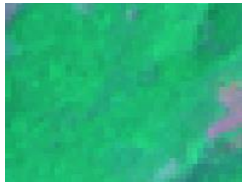



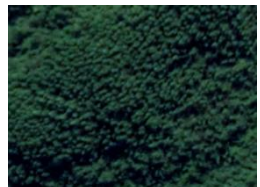

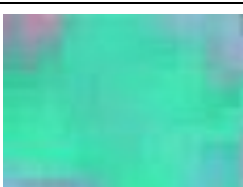
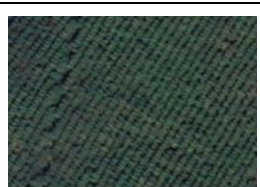




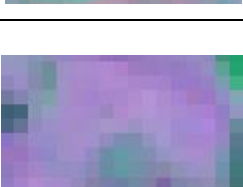
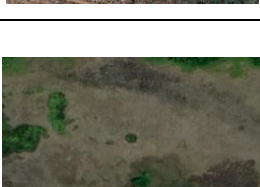
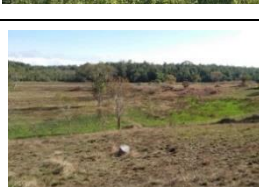
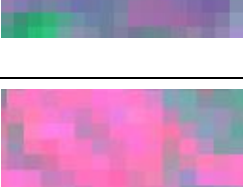





Dựa vào mức độ phân biệt trên ảnh đa phổ, đặc trưng của các loại lớp phủ, dựa vào kinh nghiệm, màu sắc của ảnh và dữ liệu các bản đồ sẵn có để xác định 7 loại lớp phủ tại khu vực nghiên cứu như đã đề cập ở phần đối tượng.

Số lượng điểm mẫu thu thập năm 2023: 220 điểm mẫu thực địa cho 7 loại lớp phủ, 221 điểm mẫu trên ảnh. Dữ liệu điều tra thực địa được tiến hành lấy tại những điểm khó phân biệt trên ảnh. Các tọa độ điểm được thu thập từ GPS cầm tay, tham chiếu hệ tọa độ UTM với hệ quy chiếu WGS-84. Mỗi điểm mẫu này được thu thập tại trung tâm của các loại lớp phủ để tránh nhầm lẫn do sai số về vị trí. Thu thập các điểm mẫu rải đều trên khu vực nghiên cứu.

Số lượng điểm mẫu thu thập trên ảnh các năm trước năm 2023: 486 điểm mẫu cho năm 2011, 452 điểm mẫu cho năm 2015 và 444 điểm mẫu cho năm 2019. Điểm mẫu các ảnh năm 2011, 2015, 2019 được thu thập dựa vào kinh nghiệm, đồng thời lấy không gian thay thế thời gian bằng việc dựa vào thời điểm hiện tại để xác định những điểm mẫu trong quá khứ. Ngoài ra, các bản đồ kiểm kê rừng của các năm tương ứng cũng được sử dụng trong việc lấy mẫu phân loại.

Bộ dữ liệu mẫu được chia thành 2 bộ dữ liệu mẫu độc lập: 50% số điểm mẫu được sử dụng để phân loại, 50% điểm mẫu còn lại sử dụng để kiểm định chất lượng phân loại. Trên cơ sở các điểm mẫu phân loại, tiến hành khoanh vùng Polygon các lớp phủ để có dung lượng mẫu cao hơn.

Bảng 2. Đặc điểm nhận biết các loại lớp phủ, sử dụng đất

| TT | Lớp phủ | Mô tả Landsat (Nir-Red-Green) | Ảnh Landsat 5/8 | Ảnh Google Earth | Hình ảnh minh họa hiện trường |
|----|------------------|---|---|--|---|
| 1 | Rừng thường xanh | Màu xanh lá đậm nhạt không đồng đều. |  |  |  |
| 2 | Rừng trồng | Màu xanh lá đậm và đều màu, theo một bố cục và hình dạng rõ ràng. |  |  |  |
| 3 | Cao su | Màu xanh nhạt đều màu, theo một bố cục và hình dạng rõ ràng. |  |  |  |
| 4 | Nông nghiệp | Màu xanh nhạt trộn lẫn màu hồng nhạt. |  |  |  |
| 5 | Đất khác | Màu tím đậm xen lẫn với màu tím nhạt. |  |  |  |
| 6 | Dân cư | Khu vực màu hồng đậm trộn lẫn các màu khác, không có hình dạng rõ ràng. |  |  |  |
| 7 | Mặt nước | Màu đen kết hợp với màu đỏ, đều màu, trơn mượt, có hình dạng rõ ràng. |  |  |  |

- *Phân loại ảnh*

Sử dụng phần mềm ArcMap 10.4.1; phương pháp phân loại có kiểm định phi tham số Random Forest (RF) được đề xuất bởi (Basommi, L.P., *et al.*, 2016) để phân loại ảnh vệ tinh Landsat 5 và Landsat 8 SR thành các lớp phủ khác nhau.

Sau khi mô hình Random Forest được tạo thành, mỗi kết quả của các bootstrap trong tập hợp sẽ bỏ phiếu cho lớp phổ biến nhất và cho ra một kết quả phân loại. Mô hình được tạo thành dựa vào phân loại có số phiếu bầu nhiều nhất của mỗi sơ đồ cây quyết định ntree (Basommi, L.P., *et al.*, 2016).

- *Kiểm định, đánh giá kết quả*

Đánh giá độ chính xác kết quả phân loại đã được tính toán bằng cách tạo ra một ma trận sai số giữa các pixels đã được phân loại và pixels trên thực tế. Kết quả đánh giá (hệ số K) được tính toán dựa trên các chỉ tiêu độ chính xác toàn bộ, độ chính xác người sản xuất và độ chính xác người sử dụng (Congalton, R.G. and Green, K., 1999).

Độ chính xác toàn bộ (Overall Accuracy): Là tỷ số giữa tổng số của tất cả các pixel được phân loại đúng so với tổng số tất cả các pixel được phân loại:

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^r X_{ii}}{N} \times 100$$

Độ chính xác người sử dụng UA (User's accuracy): Tỷ số pixel được phân loại chính xác so với tổng số pixel theo hàng, được hiểu là tỷ lệ số mẫu phân loại đúng của 1 loại lớp phủ so với tổng số mẫu thực địa (mẫu thực tế) của loại lớp phủ đó.

$$U_a = \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \times 100$$

Độ chính xác người sản xuất Pa (Producer's accuracy): Số pixel được phân loại chính xác so với tổng số pixel theo cột gọi là Producer's

accuracy (PA), được hiểu là tỷ lệ số mẫu phân loại đúng của 1 loại lớp phủ so với tổng số mẫu kết quả phân loại (mẫu dự đoán) của loại lớp phủ đó.

$$P_a = \frac{X_{ii}}{X_{+i}} \times 100$$

Ngoài ra, việc đánh giá mức độ quan hệ giữa thực tế và kết quả phân loại còn dựa vào chỉ số Kappa. Hệ số Kappa nằm trong phạm vi từ 0 đến 1 và biểu thị sự giảm theo tỷ lệ về sai số được thực hiện bằng một yếu tố phân loại hoàn toàn ngẫu nhiên; giá trị K càng gần 1 thì mức độ phân biệt càng chặt chẽ (Navulur, 2006).

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}$$

- Trong đó:* N: Tổng số pixel lấy mẫu;
- r: Số lớp đối tượng phân loại;
- X_{ii}: Số pixel đúng trong lớp thứ i (i= 1, 2,..., r);
- X_{i+}: Tổng pixel lớp thứ i của mẫu (loại thực tế/tổng giá trị theo hàng);
- X_{+i}: Tổng pixel của lớp thứ i sau phân loại (loại giải đoán/tổng giá trị theo cột).

Bảng 3. Bảng đánh giá độ chính xác phân loại dựa vào hệ số K

| TT | Giá trị K | Mức độ phân biệt |
|----|-------------|------------------|
| 1 | <0,00 | Thấp |
| 2 | 0,00 - 0,20 | Nhẹ |
| 3 | 0,21 - 0,40 | Vừa |
| 4 | 0,41 - 0,60 | Tương đối chặt |
| 5 | 0,61 - 0,80 | Chặt |
| 6 | 0,81 - 1,00 | Rất chặt |

(Navulur, 2006)

Từ các kết quả độ chính xác toàn bộ (OA), độ chính xác người dùng (UA), độ chính xác

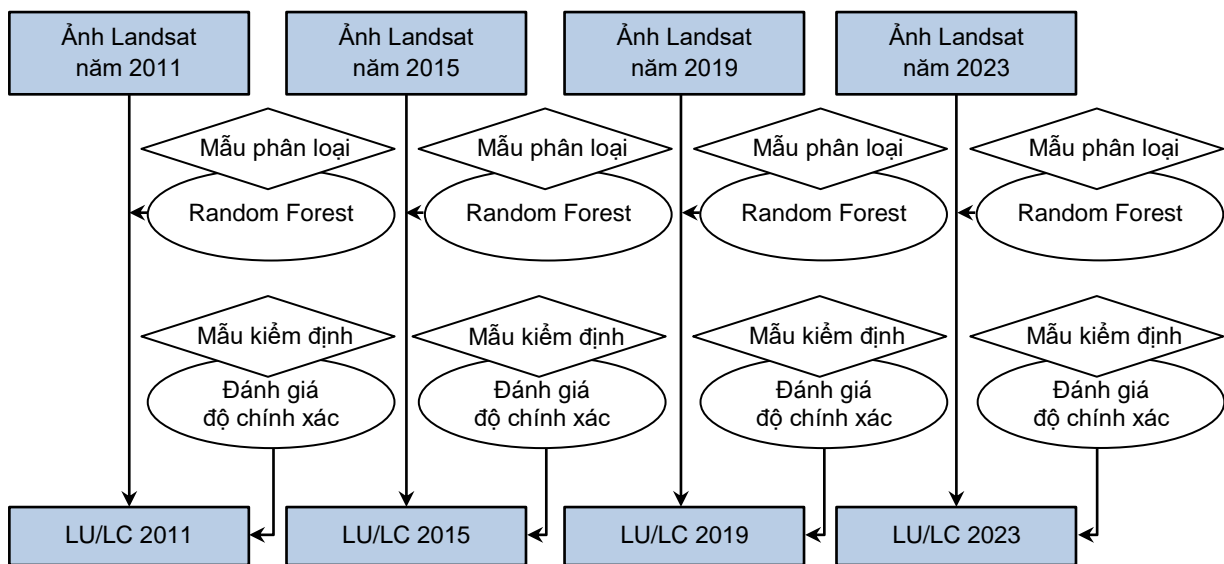
người sản xuất (PA) và hệ số Kappa được tính toán để đánh giá chất lượng của kết quả phân loại.

2.2.3. Phương pháp thành lập bản đồ và phân tích thay đổi lớp phủ

Sử dụng chức năng Phân tích Sàng lọc trong thanh công cụ Trình đơn Raster để lọc nhiều kết quả phân loại. Sau đó, ảnh sau phân loại được vector hóa bằng chức năng Raster to Polygon và tiến hành biên tập bản đồ lớp phủ

trong phần mềm ArcGIS 10.4.1. Việc thống kê diện tích các loại lớp phủ được thực hiện bằng chức năng Calculate Geometry.

Dựa vào kết quả ảnh đã được phân loại, tiến hành chồng ghép theo từng cặp giai đoạn để phân tích sự thay đổi lớp phủ theo thời gian (Jensen, J.R., 1995). Công việc này được thực hiện dựa vào các công cụ của phần mềm ArcGIS 10.4.1. Tiếp cận nghiên cứu được trình bày trong sơ đồ hình 1.



Hình 1. Tiến trình thực hiện phân loại và phân tích thay đổi thảm phủ theo thời gian

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Xây dựng bản đồ lớp phủ sử dụng đất huyện Đắk Glong, tỉnh Đắk Nông

3.1.1. Phân loại và đánh giá kết quả phân loại

Trong nghiên cứu này, độ chính xác tổng thể đạt được khá cao, dao động từ 84,51% đến 90,53% tương ứng với hệ số Kappa từ 0,78 đến 0,85 (bảng 4). Tuy vậy, độ chính xác của các lớp thành phần có sự khác biệt đáng kể. Cao nhất là kết quả phân loại ảnh năm 2011 với OA = 90,53%, kappa = 0,85, đạt độ chính xác thấp nhất là kết quả phân loại ảnh năm 2015 với OA=84,51% và kappa = 0,78.

Kết quả đánh giá độ chính xác của kết quả phân loại dựa trên 2 tiêu chí độ chính xác toàn

bộ (OA) và hệ số Kappa được thể hiện ở bảng 4 sau đây:

Bảng 4. Độ chính xác toàn bộ và hệ số Kappa của các kết quả phân loại

| Năm | Độ chính xác toàn bộ (%) | Hệ số Kappa |
|------|--------------------------|-------------|
| 2011 | 90,53 | 0,85 |
| 2015 | 84,51 | 0,78 |
| 2019 | 86,04 | 0,81 |
| 2023 | 85,07 | 0,79 |

Độ chính xác PA và UA của từng lớp phủ ở các thời điểm được tổng hợp từ bảng 5 đến bảng 8 chỉ ra độ chính xác thành phần của từng lớp phủ đơn lẻ.

Bảng ma trận nhầm lẫn của từng loại lớp phủ theo các giai đoạn cho thấy phần lớn độ chính xác thành phần đều đạt trên 60%, ngoại trừ rừng trồng (RTG), dân cư (DC) và đất khác (DKH) năm 2015 có độ chính xác PA và UA xấp xỉ 60% ($PA_{RT} = 50\%$; $PA_{DKH} = 59,09\%$; $UA_{DC} = 50\%$).

Trong tất cả các loại lớp phủ, mặt nước là loại đặc trưng rất dễ phân biệt trên ảnh, vì vậy đa phần các trường hợp độ chính xác luôn rất cao (thậm chí đạt 100%) (H.T.T.Nguyen *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2023), nghiên cứu này cũng không ngoại lệ. Tiếp theo là thảm phủ rừng thường xanh (RTX) với độ chính xác khá cao, với UA đạt trên 90% và PA trên 90% hoặc xấp xỉ 90% ở cả 4 năm trong giai đoạn điều tra. Điều này cũng dễ hiểu bởi lẽ rừng lá rộng thường xanh tự nhiên với đặc điểm chung của rừng nhiệt đới là đa dạng về loài, nhiều cấp

tuổi, do vậy tạo nên rừng có nhiều tầng tán (Đoàn Minh Trung & Nguyễn Thị Thanh Hương, 2019). Hơn nữa, đa số khu vực rừng thường xanh còn lại được phân bố trên những địa hình dốc, núi cao với diện tích khá lớn. Do vậy, rừng thường xanh rất dễ nhận diện trên ảnh. Thêm vào đó, trong nghiên cứu này, rừng thường xanh chỉ được phân loại đơn giản thành một lớp duy nhất mà không chia nhỏ thành các lớp rừng bị tác động bởi con người theo các mức độ khác nhau, điều này cũng giúp cho rừng lá rộng thường xanh được phân loại có độ chính xác cao (Nguyễn Thị Thanh Hương *et al.*, 2020). Rừng trồng (RTG) tại khu vực này chủ yếu là rừng thuần loài, đồng tuổi, vì vậy độ chính xác kể cả PA và UA đều đạt ở mức cao, do đồng nhất về đặc điểm phổ. Bên cạnh đó, lớp phủ Nông nghiệp (NN) Cao su (CS), Dân cư (DC) cũng có độ chính xác khá cao.

Bảng 5. Ma trận sai số phân loại của các loại lớp phủ huyện Đắk Glong năm 2011

| STT | LULC | RTG | NN | RTX | DKH | MN | CS | DC | UA (%) |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 | RTG | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100,00 |
| 2 | NN | 1 | 60 | 1 | 4 | 0 | 1 | 1 | 88,24 |
| 3 | RTX | 4 | 3 | 115 | 2 | 0 | 1 | 0 | 92,00 |
| 4 | DKH | 0 | 1 | 1 | 8 | 0 | 0 | 0 | 80,00 |
| 5 | MN | 0 | 1 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 90,00 |
| 6 | CS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 100,00 |
| 7 | DC | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 8 | 80,00 |
| PA (%) | | 66,67 | 92,31 | 98,29 | 53,33 | 90,00 | 83,33 | 88,89 | |

Bảng 6. Ma trận sai số phân loại của các loại lớp phủ huyện Đắk Glong năm 2015

| STT | LULC | RTX | DKH | CS | NN | DC | RTG | MN | UA (%) |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 | RTX | 85 | 2 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 92,39 |
| 2 | DKH | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 92,86 |
| 3 | CS | 1 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90,00 |
| 4 | NN | 8 | 4 | 2 | 63 | 2 | 1 | 0 | 78,75 |
| 5 | DC | 2 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2 | 50,00 |
| 6 | RTG | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1 | 60,00 |
| 7 | MN | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 100,00 |
| PA (%) | | 87,63 | 59,09 | 81,82 | 98,44 | 71,43 | 50,00 | 76,92 | |

Bảng 7. Ma trận sai số phân loại của các loại lớp phủ huyện Đắk Glong năm 2019

| STT | LULC | DKH | CS | NN | RTX | DC | RTG | MN | UA (%) |
|-----|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|--------|
| 1 | DKH | 15 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 83,33 |
| 2 | CS | 1 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 80,00 |
| 3 | NN | 5 | 4 | 66 | 7 | 1 | 1 | 1 | 77,65 |
| 4 | RTX | 1 | 0 | 1 | 75 | 0 | 1 | 1 | 94,94 |
| 5 | DC | 1 | 0 | 1 | 0 | 7 | 0 | 1 | 70,00 |
| 6 | RTG | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 100,00 |
| 7 | MN | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 100,00 |
| | PA (%) | 65,21 | 66,67 | 94,29 | 89,2 | 87,5 | 83,33 | 76,92 | |

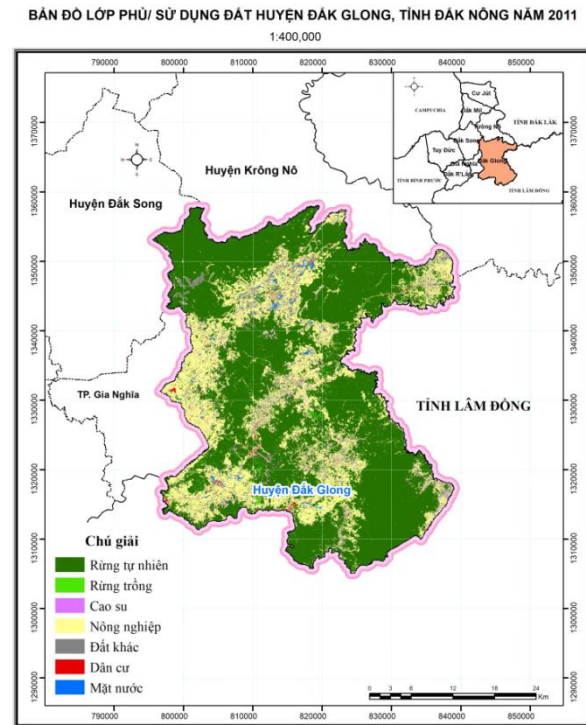
Bảng 8. Ma trận sai số phân loại của các loại lớp phủ huyện Đắk Glong năm 2023

| STT | LULC | RTX | DKH | NN | CS | DC | RT | MNG | UA (%) |
|-----|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
| 1 | RTX | 73 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 92,41 |
| 2 | DKH | 3 | 19 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 67,86 |
| 3 | NN | 7 | 0 | 66 | 1 | 0 | 0 | 0 | 89,19 |
| 4 | CS | 1 | 1 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 80,00 |
| 5 | DC | 2 | 0 | 1 | 0 | 6 | 0 | 1 | 60,00 |
| 6 | RT | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 6 | 1 | 60,00 |
| 7 | MN | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 100,00 |
| | PA (%) | 83,91 | 86,36 | 90,41 | 72,73 | 100,00 | 60,00 | 83,33 | |

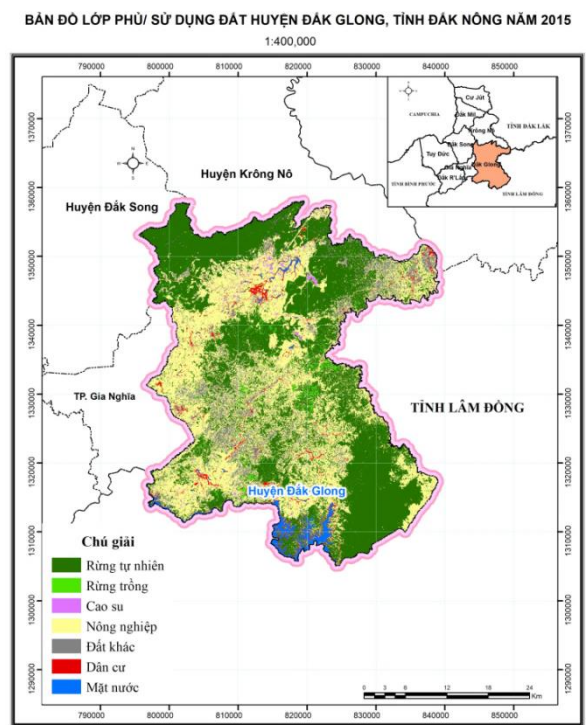
3.2. Thành lập bản đồ lớp phủ/sử dụng đất huyện Đắk Glong

Kết quả thành lập bản đồ chuyên đề LULC các năm 2011, 2015, 2019 và 2023 sau khi được sàng lọc nhiễu ảnh và vector hóa được thể hiện ở hình 2. Các bản đồ cho thấy rừng tự nhiên của huyện Đắk Glong, tỉnh Đắk Nông có phân bố rải rác và ngày càng thu hẹp dần từ năm 2015 đến 2021. Diện tích rừng tự nhiên hiện nay chủ yếu còn

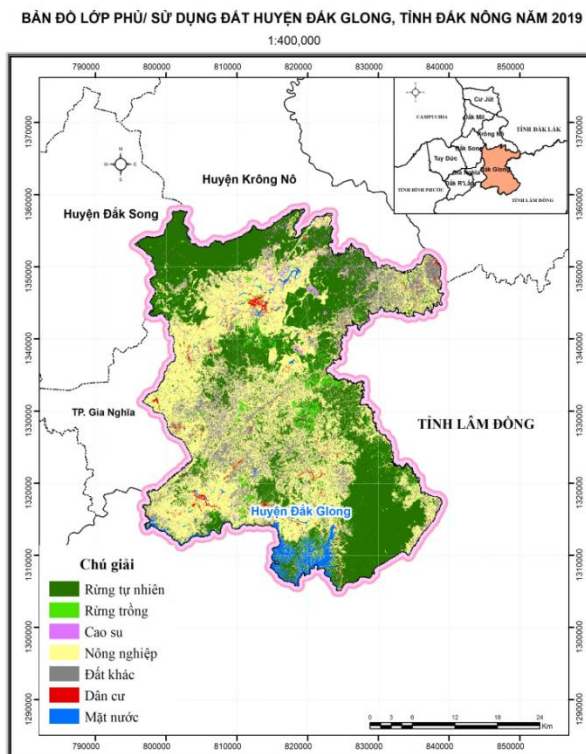
nhiều ở Vườn Quốc gia Tà Đùng, diện tích rừng trồng chủ yếu tập trung ở các vùng gò đồi và núi thấp, khu vực gần dân cư, trong các khoảng trống của rừng tự nhiên và phân bố rải rác khắp huyện. Các loại LULC không phải là rừng hầu như tập trung ở các khu vực có địa hình tương đối thấp và bằng phẳng, có mức độ phân mảnh khá lớn và không đồng nhất, phân bố xen kẽ nhau phức tạp và không có quy hoạch rõ ràng.



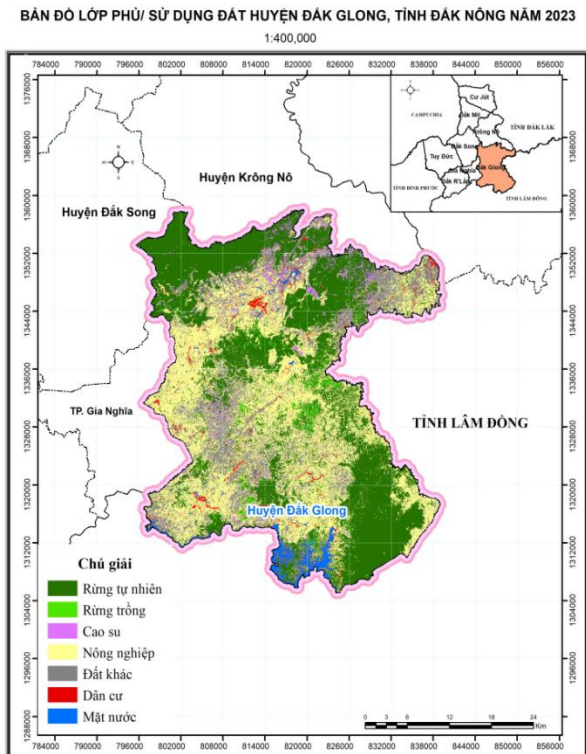
Năm 2011



Năm 2015



Năm 2019



Năm 2023

Hình 2. Bản đồ lớp phủ/sử dụng đất huyện Đắk Glong qua các năm trong giai đoạn 2011 - 2023

3.2. Phân tích thay đổi lớp phủ

Dựa vào kết quả phân loại, diện tích và tỷ lệ

các loại LULC của từng năm của huyện Đắk Glong được tổng hợp ở bảng 9 dưới đây.

Bảng 9. Bảng thống kê các loại lớp phủ/sử dụng đất huyện Đắk Glong qua các năm

| LULC | 2011 | | 2015 | | 2019 | | 2023 | |
|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| | Ha | % | Ha | % | Ha | % | Ha | % |
| RTX | 92.421,1 | 63,5 | 67.226,8 | 46,2 | 57.812,5 | 39,7 | 57.143,2 | 39,3 |
| NN | 40.315,7 | 27,7 | 57.902,4 | 39,8 | 61.882,8 | 42,5 | 54.102,2 | 37,2 |
| RTG | 527,4 | 0,4 | 1.435,3 | 1,0 | 3.728,2 | 2,6 | 2.220,4 | 1,5 |
| DC | 706,4 | 0,5 | 3.607,2 | 2,5 | 2.152,1 | 1,5 | 3.449,7 | 2,4 |
| DKH | 8.198,1 | 5,6 | 10.427,8 | 7,2 | 13.073,5 | 9,0 | 20.617,1 | 14,2 |
| MN | 621,8 | 0,4 | 2.937,0 | 2,0 | 3.691,3 | 2,5 | 3.317,2 | 2,3 |
| CS | 2.703,8 | 1,9 | 1.957,7 | 1,3 | 3.153,9 | 2,2 | 4.644,4 | 3,2 |

Tại khu vực huyện Đắk Glong - tỉnh Đắk Nông, việc ứng dụng công nghệ viễn thám để ước tính bề mặt lớp phủ từ năm 2011 đến năm 2023. Qua kết quả bảng 9, ta thấy trong các loại lớp phủ là rừng tự nhiên, diện tích rừng thường xanh chiếm nhiều nhất song cũng giảm dần qua các năm từ 63,5%, 46,2%, 39,7% và 39,3% tương ứng với các năm 2011, 2015, 2019 và 2023 (cả giai đoạn giảm xấp xỉ 15%), rừng thường xanh trải qua sự giảm diện tích đáng kể đến năm 2019, sau đó giữ ổn định đến năm 2023. Điều này cho thấy sự phản ánh dưới sự tác động của khai thác gỗ hoặc biến động về môi trường; ngược lại, diện tích cao su (CS) đồng loạt tăng nhanh chóng, đây được xem là dấu hiệu của sự mở rộng trong ngành công nghiệp cao su trong khu vực; rừng trồng (RTG) trải qua sự thay đổi từ tăng đến giảm, điều này cho thấy việc chuyển đổi mục đích sử dụng đất; ngoài ra, diện tích đất khác (DKH) và nông nghiệp (NN) cũng có sự biến động, có thể liên quan đến sự thay đổi trong các dự án đất đai và mô hình nông nghiệp; dân cư (DC) tăng đáng kể, là kết quả của đô thị hóa và sự gia tăng dân số theo từng giai đoạn qua các năm; diện tích mặt nước (MN) giữ ổn định, đại diện cho các vùng sông suối tại huyện Đắk Glong, so sánh với các quyết định công bố hiện trạng rừng và

báo cáo của tỉnh Đắk Nông về huyện Đắk Glong ta thấy cũng có sự tương đồng, tuy nhiên diện tích rừng tự nhiên suy giảm dựa trên kết quả phân loại ảnh vệ tinh nhiều hơn so với báo cáo thống kê.

* *Giai đoạn từ năm 2011 đến 2015*

Trong giai đoạn này, lớp phủ rừng thường xanh giảm thêm trên 25 ngàn ha, tương ứng giảm gần 27,3% so với năm 2011 (mức giảm nhiều nhất trong các giai đoạn đánh giá). Diện tích rừng thường xanh bị giảm chủ yếu chuyển sang diện tích canh tác nông nghiệp, rừng trồng và cao su. Điều này là phù hợp với giai đoạn phát triển kinh tế - xã hội của huyện (Niên giám thống kê, 2021).

Diện tích rừng trồng tăng trên 900 ha, tương ứng với tăng hơn 2,7 lần so với đầu giai đoạn. Ở đây, nghiên cứu chỉ phân loại lớp rừng trồng đã trưởng thành, không tính đến diện tích mới trồng. Vì thế, diện tích rừng trồng có thể thấp hơn nhiều so với thực tế. Trong khi đó, các loại lớp phủ không phải là rừng vẫn tiếp tục có xu hướng tăng diện tích do việc tiếp tục mở rộng canh tác, sản xuất, mở rộng khu đô thị, các hồ chứa nước, công trình thủy điện, thủy lợi cũng tăng lên ảnh hưởng đến công tác quản lý, bảo vệ rừng tại khu vực huyện Đắk Glong. Cụ thể, năm 2015 đất nông nghiệp tăng hơn 43,6%,

mặt nước tăng gần gấp 5 lần, đất khác tăng gần 27,2% và dân cư tăng gấp trên 5 lần so với năm 2011. Thực tế Đắk Glong là huyện mới được thành lập năm 2005 sau khi tách tỉnh Đắk Nông, trước đó huyện là một trong những khu vực có diện tích rừng tự nhiên rất cao, đất đai ở đây màu mỡ và phù hợp với nhiều loại cây trồng (Phân viện Quy hoạch và Thống kê Nông nghiệp, 2021). Vì vậy, cũng như những khu vực khác, huyện Đắk Glong đã đối mặt với tình trạng xâm chiếm đất rừng để canh tác bất hợp pháp, cũng như thành lập bản làng và phát triển cơ sở hạ tầng theo các chủ trương chính sách của địa phương (Báo Đắk Nông, 2023).

** Giai đoạn từ năm 2015 - 2019*

Năm 2019, lớp phủ rừng thường xanh tiếp tục giảm thêm trên 14%, diện tích rừng trồng đã thành rừng tăng gần 2,6 lần so với năm 2015. Trong khi đó, các loại lớp phủ không phải là rừng vẫn tiếp tục có xu hướng tăng diện tích, cụ thể: ở cuối giai đoạn, đất nông nghiệp tăng trên 6,8%, đất trồng cao su tăng trên 61,0%, đất khác tăng trên 7,5% so với đầu giai đoạn giai đoạn này gần như diện tích mặt nước tăng ít.

** Giai đoạn từ năm 2019 - 2023*

Diện tích rừng tự nhiên được duy trì sự ổn định, cả giai đoạn giảm gần 670 ha (tương ứng với giảm gần 1,2%), giảm thấp nhất trong các giai đoạn nghiên cứu. Diện tích đất nông nghiệp, rừng trồng và mặt nước cũng có xu hướng giảm trong giai đoạn này (tương ứng giảm 12,6%; 40,4% và 10,1% so với diện tích năm 2019). Còn diện tích dân cư, đất khác và Cao su vẫn có xu hướng tăng (tương ứng tăng 60,3%; 57,7% và 47,2% so với diện tích năm 2019).

Kết quả phân tích thay đổi lớp phủ trong giai đoạn từ năm 2011 - 2023 cho thấy diện tích rừng tự nhiên trong khu vực tùy từng giai đoạn mà mức độ suy giảm có khác nhau. Mặc dù diện tích rừng thường xanh chiếm diện tích cao nhất so với rừng trồng và các loại lớp phủ khác, song

mức độ suy giảm và nguy cơ suy giảm cao hơn nhiều so với các lớp phủ khác; do rừng lá rộng thường xanh thường phân bố trong các lập địa tốt, dinh dưỡng đất cao đồng thời với khí hậu mát mẻ, lượng mưa cao rất thích nghi với một số cây trồng nông nghiệp và công nghiệp chủ đạo của Tây Nguyên như cà phê, tiêu,... Hơn nữa, huyện Đắk Glong có diện tích rừng sản xuất khá lớn, tập trung nhiều dự án sản xuất nông lâm nghiệp. Hiện tại các dự án sản xuất nông lâm nghiệp quản lý không chặt chẽ, không phát triển kinh tế được, không có nguồn lực cả về kinh tế lẫn con người để thực hiện công tác quản lý bảo vệ rừng; vì vậy, diện tích rừng ở các đơn vị này bị người dân lấn chiếm canh tác và tranh chấp rất gay gắt (Báo Đắk Nông, 2023),... Do vậy, việc chuyển đổi rừng thành các loại đất khác phục vụ cho việc xây dựng cơ sở hạ tầng, phân chia và thành lập các khu vực hành chính, đặc biệt là gia tăng dân số cơ học dẫn đến nhu cầu mở rộng việc canh tác nông nghiệp, đồng thời với điều kiện đất đai phù hợp với nhiều loài cây công nghiệp, do vậy đã thu hút nhiều tổ chức và cá nhân chú trọng đến việc phát triển kinh tế bằng các loại cây công nghiệp. Điều đó dẫn đến việc chuyển đổi một diện tích rừng khá lớn phục vụ cho nhu cầu phát triển kinh tế. Ngoài ra, các công trình thủy điện cũng phần nào ảnh hưởng đến việc suy giảm nguồn tài nguyên rừng tự nhiên của địa phương.

Theo nghiên cứu về phân tích sự thay đổi LULC tại Đắk Nông giai đoạn 2005 - 2018 (H.T.T. Nguyen *et al.*, 2020), giai đoạn 1990 - 2018 (Nguyễn Thị Thanh Hương, 2022) và giai đoạn 1989 - 2021 (Bui Thien and Vu Phuong, 2023), kết quả nghiên cứu cho thấy diện tích rừng nói chung và rừng tự nhiên nói riêng đã suy giảm liên tục từ năm 2005 - 2018, trong khi các loại lớp phủ khác thể hiện sự gia tăng về diện tích. Như vậy, kết quả thay đổi thảm phủ rừng ở huyện Đắk Glong hoàn toàn tương đồng với phát hiện trong nghiên cứu này.

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã ứng dụng viễn thám và GIS trong việc thành lập bản đồ và phân tích thay đổi sử dụng rừng/đất dựa vào ảnh vệ tinh Landsat 5 TM và Landsat 8 Surface Reflectance Tier 1 với thuật toán phân loại RF trong phạm vi huyện Đắk Glong - tỉnh Đắk Nông với 4 mốc thời gian là năm 2011, 2015, 2019 và 2023. Ảnh vệ tinh được phân loại thành 7 lớp phủ với độ chính xác khá cao, dao động từ 84,51% đến 90,53%.

Kết quả chồng xếp bản đồ cho thấy, giai đoạn năm 2011 - 2015, lớp phủ rừng thường xanh giảm mạnh nhất trong các giai đoạn phân tích; còn lớp phủ rừng trồng và các loại lớp phủ không phải là rừng vẫn tiếp tục có xu hướng

tăng diện tích; giai đoạn 2015 - 2019, lớp phủ rừng thường xanh vẫn tiếp tục giảm với diện tích giảm khá lớn, lớp phủ rừng trồng và các lớp phủ không phải là rừng vẫn có xu hướng tăng lên; đến giai đoạn 2019 - 2023, diện tích rừng thường xanh có xu hướng giảm nhẹ và dần ổn định hơn, trong giai đoạn này diện tích rừng trồng, đất nông nghiệp và mặt nước cũng có xu hướng giảm xuống; chỉ có diện tích dân cư và đất khác tăng lên đáng kể.

Kết quả nghiên cứu là cơ sở quan trọng cho địa phương trong việc quy hoạch cũng như hoạch định các chính sách để bảo tồn, bảo vệ và phát triển rừng, cũng như trong quy hoạch sử dụng đất. Tiếp cận nghiên cứu cũng có thể áp dụng để thực hiện với các khu vực tương đồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Abdulla, A.K., Milan S., Abdul F., Muhammad T.R., Bushra M.D., Zullyadini A.R., Arpita B., Kalaivani, Nafiz Rahaman, Golam S.S., 2023. Integrating forest cover change and carbon storage dynamics: Leveraging Google Earth Engine and InVEST model to inform conservation in hilly regions., ecological indicators, volume 152, Elsevier Publisher.
2. Alix-Garcia, Janvry, Sadoulet, 2004. Payments for environmental services: to whom, for what, and how much? Working Paper, Department of Agricultural and Resource Economics, University of California, Berkeley.
3. Aytekin, 2016. Microarray Gene Expression Data Classification with RF. *Int. J. Eng. Sci.*
4. Báo Đắk Nông, 2023. Đắk Glong gặp khó khăn trong quản lý rừng, đất rừng và dân cư. <https://baodaknong.vn/dak-glong-gap-kho-trong-quan-ly-rung-dat-rung-va-dan-cu-150322.html>.
5. Basommi, L.P., Guan, Q-f., Cheng, D-d., and Singh, SK., 2016. Dynamics of land use change in a mining area: a case study of Nadowli District, Ghana, *Journal of Mountain Science*, 13(4), p. 633-642.
6. Belgiu, M., & Drăguț, L., 2016. Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 114, 24-31.
7. Blaschke, T., Hay G.J., Kelly M., Lang S., Hofmann P., Addink E., Feitosa R.Q., Van der Meer, F., Van der Werff, H., Van Coillie, F. and Tiede, D., 2014. Geographic Object-Based Image Analysis-Towards a New Paradigm. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 87, pp.180-191.
8. Chen and Ishwaran, 2012. Random forests for genomic data analysis. *Genomics*.
9. Congalton, R.G., and Green, K., 1999. Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices. Lewis Publishers. Boca Raton FL.
10. Costello, Polasky, 2004. Dynamic reserve site selection, *Resource Energy Econ.* 26.
11. Dwivedi, R. S., Sreenivas, K., Ramana, K. V., 2005. Landuse/land-cover change analysis in part of Ethiopia using Landsat Thematic Mapper data. *International Journal of Remote Sensing* 26(7), 1285-1287, <https://doi.org/10.1080/01431160512331337763>.
12. Erle, E., Pontius, R., 2007. Land-use and land-cover change. In: Cleveland, C. J. (ed.) *Encyclopaedia of earth environmental information*. Coalition, Washington.

13. Fan, F., Weng, Q., Wang, Y., 2007. Land use land cover change in Guangzhou, China, from 1998 to 2003, based on Landsat TM/ETM+ imagery. *Sensors* 7, 1323-1342, <https://doi.org/10.3390/s7071323>.
14. Phân viện Quy hoạch và Thống kê Nông nghiệp, 2021. Báo cáo thuyết minh tổng hợp đánh giá thực trạng, xây dựng phương án phát triển và tổ chức không gian phát triển kinh tế xã hội, kết cấu hạ tầng kinh tế xã hội trên địa bàn huyện Đắk Glong thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn 2050.
15. Nguyễn Thị Thanh Hương, 2022. Phương pháp ứng dụng viễn thám và GIS trong lâm nghiệp, NXB Đại học Huế.
16. H.T.T. Nguyen, Q.T.N Chau, A.T. Pham, H.T. Phan, P.T.X.Tran, H.T.Cao, T.Q.Le and D.T.H. Nguyen, 2020. Land use/land cover changes using multi-temporal satellite, *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, VI-3/W1-2020, p.83-90.
17. Jensen, J.R., 1995. *Introductory Digital Image Processing - A remote sensing perspective*, Prentice Hall, New Jersey.
18. Li Z., Chen X., Qi J., Xu C., An J., Chen J., 2023. Accuracy assessment of land cover products in China from 2000 to 2020. *Sci Rep* 13, 12936. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39963-0>.
19. Navulur K, 2006. *Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm*, CRC Press. *Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLIV-3/W1-2020, p.99-105.
20. Niên giám thống kê, 2021. Niên giám thống kê tỉnh Đắk Nông năm 2020, NXB Thống kê.
21. Nishiwaki, Kanamori, Ohwada, 2017. Gene Selection from Microarray Data for Alzheimer's Disease Using Random Forest. *Int. J. Softw. Sci. Comput. Intell. IJSSCI*, vol. 9, no. 2, pp. 14-30.
22. Pfaff, Sanchez-Azofeifa, 2004. Deforestation pressure and biological reserve planning: a conceptual approach and an illustrative application for Costa Rica, *Resource Energy Econ.* 26 (2004) 237-254.
23. Rodriguez-Galiano, V., Ghimire, B., Rogan, J., Chica-Olmo, M., & Rigol-Sanchez, J. P., 2012. An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 67, 93-104.
24. Bui Thien, Vu Phuong, 2023. Using Landsat satellite imagery for assessment and monitoring of long-term forest cover changes in Dak Nong province, Vietnam. *Geographica Pannonica*. <https://doi.org/10.5937/gp27-41813>.
25. Zhao, G. X., Lin, G., Warner, T., 2004. Using Thematic Mapper data for change detection and sustainable use of cultivated land: a case study in the Yellow River delta, China. *International Journal of Remote Sensing* 25(13), 2509-2522, <https://doi.org/10.1080/01431160310001619571>.

Email tác giả liên hệ: cthoai@ttn.edu.vn

Ngày nhận bài: 18/01/2024

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 24/01/2024

Ngày duyệt đăng: 26/01/2024