

# ỨNG DỤNG ẢNH VỆ TINH LANDSAT 8 THÀNH LẬP BẢN ĐỒ CÁC TRẠNG THÁI RỪNG TỈNH ĐẮK LẮK

Dương Đăng Khôi

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

## Tóm tắt

Đánh giá khả năng lưu giữ cacbon rừng đòi hỏi thông tin cập nhật diện tích các trạng thái rừng. Mục đích của nghiên cứu này là ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 để thành lập bản đồ các trạng thái rừng tại tỉnh Đắk Lắk, làm cơ sở cho ước tính khả năng lưu giữ cacbon theo các trạng thái rừng với chi phí thấp và được cập nhật thường xuyên trên địa bàn. Thuật toán phân loại có kiểm định của môđun Image Analysis trong phần mềm ArcGIS 10.3 được áp dụng để phân loại các trạng thái rừng trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk. Kết quả phân loại cho biết ảnh Landsat 8 có khả năng phân biệt các trạng thái rừng khá hiệu quả. Với rừng lá rộng rụng lá, kết quả phân loại cho biết rừng lá rộng rụng lá nghèo chiếm tỷ lệ diện tích lớn nhất (15,8 %), kế đến là rừng lá rụng rụng lá nghèo kiệt (8,09 %), rừng lá rụng rụng lá trung bình (5,81 %). Với rừng lá rộng thường xanh, trạng thái rừng lá rộng thường xanh giàu chiếm tỷ lệ lớn nhất (14,40 %), tiếp đến là rừng lá rộng thường xanh trung bình (13,74%), rừng lá rộng thường xanh nghèo (9,48). Diện tích rừng cao su chiếm diện tích nhỏ (5,08 %). Về độ chính xác tổng quát, kết quả phân loại bản đồ hiện trạng các trạng thái rừng tự nhiên từ ảnh Landsat 8 đạt xấp xỉ 90 % và hệ số Kappa đạt 0,8. Đây là mức chính xác có thể chấp nhận được trong thực tiễn sử dụng bản đồ trạng thái rừng cho ước tính lượng cacbon lưu giữ theo các trạng thái rừng.

**Từ khóa:** Lốp phủ rừng; Trạng thái rừng; Landsat 8; Đắk Lắk.

## Abstract

### *The use of Landsat 8 imagery for mapping natural forest states in Dak Lak province*

Assessment of forest's carbon storage level requires up-to-date information on the area of natural forest states. The purpose of this study is to use the Landsat 8 satellite images to create the map of natural forest states in Dak Lak province, which provides the baseline data for estimating forest carbon storage in the province. The supervised classification algorithm in the Image Analysis of the ArcGIS 10.3 software was applied to classify natural forest states in the province. The classification results showed that the Landsat 8 image was suitable for distinguishing natural forest states. Poor deciduous broadleaf forests occupied the largest proportion (15.5 %) of deciduous broadleaf forests, followed by very poor deciduous broadleaf forests (8.09 %), and medium deciduous broadleaf forests (5.81 %). Rich evergreen broadleaf forests, medium evergreen broadleaf forests and poor evergreen broadleaf forests accounted for 14.40 %, 13.74 % and 9.48 % of the evergreen broadleaf forests, respectively. Rubber forest area occupied a small area (5.08 %). In terms of overall accuracy, using Landsat 8 images can produce the map of natural forest states by approximately 90 % with Kappa coefficient of 0.8 which is acceptable for estimating carbon storage of natural forest states.

**Keywords:** Forest cover; Forest states; Landsat 8; Dak Lak province.

## **1. Đặt vấn đề**

Rừng tự nhiên có khả năng lưu giữ trữ lượng cacbon lớn trong cả sinh khối bề mặt và trong đất, có vai trò rất lớn trong giảm thiểu biến đổi khí hậu (Brown, 1996; IPCC, 2006) [3, 8]. Việc ước tính khả năng lưu giữ cacbon rừng đòi hỏi thông tin cập nhật diện tích các trạng thái rừng. Vì vậy, việc giám sát biến động diện tích các trạng thái rừng là rất quan trọng. Hơn nữa, việc giám sát biến động diện tích rừng cũng làm cơ sở cho thực hiện chính sách chi trả dịch vụ môi trường rừng nói chung hàng năm. Công tác theo dõi, giám sát biến động diện tích rừng hàng năm đòi hỏi thời gian, nhân lực và kinh phí lớn. Ảnh vệ tinh viễn thám có thể hỗ trợ công tác theo dõi, giám sát biến động diện tích rừng khá hiệu quả, chi phí thấp hơn, độ phủ trùm rộng, có khả năng cập nhật nhanh (IPPC, 2006) [8]. Nguồn dữ liệu ảnh Landsat khổng lồ, được cung cấp miễn phí, cùng các phương pháp xử lý ảnh tự động thông qua các phần mềm GIS chuyên dụng đã cho phép ứng dụng ảnh vệ tinh viễn thám trong giám sát, theo dõi biến động rừng rất hiệu quả (USGS, 2019) [10].

Trong số ảnh vệ tinh viễn thám quang học, ảnh vệ tinh Landsat 8 có nhiều ưu điểm trong giám sát diện tích rừng hơn so với các thế hệ Landsat 1, 2, 3, 4, 5, 7. Ảnh Landsat 8 có nhiều kênh phổ hơn, miền giá trị phổ phản xạ DN lớn hơn, chất lượng ảnh được cải thiện đáng kể so với các thế hệ trước (USGS, 2019) [10]. Ảnh vệ tinh Landsat 8 nói riêng và ảnh Landsat nói chung đã được sử dụng phổ biến để xây dựng bản đồ hiện trạng sử dụng đất và bản đồ hiện trạng rừng tại nhiều nước trên thế giới (Asim Banskota và cs, 2014) [2] cũng như tại Việt Nam. Tuy nhiên, việc lập bản đồ hiện trạng rừng phục vụ ước tính khả năng lưu giữ cacbon rừng

đòi hỏi mức độ chi tiết hơn so với bản đồ hiện trạng rừng phục vụ quản lý đất lâm nghiệp. Nghĩa là, bản đồ hiện trạng rừng phục vụ nghiên cứu khả năng lưu giữ cacbon đòi hỏi khoanh vẽ chính xác các vùng trạng thái khác nhau vì các vùng trạng thái khác nhau có mức độ lưu giữ cacbon khác nhau. Cho đến nay, nghiên cứu ứng dụng ảnh Landsat 8 xây dựng bản đồ phân bố các trạng thái rừng trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk phục vụ ước tính khả năng lưu giữ cacbon rừng chưa được quan tâm nghiên cứu. Chính vì vậy, mục đích của nghiên cứu này là ứng dụng ảnh Landsat 8 để xây dựng bản đồ hiện trạng các trạng thái rừng tự nhiên trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk, làm cơ sở cho ước tính khả năng lưu giữ cacbon của các trạng thái rừng.

## **2. Phương pháp nghiên cứu**

### **2.1. Thu thập dữ liệu Landsat 8**

Việc lựa chọn thời điểm thu dữ liệu vệ tinh viễn thám có ảnh hưởng đến độ chính xác bản đồ hiện trạng rừng phân loại. Trong nghiên cứu này, dữ liệu thu trong thời kỳ mùa khô được lựa chọn. Thời điểm mùa khô tại Đắk Lắk thường xuất hiện từ tháng 1 đến tháng 4 là lý tưởng cho thu ảnh để phân loại ảnh xây dựng bản đồ lớp phủ rừng vì mức độ ảnh hưởng của khí quyển là thấp nhất. Vì vậy, trong nghiên cứu này, dữ liệu ảnh Landsat 8 được lựa chọn là ảnh chụp ngày 27 tháng 01 năm 2020. Dữ liệu được tải về tại địa chỉ: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Ngoài thu thập dữ liệu viễn thám, các dữ liệu phù trợ cũng được thu thập, tổng hợp để hỗ trợ giải đoán, phân loại ảnh. Các dữ liệu phù trợ chủ yếu gồm bản đồ địa hình tỷ lệ 1/100.000, bản đồ hiện trạng rừng năm 2020. Ngoài ra, dữ liệu khảo sát thực địa trên địa bàn và dữ liệu

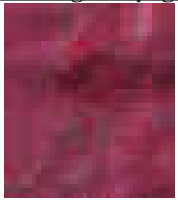
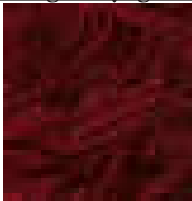
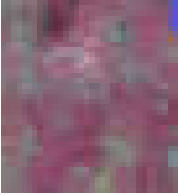
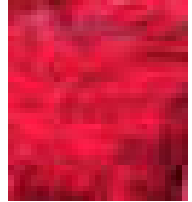


số hóa các điểm ảnh từ Google earth độ phân giải cao được sử dụng để giải đoán ảnh thành lập bản đồ hiện trạng rừng.

**2.2. Phân loại ảnh có kiểm định**

Quá trình phân loại có kiểm định được thực hiện theo các bước chính là phân tích tiền xử lý ảnh, xây dựng khóa phân loại, áp dụng thuật toán phân loại có kiểm định. Với tiền xử lý, dữ liệu ảnh Landsat 8 được thu thập ở mức xử lý mức 1, nghĩa là dữ liệu Landsat 8 khu vực nghiên cứu đã được hiệu chỉnh trực ảnh. Tuy nhiên, để bảo đảm độ chính xác, ảnh được nắn chỉnh lại theo bản đồ địa hình tỷ lệ 1/100.000 do Sở Tài nguyên và Môi trường Đắk Lắk cung cấp. Sau đó, dữ liệu các kênh ảnh gốc được hiệu chỉnh ảnh theo phương pháp trừ đối tượng tối (DOS1). Môđun SCP (Semi-Automatic Classification Plugin) tích hợp trong phần mềm QGIS mã nguồn mở được sử dụng để hiệu chỉnh khí quyển. Về xây dựng khóa phân loại, các khóa phân loại được xác

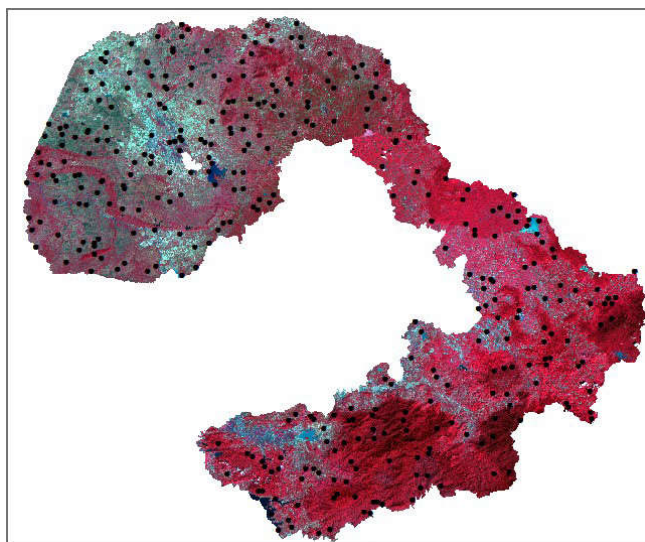
định theo từng loại trạng thái rừng. Các loại trạng thái rừng được phân loại gồm rừng lá rộng rụng lá trung bình, rừng lá rộng rụng lá nghèo, rừng lá rộng rụng lá nghèo kiệt; rừng lá rộng thường xanh giàu, rừng lá rộng thường xanh trung bình, rừng lá rộng thường xanh nghèo, rừng cao su. Dữ liệu mẫu huấn luyện (training areas) phân loại được thu thập từ khảo sát thực địa, kế thừa tập dữ liệu điểm điều tra hiện trạng sử dụng đất trong báo cáo thoái hóa đất tỉnh Đắk Lắk 2019, bản đồ hiện trạng rừng 2020. Tiến hành vẽ vùng mẫu phân loại theo từng loại trạng thái rừng dựa trên các dữ liệu tham chiếu này. Sau khi các vùng mẫu huấn luyện đã được khoanh vẽ và đánh giá đạt yêu cầu, tiến hành tạo tệp khóa giải đoán (signature file). Về phân loại, nghiên cứu áp dụng thuật toán phân loại xác suất cực đại để phân loại ảnh. Quá trình phân loại được thực hiện bằng mô-đun Image Analysis trong phần mềm ArcGIS 10.3.

**Bảng 1. Mẫu ảnh rừng lá rộng rụng lá và lá rộng thường xanh**

STT	Mẫu ảnh rừng lá rộng rụng lá	Mẫu ảnh rừng lá rộng thường xanh
1	 <i>Rừng lá rộng rụng lá trung bình</i>	 <i>Rừng lá rộng thường xanh giàu</i>
2	 <i>Rừng lá rộng rụng lá nghèo</i>	 <i>Rừng lá rộng thường xanh trung bình</i>
3	 <i>Rừng lá rộng rụng lá nghèo kiệt</i>	 <i>Rừng lá rộng thường xanh nghèo</i>

### 2.3. Đánh giá độ chính xác

Tập số liệu 286 điểm mẫu khảo sát thực địa được sử dụng để đánh giá độ chính xác các trạng thái rừng, trong đó rừng lá rộng rụng lá trung bình 55 điểm mẫu, rừng lá rộng rụng lá nghèo 46 điểm mẫu, rừng lá rộng rụng lá nghèo kiệt là 43 điểm mẫu; rừng lá rộng thường xanh giàu là 47 điểm mẫu, rừng lá rộng thường xanh trung bình là 54 điểm mẫu, rừng lá rộng thường xanh nghèo là 20; rừng cao su là 18 điểm mẫu.



**Hình 1: Sơ đồ phân bố các điểm đánh giá độ chính xác**

Độ chính xác người sử dụng  $U_a$  (user's accuracy): Tỷ số điểm được phân loại chính xác so với tổng số điểm theo hàng, được hiểu là tỉ lệ số mẫu phân loại đúng của 1 loại rừng so với tổng số mẫu thực địa (mẫu thực tế) của loại rừng đó.

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

Độ chính xác người sản xuất  $P_a$  (producer's accuracy): Số điểm được phân loại chính xác so với tổng số điểm theo cột, được hiểu là tỉ lệ số mẫu phân loại đúng của 1 loại rừng so với tổng số

Đánh giá độ chính xác bản đồ giải đoán hiện trạng rừng được thực hiện theo phương pháp Congalton (1991, 2001, 2009) bao gồm một bảng ma trận sai số để tính toán độ chính xác tổng quát (overall accuracy), độ chính xác người sản xuất (producer accuracy) và độ chính xác người sử dụng (user accuracy).

Độ chính xác tổng quát (overall accuracy): là tỷ số giữa tổng số của tất cả các điểm (pixel) được phân loại đúng so với tổng số tất cả các điểm (pixel) được phân loại.

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

mẫu kết quả phân loại (mẫu dự đoán) của loại rừng đó.

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

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 có công thức tính như sau:

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

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

### **3. Kết quả nghiên cứu**

#### **3.1. Phân loại các loại trạng thái rừng**

Trên cơ sở xác định khóa phân loại thông qua khoanh vẽ vùng mẫu huấn luyện và tạo tệp khóa phân loại, môđun Image Analysis trong ArcMap 10.3 đã

được sử dụng để tiến hành phân loại có kiểm định theo phương pháp xác suất cực đại. Kết quả phân loại các trạng thái rừng trình bày tại Bảng 2. Bảng 2 cho thấy với rừng lá rộng rụng lá thì trạng thái rừng chủ yếu là nghèo (chiếm 15,15 %), kế đến là rừng lá rụng rụng lá nghèo kiệt (8,09 %), rừng lá rụng rụng lá trung bình chiếm diện tích nhỏ nhất (5,81 %). Với rừng lá rộng thường xanh, trạng thái rừng lá rộng thường xanh giàu (TXG) chiếm 14,40 % và rừng lá rộng thường xanh trung bình (TXB) chiếm 13,74 % cao hơn so với rừng lá rộng thường xanh nghèo (TXN) chiếm 9,48 %. Diện tích rừng cao su (CS) chiếm diện tích nhỏ 5,08 %.

**Bảng 2. Diện tích và tỷ lệ các trạng thái rừng phân loại từ ảnh Landsat 8**

<b>Tên trạng thái rừng</b>	<b>Diện tích (ha)</b>	<b>Tỷ lệ (%)</b>
Rừng lá rộng rụng lá trung bình (RLB)	36.642,70	5,81
Rừng lá rộng rụng lá nghèo (RLN)	95.594,00	15,15
Rừng lá rộng rụng lá nghèo kiệt (RLK)	51.066,94	8,09
Rừng lá rộng thường xanh giàu (TXG)	90.910,26	14,40
Rừng lá rộng thường xanh trung bình (TXB)	86.690,15	13,74
Rừng lá rộng thường xanh nghèo (TXN)	59.845,60	9,48
Rừng cao su (CS)	32.037,80	5,08
Đất nông nghiệp (NN)	178.331,60	28,26
<b>Tổng cộng</b>	<b>631.139,01</b>	<b>100</b>

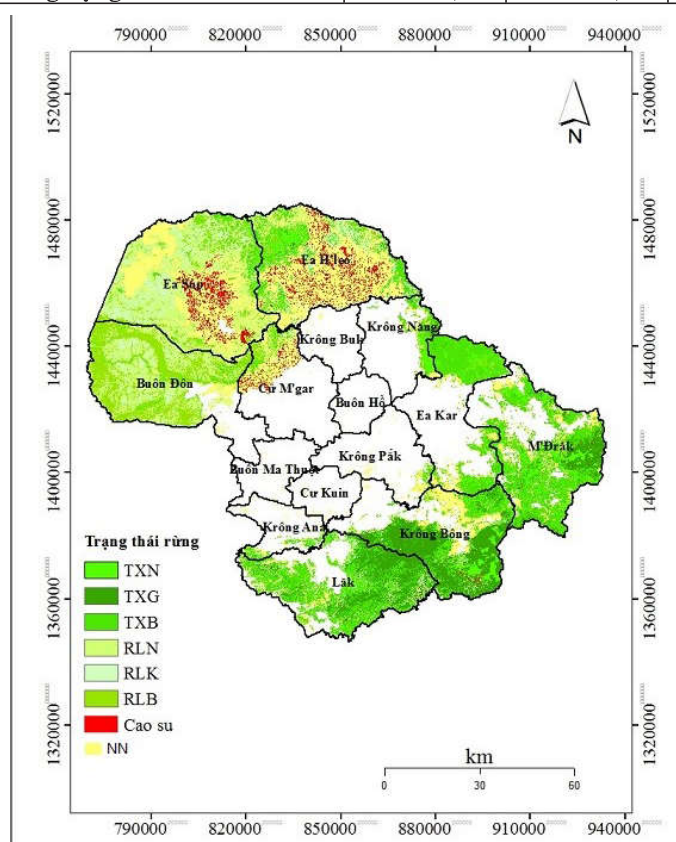
Trên cơ sở diện tích phân loại, diện tích từng trạng thái rừng được so sánh về quy mô so với diện tích hiện trạng các trạng thái rừng năm 2020 do Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn công bố. Kết quả so sánh được trình bày tại Bảng 3. Nhìn chung, sự chênh lệch diện tích đều nhỏ hơn 10%. Với rừng lá rộng rụng lá, trạng thái rừng lá rộng rụng lá nghèo kiệt có sự chênh lệch lớn nhất giữa hiện trạng và kết quả giải đoán - 8,33 (giá

trị âm thể hiện diện tích phân loại nhỏ hơn), tiếp đến là rừng lá rộng rụng lá trung bình (6,75 %). Rừng lá rộng rụng lá nghèo đạt mức độ chênh lệch nhỏ nhất (2,49 %). Với rừng lá rộng thường xanh, sự chênh lệch diện tích giữa hiện trạng các trạng thái rừng, đất nông nghiệp với diện tích các trạng thái phân loại nằm trong ngưỡng khá tốt dưới 5 %.

**Nghiên cứu**

**Bảng 3. So sánh diện tích các trạng thái rừng phân loại và hiện trạng rừng 2020**

Trạng thái rừng	Giải đoán (ha)	HT2020 (ha)	Chênh (ha)	Chênh (%)
Rừng lá rộng rụng lá trung bình (RLB)	36.642,70	34.324,78	2.317,92	6,75
Rừng lá rộng rụng lá trung nghèo (RLN)	95.594,00	93.270,00	2.324,00	2,49
Rừng lá rộng rụng lá trung nghèo kiệt (RLK)	51.066,94	55.708,86	4.641,92	-8,33
Rừng lá rộng thường xanh giàu (TXG)	90.910,26	95.372,60	4462,34	-4,68
Rừng lá rộng thường xanh trung bình (TXB)	86.690,15	83.549,70	3140,45	3,76
Rừng lá rộng thường xanh nghèo (TXN)	59.845,60	58.543,71	1301,89	2,22
Tổng diện tích rừng tự nhiên	420.769,65	420.769,65		
Rừng cao su (CS)	32.037,76	25076,00	6.961,76	27,76
Đất nông nghiệp (NN)	178.331,6	185.293,36	6.961,76	-3,76
<b>Tổng cộng</b>	<b>631.139,01</b>	<b>631.139,01</b>	<b>-</b>	<b>-</b>



**Hình 2: Bản đồ các trạng thái rừng tỉnh Đắk Lắk năm 2020**

Riêng diện tích cây cao su có sự chênh lệch lớn nhất. Lý do là vì cây cao su cũng bị rụng lá giống như rừng lá rộng rụng lá, vì vậy nhiều khoanh và lô rừng bị phân loại nhầm giữa hai loại này. Mặt khác, cây cao su trồng giáp ranh với cây nông nghiệp, vào mùa khô thì lá cây cao su rụng, nên chỉ số thực vật khá thấp

thường bị nhầm với cả diện tích đất nông nghiệp cây hàng năm lẫn cận.

**3.2. Đánh giá độ chính xác**

Đánh giá độ chính xác có thể thực hiện theo các cấp độ khác nhau. Đầu tiên, cách đánh giá đơn giản nhất là quan sát bản đồ phân loại và bản đồ tham chiếu,

nếu hai bản đồ tương đối giống nhau thì người giải đoán có thể chấp nhận được. Người sử dụng bản đồ cũng dựa trên khả năng quan sát và so sánh như vậy. Thứ hai, mức phức tạp hơn là so sánh từng nhóm đối tượng phân loại (loại trạng thái rừng) với bản đồ tham chiếu dưới dạng tổng diện tích và tỷ lệ % của từng loại trạng thái rừng giữa bản đồ phân loại và bản đồ tham chiếu. Thứ ba, mức cao hơn là tính tỷ lệ % các điểm phân loại đúng so với số liệu tham chiếu với từng loại trạng thái rừng dựa trên ma trận sai số. Cuối cùng, mức hoàn chỉnh nhất của đánh giá độ chính xác là sự kết hợp cả 4 loại đánh giá và tính hệ số nhất quán Kappa (Kappa coefficient of agreement), độ chính

tổng quát (overall accuracy), độ chính xác người sản xuất (producer accuracy), độ chính xác người sử dụng (user accuracy). Hiện nay, hầu hết các bản đồ hiện trạng sử dụng đất và hiện trạng rừng đều được đánh giá dựa theo mức cao nhất này.

Kết quả đánh giá độ chính xác phân loại các trạng thái rừng được tổng hợp tại Bảng 4. Kết quả đánh giá cho thấy hệ số nhất quán Kappa đạt 0,80 và độ chính xác tổng quát đạt 89,47 %. Độ chính xác người sản xuất và độ chính xác người sử dụng có sự biến động theo trạng thái rừng, nhưng nhìn chung đều lớn hơn 75 %, đây là mức độ mà cộng đồng người sử dụng thường chấp nhận.

**Bảng 4. Độ chính xác phân loại các trạng thái rừng từ ảnh Landsat 8**

		Dữ liệu tham chiếu								
		RLB	RLN	RLK	TXG	TXB	TXN	CS	Tổng	Ua
Dữ liệu phân loại	RLB	45	5	3		2			55	81,82
	RLN	2	37	5		2		1	47	78,72
	RLK	2	4	35		1			42	83,33
	TXG	2			42	3	1		48	87,50
	TXB	3			3	44	1		51	86,27
	TXN	1			2	2	18		23	78,26
	CS		2	1				17	20	85,00
	Tổng	55	46	43	47	54	20	18	286	
	Pa	81,82	80,43	81,40	89,36	81,48	90,00	94,44		
	Độ chính xác tổng quát									89,47
Kappa									0,80	

Hiện tại, nhiều quan điểm khác nhau còn tranh cãi về ngưỡng chính xác tiêu chuẩn cần đạt với bản đồ phân loại từ ảnh vệ tinh. Theo Anderson và cộng sự (1976) [4], mức tối thiểu của độ chính xác của các loại sử dụng đất phân loại từ dữ liệu viễn thám là 85 %. Thomlinson và cs (1999) [9] cho rằng độ chính xác tổng thể cần đạt 85 % và không có lớp phân loại nào có độ chính xác dưới 70 %. Tuy

nhiên, nhiều bản đồ phân loại đã xuất bản với độ chính xác tổng thể dưới 85 % và được chấp nhận sử dụng.

**4. Kết luận**

Kết quả phân loại các trạng thái rừng tự nhiên gồm rừng lá rộng rụng lá và rừng lá rộng thường xanh sử dụng ảnh vệ tinh viễn thám Landsat 8 cho thấy ảnh Landsat 8 có khả năng phân biệt các loại rừng và các trạng thái rừng khá hiệu quả. Với rừng

## Nghiên cứu

lá rộng rụng lá, kết quả phân loại phân biệt được 03 trạng thái chính là rừng lá rộng rụng lá trung bình, rừng lá rộng rụng lá nghèo và rừng lá rộng rụng lá nghèo kiệt. Với rừng lá rộng thường xanh, nghiên cứu cũng phân biệt được rừng lá rộng thường xanh giàu, rừng lá rộng thường xanh trung bình và rừng lá rộng thường xanh nghèo. Tuy nhiên, với rừng cao su thì khó phân biệt hơn vì ở thời điểm phân loại rừng cao su cũng bị rụng lá giống như rừng lá rộng rụng lá; vì vậy nhiều khoanh và lô rừng lá rộng rụng lá bị phân loại sai lệch với rừng cao su và ngược lại. Về quy mô diện tích các trạng thái rừng lá rộng rụng lá, kết quả phân loại cho biết rừng lá rộng rụng lá trạng thái nghèo chiếm tỷ lệ diện tích lớn nhất (15,8 %), kế đến là rừng lá rụng rụng lá rộng lá nghèo kiệt (8,09 %), rừng lá rộng rụng lá trung bình (5,81 %). Với rừng lá rộng thường xanh, trạng thái rừng lá rộng thường xanh giàu chiếm tỷ lệ lớn nhất (14,40), tiếp đến là rừng lá rộng thường xanh trung bình (13,74 %), rừng lá rộng thường xanh nghèo (9,48). Diện tích rừng cao su chiếm diện tích nhỏ (5,08). Về độ chính xác tổng quát, kết quả phân loại bản đồ hiện trạng rừng tự nhiên và rừng cao su từ ảnh Landsat 8 đạt xấp xỉ 90 % và hệ số Kappa đạt 0,8. Đây là mức chính xác có thể chấp nhận được trong thực tiễn sử dụng bản đồ trạng thái rừng cho ước tính lượng cacbon lưu giữ theo các loại rừng và các trạng thái rừng.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Đắk Lắk (2020). *Bản đồ hiện trạng rừng năm 2020*.

[2]. Asim Banskota, Nilam Kayastha, Michael J. Falkowski, Michael A. Wulder, Robert E. Froese & Joanne C. White., (2014). *Forest monitoring using Landsat*

*time series data: A review*. Canadian Journal of Remote Sensing, 40:5, 362 - 384. Doi: 10.1080/07038992.2014.987376.

[3]. Brown, S., (1996). *Present and potential roles of forests in the global climate change debate*. *Unasylva*, vol. 185, pp. 3 - 9.

[4]. Anderson, J.R.; Hardy, E.E.; Roach, J.T.; Witmer, R.E., (1976). *Government printing office: Washington, DC, USA*.

[5]. Congalton, R.G., (1991). *A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data*. *Remote Sensing of Environment*. 37:35 - 46.

[6]. Congalton, R.G., (2001). *Accuracy assessment and validation of remotely sensed and other spatial information*. *International Journal of Wildland Fire* 10: 321 - 328. doi:10.1071/WF01031.

[7]. Congalton, R.G; K. Green., (2009). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. 2<sup>nd</sup> ed. Boca Raton, FL: CRC Press.

[8]. IPCC., (2006). *IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., (eds). Published: IGES, Japan.

[9]. Thomlinson J. R, Bolstad P. V, Cohen W. B., (1999). *Coordinating methodologies for scaling landcover classifications from site-specific to global: steps toward validating global map products*. *Remote Sensing of Environment*, 70, 16 - 28.

[10]. USGS., (2019). *Landsat 8 data users handbook*. The United State Geological Survey (USGS).

BBT nhận bài: 10/9/2021; Phản biện xong: 23/9/2021; Chấp nhận đăng: 01/12/2021