



ỨNG DỤNG VIỄN THÁM VÀ GIS TRONG NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG TRẠNG THÁI RỪNG KHỘP TẠI VƯỜN QUỐC GIA YOK ĐÔN

Nguyễn Thúy Cường^{1,2*}, Huỳnh Văn Chương³, Nguyễn Hoàng Khánh Linh⁴

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

² Trường Đại học Tây Nguyên, 567 Lê Duẩn, Buôn Ma Thuột, Việt Nam

³ Đại học Huế, 3 Lê Lợi, Huế, Việt Nam

⁴ Khoa Quốc Tế, Đại học Huế, 1 Điện Biên Phủ, Huế, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: Nguyễn Thúy Cường <nguyenthuycuongbmt@gmail.com>

(Ngày nhận bài: 8-4-2021; Ngày chấp nhận đăng: 15-5-2021)

Tóm tắt. Nghiên cứu này được thực hiện tại Vườn quốc gia Yok Đôn để đánh giá biến động trạng thái rừng khộp bằng công nghệ GIS và viễn thám. Các bản đồ về hiện trạng, biến động trạng thái rừng khộp các giai đoạn năm 2001–2010, 2010–2020 và 2001–2020 với hệ số kappa từ 0,76 đến 0,82, User's Accuracy và Producer's Accuracy đạt trên 70% đã được xây dựng. Dữ liệu phân tích cho thấy từ 2001 đến 2020, diện tích rừng khộp giảm từ 10.423,74 ha vào năm 2001 xuống 102.062,53 ha năm 2010 và 95.955,23 ha năm 2020. Trong đó, rừng khộp nghèo kiệt giảm 2.692,16 ha; rừng khộp trung bình và giàu giảm 8.805,99 ha; rừng khộp nghèo tăng 3213,64 ha. Những nguyên nhân chính dẫn đến biến động trạng thái rừng khộp bao gồm công tác quản lý và bảo vệ, sự phục hồi của các trạng thái rừng theo thời gian, hoạt động khai thác lâm sản trái phép và tác động từ hoạt động sinh sống, lao động và sản xuất của dân cư vùng lõi và vùng đệm.

Từ khóa: GIS, viễn thám, Yok Đôn, biến động, rừng khộp

Remote sensing and GIS technology in assessing status fluctuation of dipterocarp forest in Yok Don National Park

Nguyen Thuy Cuong^{1,2*}, Huynh Van Chuong³, Nguyen Hoang Khanh Linh³

¹ University of Agriculture and Forestry, Hue University, 102 Phung Hung St., Hue, Vietnam

² Tay Nguyen University, 567 Le Duan St., Buon Ma Thuot, Vietnam

³ Hue University, 3 Lê Lợi St., Hue, Vietnam

⁴ International School–Hue University, 1 Dien Bien Phu St., Hue, Vietnam

* Correspondence to Nguyen Thuy Cuong <nguyenthuycuongbmt@gmail.com>

(Submitted: April 7, 2021; Accepted: May 19, 2021)

Abstract. This study was conducted in the Yok Don National Park with the GIS and remote sensing technology to assess the dipterocarp forest status. The maps of the current status and changes of dipterocarp forest status were developed for the 2001–2010, 2010–2020, and 2001–2020 periods with the kappa coefficient from 0,76 to 0,82, the User’s Accuracy and the Producer’s Accuracy reaching over 70%. Analysis data show that from 2001 to 2020, the area of dipterocarp forest decreased from 104,239.74 ha in 2001 to 102,062.53 ha in 2010 and 95,955.23 ha in 2020. The impoverished dipterocarp forest decreased by 2,692.16 ha; the medium and rich dipterocarp forests decreased by 8,805.99 ha; the poor dipterocarp forest increased by 3,213.64 ha. The primary causes of the changes include the management and protection of the park, the recovery of forest over time, the illegal exploitation of forest products, and the impacts of living, working and production activities of people in the core and buffer zones areas.

Keywords: GIS, remote sensing, Yok Don National Park, change, dipterocarp forest

1 Đặt vấn đề

Hệ sinh thái rừng khộp là hệ sinh thái độc đáo, hiếm có trên thế giới và hiện chủ yếu chỉ còn ở Đông Nam Á. Các hệ sinh thái rừng khộp ở đây rất đa dạng: rừng không đồng đều, đa tầng, phát triển quanh năm ở nơi có nhiệt độ rất ẩm, lượng mưa lớn và đất dinh dưỡng thấp [1]. Rừng khộp Đông Nam Á là một trong những hệ sinh thái nhiệt đới bị đe dọa nhiều nhất trên thế giới và hiện chỉ còn khoảng 16% tổng diện tích rừng khộp còn là rừng nguyên sinh [2].

Tại Việt Nam, rừng khộp phân bố chủ yếu ở Tây Nguyên, vùng duyên hải Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Trong đó, Tây Nguyên là nơi có diện tích lớn nhất và đặc trưng nhất, với khoảng 500.000 ha phân bố từ nam Cao nguyên Pleiku đến Tây Ninh. Tuy phát triển trên một điều kiện lập địa không thuận lợi, song rừng khộp Tây Nguyên vẫn rất phong phú về tài nguyên, đa dạng về sinh học, có giá trị lớn đối với kinh tế – xã hội và vai trò quan trọng trong thích ứng với biến đổi khí hậu. Tầm quan trọng của rừng khộp đã được công nhận thông qua việc thành lập Vườn quốc gia (VQG) Yok Đôn tại huyện Buôn Đôn, tỉnh Đắk Lắk. Đây là VQG duy nhất ở Việt Nam bảo tồn loại rừng đặc hữu này.

Vườn quốc gia Yok Đôn được thành lập vào năm 1992 với diện tích 58.200 ha. Đến năm 2002, Vườn được Thủ tướng Chính phủ mở rộng nâng diện tích lên 115.545 ha rừng đặc dụng, nằm trên địa bàn hai tỉnh Đắk Lắk và Đắk Nông. Vườn quốc gia Yok Đôn có chức năng bảo tồn nguồn gen động vật, thực vật của các hệ sinh thái rừng khộp, tạo điều kiện cho việc nghiên cứu và hợp tác quốc tế, kết hợp mở rộng các dịch vụ, du lịch sinh thái và giáo dục môi trường [3].

Theo kết quả nghiên cứu khoa học công nghệ cấp tỉnh năm 2017: “Nghiên cứu ứng dụng công cụ kinh tế môi trường để đánh giá tác động của việc trồng cao su trên đất rừng khộp tại tỉnh Đắk Lắk”, diện tích đất rừng khộp quy hoạch triển khai dự án trồng cao su là 19.237,68 ha, chiếm 93% so với tổng diện tích đất được quy hoạch cho các dự án cao su toàn tỉnh. Đến tháng 5-2017, diện tích cao su ở các dự án đã trồng trên đất rừng khộp là 6.862,44 ha, chiếm 92% so với tổng diện tích cao su tất cả các dự án đã trồng và chiếm 36% so với diện tích đất của các dự án triển khai ở rừng khộp [4]. Bên cạnh đó, vấn đề

khai thác trái phép nguồn tài nguyên rừng đã và đang diễn ra khá phổ biến ở khu vực Tây Nguyên. Hai nguyên nhân chính này dẫn đến diện tích và chất lượng rừng khộp Tây Nguyên đã và đang bị đe dọa hết sức nghiêm trọng.

Đánh giá biến động trạng thái rừng khộp tại vườn quốc gia Yok Đôn không chỉ có ý nghĩa đối với chính quyền địa phương và ban quản lý Vườn quốc gia trong hoạch định các chính sách quản lý và bảo vệ Vườn, mà kết quả nghiên cứu còn là minh chứng cho vai trò của Vườn quốc gia trong bảo tồn hệ sinh thái rừng đặc hữu này.

2 Phương pháp

2.1 Dữ liệu, thiết bị và phần mềm hỗ trợ

Dữ liệu

– Ảnh vệ tinh Sentinel 2 MSI TOA – Level 1C, được tải thông qua ứng dụng Google Earth Engine.

– Ảnh vệ tinh Landsat 5 Surface Reflectance Tier 1, được tải thông qua ứng dụng Google Earth Engine.

Để nâng cao chất lượng ảnh và phù hợp với đặc tính rụng lá theo mùa của hệ sinh thái rừng khộp, chúng tôi thu thập cảnh ảnh của khu vực nghiên cứu bằng cách sử dụng một tập hợp bao gồm nhiều cảnh ảnh khác nhau trong các giai đoạn tương ứng: 2000–2001, 2009–2010 và 2019–2020 (sau đây gọi tắt theo các giai đoạn là 2001, 2010 và 2020). Thông tin ảnh viễn thám sử dụng cho nghiên cứu được trình bày tại Bảng 1, Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 1. Thông tin các band ảnh USGS Landsat 5 Surface Reflectance Tier 1

Kênh phổ	Bước sóng (μm)	Phổ điện từ	Độ phân giải (m)
Kênh 1	0,45–0,52	Chàm	30
Kênh 2	0,52–0,60	Lục	30
Kênh 3	0,63–0,69	Đỏ	30
Kênh 4	0,76–0,90	Cận hồng ngoại	30
Kênh 5	1,55–1,75	Hồng ngoại	30
Kênh 6	10,4–12,5	Hồng ngoại nhiệt	120
Kênh 7	2,08–2,35	Hồng ngoại trung	30

Nguồn: [5]

Bảng 2. Đặc điểm của ảnh vệ tinh Sentinel 2

Kênh ảnh	Bước sóng trung tâm (nm)	Độ phân giải (m)
B02	490	10
B03	560	
B04	665	
B08	842	
B05	705	20
B06	740	
B07	783	
B8a	865	
B11	1610	
B12	2190	
B01	443	60
B09	940	
B10	1375	

Nguồn: [6]

Bảng 3. Thông tin các mốc thời gian thu nhận ảnh

STT	Năm	Thời gian thu nhận	Loại ảnh	Số lượng ảnh tham gia	Số lượng kênh ảnh được sử dụng
1	2001	1-1-2001-31-12-2001	Landsat 5 SR Tier 1	15	7
2	2009-2010	1-1-2009-31-12-2010	Landsat 5 SR Tier 1	38	7
3	2019-2020	1-6-2019-31-5-2020	Sentinel 2	367	10

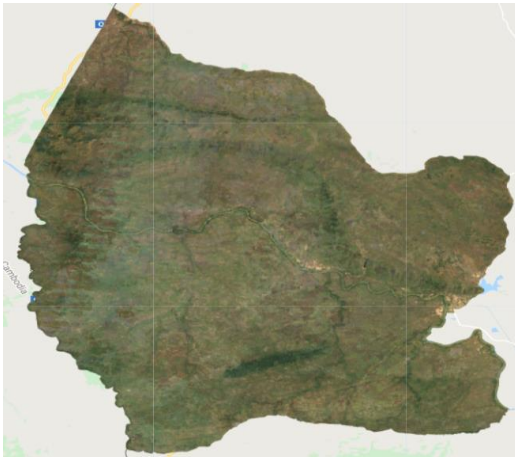


Ảnh Landsat 5 mùa khô năm 2001



Ảnh Landsat 5 mùa mưa năm 2000–2001

Hình 1. Ảnh vệ tinh được thu thập và xử lý năm 2000–2001

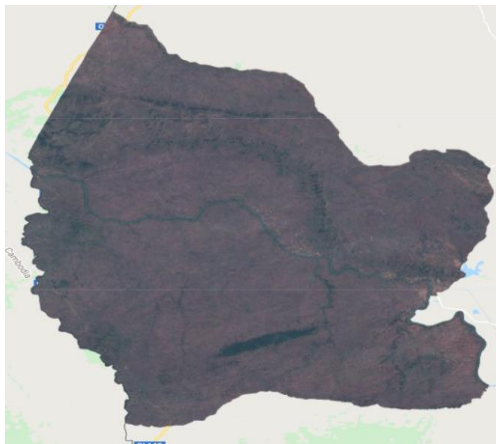


Ảnh Landsat 5 mùa khô năm 2009–2010



Ảnh Landsat 5 mùa mưa năm 2009–2010

Hình 2. Ảnh vệ tinh được thu thập và xử lý năm 2009–2010



Ảnh Sentinel 2 mùa khô năm 2020



Ảnh Sentinel 2 mùa mưa năm 2019–2020

Hình 3. Ảnh vệ tinh Sentinel 2 được thu thập và xử lý năm 2019–2020

Ghép các kênh ảnh cho phân loại biến động trạng thái rừng

Trong năm 2001 và 2010, chúng tôi sử dụng tổng cộng 17 band ảnh để phân loại. Trong đó có 7 band đa phổ Landsat 5 mùa khô (từ band 1 đến band 7), 7 band đa phổ Landsat 5 mùa mưa, 1 band NDVI mùa khô, 1 band NDVI mùa mưa và 1 ảnh DEM (Hình 1 và 2).

Trong năm 2020, chúng tôi sử dụng tổng cộng 23 band ảnh để phân loại. Trong đó có 10 band đa phổ Sentinel 2 mùa khô năm 2020 (gồm 10 band phổ là band 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 8A, 11 và 12), 10 band đa phổ Sentinel 2 mùa mưa năm 2019, 1 band NDVI mùa khô 2020, 1 band NDVI mùa mưa 2019 và 1 ảnh DEM (Hình 3).

Dụng cụ và thiết bị

Máy GPS cài đặt hệ tọa độ WGS84_UTM_Zone 48N được sử dụng để thu thập tọa độ các điểm mẫu trên thực địa. Địa bàn để định hướng bản đồ. Ảnh vệ tinh Sentinel và Landsat được in ra để hỗ trợ trong quá trình giải đoán ở hiện trường. Bảng biểu điều tra, bút, thước để thu thập các thông tin liên quan đến các loại thảm phủ trên thực địa.

Phần mềm hỗ trợ

Các phần mềm được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm (1) ứng dụng giao diện trực tuyến GEE để tạo lập và tiền xử lý tập hợp ảnh đầu vào; (2) Google Earth Pro giúp nhận biết, khoanh vẽ để lấy mẫu một số loại thảm phủ; (3) phần mềm ENVI để lấy mẫu các loại LULC, phân loại ảnh và kiểm định độ chính xác của ảnh sau phân loại; (4) phần mềm ArcGIS để thiết lập dữ liệu GIS và thành lập bản đồ LULC; (5) QGIS hỗ trợ các thao tác xử lý dữ liệu, chuyển hệ tọa độ; (6) MapInfo để đọc dữ liệu số từ bản đồ kiểm kê rừng, giúp tạo lập dữ liệu GIS với định dạng có thể

trao đổi với các phần mềm khác như ENVI, QGIS hoặc ArcGIS. Ngoài ra, phần mềm Microsoft Excel cũng được sử dụng để nhập số liệu thực địa và dùng trong các phân tích đơn giản.

2.2 Thu thập dữ liệu mẫu

Mẫu phân loại ảnh năm 2020 được xây dựng trên cơ sở kiểm tra lại trạng thái tại các ô tiêu chuẩn (OTC) đã được lập trong đợt kiểm kê rừng 2014; so sánh màu sắc, cấu trúc ảnh tại các vị trí OTC đã kiểm tra trạng thái, lựa chọn các điểm tọa độ theo từng loại trạng thái phân loại; kết hợp với kiểm tra thực địa bằng phương pháp đo nhanh tiết diện ngang G sử dụng thước Bitterlich để xác định trữ lượng rừng. Xác định trữ lượng gỗ làm cơ sở phân loại trạng thái rừng theo công thức:

$$M \text{ (m}^3\text{/ha)} = G \times H \times F$$

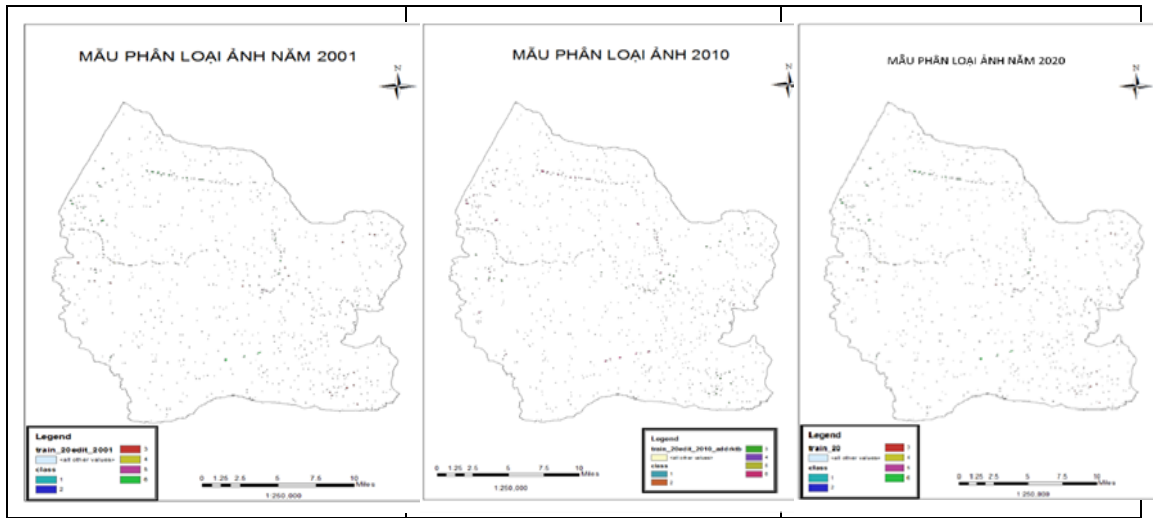
trong đó G là tiết diện ngang (m^2); H là chiều cao trung bình của các cây trong OTC (m); F là hình số thân cây tại vị trí 1,3 m (đối với rừng tự nhiên $F = 0,45$).

Đối với việc thu thập mẫu cho các năm trong quá khứ thì việc điều tra thực địa là không thể, vì vậy phương pháp được sử dụng là kế thừa các bản đồ, số liệu kiểm kê rừng của Vườn quốc gia trong quá khứ, dựa vào các đặc điểm của thảm phủ của ảnh trên Google Earth tại các thời điểm nghiên cứu và kinh nghiệm của người giải đoán để xây dựng khóa giải đoán và kiểm định.

Để tham chiếu trong quá trình phân loại và giải đoán, chúng tôi sử dụng bộ số liệu kiểm kê rừng VQG Yok Đôn năm 2001 (thời gian gộp hai lâm trường Đảnh Phôk và Lâm trường Bàn Đôn vào VQG Yok Đôn), bộ dữ liệu kiểm kê rừng năm 2009 và dữ liệu thực địa năm 2020. Các dữ liệu số như bản đồ địa hình, ranh giới hành chính, ranh giới chủ rừng, thủy văn, giao thông và các số liệu báo cáo của khu vực nghiên cứu cũng được sử dụng nhằm bổ sung thêm các thông tin cần thiết trong quá nghiên cứu. Chúng tôi đã xây dựng được bộ khóa giải đoán và kiểm định (Bảng 4) và bản đồ phân bố mẫu (Hình 4) .

Bảng 4. Tổng hợp mẫu (Region Of Interest - ROI) phân loại ảnh

Trạng thái	Số điểm ROI		
	Năm 2001	Năm 2010	Năm 2020
Rừng khộp TB và giàu	286	346	286
Rừng khộp nghèo	398	305	398
Rừng khộp nghèo kiệt	126	126	126
Rừng thường xanh	115	145	145
Mặt nước	47	57	57
Đất khác	33	44	44
Tổng	1005	1023	1056



Hình 4. Bản đồ phân bố mẫu được thu thập tại VQG Yok Đôn theo các năm

Ghi chú ký hiệu mã trạng thái thảm phủ: 1: rừng khộp kiệt; 2: rừng khộp nghèo; 3: rừng khộp trung bình và giàu; 4: Mặt nước; 5: đất khác; 6: rừng thường xanh.

2.3 Phương pháp Likelihood classification

Likelihood classification (MLC) là phương pháp phân loại có kiểm định dựa vào pixel. Chúng tôi sử dụng MLC trong phần mềm ENVI phiên bản 4.7 để phân loại [7], theo nguyên tắc:

- Tạo vùng mẫu huấn luyện (training data) cho mô hình phân loại dựa vào dữ liệu mẫu đã thu thập nêu trên;
- Chia ngẫu nhiên 70% dữ liệu mẫu cho phân loại, 30% mẫu độc lập (không tham gia vào quá trình phân loại) được sử dụng cho kiểm định kết quả phân loại.

2.4 Kiểm định kết quả phân loại

Theo Congalton [8], bảng ma trận là phương pháp hiệu quả nhất để đánh giá độ chính xác. Bảng ma trận là sai số giữa các pixel đã được phân loại và pixel trên thực tế, ma trận sai số là kết quả thống kê. Kết quả đánh giá dựa trên các chỉ số: độ chính xác chung (overall accuracy), độ chính xác người sản xuất (producer’s accuracy) và độ chính xác người sử dụng (user’s accuracy).

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

Ngoài ra, việc đánh giá mức độ quan hệ giữa thực tế và kết quả phân loại còn dựa vào hệ số kappa. Hệ số kappa nằm trong phạm vi từ 0 đến 1. Giá trị của hệ số kappa càng tiến gần đến 1 thì kết quả phân loại càng có độ chính xác cao (Bảng 5).

Bảng 5. Giá trị mức độ chặt chẽ theo chỉ số kappa

Giá trị K	Mức độ phân biệt
0,00	Thấp
0,00–0,20	Nhẹ
0,21–0,40	Vừa
0,41–0,60	Tương đối chặt
0,61–0,80	Chặt
0,81–1,00	Rất chặt

Nguồn: [6]

Công thức được sử dụng để tính hệ số kappa là:

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

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

2.5 Ứng dụng ArcGIS và QGIS trong xây dựng bản đồ hiện trạng và biến động

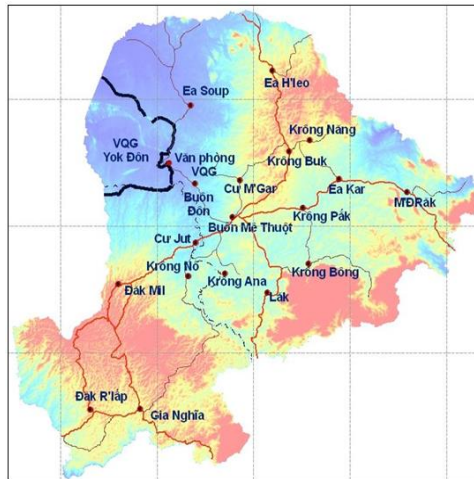
QGIS được sử dụng để chuyển đổi định dạng dạng dữ liệu và chuyển đổi hệ tọa phục vụ nghiên cứu.

Ảnh phân loại sau lọc nhiễu được chuyển sang định dạng dữ liệu không gian vector bằng chức năng Raster to Polygon và tiến hành biên tập bản đồ LULC trong phần mềm ArcGIS. Sử dụng chức năng Calculate Geometry để tính diện tích các loại thảm phủ/sử dụng đất. Các bản đồ biến động sử dụng đất được thành lập nhờ các chức năng trong ArcGIS, thông qua các bản đồ LULC tại các thời điểm nghiên cứu. Công cụ phân tích Tabulate Area, công cụ Raster Calculator trong phần mềm ArcGIS được sử dụng để phân tích thay đổi lớp phủ [9].

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Khái quát về địa bàn nghiên cứu

Vườn quốc gia Yok Đôn nằm trên địa bàn bảy xã của tỉnh Đắk Lắk và tỉnh Đắk Nông: xã Ea Pô và xã Đắk Wil (huyện Cư Jút của tỉnh Đắk Nông); xã Ea Bung và Chư M' Lan (huyện Ea



Hình 5. Sơ đồ vị trí VQG Yok Đôn

Soup của tỉnh Đắk Lắk); Krông Na, Ea Huar và Ea Wer (huyện Buôn Đôn của tỉnh Đắk Lắk), cách thành phố Buôn Mê Thuột khoảng 40 km về phía Tây Bắc theo tỉnh lộ 681 (Hình 5).

Vườn quốc gia Yok Đôn được thành lập theo Quyết định số 352/CT ngày 29 tháng 10 năm 1991 của Chủ tịch Hội đồng Bộ trưởng với mục đích bảo vệ 58.200 ha hệ sinh thái (HST) rừng khộp đất thấp. Đến 2002, theo Quyết định số 39/2002/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ về việc mở rộng Vườn, tổng diện tích tự nhiên của Vườn quốc gia Yok Đôn hiện đang quản lý là 115.545 ha. Yok Đôn là Vườn quốc gia có diện tích lớn nhất cả nước hiện nay, trong đó phân khu bảo vệ nghiêm ngặt có 80.947 ha; phân khu phục hồi sinh thái có 30.426 ha và phân khu dịch vụ hành chính có 4.172 ha. Theo kết quả nghiên cứu trước đây và kết quả điều tra khảo sát bổ sung, các HST chính trong VQG Yok Đôn được ghi nhận gồm HST rừng tự nhiên, HST đồng cỏ và trảng cây bụi, HST mặt nước, HST Buôn làng và HST nông nghiệp [4].

Trong vùng lõi của VQG Yok Đôn có buôn Đăng Phôk, thuộc xã Krông Na của huyện Buôn Đôn, tỉnh Đắk Lắk. Buôn Đăng Phôk nằm ở phía Tây khu trung tâm VQG Yok Đôn và cách khu trung tâm khoảng 20 km. Toàn buôn có 79 hộ với 403 người, đây là đặc điểm đặc trưng có ảnh hưởng lớn đến công tác quản lý và bảo vệ Vườn.

3.2 Đánh giá hiện trạng và biến động trạng thái rừng khộp VQG Yok Đôn trong giai đoạn 2001–2020

Đánh giá độ chính xác kết quả phân loại trạng thái thảm phủ

Kết quả đánh giá độ chính xác cho sáu loại lớp phủ được phân loại là khá cao, với độ chính xác tổng thể OA trên 83%. Hệ số kappa đạt từ 0,76 đến hơn 0,82. Trong đó, cao nhất là kết quả phân loại ảnh năm 2020 với OA = 86,59% và kappa bằng 0,8273. Trong khi đó, độ chính xác tại

phân loại của năm 2001 và 2010 thấp hơn với hệ số kapa xấp xỉ nhau (0,79 và 0,76%). Kết quả này phản ánh đúng chất lượng bản đồ được xây dựng dựa vào mẫu phân loại thu thập bằng phương pháp hồi cù (Bảng 6).

Kết quả phân loại đạt được độ chính xác UA và PA cho sáu lớp phủ đều trên 70%; có lớp lên đến hơn 90% kể cả UA và PA; chỉ có một số ít lớp phủ dễ bị nhầm lẫn do hiện tượng rụng lá theo mùa của rừng khộp, nhưng độ chính xác PA và UA đạt được vẫn trên 61% (Bảng 7, 8, 9). Từ đó, có thể đi đến nhận định rằng kết quả phân loại ảnh theo các trạng thái rừng khộp tại VQG Yok Đôn là khá tốt, có thể sử dụng được khi xem xét trên cả hai khía cạnh khoa học và thực tiễn.

Bảng 6. Độ chính xác tổng thể và hệ số kappa của các kết quả phân loại

Năm	Độ chính xác tổng thể	Hệ số kappa
2001	85,24	0,7963
2010	83,03	0,7696
2020	86,59	0,8273

Bảng 7. Ma trận sai số phân loại của các loại LULC 2001

Năm 2001	RK kiệt	RK nghèo	RK giàu và TB	MN	Đất khác	RTX	UA (%)
RK kiệt	62	29	0	0	1	0	67,39
RK nghèo	0	179	7	0	0	0	96,24
RK giàu và TB	0	13	153	0	0	20	82,26
MN	0	0	0	19	0	0	100,00
Đất khác	4	0	0	0	14	0	77,78
Rừng TX	0	0	6	0	0	35	85,37
PA (%)	94,34	81,00	92,17	100,00	93,33	63,64	

Bảng 8. Ma trận sai số phân loại của các loại LULC 2010

Năm 2010	RK kiệt	RK nghèo	RK giàu và TB	MN	Đất khác	RTX	UA (%)
RK nghèo kiệt	62	27	0	0	1	0	68,69
RK nghèo	4	177	7	0	0	0	94,15
RK giàu và TB	0	31	131	0	0	2	79,88
MN	0	0	0	19	0	0	100,00
Đất khác	3	0	0	0	18	0	85,71
Rừng TX	0	0	19	0	0	53	73,61
PA (%)	89,86	75,32	83,44	100,00	94,74	96,36	

Bảng 9. Ma trận sai số phân loại của các loại LULC 2020

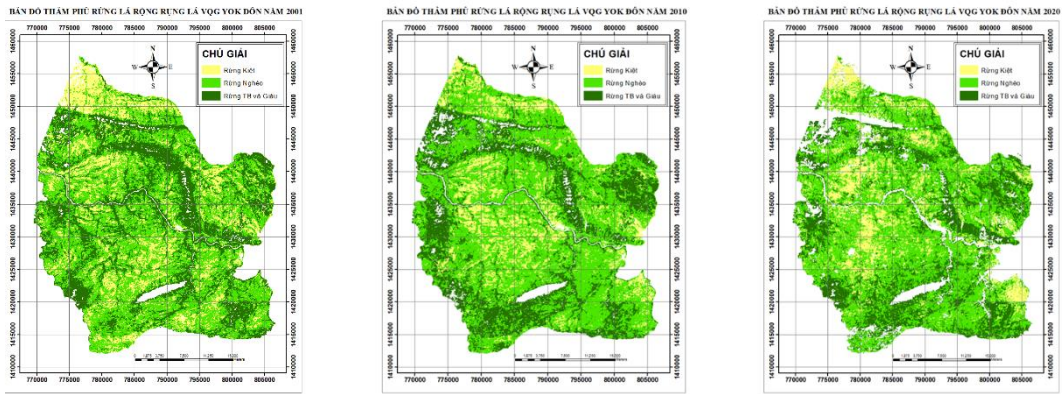
Năm 2020	RK kiệt	RK nghèo	RK giàu và TB	MN	Đất khác	RTX	UA (%)
RK nghèo kiệt	61	21	0	0	10	0	66,30
RK nghèo	38	260	13	0	40	1	73,86
RK giàu và TB	0	25	176	0	0	6	85,02
MN	0	4	0	163	1	0	97,02
Đất khác	0	0	0	0	54	0	100,00
Rừng TX	0	4	14	0	0	429	95,97
PA (%)	61,61	82,80	86,70	100,00	54,43	98,39	

Đánh giá hiện trạng và biến động trạng thái rừng VQG Yok Đôn trong giai đoạn 2001–2020

Nghiên cứu chỉ quan tâm đến các loại trạng thái rừng khộp nên ảnh sau phân loại được lọc các pixel nhiễu, sau đó vector hóa và loại bỏ các loại thảm phủ không phải rừng khộp gồm rừng thường xanh, mặt nước và đất khác. Bản đồ chuyên đề lớp phủ trạng thái rừng khộp qua các năm 2001, 2010 và 2020 được trình bày trên Hình 6 và Hình 7.

Bảng 10. Kết quả thống kê diện tích trạng thái rừng khộp qua các năm

Loại trạng thái	Đơn vị tính: ha		
	Năm 2001	Năm 2010	Năm 2020
Rừng khộp nghèo kiệt	21.864,31	16.521,43	19.172,15
RK nghèo	57.387,97	65.461,84	60.601,61
RK TB và giàu	24.987,46	20.079,26	16.181,47
Mặt nước	1.240,88	1.245,48	1.243,85
Đất khác	1.966,68	3.467,08	10.134,53
Rừng TX	8.097,7	8.769,91	8.211,39
Tổng	115.545,00	115.545,00	115.545,00

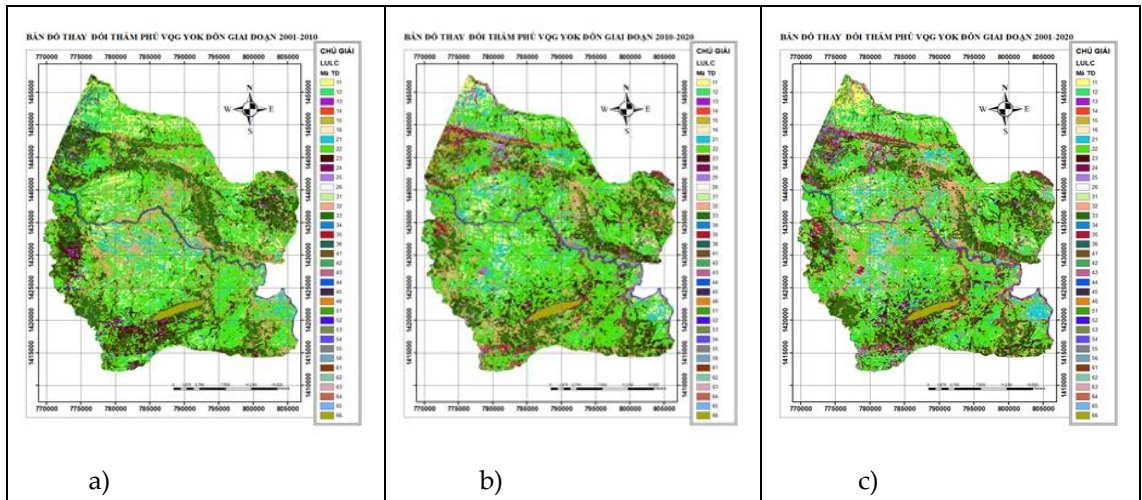


a)

b)

c)

Hình 6. Bản đồ trạng thái rừng khộp VQG Yok Đôn qua các năm: a) 2001; b) 2010; c) 2020



a)

b)

c)

Hình 7. Bản đồ chuyển đổi giữa các loại trạng thái thảm phủ rừng VQG Yok Đôn theo các giai đoạn: a) 2001–1010; b) 2010–2020; c) 2001–2020; 1: rừng khộp kiệt; 2: rừng khộp nghèo; 3: rừng khộp trung bình và giàu; 4: mặt nước; 5: đất khác; 6: rừng thường xanh.

Bảng 11. Biến động trạng thái rừng khộp tại Vườn quốc gia Yok Đôn trong giai đoạn 2001–2020

Trạng thái thảm phủ	Biến động diện tích (ha)		
	2001–2010	2010–2020	2001–2020
Rừng khộp kiệt	-5.342,88	2.650,72	-2.692,16
RK nghèo	8.073,87	-4.860,23	3.213,64
RK TB và giàu	-4.908,20	-3.897,79	-8.805,99
Mặt nước	4,60	-1,63	2,97
Đất khác	1.500,40	6.667,45	8.167,85
Rừng TX	672,21	-558,52	113,69
Tổng	0,00	0,00	0,00

Bảng 12. Ma trận chuyển đổi trạng thái thảm phủ tại VQG Yok Đôn trong giai đoạn 2001–2010

Trạng thái thảm phủ	Năm 2010 (ha)						Tổng giảm
	RK kiệt	RK nghèo	RK TB và giàu	Mặt nước	Đất khác	Rừng TX	
RK kiệt	9.546,25	11.235,60	129,56	1,08	950,29	1,53	12.318,06
RK nghèo	6.136,83	39.688,16	11.090,70	1,55	423,84	46,89	17.699,81
RK TB và giàu	262,80	13.446,00	8.565,33	2,49	721,57	1.989,27	16.422,13
Mặt nước	0,27	0,47	2,13	1.232,43	2,49	3,09	8,45
Đất khác	575,01	85,22	5,07	4,44	1.296,94	0,00	669,74
Rừng TX	0,27	1.006,39	286,47	3,49	71,95	6.729,13	1.368,57
Tổng tăng	6.975,18	25.773,68	11.513,93	13,05	2.170,14	2.040,78	

Bảng 13. Ma trận chuyển đổi trạng thái thảm phủ tại VQG Yok Đôn trong giai đoạn 2010–2020

Trạng thái thảm phủ	Năm 2020 (ha)						Tổng giảm
	RK kiệt	RK nghèo	RK giàu và TB	Mặt nước	Đất khác	Rừng TX	
RK kiệt	10.379,44	5.870,71	22,74	1,48	246,16	0,90	6.141,99
RK nghèo	8.105,84	44.483,24	9.909,03	1,97	2.874,44	87,32	20.978,60
RK TB và giàu	532,71	9.411,30	5.381,08	2,08	3.538,89	1.213,20	14.698,18
Mặt nước	1,80	0,30	3,28	1.229,04	8,70	2,36	16,44
Đất khác	150,65	69,47	10,43	4,19	3.231,80	0,54	235,28
Rừng TX	1,71	766,59	854,91	5,09	234,54	6.907,07	1.862,84
Tổng tăng	8.792,71	16.118,37	10.800,39	14,81	6.902,73	1.304,32	

Bảng 14. Ma trận chuyển đổi trạng thái thảm phủ tại VQG Yok Đôn giai đoạn 2001–2020

Trạng thái thảm phủ	Năm 2020 (ha)						Tổng giảm
	RK kiệt	RK nghèo	RK giàu và TB	Mặt nước	Đất khác	Rừng TX	
RK kiệt	11.288,20	9.898,24	76,15	2,28	598,23	1,21	10.576,11
RK nghèo	7.121,34	3.8310,50	6.239,13	0,76	5.649,14	67,10	19.077,47
RK TB và giàu	397,75	11.428,65	9.285,05	2,29	2.272,49	1.601,23	15.702,41
Mặt nước	1,04	0,39	2,70	1.229,44	5,60	1,71	11,44
Đất khác	362,83	77,34	7,75	4,32	1.514,17	0,27	452,51
Rừng TX	0,99	886,49	570,69	4,76	94,90	6.539,87	1.557,83
Tổng tăng	7.883,95	22.291,11	6.896,42	14,41	8.620,36	1671,52	

Trong 20 năm, tổng diện tích rừng khộp giảm dần từ 104.239,74 ha trong năm 2001 xuống 102.062,53 ha trong năm 2010 và xuống còn 95.955,23 vào năm 2020, tức giảm 8.284,51 ha cho cả giai đoạn 2001–2020 (Bảng 10). Trong đó:

– Diện tích rừng trung bình và rừng giàu giảm 8.805,99 ha do nạn khai thác rừng trái phép, chủ yếu xảy ra đối với các loại cây lấy gỗ lớn và có giá trị kinh tế, dẫn đến suy giảm trữ lượng rừng.

– Diện tích rừng nghèo biến động theo các xu hướng khác nhau trong hai giai đoạn nghiên cứu 2001–2010 và 2010–2020. Tuy nhiên, xét cho cả 20 năm (2001–2020), diện tích rừng khộp nghèo tăng hơn 3.200 ha, chủ yếu là do rừng khộp nghèo kiệt được phục hồi và hiện tượng khai thác trái phép làm một số lớn diện tích rừng khộp trung bình và giàu bị suy giảm về trạng thái nghèo. Mặc dù trong 20 năm rừng khộp nghèo cũng chuyển đổi qua các trạng thái khác như rừng khộp giàu và trung bình, rừng khộp nghèo kiệt và đất khác, song diện tích này vẫn thấp hơn khi so sánh với diện tích tăng lên của trạng thái này.

– Trong khi đó, rừng khộp nghèo kiệt giảm 5.342,88 ha trong 10 năm đầu và tăng 2.650,72 ha trong 10 năm cuối của giai đoạn nghiên cứu. Xét cho cả giai đoạn 20 năm (2001–2020), tổng diện tích rừng khộp nghèo kiệt giảm 2.692,16 ha. Đây là kết quả tất yếu dưới sự tác động tổng hợp của công tác quản lý và bảo vệ vườn, hiện tượng khai thác trái phép lâm sản, tác động từ hoạt động sống, sản xuất của cư dân buôn Đẳng Phốc, dân cư vùng đệm và đặc trưng phục hồi của hệ sinh thái rừng khộp trong thời gian dài.

Ngoài ra, sự thay đổi của các loại thảm phủ rừng khộp cũng được mô tả cụ thể thông qua các bảng ma trận biến động trạng thái theo từng giai đoạn nghiên cứu (Bảng 11, 12, 13, 14). Từ các bảng ma trận chuyển đổi theo sáu loại lớp phủ của VQG, có thể nhận thấy xu thế chuyển đổi chủ đạo về trạng thái của rừng khộp như sau:

– Tổng diện tích rừng khộp giảm trong cả giai đoạn nghiên cứu. Một số nguyên nhân có thể kể đến là: hoạt động khai thác trái phép (chuyển sang đất trồng, trồng cỏ và đất nông nghiệp) và việc xây dựng hệ thống thủy lợi trong địa phận Vườn cũng gây ra sự thay đổi về hệ sinh thái rừng (thay đổi từ trạng thái rừng khộp sang rừng thường xanh và bán thường xanh).

– Diện tích rừng khộp trung bình và giàu có xu hướng chính là giảm. Trong 20 năm, tuy diện tích rừng khộp nghèo đã được phục hồi chuyển sang trạng thái trung bình và giàu là khá lớn (6.239,13 ha), nhưng diện tích rừng khộp trung bình và giàu chuyển sang nghèo (11.428,65 ha) và đất khác (2.272,49 ha) lại lớn hơn do khai thác trái phép và lấn chiếm đất rừng (Bảng 14).

– Diện tích rừng khộp nghèo có xu hướng chính là tăng. Đây là kết quả của việc tăng cường công tác quản lý, bảo vệ rừng của Vườn quốc gia và sự phục hồi của các diện tích rừng khộp bị khai thác. Ngoài ra, hoạt động khai thác trái phép trong một thời gian dài đã biến một phần diện tích rừng khộp từ trạng thái trung bình thành nghèo cũng là nguyên nhân làm tăng diện tích trạng thái rừng khộp này.

– Diện tích rừng khộp nghèo kiệt có xu hướng giảm. Đây là kết quả tất yếu của sự phục hồi rừng theo thời gian.

4 Kết luận

Ứng dụng viễn thám và GIS trong việc thành lập bản đồ và phân tích thay đổi thảm phủ rừng dựa vào ảnh vệ tinh Sentinel 2 level 1C và Landsat 5 Surface Reflectance Tier 1 với thuật toán phân loại MLC, chúng tôi đã tái hiện lại thảm phủ rừng của Vườn Quốc gia Yok Đôn trong từng giai đoạn nghiên cứu với độ chính xác khá cao. Kết quả góp phần minh chứng tính hiệu quả của viễn thám trong việc cung cấp thông tin để giám sát và quản lý rừng, nhờ vào tính khách quan và tính liên tục của dữ liệu đa thời gian. Tuy nhiên, sai số là điều không thể tránh khỏi trong bất cứ kết quả phân loại nào khi xây dựng bản đồ lớp phủ mặt đất dựa trên nguồn tư liệu ảnh viễn thám và công nghệ GIS.

Trong giai đoạn 2001–2020, tổng diện tích rừng khộp tại Vườn Quốc gia Yok Đôn giảm 8.284,51 ha chủ yếu do hiện tượng khai phá đất rừng để ở và làm nông nghiệp của dân cư buôn Đrang Phốk và dân cư vùng đệm. Bên cạnh đó, việc xây dựng hệ thống thủy lợi và các hồ chứa nước trong phạm vi của vườn không chỉ làm giảm diện tích đất rừng khộp, mà còn làm thay đổi của hệ sinh thái thực vật xung quanh.

Việc giảm đáng kể trạng thái rừng khộp trung bình và giàu (8.805,99 ha) là sự cảnh báo cho Ban quản lý Vườn Quốc gia trong công tác quản lý và bảo vệ. Trong thời gian tới, Ban quản lý Vườn Quốc gia Yok Đôn cần tăng cường tuần tra, giám sát tài nguyên rừng; cần có các chương trình đánh giá tác động môi trường và đánh giá bảo tồn trong các phương án xây dựng hồ thủy lợi và xúc tiến xây dựng phương án hợp lý và dài hạn cho vấn đề di dân khỏi vùng lõi.

Tài liệu tham khảo

1. Andreas S. & Schone D. (1996), *Dipterocarp forest ecosystems: towards sustainable management*: World Scientific.
2. Chechina M. (2015), Sustainable management of dipterocarp forests in the Philippines.
3. Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật (2010), *Báo cáo quy hoạch bảo tồn và phát triển bền vững vườn quốc gia Yok Đôn giai đoạn 2010–2020*.
4. Phùng Chí Sỹ (2017), *Hiện trạng chuyển đổi rừng khộp sang trồng cao su tại tỉnh Đắk Lắk, Chuyên đề thuộc đề tài cấp tỉnh Đắk Lắk*.
5. <https://anhvientham.com/diem-danh-cac-loai-anh-vien-tham-duoc-su-dung-pho-bien-nhat/>. Các loại ảnh viễn thám được sử dụng phổ biến nhất. Ngày truy cập 21-5-2020.
6. <https://www.geosage.com/highview/featuresentinel2.html>, *Spectral Discovery for Sentinel-2 Imagery*. Ngày truy cập 21-5-2020.
7. Ngô Thị Thùy Phương, Nguyễn Thị Thanh Hương, Võ Quang Minh (2018), Lựa chọn tham số phân đoạn phù hợp để phân loại ảnh vệ tinh đa phổ Landsat 8 OLI, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 54(4A), 22–30.
8. Congalton R. G. (2001), Accuracy assessment and validation of remotely sensed and other spatial information, *International Journal of Wildland Fire*, 10(4), 321–328.
9. Nguyễn Thị Thanh Hương (2015), *Ứng dụng viễn thám và GIS trong quản lý tài nguyên rừng*, Nxb. Thông tấn.