

# SỬ DỤNG CHỈ SỐ VIỄN THÁM ĐỂ PHÁT HIỆN SUY THOÁI RỪNG TẠI KHU DỰ TRỮ SINH QUYỂN THẾ GIỚI LANGBIANG, LÂM ĐỒNG

Nguyễn Quốc Hiệu<sup>1</sup>, Phùng Văn Khoa<sup>2</sup>, Nguyễn Hải Hòa<sup>2</sup>, Lê Văn Hương<sup>3</sup>, Lê Văn Sơn<sup>3</sup>,  
Tôn Thất Minh<sup>3</sup>, Trương Quang Cường<sup>3</sup>, Trần Văn Nam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tổng Cục Lâm nghiệp, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn

<sup>2</sup>Trường Đại học Lâm nghiệp

<sup>3</sup>Trung tâm Nghiên cứu Quốc tế Rừng nhiệt đới, Lâm Đồng

## TÓM TẮT

Sử dụng công nghệ viễn thám và GIS trong xây dựng bản đồ hiện trạng rừng cũng như bản đồ biến động diện tích rừng đang trở nên khá phổ biến ở Việt Nam. Nghiên cứu đã xây dựng thành dự trữ sinh quyển thế giới (DTSQ TG) công bản đồ hiện trạng rừng năm 2017 với 5 đối tượng sử dụng đất tại Khu DTSQ TG Langbiang, tỉnh Lâm Đồng, với độ tin cậy 91,5%. Ba chỉ số chọn số viễn thám (NDVI, NBR và IRSI) được lựa chọn và tính toán tại các điểm suy thoái rừng, ngưỡng giá trị có thể phát hiện sớm suy thoái rừng được xác định cho khu vực nghiên cứu với độ tin cậy từ 64,4 ÷ 97,8%. Đối với chỉ số NDVI thì ngưỡng giá trị có thể phát hiện rừng bị suy thoái dao động 0,015 ÷ 0,25, đối với NBR là 0,023 ÷ 0,384, và IRSI là 0,038 ÷ 0,635. Kết quả kiểm chứng cho thấy việc sử dụng chỉ số viễn thám để phát hiện sớm suy thoái rừng có độ tin cậy và có thể áp dụng cho Khu dự trữ Sinh quyển Thế giới Langbiang, tỉnh Lâm Đồng.

**Từ khóa:** Biến động, chỉ số thực vật, đất lâm nghiệp, Langbiang, GIS, viễn thám, dự trữ sinh quyển, vùng đệm

## Using remote sensing indices to detect forest degradation in Langbiang world biosphere reserve, Lam Dong province

Using remote sensing and GIS technologies in constructing the status of forest maps as well as changes in extents of forest has become commonly in Vietnam. The study has successfully constructed forest status with five Land use/Land cover types in 2017 in Langbiang Biosphere Reserve, Lam Dong province. In addition, three remote sensing indices, namely NDVI, NBR and IRSI, were selected and calculated for forest degradation sites; the thresholds of early forest degradation detection in Langbiang Biosphere Reserve have determined at accuracy values ranging from 64.4 ÷ 97.8%. For NDVI, threshold of early forest degradation detection is 0.015 ÷ 0.25. Thresholds of NBR and IRSI are 0.023 ÷ 0.384 and 0.038 ÷ 0.635, respectively. As field-based accuracy assessments, using remote sensing indices (NDVI, NBR and IRSI) for early forest degradation detection is reliable and applicable in Langbiang World Biosphere Reserve, Lam Dong.

**Keywords:** Buffer zone, vegetation index, forest change, forest land, GIS, remote sensing, Langbiang, Biosphere Reserve

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng có chức năng rất quan trọng về mặt sinh thái môi trường, kinh tế xã hội và an ninh quốc phòng. Tuy nhiên, tài nguyên rừng đang có xu hướng suy giảm về chất lượng và số lượng trên phạm vi toàn cầu nói chung và Việt Nam nói riêng, hậu quả của việc suy giảm về chức năng phòng hộ của rừng đã kéo theo nhiều hệ lụy khủng hoảng sinh thái môi trường và các vấn đề khác. Do vậy, vấn đề quản lý rừng bền vững đã, đang và sẽ là chủ đề nóng được nhiều quốc gia, nhiều tổ chức và các cá nhân quan tâm hơn bao giờ hết. Câu hỏi đặt ra là làm thế nào chúng ta có thể phát hiện sớm rừng bị mất hay rừng suy thoái để từ đó có những giải pháp ngăn chặn kịp thời. Ngày nay, sự phát triển của khoa học công nghệ, trong đó có sự ra đời của công nghệ ảnh vệ tinh và GIS, đã hỗ trợ con người rất nhiều trong giám sát và đánh giá biến động tài nguyên rừng một cách nhanh chóng và kịp thời. Dữ liệu viễn thám có tính chất đa thời gian, đa phổ, phủ trùm diện tích rộng cho phép chúng ta cập nhật thông tin, tiến hành nghiên cứu một cách nhanh chóng, hiệu quả và tiết kiệm về thời gian và công sức. Việc kết hợp sử dụng ảnh viễn thám có độ phân giải cao trong việc quản lý tài nguyên đã và đang là một hướng đi mới phục vụ cho công tác quy hoạch tài nguyên thiên nhiên nói chung cũng như tài nguyên rừng nói riêng.

Lâm Đồng là một trong năm tỉnh thuộc vùng Tây Nguyên và diện tích lớn thứ 7 của cả nước, tiếp giáp các vùng kinh tế trọng điểm phía Nam. Lâm Đồng có nguồn tài nguyên thiên nhiên phong phú, trong đó có Khu DTSQ TG Langbiang, một trong 9 Khu DTSQ của Việt Nam, có tính đa dạng sinh thái phong phú, đa dạng sinh học cao tạo nên những tiềm năng to lớn về du lịch sinh thái cho tỉnh. Tuy nhiên, trong những năm gần đây tình trạng thay đổi diện tích rừng tại vùng đệm, thay đổi mục đích sử dụng đất đã gây ảnh hưởng không

nhỏ đến tính đa dạng sinh học và sự ổn định của hệ sinh thái rừng, gây nhiều khó khăn cho các cơ quan chức năng trong việc quản lý. Do vậy, cần có các giải pháp ngăn chặn xâm phạm tài nguyên rừng đang trở thành vấn đề cấp thiết tại Khu DTSQ TG Langbiang. Để có thêm cơ sở khoa học nhằm xác định các nguyên nhân cũng như xác định sự thay đổi không gian diện tích rừng, sử dụng ảnh viễn thám, trong đó có tư liệu Landsat để phát hiện sớm suy thoái rừng và mất rừng tại Khu DTSQ TG Langbiang đóng vai trò rất quan trọng, nghiên cứu này được thực hiện với ba điểm chính: (1) xây dựng bản đồ hiện trạng sử dụng đất, hiện trạng rừng tại Khu DTSQ Langbiang; (2) lựa chọn và xây dựng chỉ số viễn thám phù hợp có thể phát hiện sớm suy thoái rừng tại Khu DTSQ TG Langbiang, tỉnh Lâm Đồng; (3) xác định ngưỡng chỉ số viễn thám có thể phát hiện sớm suy thoái rừng góp phần làm cơ sở khoa học đưa ra các giải pháp quản lý rừng hiệu quả hơn trong tương lai tại khu vực nghiên cứu.

## II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các khu vực rừng bị suy thoái trong năm 2015 và 2016 tại Khu dự trữ sinh quyển thế giới Langbiang (DTSQ TG), tỉnh Lâm Đồng.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### a) Kế thừa số liệu thứ cấp

Thu thập tài liệu thứ cấp liên quan: Bản đồ địa hình, bản đồ hiện trạng sử dụng đất và bản đồ quy hoạch do Khu DTSQ TG Langbiang. Thu thập tài liệu liên quan về thực trạng và công tác quản lý rừng, bao gồm số liệu báo cáo tổng kết công tác hàng năm của Khu DTSQ TG Langbiang, của các huyện và xã thuộc khu vực nghiên cứu; tài liệu niên giám thống kê của tỉnh Lâm Đồng, báo cáo tổng kết hàng năm của

những chương trình và dự án đã thực hiện và các văn bản, chính sách pháp luật của Nhà nước, của tỉnh và của huyện liên quan đến khu vực nghiên cứu.

Sử dụng các tư liệu ảnh viễn thám Landsat trong các năm 2015, 2016 và 2017; bản đồ hiện trạng khu vực nghiên cứu (Bảng 1).

**Bảng 1.** Dữ liệu ảnh Landsat thu thập trong nghiên cứu

TT	Mã ảnh	Thời gian	Độ phân giải (m)	Nguồn
1	LC812405220150218	18/02/2015	30	USGS
2	LC812405220160308	08/03/2016	30	USGS
3	LC812405120170207	11/03/2017	30	USGS
4	Bản đồ hiện trạng sử dụng đất lâm nghiệp, kiểm kê rừng	2016	1/50000	Khu DTSQ Langbiang
5	Bản đồ địa hình, DEM	2011	30	USGS

Nguồn: <http://earthexplorer.usgs.gov>

**b) Phương pháp thu thập ngoại nghiệp và xử lý số liệu**

Điều tra sơ bộ được thực hiện để lựa chọn các điểm kiểm chứng ngoài thực địa nhằm đánh giá độ chính xác của phương pháp phân loại ảnh. Các điểm cho các đối tượng điều tra được lựa chọn ngẫu nhiên cho toàn bộ khu vực. Vị trí các đối tượng được xác định bằng GPSMAP64s, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, hiện trạng rừng được xây dựng bằng phần mềm ArcGIS 10.4.1 và ENVI 4.7. Phương pháp giải đoán và phân loại ảnh được mô tả theo sơ đồ 1. Trong nghiên cứu này, 70% tổng số điểm điều tra bằng GPS được sử dụng cho giải đoán ảnh và 30% số điểm còn lại được sử dụng cho việc đánh giá độ chính xác của phương pháp phân loại.

**Bước 1: Tiền xử lý ảnh viễn thám Landsat**

- Chuyển các giá trị số trên ảnh về giá trị bức xạ vật lý và giá trị phản xạ phổ của vật thể. Cụ thể như sau:

*Chuyển các giá trị số (DN) trên ảnh về giá trị của bức xạ vật lý tại sensor:*

$$L_{\lambda} = M_L \times Q_{cal} \tag{1}$$

Trong đó:  $L_{\lambda}$ : Giá trị bức xạ phổ tại ống kính của sensor;  $Q_{cal}$ : Giá trị số trên ảnh (DN);  $M_L$ :

giá trị Radiance\_Mult\_Band\_x;  $A_L$ : giá trị Radiance\_Add\_Band\_x.

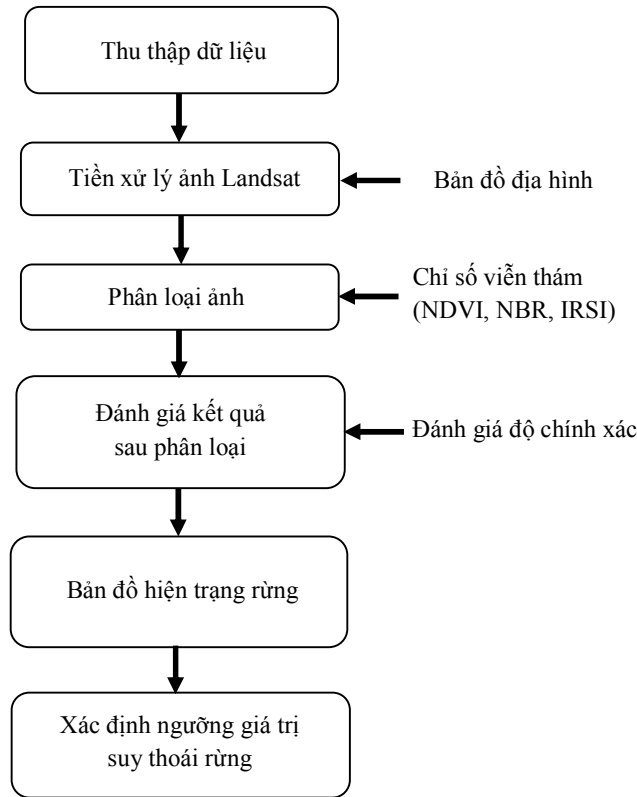
*Chuyển các giá trị của bức xạ vật lý tại sensor về giá trị của phản xạ ở tầng trên khí quyển của vật thể, đối tượng:*

$$\rho_{\lambda} = (M_p Q_{cal} + A_p) / \sin(\theta_{sz}) \tag{2}$$

Trong đó:  $\rho_{\lambda}$ : phản xạ ở tầng trên của khí quyển (Planetary TOA reflectance, thứ nguyên, không có đơn vị);  $Q_{cal}$ : Giá trị số trên ảnh (DN);  $M_p$ : giá trị Reflectance\_Mult\_Band\_x;  $A_p$ : giá trị Reflectance\_Add\_Band\_x;  $\theta_{sz}$ : góc thiên đỉnh (góc cao) của mặt trời (độ).

- Hiệu chỉnh hình học: Trước công việc phân tích và giải đoán ảnh, ảnh vệ tinh cần được nắn chỉnh hình học để hạn chế sai số vị trí và chênh lệch địa hình, sao cho hình ảnh gần với bản đồ địa hình ở phép chiếu trực giao nhất. Kết quả giải đoán phụ thuộc vào độ chính xác của ảnh. Do vậy, đây là một công việc rất quan trọng cho các bước phân tích tiếp theo.

- Gom nhóm kênh ảnh: Dữ liệu ảnh thu nhận được bao gồm các kênh phổ riêng lẻ và có màu đen trắng, cần phải gom các kênh ảnh để phục vụ việc giải đoán ảnh.



**Sơ đồ 1.** Các bước xây dựng bản đồ hiện trạng và xác định ngưỡng phát hiện suy thoái rừng

- Tăng cường chất lượng ảnh: Ảnh viễn thám sau khi được tổ hợp được tăng cường bằng cách cho thêm Band toàn sắc màu (Panchromatic Band, Band 8 đối với Landsat 8) nhằm tăng cường độ sắc nét ảnh và độ phân giải ảnh (Singh *et al.*, 2016).

- Cắt ảnh theo ranh giới khu vực nghiên cứu: Thông thường trong một cảnh ảnh viễn thám thu được có diện tích rất rộng ngoài thực địa, trong khi đối tượng nghiên cứu chỉ sử dụng một phần hoặc diện tích nhỏ trong cảnh ảnh đó. Để thuận tiện cho việc xử lý ảnh nhanh, tránh mất thời gian trong việc xử lý và phân loại ảnh tại những khu vực không cần thiết, những vùng không thuộc khu vực nghiên cứu được loại bỏ. Một lớp ranh giới được sử dụng để cắt tách vùng nghiên cứu ra khỏi cảnh ảnh.

**Bước 2: Phân loại ảnh**

- *Giải đoán ảnh bằng mắt* (Visual Interpretation): Là phương pháp sử dụng mắt và kinh nghiệm người phân loại để tách chiết các thông tin từ dữ liệu viễn thám dạng hình ảnh. Phương pháp này được sử dụng để hỗ trợ các phương pháp phân loại ảnh. Ngoài ra, nghiên cứu sử dụng một số công cụ hỗ trợ như Google Earth và Google Map trong phân loại ảnh. Giải đoán bằng mắt có thể coi là phương pháp phổ biến nhất mà vẫn có thể đáp ứng được mức độ chính xác cần thiết.

- *Chỉ số thực vật NDVI* (Normalised Difference Vegetation Index): Chỉ số thực vật được chuẩn hóa sự khác biệt (NDVI) phản ánh sự thay đổi sự che phủ bởi thực vật trên bề mặt đất. Chỉ số này được sử dụng để mô tả đặc điểm của thực

vật về sinh khối, diện tích lá và tỷ lệ thực phủ (Nguyễn Hải Hòa và Nguyễn Hữu An, 2016). Chỉ số thực vật NDVI được xác định dựa trên sự phản xạ khác nhau của thực vật thể hiện giữa kênh phổ khả kiến và kênh phổ cận hồng ngoại, dùng để biểu thị mức độ tập trung của thực vật trên mặt đất. Chỉ số thực vật được tính toán theo công thức:

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

*Trong đó:* Đối với ảnh Landsat 8 thì  $\text{Band}_{\text{NIR}}$  (kênh cận hồng ngoại) là Band 5;  $\text{Band}_{\text{RED}}$  (kênh màu đỏ) là Band 4. Giá trị của chỉ số thực vật là dãy số từ -1 ÷ 1. Nếu giá trị NDVI càng cao thì khu vực đó có độ che phủ thực vật tốt. Nếu giá trị NDVI thấp thì khu vực đó có độ thực phủ thấp (Singh *et al.*, 2016; Krakauer *et al.*, 2017).

- *Chỉ số NBR* (Normalised Burn Ratio) (Schepers *et al.*, 2014; Wu *et al.*, 2017):

$$NDR = \frac{(\text{Band}_{\text{NIR}} - \text{Band}_{\text{SWIR}})}{(\text{Band}_{\text{NIR}} + \text{Band}_{\text{SWIR}})} \quad (2)$$

*Trong đó:* Đối với ảnh Landsat 8 thì  $\text{Band}_{\text{NIR}}$  là Band 5 và  $\text{Band}_{\text{SWIR}}$  là Band 7. Nếu  $NBR < -0,25$  thì là rừng phục hồi sau cháy với tỷ lệ cao (High post-fire regrowth);  $NBR: -0,25 \div -0,1$ - rừng phục hồi sau cháy với tỷ lệ thấp (Low post-fire regrowth);  $NBR: -0,1 \div 0,1$ - khu vực không cháy (Unburned);  $NBR: 0,1 \div 0,27$ - Khu vực cháy rừng có mức độ nghiêm trọng thấp (Low severity burn);  $NBR: 0,27 \div 0,44$  - Khu vực cháy rừng có mức độ nghiêm trọng trung bình (Moderate severity burn);  $NBR: 0,44 \div 0,66$  - Khu vực cháy rừng có mức độ nghiêm trọng cao (high severity burn);  $NBR > 0,66$  - Khu vực cháy rừng có mức độ nghiêm trọng rất cao (Very high severity burn).

- *Chỉ số tổ hợp viễn thám giữa NDVI với NBR* (IRSI- Integrated Remote Sensing Index):

$$IRSI = NDVI + NBR \quad (3)$$

Việc sử dụng chỉ số này nhằm làm rõ nét các khu vực có thực vật phân bố trong khi chỉ số NDVI và NBR chưa phản ánh rõ nét.

**Bước 3:** *Đánh giá độ chính xác và xử lý ảnh sau phân loại*

Được sử dụng để đánh giá chất lượng của ảnh vệ tinh được giải đoán, so sánh độ tin cậy của các phương pháp phân loại ảnh. Sau khi phân loại ảnh kết thúc, bước xử lý ảnh sau phân loại được thực hiện để tạo ra các lớp có khả năng xuất ra bản đồ bằng cách khái quát hóa thông tin.

**Bước 4:** Thành lập bản đồ hiện trạng rừng

Quy tắc tính toán mối liên hệ giữa tỷ lệ bản đồ với độ phân giải là chia mẫu của tỷ lệ bản đồ cho  $2*1000$  để tìm ra kích thước với đơn vị m. Công thức tính tỷ lệ bản đồ từ độ phân giải là:

$$\text{Tỷ lệ bản đồ} = \text{Độ phân giải (m)} * 2 * 1000 \quad (4)$$

Dữ liệu viễn thám được sử dụng trong nghiên cứu này có độ phân giải không gian là 30 m, theo công thức trên thì tỷ lệ bản đồ phù hợp cho khu vực nghiên cứu là 1:60000. Ngoài ra, để thành lập bản đồ hoàn chỉnh, cần bổ sung thêm các chi tiết như hệ thống lưới chiếu, chú giải, thước tỷ lệ và kim chỉ hướng.

**Bước 5:** *Xác định ngưỡng giá trị chỉ số thực vật có thể phát hiện sớm suy thoái rừng*

Để xác định giá trị chỉ số thực vật có thể phát hiện sớm ra các khu vực có suy thoái rừng, nghiên cứu sử dụng công cụ Spatial Analyst Tools: Map Algebra=> Raster Calculator theo công thức sau:

$$dNDVI_{\text{Forest degradation}} = NDVI_{\text{trước}} - NDVI_{\text{sau}} \quad (5)$$

$$dNBR_{\text{Forest degradation}} = NBR_{\text{trước}} - NBR_{\text{sau}} \quad (6)$$

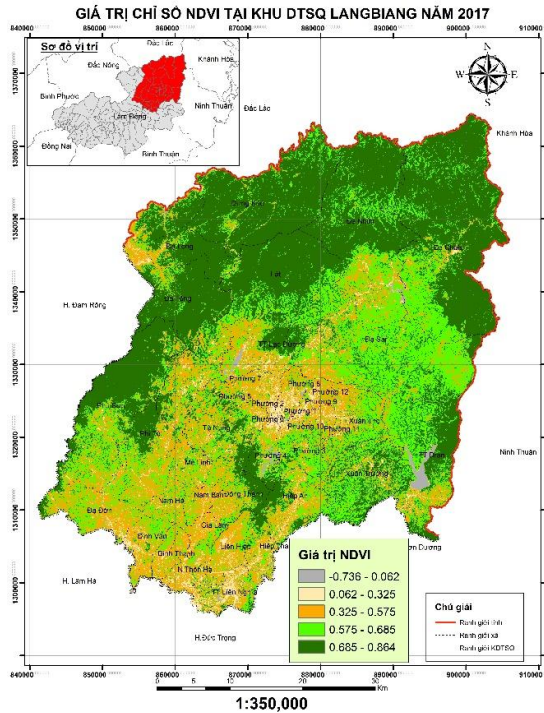
$$dIRSI_{\text{Forest degradation}} = IRSI_{\text{trước}} - IRSI_{\text{sau}} \quad (7)$$

**III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

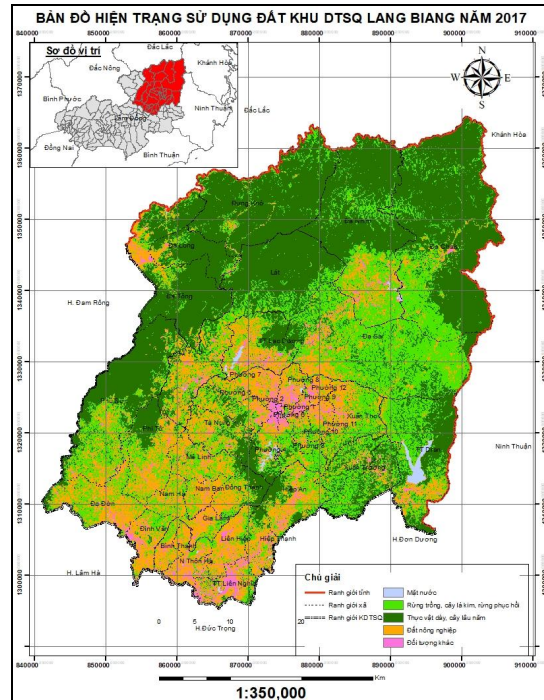
**3.1. Hiện trạng sử dụng đất tại Khu DTSQ TG Langbiang**

Để xây dựng bản đồ hiện trạng rừng năm 2017, nghiên cứu đã sử dụng chỉ số thực vật

NDVI kết hợp với điều tra thực địa và bản đồ kiểm kê rừng năm 2016. Kết quả được thể hiện tại hình 1.



**Hình 1.** Giá trị chỉ số NDVI tại khu vực nghiên cứu (Landsat 8- 11/03/2017)



**Hình 2.** Hiện trạng phân bố diện tích đất lâm nghiệp tại Khu DTSQ TG Langbiang năm 2017 (Landsat 8- 11/03/2017)

Qua hình 1 cho thấy chỉ số thực vật NDVI tại khu vực nghiên cứu dao động từ  $-0,736 \div 0,864$ , giá trị NDVI càng lớn thì mức độ đậm đặc bởi thực vật càng cao (Xie *et al.*, 2008; Singh *et al.* 2016). Kết hợp với số liệu điều tra ngoài thực địa cho thấy chỉ số NDVI cao ( $>0,450$ ) là đất có rừng, trong khi khu vực có chỉ số NDVI thấp hơn ( $0,41 \div 0,45$ ) là khu vực đất lâm nghiệp chưa có rừng hoặc che phủ bởi trảng cỏ, cây bụi và thực vật khác; khu vực có

chỉ số NDVI thấp ( $<0,41$ ) là đối tượng khác bao gồm đất nông nghiệp, đất thổ cư, đường giao thông và nước mặt. Dựa vào kết quả này, nghiên cứu đã xây dựng khóa phân loại ảnh trên cơ sở chia làm 5 đối tượng sử dụng đất được thể hiện tại hình 2 và bảng 2. Khóa phân loại sẽ được sử dụng để phân loại ảnh năm 2015 và 2016 kết hợp với bản đồ kiểm kê rừng và dữ liệu Google Earth.

**Bảng 2.** Phân loại đối tượng lớp phủ theo giá trị chỉ số NDVI và diện tích (ha)

Đối tượng	NC	ĐTK	ĐNN	RT, CLK, RPH	TVD, CLN
Giá trị NDVI	-0,736 ÷ 0,062	0,062 ÷ 0,325	0,325 ÷ 0,575	0,575 ÷ 0,685	0,685 ÷ 0,864
Diện tích	1,815.7	10,275.5	62,224.5	79,933.9	121,627.6

NC (nước); ĐTK (Đối tượng khác); ĐNN (Đất nông nghiệp); RT, CLK, RPH (rừng trồng, cây lá kim, rừng phục hồi); TVD (Thảm thực vật tự nhiên không kể rừng lá kim); CLN (cây lâu năm).

Qua bảng 2 cho thấy tổng diện tích rừng trồng, cây lá kim và rừng phòng hộ (RT, CLK, RPH) của Khu DTSQ TG Langbiang là 79,933.9 ha, trong khi diện tích đất che phủ bởi thực vật dày và cây lâu năm (TVD, CLN) là 121,627.6 ha (năm 2017). Đối tượng sử dụng đất là mặt nước có diện tích thấp nhất (1,815.7 ha).

**Đánh giá độ chính xác của bản đồ**

Để đánh giá độ chính xác của bản đồ hiện trạng, nghiên cứu đã sử dụng thiết bị định vị GPS xác định của vị trí các đối tượng ngoài thực địa. Kết quả điều tra ngoài thực địa được

lưu dưới file số liệu Excel thống kê thông tin các điểm thực địa bản đồ, bao gồm số hiệu điểm, tọa độ X, Y, hiện trạng đất lâm nghiệp và khu vực tại vị trí điểm đó. File số liệu được đưa vào phần mềm ArcGIS kèm theo sơ đồ các điểm thực địa, sau đó tiến hành so sánh giá trị thực địa với giá trị trên ảnh phân loại từ đó đánh giá được độ chính xác của năm ảnh (Bảng 3). Độ chính xác phân loại của kết quả cuối cùng được đánh giá dựa vào kết quả khảo sát thực địa, các điểm lấy mẫu tập trung vào khu vực chưa được khảo sát.

**Bảng 3.** Đánh giá độ chính xác của bản đồ hiện trạng năm 2017 theo chỉ số NDVI.

Phân loại	NC	ĐTK	ĐNN	RT, CLK, RPH	TVD, CLN	Độ chính xác (%)
NC	50	2	0	0	0	96,0
ĐTK	1	86	2	1	0	86,0
ĐNN	0	5	49	4	1	83,1
RT, LK, RPH	0	0	2	63	3	86,3
TVD, CLN	0	2	2	2	44	88,0
Độ chính xác bản đồ (% , 319 điểm): 91,5						

*NC (nước); ĐTK (Đối tượng khác); ĐNN (Đất nông nghiệp); RT, CLK, RPH (rừng trồng, cây lá kim, rừng phục hồi); TVD (Thảm thực vật tự nhiên không kể rừng lá kim); CLN (cây lâu năm).*

Kết quả đánh giá độ chính xác của ảnh phân loại năm 2017 cho thấy độ chính xác của bản đồ là 91,5%, đây là kết quả cao. Kết quả này có thể khẳng định, bản đồ hiện trạng có thể sử dụng cho hoạt động quản lý tài nguyên rừng cho khu vực nghiên cứu.

**3.2. Xác định giá trị chỉ số viễn thám có thể phát hiện sớm suy thoái rừng**

Để có thể phát hiện sớm suy thoái rừng, một số chỉ số viễn thám có thể phản ánh sự thay đổi về

chất lượng rừng được sử dụng, bao gồm chỉ số NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) và chỉ số NBR (Normalised Burn Ratio) và tổ hợp giữa chỉ số NDVI và NBR (IRSI) trong năm 2015 và 2016. Kết quả tính toán giá trị các trị số theo từng năm, sự thay đổi các chỉ số trong giai đoạn 2015- 2016, số liệu điều tra ngoài thực địa tại các vị trí suy thoái rừng cùng giai đoạn được tổng hợp tại bảng 4.

**Bảng 4.** Giá trị chỉ số viễn thám trước và sau thời điểm rừng bị tác động.

TT	X*	Y*	Thời điểm trước khi bị tác động	Thời điểm bị tác động*	Thời điểm phát hiện bằng ảnh	Trước			Sau			Biến động		
						NDVI	NBR	IRSI	NDVI	NBR	IRSI	dNDVI	dNBR	dIRSI
1	108,65917	12,15740	18/02/2015	10-11/2015	8/03/2016	0,709	0,633	1,342	0,474	0,232	0,705	0,236	0,401	0,637
2	108,65694	12,15499	18/02/2015	1/2016	8/03/2016	0,562	0,400	0,962	0,503	0,274	0,776	0,059	0,126	0,185
3	108,65694	12,15472	18/02/2015	1/2016	8/03/2016	0,700	0,539	1,239	0,595	0,429	1,024	0,105	0,110	0,215
4	108,65721	12,15472	18/02/2015	1/2016	8/03/2016	0,749	0,612	1,361	0,568	0,364	0,931	0,181	0,248	0,430
5	108,65830	12,15443	18/02/2015	10-11/2015	8/03/2016	0,724	0,662	1,386	0,625	0,449	1,074	0,099	0,214	0,312
6	108,65830	12,15416	18/02/2015	10-11/2015	8/03/2016	0,751	0,690	1,441	0,514	0,307	0,821	0,238	0,382	0,620
7	108,66022	12,15386	18/02/2015	10-11/2015	8/03/2016	0,435	0,308	0,744	0,336	0,292	0,629	0,099	0,016	0,115
8	108,66022	12,15359	18/02/2015	10-11/2015	8/03/2016	0,394	0,192	0,585	0,166	0,141	0,307	0,228	0,051	0,279
9	108,66049	12,15359	18/02/2015	10-11/2015	8/03/2016	0,262	0,166	0,428	0,171	0,120	0,291	0,091	0,046	0,137
10	108,66022	12,15332	18/02/2015	10-11/2015	8/03/2016	0,280	0,091	0,371	0,184	0,071	0,255	0,095	0,020	0,116
11	108,66049	12,15332	18/02/2015	10-11/2015	8/03/2016	0,290	0,206	0,496	0,182	0,102	0,284	0,108	0,104	0,212
12	108,65911	12,15307	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,732	0,731	1,463	0,628	0,561	1,189	0,104	0,170	0,274
13	108,65966	12,15306	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,322	0,171	0,493	0,296	0,113	0,409	0,027	0,057	0,084
14	108,66049	12,15305	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,228	0,044	0,272	0,213	0,021	0,234	0,015	0,023	0,038
15	108,65223	12,15289	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,756	0,714	1,470	0,621	0,516	1,137	0,135	0,198	0,333
16	108,65250	12,15288	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,779	0,697	1,476	0,442	0,184	0,626	0,338	0,513	0,851
17	108,65278	12,15288	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,782	0,742	1,523	0,399	0,112	0,511	0,383	0,629	1,012
18	108,65333	12,15287	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,765	0,773	1,538	0,673	0,603	1,276	0,092	0,170	0,262
19	108,65360	12,15287	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,758	0,760	1,518	0,653	0,577	1,230	0,105	0,183	0,288
20	108,65939	12,15279	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,488	0,367	0,855	0,375	0,313	0,689	0,113	0,054	0,167
21	108,65993	12,15278	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,341	0,117	0,458	0,252	0,056	0,308	0,089	0,062	0,151
22	108,66021	12,15278	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,289	0,118	0,407	0,216	0,053	0,268	0,074	0,065	0,139
23	108,65250	12,15261	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,778	0,736	1,513	0,593	0,436	1,029	0,185	0,300	0,485
24	108,65278	12,15261	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,787	0,719	1,506	0,536	0,335	0,870	0,251	0,384	0,635
25	108,65305	12,15260	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,755	0,748	1,503	0,648	0,557	1,205	0,107	0,191	0,298



TT	X*	Y*	Thời điểm trước khi bị tác động	Thời điểm bị tác động*	Thời điểm phát hiện bằng ảnh	Trước			Sau			Biến động		
						NDVI	NBR	IRSI	NDVI	NBR	IRSI	dNDVI	dNBR	dIRSI
26	108,65333	12,15260	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,753	0,756	1,509	0,660	0,597	1,257	0,094	0,159	0,252
27	108,65250	12,15234	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,749	0,743	1,492	0,652	0,554	1,206	0,096	0,189	0,286
28	108,65277	12,15234	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,763	0,716	1,480	0,653	0,537	1,190	0,110	0,179	0,289
29	108,65745	12,15228	18/02/2015	1/2016	8/03/2016	0,641	0,557	1,198	0,532	0,408	0,940	0,109	0,149	0,259
30	108,65250	12,15207	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,747	0,759	1,507	0,620	0,559	1,179	0,127	0,201	0,327
31	108,65277	12,15207	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,752	0,744	1,496	0,648	0,589	1,237	0,104	0,155	0,259
32	108,65882	12,15199	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,650	0,600	1,249	0,508	0,417	0,925	0,142	0,183	0,324
33	108,65992	12,15197	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,705	0,550	1,256	0,530	0,348	0,878	0,175	0,202	0,377
34	108,66020	12,15197	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,525	0,431	0,956	0,465	0,341	0,806	0,060	0,090	0,150
35	108,65194	12,15181	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,737	0,748	1,485	0,636	0,588	1,225	0,101	0,160	0,260
36	108,65276	12,15180	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,756	0,760	1,516	0,654	0,593	1,246	0,102	0,167	0,269
37	108,65744	12,15173	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,546	0,391	0,937	0,350	0,143	0,493	0,197	0,248	0,445
38	108,65882	12,15172	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,468	0,409	0,877	0,405	0,213	0,618	0,063	0,196	0,259
39	108,65965	12,15170	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,572	0,404	0,977	0,399	0,141	0,541	0,173	0,263	0,436
40	108,65992	12,15170	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,545	0,396	0,941	0,318	0,001	0,319	0,227	0,395	0,622
41	108,65194	12,15154	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,737	0,750	1,487	0,626	0,572	1,198	0,111	0,178	0,289
42	108,65496	12,15150	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,748	0,756	1,504	0,643	0,589	1,232	0,105	0,167	0,272
43	108,65771	12,15146	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,490	0,366	0,856	0,320	0,169	0,490	0,170	0,197	0,367
44	108,65964	12,15143	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,583	0,395	0,978	0,404	0,122	0,527	0,179	0,272	0,451
45	108,65221	12,15126	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,737	0,758	1,495	0,637	0,587	1,224	0,100	0,171	0,271
46	108,65248	12,15126	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,762	0,767	1,529	0,659	0,599	1,258	0,104	0,167	0,271
47	108,65469	12,15123	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,757	0,754	1,511	0,699	0,642	1,341	0,058	0,112	0,170
48	108,65496	12,15123	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,744	0,752	1,496	0,667	0,602	1,269	0,076	0,151	0,227
49	108,65771	12,15119	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,504	0,314	0,818	0,403	0,189	0,592	0,101	0,125	0,226
50	108,65964	12,15116	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,570	0,382	0,952	0,374	0,074	0,448	0,196	0,308	0,504
51	108,65991	12,15116	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,561	0,363	0,923	0,279	0,001	0,280	0,282	0,362	0,644
52	108,66019	12,15116	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,578	0,456	1,034	0,499	0,260	0,759	0,078	0,197	0,275

TT	X*	Y*	Thời điểm trước khi bị tác động	Thời điểm bị tác động*	Thời điểm phát hiện bằng ảnh	Trước			Sau			Biến động		
						NDVI	NBR	IRSI	NDVI	NBR	IRSI	dNDVI	dNBR	dIRSI
53	108,65248	12,15099	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,762	0,762	1,525	0,642	0,565	1,207	0,120	0,197	0,318
54	108,65963	12,15089	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,575	0,364	0,939	0,388	0,092	0,481	0,186	0,272	0,458
55	108,65991	12,15089	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,543	0,347	0,889	0,354	0,090	0,444	0,189	0,256	0,446
56	108,66019	12,15089	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,571	0,436	1,007	0,539	0,324	0,863	0,032	0,112	0,144
57	108,65220	12,15072	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,734	0,754	1,488	0,649	0,598	1,247	0,086	0,156	0,241
58	108,65247	12,15072	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,753	0,745	1,498	0,633	0,545	1,178	0,120	0,200	0,320
59	108,65275	12,15071	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,755	0,740	1,496	0,641	0,569	1,210	0,115	0,172	0,286
60	108,65302	12,15071	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,761	0,729	1,490	0,610	0,486	1,096	0,151	0,244	0,395
61	108,65770	12,15065	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,601	0,567	1,168	0,518	0,440	0,958	0,083	0,126	0,210
62	108,65908	12,15063	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,608	0,445	1,052	0,499	0,292	0,791	0,109	0,152	0,261
63	108,65963	12,15062	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,615	0,439	1,054	0,559	0,325	0,884	0,057	0,114	0,170
64	108,65220	12,15045	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,733	0,749	1,482	0,634	0,597	1,231	0,099	0,152	0,252
65	108,65247	12,15045	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,747	0,742	1,489	0,641	0,587	1,228	0,106	0,155	0,261
66	108,65302	12,15044	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,740	0,713	1,453	0,634	0,564	1,197	0,106	0,149	0,255
67	108,65440	12,15042	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,733	0,748	1,481	0,661	0,596	1,257	0,073	0,152	0,225
68	108,65880	12,15036	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,624	0,418	1,042	0,392	0,179	0,572	0,231	0,239	0,470
69	108,65907	12,15036	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,525	0,360	0,885	0,306	0,047	0,352	0,220	0,313	0,533
70	108,65742	12,15011	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,321	0,242	0,563	0,262	0,186	0,448	0,058	0,056	0,115
71	108,65880	12,15009	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,531	0,358	0,889	0,271	0,178	0,449	0,260	0,180	0,440
72	108,65907	12,15009	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,501	0,323	0,824	0,285	0,081	0,366	0,216	0,242	0,457
73	108,65990	12,15008	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,569	0,416	0,985	0,344	0,044	0,388	0,226	0,372	0,598
74	108,66017	12,15007	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,627	0,530	1,157	0,462	0,220	0,683	0,164	0,309	0,474
75	108,65329	12,14989	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,737	0,733	1,470	0,647	0,582	1,229	0,091	0,151	0,242
76	108,65879	12,14982	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,523	0,358	0,881	0,220	0,355	0,576	0,302	0,003	0,305
77	108,65934	12,14981	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,523	0,362	0,885	0,246	0,133	0,379	0,277	0,228	0,506
78	108,65961	12,14981	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,543	0,366	0,909	0,263	0,046	0,309	0,280	0,320	0,600
79	108,65576	12,14959	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,666	0,527	1,193	0,530	0,462	0,992	0,136	0,065	0,201

TT	X*	Y*	Thời điểm trước khi bị tác động	Thời điểm bị tác động*	Thời điểm phát hiện bằng ảnh	Trước			Sau			Biến động		
						NDVI	NBR	IRSI	NDVI	NBR	IRSI	dNDVI	dNBR	dIRSI
80	108,65797	12,14956	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,539	0,350	0,889	0,494	0,241	0,735	0,044	0,109	0,154
81	108,65852	12,14955	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,588	0,431	1,019	0,423	0,373	0,797	0,165	0,057	0,222
82	108,65934	12,14954	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,503	0,347	0,850	0,166	0,243	0,409	0,337	0,104	0,441
83	108,65961	12,14954	18/02/2015	8-9/2015	8/03/2016	0,544	0,394	0,937	0,184	0,186	0,370	0,360	0,208	0,568
84	108,65549	12,14932	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,656	0,496	1,153	0,484	0,375	0,859	0,172	0,121	0,294
85	108,65576	12,14932	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,614	0,417	1,030	0,359	0,241	0,600	0,255	0,176	0,430
86	108,65575	12,14905	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,560	0,337	0,897	0,431	0,335	0,766	0,130	0,001	0,131
87	108,65327	12,14881	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,735	0,734	1,469	0,645	0,584	1,230	0,090	0,149	0,239
88	108,65355	12,14881	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,733	0,732	1,465	0,651	0,572	1,223	0,082	0,160	0,242
89	108,65382	12,14880	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,736	0,737	1,473	0,652	0,587	1,239	0,084	0,150	0,234
90	108,65299	12,14854	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,744	0,740	1,484	0,646	0,583	1,229	0,098	0,156	0,254
91	108,65327	12,14854	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,747	0,734	1,481	0,640	0,570	1,211	0,107	0,164	0,271
92	108,65355	12,14854	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,735	0,736	1,471	0,639	0,567	1,206	0,096	0,169	0,265
93	108,65327	12,14827	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,746	0,729	1,475	0,638	0,538	1,176	0,107	0,192	0,299
94	108,65354	12,14826	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,736	0,744	1,480	0,627	0,536	1,163	0,108	0,208	0,317
95	108,65382	12,14826	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,731	0,736	1,467	0,643	0,563	1,206	0,088	0,173	0,261
96	108,65409	12,14826	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,734	0,740	1,474	0,657	0,587	1,243	0,077	0,154	0,231
97	108,65437	12,14825	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,743	0,745	1,487	0,641	0,546	1,187	0,102	0,198	0,300
98	108,65464	12,14825	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,750	0,750	1,500	0,630	0,519	1,150	0,120	0,231	0,350
99	108,65491	12,14825	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,740	0,734	1,474	0,646	0,572	1,217	0,094	0,163	0,257
100	108,65354	12,14799	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,740	0,737	1,477	0,618	0,546	1,164	0,122	0,191	0,313
101	108,65382	12,14799	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,739	0,737	1,476	0,618	0,526	1,144	0,120	0,212	0,332
102	108,65409	12,14799	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,753	0,746	1,499	0,637	0,567	1,204	0,115	0,179	0,295
103	108,65437	12,14798	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,761	0,758	1,519	0,643	0,573	1,215	0,119	0,185	0,304
104	108,65464	12,14798	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,764	0,754	1,518	0,647	0,583	1,230	0,116	0,171	0,288
105	108,65326	12,14773	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,726	0,730	1,457	0,633	0,564	1,196	0,093	0,167	0,260
106	108,65353	12,14772	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,738	0,729	1,467	0,618	0,514	1,132	0,120	0,215	0,335

TT	X*	Y*	Thời điểm trước khi bị tác động	Thời điểm bị tác động*	Thời điểm phát hiện bằng ảnh	Trước			Sau			Biến động		
						NDVI	NBR	IRSI	NDVI	NBR	IRSI	dNDVI	dNBR	dIRSI
107	108,65381	12,14772	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,745	0,729	1,474	0,629	0,543	1,172	0,116	0,187	0,303
108	108,65408	12,14772	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,754	0,743	1,497	0,663	0,587	1,250	0,091	0,156	0,247
109	108,65436	12,14771	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,767	0,755	1,523	0,660	0,583	1,243	0,107	0,172	0,280
110	108,65326	12,14746	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,734	0,727	1,460	0,622	0,543	1,164	0,112	0,184	0,296
111	108,65353	12,14745	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,738	0,728	1,466	0,621	0,534	1,155	0,117	0,194	0,311
112	108,65381	12,14745	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,736	0,730	1,466	0,650	0,572	1,222	0,087	0,158	0,244
113	108,65408	12,14745	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,738	0,725	1,463	0,655	0,578	1,233	0,082	0,147	0,230
114	108,65436	12,14744	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,753	0,729	1,482	0,660	0,567	1,227	0,092	0,163	0,255
115	108,65601	12,14742	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,531	0,367	0,898	0,463	0,231	0,694	0,069	0,135	0,204
116	108,65628	12,14742	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,583	0,414	0,997	0,479	0,245	0,723	0,104	0,169	0,273
117	108,65325	12,14719	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,734	0,721	1,455	0,620	0,516	1,136	0,113	0,205	0,319
118	108,65353	12,14718	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,730	0,715	1,445	0,619	0,529	1,148	0,111	0,186	0,297
119	108,65490	12,14716	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,690	0,671	1,360	0,591	0,514	1,105	0,099	0,157	0,255
120	108,65601	12,14715	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,569	0,413	0,981	0,490	0,274	0,764	0,078	0,139	0,217
121	108,65628	12,14715	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,541	0,366	0,907	0,405	0,109	0,514	0,135	0,257	0,392
122	108,65656	12,14714	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,502	0,313	0,814	0,452	0,215	0,667	0,050	0,098	0,148
123	108,65380	12,14691	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,700	0,676	1,376	0,640	0,589	1,229	0,060	0,087	0,147
124	108,65627	12,14688	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,566	0,413	0,979	0,494	0,277	0,770	0,073	0,136	0,209
125	108,65572	12,14607	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,524	0,382	0,906	0,483	0,257	0,740	0,041	0,125	0,166
126	108,65599	12,14607	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,681	0,552	1,232	0,415	0,156	0,571	0,265	0,396	0,661
127	108,65627	12,14606	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,716	0,626	1,342	0,606	0,458	1,064	0,110	0,168	0,278
128	108,65571	12,14580	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,504	0,384	0,889	0,401	0,165	0,567	0,103	0,219	0,322
129	108,65598	12,14580	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,648	0,523	1,171	0,420	0,265	0,685	0,228	0,259	0,486
130	108,65571	12,14553	18/02/2015	6-7/2015	8/03/2016	0,655	0,623	1,278	0,571	0,494	1,064	0,084	0,129	0,213
131	108,52163	12,14294	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,738	0,749	1,487	0,629	0,583	1,213	0,108	0,166	0,274
132	108,52190	12,14293	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,731	0,740	1,470	0,615	0,555	1,170	0,116	0,185	0,300
133	108,52933	12,14203	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,690	0,670	1,360	0,636	0,625	1,261	0,054	0,046	0,099

TT	X*	Y*	Thời điểm trước khi bị tác động	Thời điểm bị tác động*	Thời điểm phát hiện bằng ảnh	Trước			Sau			Biến động		
						NDVI	NBR	IRSI	NDVI	NBR	IRSI	dNDVI	dNBR	dIRSI
134	108,52960	12,14202	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,717	0,708	1,425	0,657	0,657	1,315	0,059	0,051	0,110
135	108,52960	12,14175	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,704	0,697	1,402	0,645	0,641	1,286	0,059	0,057	0,116
136	108,52988	12,14175	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,668	0,638	1,306	0,619	0,594	1,214	0,049	0,044	0,093
137	108,52877	12,14149	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,720	0,732	1,453	0,652	0,663	1,315	0,068	0,069	0,137
138	108,52602	12,14126	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,657	0,555	1,213	0,550	0,365	0,915	0,107	0,190	0,298
139	108,52464	12,14100	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,691	0,625	1,316	0,590	0,482	1,071	0,102	0,143	0,245
140	108,52491	12,14100	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,685	0,641	1,326	0,570	0,471	1,041	0,115	0,170	0,285
141	108,52518	12,14100	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,695	0,642	1,337	0,551	0,430	0,981	0,144	0,212	0,356
142	108,52546	12,14099	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,689	0,602	1,291	0,535	0,370	0,905	0,154	0,232	0,386
143	108,52573	12,14099	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,638	0,518	1,156	0,459	0,250	0,709	0,178	0,268	0,447
144	108,52601	12,14098	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,610	0,483	1,093	0,430	0,202	0,631	0,181	0,281	0,462
145	108,52656	12,14098	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,654	0,575	1,229	0,583	0,413	0,996	0,071	0,162	0,233
146	108,53152	12,14091	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,581	0,344	0,925	0,526	0,238	0,764	0,056	0,106	0,161
147	108,53179	12,14091	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,634	0,426	1,060	0,551	0,314	0,865	0,083	0,111	0,195
148	108,52490	12,14073	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,630	0,570	1,200	0,505	0,349	0,854	0,126	0,220	0,346
149	108,52518	12,14072	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,617	0,535	1,152	0,459	0,267	0,726	0,159	0,268	0,427
150	108,52546	12,14072	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,615	0,521	1,136	0,424	0,190	0,614	0,191	0,331	0,522
151	108,52573	12,14072	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,616	0,549	1,166	0,439	0,257	0,696	0,177	0,293	0,470
152	108,52601	12,14071	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,621	0,516	1,138	0,472	0,262	0,735	0,149	0,254	0,403
153	108,52628	12,14071	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,664	0,534	1,198	0,576	0,404	0,979	0,088	0,130	0,219
154	108,53178	12,14064	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,562	0,349	0,911	0,461	0,188	0,649	0,101	0,161	0,262
155	108,53068	12,14038	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,548	0,334	0,882	0,443	0,195	0,638	0,105	0,138	0,243
156	108,53068	12,14011	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,647	0,443	1,090	0,541	0,295	0,835	0,106	0,149	0,255
157	108,53095	12,14011	18/02/2015	3/03/2015	8/03/2016	0,665	0,464	1,129	0,550	0,326	0,877	0,115	0,137	0,252

\*Dữ liệu do Trung tâm Nghiên cứu Quốc tế Rừng nhiệt đới (Lâm Đồng) cung cấp.

Từ kết quả nghiên cứu tại bảng 4 cho thấy có 157 vị trí có sự thay đổi về chất lượng thảm phủ thực vật thông qua giá trị chỉ số thực vật thời điểm trước khi rừng bị tác động (18/02/2015) so thời điểm sau rừng bị tác động (08/03/2016). Giá trị viễn thám (NDVI, NBR và IRSI) trước thời điểm bị tác động lớn hơn

so với giá trị sau thời điểm tác động tại tất cả các vị trí bị tác động. Giá trị dNDVI, dNBR và dIRSI đều cho thấy có sự thay đổi theo chiều hướng suy giảm. Các giá trị thống kê về các khu vực rừng bị suy thoái được tổng hợp tại bảng 5.

**Bảng 5.** Giá trị thống kê tại các vị trí suy thoái rừng giai đoạn 2015- 2016

Các giá trị thống kê	NDVI (trước)	NDVI (sau)	dNDVI	NBR (trước)	NBR (sau)	dNBR	IRSI (trước)	IRSI (sau)	dIRSI
Lớn nhất (Max)	0,787	0,536	0,251	0,719	0,335	0,384	1,506	0,870	0,635
Nhỏ nhất (Min)	0,228	0,213	0,015	0,057	0,044	0,023	0,272	0,234	0,038
Độ lệch chuẩn (SD)	0,122	0,141	0,067	0,185	0,189	0,092	0,303	0,321	0,145
Trung bình (Mean)	0,646	0,517	0,128	0,565	0,385	0,180	1,211	0,902	0,309
Hệ số biến thiên	0,189	0,272	0,525	0,327	0,490	0,508	0,250	0,356	0,471

Kết quả tại bảng 5 cho thấy hệ số biến thiên của các giá trị chỉ số viễn thám trước thời điểm tác động nhỏ hơn so với giá trị sau thời điểm tác động tại tất cả các vị trí suy thoái rừng, điều này cho thấy mức độ biến động giá trị các chỉ số viễn thám giữa các vị trí sau thời điểm rừng bị tác động là lớn. Ngoài ra, giá trị độ lệch chuẩn phản ánh mức độ biến động giá trị chỉ số thực vật tại các điểm suy thoái rừng, kết quả cho thấy giá trị độ lệch chuẩn không có sự

khác biệt lớn tại các vị trí suy thoái rừng, giá trị trung bình về độ lệch chuẩn giữa chỉ số NDVI và NBR là không có sự khác biệt nhiều so với giá trị IRSI. Kết quả này cũng có thể do chỉ số IRSI là tổ hợp giữa giá trị NDVI và NBR nên mức độ phản ánh rõ nét mức độ thực phủ tốt hơn NDVI và NBR đơn lẻ. Để xác định ngưỡng chỉ số thực vật có thể phát hiện sớm suy thoái rừng và kiểm chứng độ tin cậy kết quả nghiên cứu, đề tài xây dựng bảng 6.

**Bảng 6.** Kết quả kiểm chứng biến động diện tích do suy thoái rừng từ ảnh với điều tra thực địa

TT	X	Y	Thời điểm trước khi bị tác động	Thời điểm phát hiện bằng ảnh	Diện tích kiểm chứng (ha)	DT theo ảnh		Diện tích sai khác (ha)	Tỷ lệ sai khác (%)
						Số pixel	DT theo pixel (ha)		
1	108,65389	12,14795	6-7/2015	8/03/2016	2,73	31	2,79	0,06	2,2
2	108,65459	12,145405	6-7/2015	8/03/2016	0,85	12	1,08	0,23	21,3
3	108,65613	12,14733	6-7/2015	8/03/2016	0,29	5	0,45	0,16	35,6
4	108,65277	12,15256	6-7/2015	8/03/2016	0,83	12	1,08	0,25	23,1
5	108,65247	12,15104	6-7/2015	8/03/2016	0,90	12	1,08	0,18	16,7
6	108,66048	12,153493	10-11/2015	8/03/2016	0,43	6	0,54	0,11	20,4
7	108,65985	12,15283	8-9/2015	8/03/2016	0,33	4	0,36	0,03	8,3
8	108,65978	12,15184	8-9/2015	8/03/2016	0,30	4	0,36	0,06	16,7
9	108,52560	12,14096	3/2015	8/3/2016	1,11	14	1,26	0,15	11,9
10	108,52424	12,14277	3/2015	8/3/2016	0,41	5	0,45	0,04	8,9
11	108,53088	12,14011	3/2015	8/3/2016	0,30	4	0,36	0,06	16,7

\* Dữ liệu do Trung tâm Nghiên cứu Quốc tế Rừng nhiệt đới (Lâm Đồng) cung cấp

Qua bảng 6 cho thấy sự khác biệt giữa kết quả từ ảnh vệ tinh so với kết quả kiểm chứng ngoài thực địa, sự khác biệt dao động từ  $2,2 \div 35,6\%$ . Kết quả này cũng cho thấy nếu số lượng pixel được kiểm chứng càng nhiều thì sai số càng thấp. Cần có các nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám có độ phân giải cao hơn Landsat so với kết quả thực địa. Tuy nhiên, với kết quả này có thể khẳng định việc sử dụng ảnh viễn thám có thể phát hiện sớm suy thoái rừng là có cơ sở khoa học, có tính khả thi với độ chính xác từ  $64,6 \div 97,8\%$ .

Căn cứ kết quả nghiên cứu tổng hợp tại bảng 5, ngưỡng giá trị chỉ số viễn thám có thể phát hiện sớm suy thoái rừng được xác định. Cụ thể:

- Đối với chỉ số NDVI thì ngưỡng giá trị dao động từ  $0,015 \div 0,251$ ;

- Đối với chỉ số NBR thì ngưỡng giá trị dao động từ  $0,023 \div 0,384$ ;

- Đối với chỉ số IRSI thì ngưỡng giá trị dao động từ  $0,038 \div 0,635$ .

#### IV. KẾT LUẬN

Sử dụng công nghệ viễn thám và GIS trong xây dựng bản đồ hiện trạng rừng cũng như bản

đồ giám sát và phân tích tài nguyên rừng đang trở nên khá phổ biến ở Việt Nam. Nghiên cứu đã xây dựng thành công cơ sở dữ liệu và bản đồ hiện trạng rừng cho 5 đối tượng năm 2017, với độ tin cậy là  $91,5\%$ . Kết quả nghiên cứu đã lựa chọn 3 chỉ số viễn thám NDVI, NBR và IRSI để tính toán và xác định ngưỡng giá trị có thể phát hiện sớm suy thoái rừng cho khu vực nghiên cứu với độ tin cậy từ  $64,6 \div 97,8\%$ . Đối với chỉ số NDVI thì ngưỡng giá trị có thể phát hiện rừng bị suy thoái dao động  $0,015 \div 0,25$ , đối với NBR là  $0,023 \div 0,384$ , và IRSI là  $0,038 \div 0,635$ . Kết quả kiểm chứng cho thấy rất khả quan trong việc sử dụng chỉ số viễn thám để phát hiện sớm suy thoái rừng cho Khu DTSQ TG Langbiang, tỉnh Lâm Đồng.

**Lời cảm ơn (Knowledge):** Bài báo là một phần kết quả của đề tài “Ứng dụng công nghệ địa không gian (GPS, GIS, RS) để quản lý tài nguyên thiên nhiên Khu dự trữ sinh quyển thế giới Langbiang, tỉnh Lâm Đồng”, Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự đóng góp ý kiến quý báu của các phản biện trong việc nâng cao chất lượng bài báo.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đình Đại, 2013. Nghiên cứu một số giải pháp quản lý bền vững tài nguyên rừng tại các xã nằm trong Vườn Quốc gia Hoàng Liên - tỉnh Lào Cai.
2. Nguyễn Hải Hòa, Nguyễn Hữu An, 2016. Ứng dụng ảnh viễn thám Landsat 8 và GIS xây dựng bản đồ sinh khối và trữ lượng cacbon rừng trồng keo lai (*Acacia hybrid*) tại huyện Yên Lập, tỉnh Phú Thọ, T/C Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp 4:70-78.
3. Nguyễn Trường Sơn, 2008. Nghiên cứu sử dụng ảnh vệ tinh và công nghệ GIS trong việc giám sát hiện trạng tài nguyên rừng, Báo cáo khoa học, Trung tâm viễn thám quốc gia, Hà Nội.
4. Đỗ Anh Tuấn, 2001. Nghiên cứu một số nguyên tắc và giải pháp quản lý khu Bảo tồn thiên nhiên Pù Mát.
5. Thủ tướng Chính phủ, 2006. Quyết định của Thủ tướng Chính phủ số 258/2006/QĐ-TTg về việc phê duyệt chương trình điều tra đánh giá và theo dõi diễn biến tài nguyên rừng toàn quốc thời kỳ 2006 - 2010, Hà Nội.
6. Krakauer, N.Y., Lakhankar, T., Anadon, J.D, 2017. Mapping and attributing normalised difference vegetation index trends for Nepal. *Remote Sensing* 9:1-15.
7. Schepers, L., Haest, B., Veraverbeke, S., Spanhove, T., Borre, J.V., Goossens, R, 2014. Burned area detection and burn severity assessment of a heatland fire in Belgium using airborne imaging spectroscopy (APEX). *Remote Sensing* 6:1803-1826.

8. Singh, R.P., Singh, N., Singh, S., Mukherjee, S, 2016. Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) based classification to assess the change in land use/land cover (LULC) in lower Assam, India. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS* 5(10): 1963- 1970.
9. Xie, Y., Sha, Z., Yu, M, 2008. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. *Journal of plant ecology* 1(1):9- 23.
10. Wu, Z., Middleton, B., Hetzler, R., Vogel, J., Dye, D, 2017. Vegetation burn severity mapping using Landsat 8 and Worldview 2. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 84(2): 143- 154.

**Email tác giả chính:** hieu.fpd@gmail.com

**Ngày nhận bài:** 01/08/2018

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa:** 30/08/2018

**Ngày duyệt đăng:** 18/09/2018