

SỬ DỤNG ẢNH SENTINEL 2 ĐỂ XÁC ĐỊNH NGƯỠNG CHỈ SỐ VIỄN THÁM PHÁT HIỆN SỚM MẤT RỪNG TẠI KHU DỰ TRỮ SINH QUYỂN THẾ GIỚI LANGBIANG, LÂM ĐỒNG

Nguyễn Hải Hòa¹, Phùng Văn Khoa¹, Lê Văn Hương², Lê Văn Sơn²

¹Trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam

²Trung tâm Quốc tế Nghiên cứu 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 theo dõi giám sát biến động được ứng dụng rộng rãi ở Việt Nam. Nghiên cứu đã xây dựng bản đồ hiện trạng rừng năm 2018 với 5 đối tượng sử dụng đất tại Khu DTSQ TG Langbiang, tỉnh Lâm Đồng, với độ tin cậy là 89,1%. Nghiên cứu đã lựa chọn ba chỉ số phù hợp có thể cho phép phát hiện sớm mất rừng, bao gồm NDVI (Normalised Difference Vegetation Index), NBR (Normalised Burnt Ratio) và IRSI (Integrated Remote Sensing Index), các chỉ số được tính toán tại các điểm mất rừng, ngưỡng giá trị có thể phát hiện sớm mất rừng được xác định cho khu vực nghiên cứu với độ tin cậy từ 66,7 ÷ 85,7%. Đối với chỉ số NDVI, ngưỡng giá trị có thể cho phép phát hiện sớm mất rừng dao động 0,400 ÷ 0,792; với NBR là 0,200 ÷ 0,529; và IRSI là 0,604 ÷ 1,193. Kết quả tính toán các chỉ số từ ảnh viễn thám được kiểm chứng ngoài thực địa cho thấy việc sử dụng các chỉ số NDVI, NBR và IRSI để phát hiện sớm mất 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, Khu DTSQ (Khu dự trữ sinh quyển), vùng đệm

Using sentinel 2 to determine thresholds of remote sensing indices for early detection of deforestation 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 2018 in Langbiang Biosphere Reserve, Lam Dong province. In addition, three remote sensing indices, namely NDVI, NBR and IRSI, were selected and calculated for deforestation sites; the thresholds of early forest degradation detection in Langbiang Biosphere Reserve have determined at accuracy values ranging from 66.7 ÷ 85.7%. For NDVI, thresholds of early deforestation detection is 0.400 ÷ 0.792. Thresholds of NBR and IRSI are 0.200 ÷ 0.529 and 0.604 ÷ 1.193, respectively. As field - based accuracy assessments, using remote sensing indices (NDVI, NBR and IRSI) for early deforestation 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

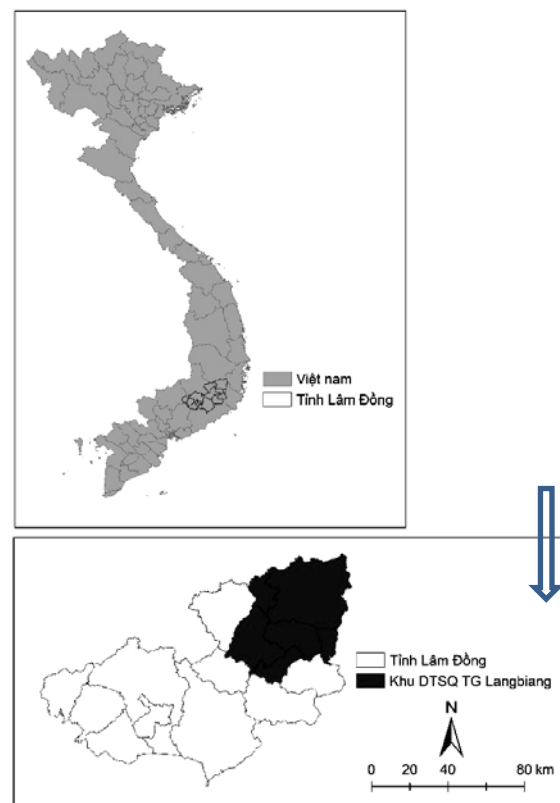
Rừng có chức năng rất quan trọng về mặt sinh thái môi trường, kinh tế xã hội và an ninh quốc phòng. Tuy nhiên, tài nguyên rừng đang có xu hướng suy giảm về chất lượng và số lượng trên phạm vi toàn cầu nói chung và Việt Nam nói riêng, hậu quả của việc suy giảm về chức năng phòng hộ của rừng đã kéo theo nhiều hệ lụy khủng hoảng sinh thái môi trường và các vấn đề khác. Hiện nay, việc làm thế nào để có thể quản lý rừng bền vững đang và giảm thiểu sự suy giảm diện tích rừng 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 diện tích rừng bị mất hay rừng bị suy thoái để từ đó có những giải pháp ngăn chặn kịp thời. Ngày nay, với 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.

Khu DTSQ TG Langbiang, thuộc tỉnh Lâm Đồng, là 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 (NN&PTNT Lâm Đồng, 2013). Tuy nhiên, trong những năm gần đây diện tích rừng tại vùng đệm thuộc khu DTSQ bị ảnh hưởng rất nhiều từ các hoạt động của người dân địa phương, hoạt động 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 (NN&PTNT Lâm Đồng,

2013). 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 góp phần thêm cơ sở khoa học xác định các nguyên nhân cũng như xác định sự thay đổi không gian diện tích rừng, việc sử dụng ảnh viễn thám, trong đó có tư liệu Sentinel 2 để phát hiện sớm mất rừng tại Khu DTSQ TG Langbiang đóng vai trò rất quan trọng, nghiên cứu được thực hiện với hai điểm chính: (1) Lựa chọn và xây dựng chỉ số viễn thám phù hợp có thể phát hiện sớm mất rừng tại Khu DTSQ TG Langbiang, tỉnh Lâm Đồng; (2) Xác định ngưỡng chỉ số viễn thám có thể phát hiện sớm mất 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. ĐỊA ĐIỂM, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm nghiên cứu



Hình 1. Địa điểm Khu DTSQ TG Langbiang, tỉnh Lâm Đồng

KDTSQ thế giới Langbiang (Hình 1) có diện tích 275.439 ha, trong đó: vùng lõi có diện tích là 34.943 ha, vùng đệm có diện tích 72.232 ha và diện tích vùng chuyển tiếp là 168.264 ha nằm trên địa bàn hành chính của huyện Lạc Dương, Tp. Đà Lạt, một phần của các huyện Đam Rông, Đức Trọng, Lâm Hà và huyện Đơn Dương đây cũng là vùng kinh tế trọng điểm của tỉnh Lâm Đồng (NN&PTNT Lâm Đồng, 2013).

Theo Quyết định số 704/QĐ-TTg ngày 12 tháng 5 năm 2014 của Thủ tướng Chính phủ về Phê duyệt điều chỉnh quy hoạch chung thành phố Đà Lạt và vùng phụ cận đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050, phạm vi điều chỉnh quy hoạch bao gồm Tp. Đà Lạt và các huyện Lạc Dương, Đơn Dương, Đức Trọng và một phần huyện Lâm Hà với diện tích 335.930 ha bao gồm cả khu DTSQ TG Langbiang đã được UNESCO công nhận (NN&PTNT Lâm Đồng, 2013).

Với các chức năng bảo tồn, hỗ trợ và phát triển của Khu DTSQ TG Langbiang hoàn toàn phù hợp với tích chất của đồ án quy hoạch chung thành phố Đà Lạt và vùng phụ cận đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050 đã được Thủ tướng chính phủ phê duyệt (NN&PTNT Lâm Đồng, 2013). Tuy nhiên, những năm gần đây, tài nguyên thiên nhiên trong Khu DTSQ thế giới Langbiang bao gồm tài nguyên rừng, đất

đai, khoáng sản liên tục bị tác động bởi những nguyên nhân chủ quan do con người gây ra làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự duy trì chức năng cung cấp dịch vụ hệ sinh thái của khu DTSQ thế giới Langbiang và có nguy cơ phá vỡ quy hoạch chung của thành phố Đà Lạt và vùng phụ cận, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự phát triển bền vững của toàn bộ khu vực quan trọng này ngay cả hiện tại và trong tương lai gần.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các khu vực rừng mất trong năm 2015, 2016 và 2018 tại Khu dự trữ sinh quyển thế giới Langbiang (DTSQ TG), tỉnh Lâm Đồng.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Kế thừa số liệu thứ cấp

Thu thập tài liệu thứ cấp: Bản đồ địa hình, Bản đồ hiện trạng rừng; Bản đồ hiện trạng sử dụng đất Khu DTSQ TG Langbiang, tư liệu viễn thám (Bảng 1). Ngoài ra, nghiên cứu thu thập tài liệu liên quan về thực trạng và công tác quản lý rừng 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.

Bảng 1. Dữ liệu ảnh Sentinel được sử dụng trong nghiên cứu

TT	Mã ảnh	Thời gian	Độ phân giải (m)	Nguồn
1	S2A20151225T032520T48PZU	25/12/2015	10	USGS
2	S2A20160304T032531T48PZU	04/03/2016	10	USGS
3	S2A20170207T030901T48PZU	07/02/2017	10	USGS
4	S2B20180207T030859T48PZU	07/02/2018	10	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>

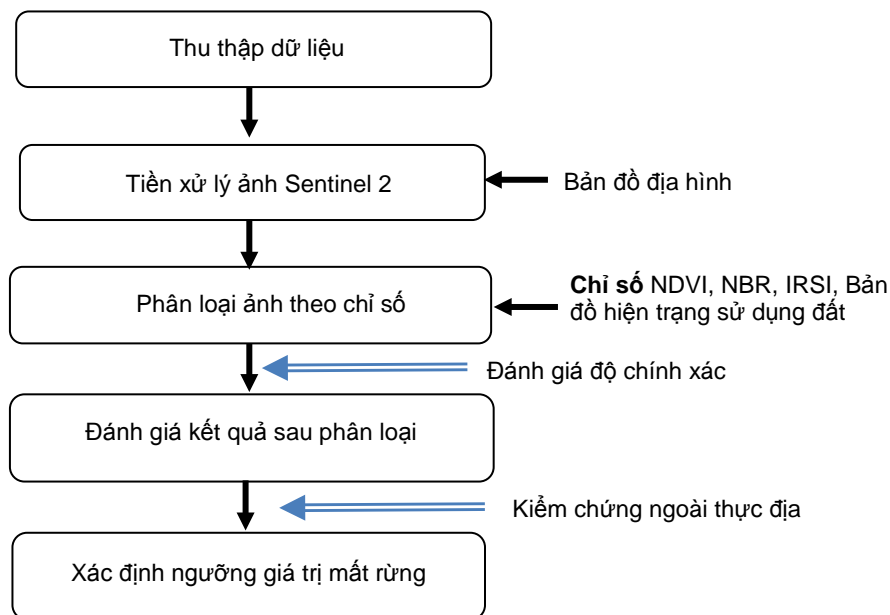
Phương pháp thu thập ngoại nghiệp và xử lý số liệu:

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 Sentinel

- 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 xác định ngưỡng giá trị phát hiện sớm mất rừng.

- 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 và giải đoán 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 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 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:

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

Trong đó: Đối với ảnh Sentinel 2 thì Band_{NIR} (kênh cận hồng ngoại) là Band 8; Band_{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):

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

Trong đó: Đối với Sentinel 2 thì Band_{NIR} là Band 8 và Band_{SWIR} là Band 12. Nếu NBR < -0,25 thì là rừng phục hồi sau cháy với tỷ lệ cao (High post - fire regrowth); NBR: -0,25 ÷ -0,1 - rừng phục hồi sau cháy với tỷ lệ thấp (Low post - fire regrowth); NBR: -0,1 ÷ 0,1 - khu vực không cháy (Unburned); NBR: 0,1 ÷ 0,27 -

Khu vực cháy rừng có mức độ nghiêm trọng thấp (Low severity burn); NBR: 0,27 ÷ 0,44 - Khu vực cháy rừng có mức độ nghiêm trọng trung bình (Moderate severity burn); NBR: 0,44 ÷ 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, xác định mức độ tin cậy của phương pháp giải đoán ảnh theo chỉ số viễn thám. 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

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 mất rừng

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

$$dNDVI_{Deforestation} = NDVI_{trước} - NDVI_{sau} \quad (4)$$

$$dNBR_{Deforestation} = NBR_{trước} - NBR_{sau} \quad (5)$$

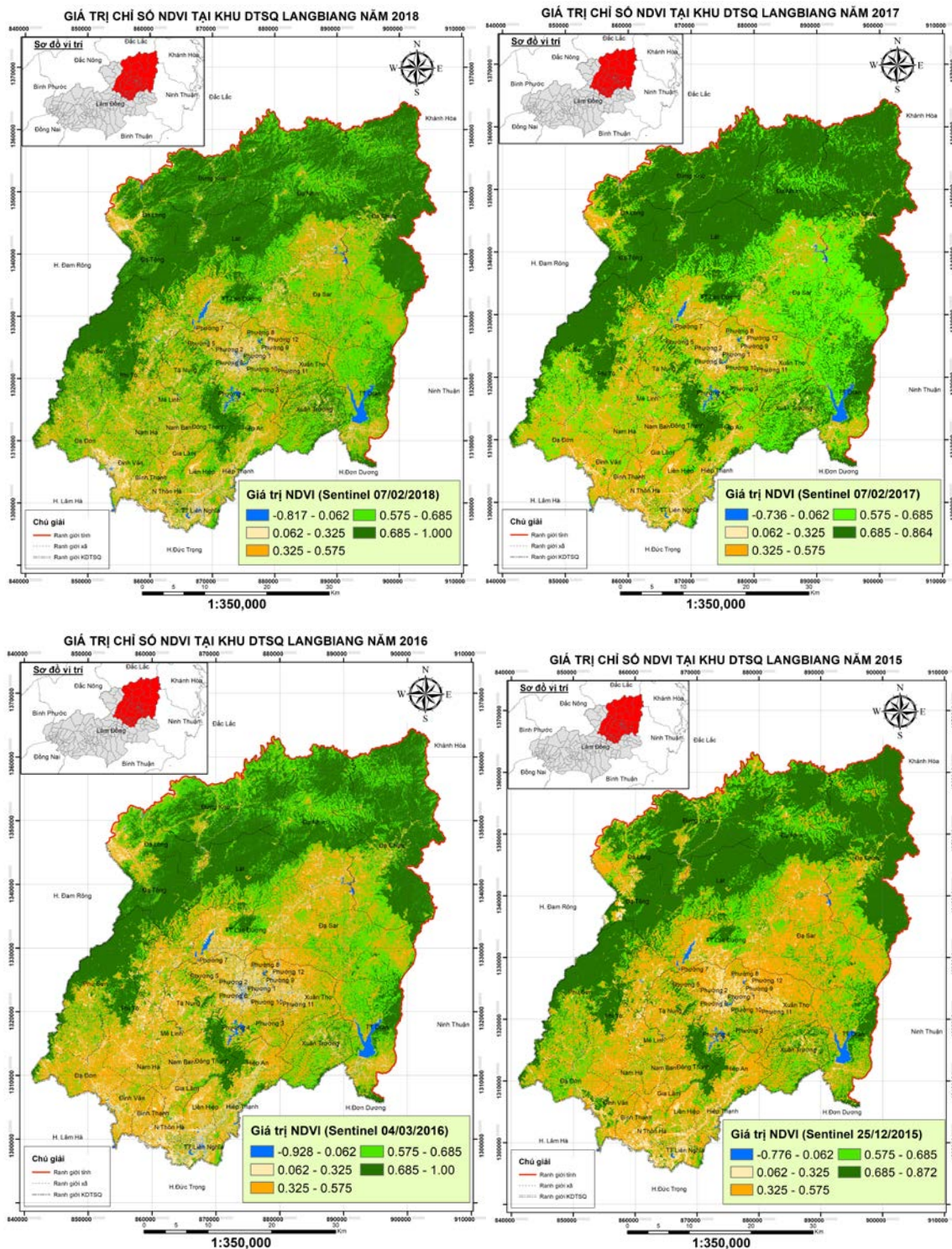
$$dIRSI_{Deforestation} = IRSI_{trước} - IRSI_{sau} \quad (6)$$

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

2018, tác giả sử dụng chỉ số thực vật NDVI kết hợp với điều tra thực địa và bản đồ kiểm kê rừng năm 2015, 2016 và 2017. Kết quả được thể hiện tại hình 2.



Hình 2. Giá trị chỉ số NDVI tính toán theo: Sentinel 2B (07/02/2018); Sentinel 2A (07/02/2017); Sentinel 2A (04/03/2016); Sentinel 2A (25/12/2015).

Kết quả nghiên cứu tại hình 2 cho thấy khoảng giá trị NDVI không có sự khác nhau lớn giữa các năm nghiên cứu. Cụ thể, chỉ số NDVI dao động từ $-0,776 \div 0,872$ (25/12/2015); $-0,928 \div 1,00$ (04/03/2016), $-0,736 \div 0,864$ (07/02/2017) và $-0,817 \div 1,00$ (07/02/2018), giá trị NDVI càng lớn thì mức độ đậm đặc che phủ bởi thực vật càng cao (Xie *et al.*, 2008; Gandhi *et al.*, 2015; Singh *et al.*, 2016) và ngược lại. Nghiên cứu đã kết hợp với số liệu điều tra ngoài thực địa để xác định đối tượng thảm phủ, kết quả cho thấy chỉ số NDVI $>0,50$ là đất có rừng, trong khi khu vực có chỉ số

NDVI dao động từ 0,325 đến 0,50 là khu vực đất lâm nghiệp chưa có rừng hoặc che phủ bởi trảng cỏ, cây bụi và thực vật khác, đất nông nghiệp; khu vực có chỉ số NDVI thấp $< 0,325$ là đối tượng khác, bao gồm 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 được thể hiện tại bảng 2. Khóa phân loại năm 2018 được sử dụng để phân loại ảnh năm 2015, 2016 và 2017 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 năm 2018

Đối tượng	NC	ĐTK	ĐNN	RT, CLK, RPH	TVD, CLN
Giá trị NDVI	$- 0,817 \div 0,062$	$0,062 \div 0,325$	$0,325 \div 0,575$	$0,575 \div 0,685$	$0,685 \div 0,864$
Độ chính xác của bản đồ: 89,1%					

Ghi chú: 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 phải là rừng lá kim); CLN (cây lâu năm).

3.2. Xác định giá chỉ số viễn thám có thể phát hiện sớm mất rừng

Để có thể phát hiện sớm mất rừng, nghiên cứu sử dụng chỉ số viễn thám NDVI (Normalised Difference Vegetation Index), NBR (Normalised Burn Ratio) và IRSI (Integrated Remote Sensing Index) là tổ hợp giữa chỉ số NDVI và NBR trong năm 04/03/2016 và

07/02/2018, các chỉ số này có thể phản ánh sự thay đổi về chất lượng rừng (Munoz và Navarro, 2016; Hamynuela *et al.*, 2016). Kết quả tính toán giá trị các chỉ số giai đoạn 2016 - 2018 cho thấy 1383 vị trí có sự thay đổi lớn đối với cả ba chỉ số. Giá trị thống kê sự thay đổi các giá trị chỉ số trong giai đoạn 2016 - 2018 được tổng hợp tại bảng 3.

Bảng 3. Giá trị thống kê tại các vị trí mất rừng từ ảnh Sentinel giai đoạn 2016 - 2018 (Tổng số điểm ảnh được kiểm tra, n = 1383)

Các giá trị thống kê	NDVI (trước)	NDVI (sau)	dNDVI	NBR (trước)	NBR (sau)	dNBR	IRSI (trước)	IRSI (sau)	dIRSI
Lớn nhất (Max)	0,865	0,367	0,792	0,827	0,544	0,529	1,668	0,871	1,193
Nhỏ nhất (Min)	0,414	0,001	0,400	0,493	0,270	0,200	0,965	0,278	0,604
Độ lệch chuẩn (Standard Deviation)	0,079	0,060	0,075	0,055	0,054	0,065	0,121	0,090	0,113
Trung bình (Mean)	0,690	0,155	0,535	0,663	0,342	0,321	1,353	0,497	0,865
Hệ số biến thiên (Coeffiency of Variation)	0,115	0,386	0,140	0,083	0,158	0,204	0,089	0,181	0,132

Từ kết quả nghiên cứu tại bảng 3, nghiên cứu đi đến một số nhận xét như sau:

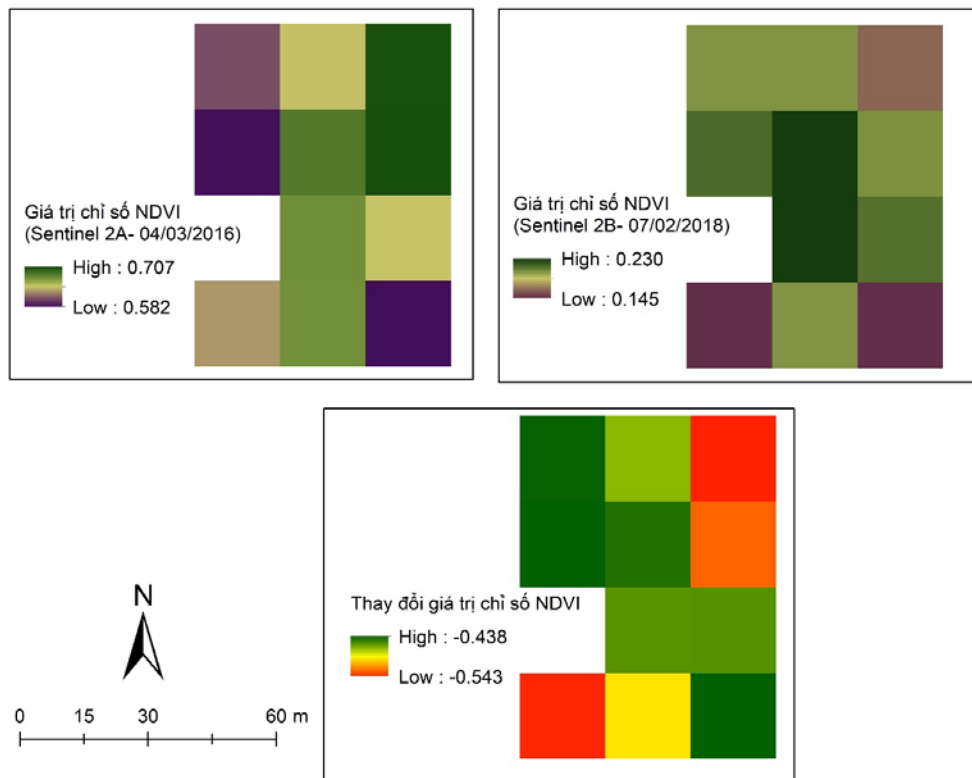
Khu vực nghiên cứu có sự thay đổi về chất lượng thảm phủ thực vật thông qua giá trị chỉ số thực vật thời điểm trước khi rừng bị tác động (04/03/2016) so thời điểm sau rừng bị tác động (07/02/2018).

Giá trị các chỉ số NDVI, NBR và IRSI trước thời điểm bị tác động lớn hơn so với giá trị sau thời điểm bị tác động tại tất cả các vị trí tương ứng. Giá trị biến động các chỉ số dNDVI, dNBR và dIRSI đều cho thấy có sự thay đổi theo chiều hướng suy giảm trong giai đoạn 2016 - 2018.

Hệ số biến thiên của các giá trị chỉ số viễn thám trước thời điểm bị tác động nhỏ hơn so với giá trị sau thời điểm tác động tại tất cả các vị trí mất 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 chỉ số viễn thám tại các điểm rừng bị mất, kết quả cho thấy giá trị trung bình về độ lệch chuẩn giữa chỉ số NDVI và NBR là không có sự khác biệt nhiều, song có sự khác biệt so với giá trị IRSI. Điều này cho thấy việc sử dụng hai chỉ số NDVI và NBR là tương đồng trong phát hiện sớm mất rừng, trong khi giá trị độ lệch chuẩn của chỉ số IRSI là lớn gần gấp 2 lần giá trị độ lệch chuẩn NDVI và NBR. Kết quả này cũng có thể do chỉ số IRSI là sự 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 giá trị chỉ số viễn thám cho phép có thể phát hiện sớm mất rừng, nghiên cứu kiểm chứng độ tin cậy thông qua việc so sánh giữa kết quả tính toán trên ảnh viễn thám với số liệu ngoài thực địa và số liệu kế thừa, kết quả được tổng hợp tại bảng 4 và hình 3.



Hình 3. Sự thay đổi giá trị chỉ số NDVI trên từng điểm ảnh (Pixel) giữa năm 2016 và 2018

Bảng 4. Kết quả kiểm chứng biến động diện tích do mất rừng từ ảnh Sentinel với 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	108,40214	12,04894	2016	2018	0,22	7	0,28	0,06	27,3
2	108,46455	12,03374	2016	2018	0,13	4	0,16	0,03	23,1
3	108,38063	12,00402	2016	2018	0,20	6	0,24	0,04	20,0
4	108,39949	12,00388	2016	2018	0,14	4	0,16	0,02	14,3
5	108,39047	12,01037	2016	2018	0,16	5	0,20	0,04	25,0
6	108,39108	12,01108	2016	2018	0,20	6	0,24	0,04	20,0
7	108,39076	12,01204	2016	2018	0,20	6	0,24	0,04	20,0
8	108,39448	12,01274	2016	2018	0,22	7	0,28	0,06	27,3
9	108,40155	12,00779	2016	2018	0,48	14	0,56	0,08	16,7
10	108,40532	12,00509	2016	2018	0,16	5	0,20	0,04	25,0
11	108,40804	12,00266	2016	2018	0,20	6	0,24	0,04	20,0
12	108,41054	12,00119	2016	2018	0,20	6	0,24	0,04	20,0
13	108,42529	12,00122	2016	2018	0,14	4	0,16	0,02	14,3
14	108,42981	12,00186	2016	2018	0,15	5	0,20	0,05	33,3
15	108,43659	12,00216	2016	2018	0,20	6	0,24	0,04	20,0
16	108,43697	11,99853	2016	2018	0,20	6	0,24	0,04	20,0
17	108,44359	11,97223	2016	2018	0,22	7	0,28	0,06	27,3
18	108,44293	11,97297	2016	2018	0,18	6	0,24	0,06	33,3
19	108,46139	11,94640	2016	2018	0,14	4	0,16	0,02	14,3
20	108,51311	11,93635	2016	2018	0,21	6	0,24	0,03	14,3
21	108,51922	11,93713	2016	2018	0,24	7	0,28	0,04	16,7
22	108,52979	11,93125	2016	2018	0,24	7	0,28	0,04	20,0
23	108,53452	11,92614	2016	2018	0,18	3	0,12	- 0,06	33,3
24	108,54001	11,93042	2016	2018	0,28	5	0,2	- 0,08	28,6
25	108,35307	11,92198	2015	2017	0,31	6	0,24	- 0,03	19,4
26	108,36748	11,90287	2015	2017	0,31	6	0,24	- 0,03	19,4
27	108,36639	11,90343	2015	2017	0,30	6	0,24	- 0,06	20,0
28	108,37262	11,91097	2015	2017	0,25	5	0,20	- 0,05	20,0
29	108,35200	11,93416	2015	2017	0,28	8	0,32	0,04	14,3
30	108,35298	11,93337	2015	2017	0,26	5	0,20	- 0,06	23,1

*Số liệu do Khu DTSQ Langbiang và điều tra thực địa.

Qua bảng 4 cho thấy sự khác biệt giữa kết quả tính toán từ ảnh Sentinel so với kết quả kiểm chứng ngoài thực địa, sự khác biệt dao động từ 14,3 ÷ 33,3%. Kết quả này cũng cho thấy nếu

số lượng pixel được kiểm chứng càng nhiều thì sai số càng thấp. Với kết quả này có thể khẳng định việc sử dụng ảnh viễn thám, đặc biệt là ảnh Sentinel có thể phát hiện sớm mất

rừng là có cơ sở khoa học, có tính khả thi với có độ chính xác từ 66,7 ÷ 85,7%.

Căn cứ kết quả nghiên cứu tổng hợp tại Bảng 4, nghiên cứu xác định ngưỡng giá trị chỉ số viễn thám có thể phát hiện sớm mất rừng. Cụ thể:

- Đối với chỉ số dNDVI thì ngưỡng giá trị dao động từ 0,400 ÷ 0,792;

- Đối với chỉ số dNBR thì ngưỡng giá trị dao động từ 0,200 ÷ 0,529;

- Đối với chỉ số dIRSI thì ngưỡng giá trị dao động từ 0,604 ÷ 1,193.

Với ngưỡng giá trị chỉ số viễn thám được xác định như trên có nghĩa là nếu giá trị chỉ số NDVI giữa năm trước và năm sau suy giảm trong khoảng giá trị 0,400 ÷ 0,792 thì có đến 66,7 ÷ 85,7% khả năng rừng bị mất, tương tự như vậy đối với giá trị chỉ số NBR trong khoảng 0,200 ÷ 0,529 và IRSI là 0,604 ÷ 1,193.

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 2018, với độ tin cậy là 89,1%. 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 66,7 ÷ 85,7%. Đối với chỉ số NDVI thì ngưỡng giá trị có thể phát hiện sớm mất rừng dao động 0,400 ÷ 0,792, đối với NBR là 0,200 ÷ 0,529 và IRSI là 0,604 ÷ 1,193. Kết quả kiểm chứng cho thấy rất khả quan trong việc sử dụng chỉ số viễn thám để phát hiện sớm mất rừng cho Khu DTSQ TG Langbiang, tỉnh Lâm Đồng.

Lời cảm ơn (Acknowledgements)

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. Gandhi, M.G., Parthiban, S., Thummalu, N., Christy, A, 2015. NDVI: Vegetation change detection using remote sensing and GIS: A case study of Vellore district. *Procedia Computer Science* 57:1199 - 1210.
3. Hamunyela., E., Verbesselt, J., Bruin, S.D., Herold, M, 2016. Monitoring deforestation at Sub - Annual Scales as extreme events in Landsat data cubes. *Remote Sensing* 8(8):651.
4. 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.
5. Krakauer, N.Y., Lakhankar, T., Anadon, J.D, 2017. Mapping and attributing normalised difference vegetation index trends for Nepal. *Remote Sensing* 9:1 - 15.
6. Munoz, M.A., Navarro, F.A.R, 2016. An NDVI - data harmonic analysis to study deforestation in Peru's Tahuamanu province during 2001 - 2011. *International Journal of Remote Sensing*, 37(4): 856 - 875.
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. 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.
10. Đỗ Anh Tuấn, 2001. Nghiên cứu một số nguyên tắc và giải pháp quản lý khu Bảo tồn thiên nhiên Pù Mát,
11. Thủ tướng chính phủ, 2006. Quyết định của thủ tướng chính phủ số 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.
12. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Lâm Đồng (NN&PTNT), 2013. Báo cáo quy hoạch phát triển nông nghiệp, nông thôn tỉnh Lâm Đồng đến năm 2020.
13. Xie, Y., Sha, Z., Yu, M, 2008. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. *Journal of Plant Ecology* 1(1):9 - 23.
14. 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: hoan@edu.vn

Ngày nhận bài: 19/12/2018

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 24/2018

Ngày duyệt đăng: 25/12/2018