

SỬ DỤNG ẢNH LANDSAT 8 VÀ GOOGLE EARTH ENGINE ĐỂ PHÁT HIỆN SỚM MẤT RỪNG, SUY THOÁI RỪNG KHU VỰC TÂY NGUYÊN: TRƯỜNG HỢP Ở TỈNH ĐẮK NÔNG

Phùng Văn Khoa¹, Nguyễn Quốc Hiệu², Nguyễn Quang Huy¹

¹*Trường Đại học Lâm nghiệp*

²*Tổng Cục Lâm nghiệp*

TÓM TẮT

Đối với ngành Lâm nghiệp ở nước ta, ảnh viễn thám đã được nghiên cứu và ứng dụng có hiệu quả trong việc đánh giá những thay đổi tài nguyên rừng ở những giai đoạn khác nhau nhưng việc ứng dụng ảnh viễn thám trong phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng còn ít được nghiên cứu. Trong bài báo này, chúng tôi xây dựng phương pháp để phát hiện sớm mất rừng và suy thoái rừng từ ảnh Landsat 8 và Google Earth Engine thông qua chỉ số KB% (chỉ số về sự thay đổi giá trị tương đối theo thời gian của chỉ số NDVI). Kết quả từ nghiên cứu đã xác lập được ngưỡng xác định những khu rừng ổn định (không thay đổi), rừng bị suy thoái, rừng bị mất có giá trị KB lần lượt là: 4,5 - 20,1%; 20,1 - 52,5% và 52,5 - 70,0%. Phương pháp phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng đã được đánh giá cho khu vực tỉnh Đắk Nông (năm 2018) với tỷ lệ phát hiện vùng mất rừng là 80,0% và độ chính xác về phát hiện diện tích rừng bị mất là 85,3%; tỷ lệ phát hiện vùng suy thoái rừng là 70,0% và độ chính xác về phát hiện diện tích rừng bị suy thoái là 72,0%. Kết quả của nghiên cứu này có ý nghĩa thực tiễn trong việc phát hiện sớm mất rừng và suy thoái rừng nhất là vào các tháng thuộc mùa khô (tháng 1, 2, 3 và 4) ở tỉnh Đắk Nông. Đồng thời, có thể ứng dụng phương pháp này để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng ở khu vực Tây Nguyên và các khu vực khác có điều kiện tương tự trong cả nước.

Từ khóa: Google Earth Engine, Landsat 8, mất rừng, suy thoái rừng, Tây Nguyên.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hiệp Quốc (FAO, 2015) định nghĩa: mất rừng là việc chuyển đổi đất có rừng sang đất sử dụng vào mục đích khác hoặc giảm độ che phủ của rừng dưới ngưỡng 10% trong một thời gian dài. Suy thoái rừng là làm giảm khả năng của rừng trong việc cung cấp gỗ và dịch vụ từ rừng. Theo Luật Lâm nghiệp số 16/2017/QH14 thì suy thoái rừng là sự suy giảm về hệ sinh thái rừng, làm giảm chức năng của rừng. Theo số liệu công bố của Tổng cục Lâm nghiệp, trong giai đoạn 2014 - 2018, diện tích rừng tự nhiên vùng Tây Nguyên bị mất là 46.828 ha (chiếm 2,08%), trong đó Đắk Nông là tỉnh có rừng tự nhiên bị mất nhiều nhất với diện tích là 14.705 ha.

Đã có khá nhiều nghiên cứu trên thế giới ứng dụng ảnh viễn thám trong việc phân tích những thay đổi tài nguyên rừng, trong đó có thể kể đến một số nghiên cứu điển hình của một số tác giả như: N I Fawzi et al., 2018; An Vo Quang et al., 2019; Mathieu Rahm et al., 2013; Nanki Sidhu et al., 2018; Nicola Puletti et al., 2019... Ở Việt Nam ảnh viễn thám cũng

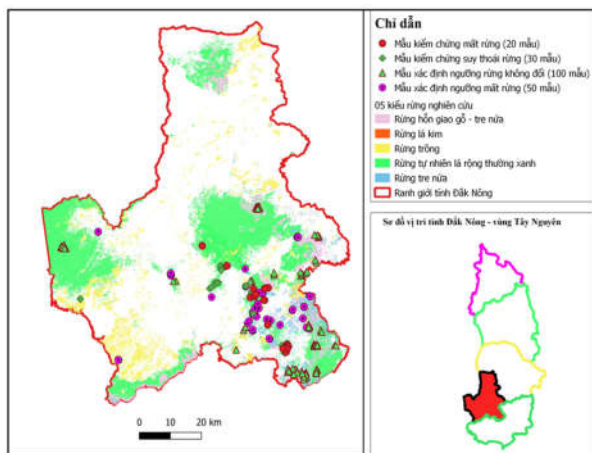
được nghiên cứu ứng dụng mạnh mẽ trong việc theo dõi diễn biến tài nguyên rừng (Trần Quang Bảo và cộng sự, 2017; Nguyễn Hải Hòa và cộng sự, 2018; Nguyễn Đăng Vỹ, 2018). Mặc dù ảnh viễn thám kết hợp với hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã được ứng dụng rộng rãi và có hiệu quả trong việc phân tích diễn biến tài nguyên rừng trên thế giới cũng như tại Việt Nam nhưng việc ứng dụng ảnh viễn thám trong việc phát hiện sớm mất rừng và suy thoái rừng còn ít được nghiên cứu và ứng dụng vào thực tế. Phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng được hiểu là khả năng phát hiện sớm nhất kể từ khi xảy ra sự kiện mất rừng hoặc suy thoái rừng. Điều này phụ thuộc vào loại ảnh sử dụng, chu kỳ bay chụp của ảnh và độ che phủ của mây, bóng mây (đối với ảnh quang học). Đối với ảnh Landsat, chu kỳ bay chụp là 16 ngày, do đó nếu ảnh không có mây, bóng mây thì dùng ảnh Landsat sẽ có thể phát hiện được sớm mất rừng, suy thoái rừng sau 16 ngày. Phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng dựa vào chỉ số NDVI được xác định là khi có sự thay đổi đột ngột giữa hai mốc thời gian của chỉ số NDVI.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng ảnh vệ tinh Landsat 8 SR (độ phân giải không gian 30 m), Google Earth Engine (GEE), ArcGIS, Planet.com kết hợp với dữ liệu đã được kiểm chứng thực tế về mất rừng, suy thoái rừng trên địa bàn tỉnh Đắk Nông nhằm các mục tiêu: (1) đánh giá khả năng sử dụng ảnh Landsat 8 khu vực nghiên cứu trong giám sát tài nguyên rừng; (2) xác định ngưỡng thay đổi về chỉ số thực vật để phát hiện khu rừng không thay đổi, mất rừng và suy thoái rừng và (3) đánh giá độ chính xác của phương pháp phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng. Các kết quả của nghiên cứu này có thể được ứng dụng vào thực tiễn nhằm hỗ trợ cho lực lượng Kiểm lâm, chủ rừng và các nhà quản lý rừng trong công tác phát hiện sớm những trường hợp xâm hại rừng, từ đó đưa ra các giải pháp kịp thời và thích hợp cho vùng Tây Nguyên cũng như các tỉnh khác có điều kiện tài nguyên rừng tương tự.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phạm vi và mẫu nghiên cứu

Mất rừng và suy thoái rừng là hiện tượng khá phổ biến trên thế giới và ở Việt Nam. Khu vực Tây Nguyên đã thể hiện rõ điều này và



Hình 1. Khu vực và vị trí các vùng mẫu nghiên cứu

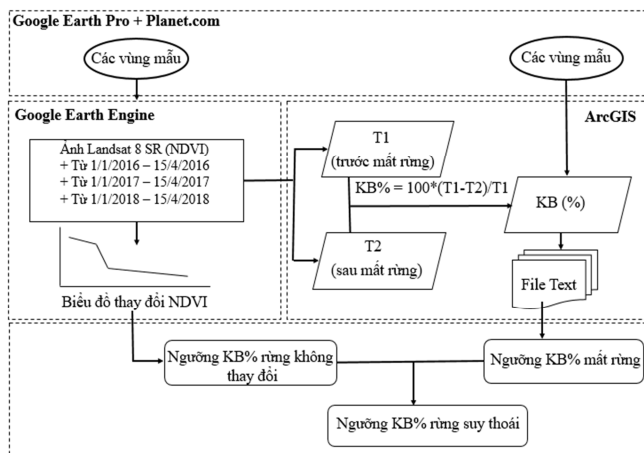
2.2. Dữ liệu ảnh vệ tinh

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu ảnh Landsat 8 SR trong GEE gồm 2 cảnh ảnh (124051 và 124052) khu vực tỉnh Đắk Nông với thời gian chụp từ 01/01/2015 đến 31/12/2018 và xác định tỷ lệ mây trên ảnh nhằm đánh giá khả năng sử dụng ảnh Landsat 8 trong giám sát

Đắk Nông là 1 trong 5 tỉnh có diện tích rừng bị mất, suy thoái nhiều nhất vùng Tây Nguyên trong 5 năm gần đây. Hơn nữa tài nguyên rừng tỉnh Đắk Nông có các trạng thái rừng phổ biến cho vùng Tây Nguyên. Vì vậy, nhóm tác giả đã chọn tỉnh Đắk Nông để thực hiện nghiên cứu.

Nghiên cứu được thực hiện trên 5 kiểu rừng chính của tỉnh Đắk Nông, bao gồm: rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh, rừng gỗ cây lá kim, rừng tre nứa, rừng trồng Keo, rừng hỗn giao gỗ - tre nứa. Các kiểu rừng khác (rừng rụng lá, rừng nửa rụng lá, rừng trồng Cao su) không thuộc phạm vi của nghiên cứu này. Chúng tôi sử dụng bản đồ nền kết quả kiểm kê rừng tỉnh Đắk Nông năm 2015 (Nguồn: Chi cục Kiểm lâm tỉnh Đắk Nông) để xác định 5 trạng thái rừng được lựa chọn nghiên cứu.

Để thực hiện nghiên cứu này, nhóm tác giả đã lựa chọn và thu thập 200 vùng mẫu (gọi tắt là mẫu), trong đó: 100 mẫu để xác định ngưỡng rừng không thay đổi, 50 mẫu để xác định ngưỡng mất rừng, 20 mẫu để đánh giá độ chính xác phát hiện sớm mất rừng và 30 mẫu để đánh giá độ chính xác phát hiện sớm suy thoái rừng (Hình 1).



Hình 2. Quy trình xác định ngưỡng phát hiện mất rừng và suy thoái rừng

diễn biến tài nguyên rừng khu vực nghiên cứu. Đồng thời, nghiên cứu sử dụng 6 ảnh Landsat 8 SR (Surface Reflectance) trong khoảng thời gian từ tháng 1 đến tháng 4 các năm 2016, 2017, 2018 để xác định khu rừng không thay đổi, mất rừng, suy thoái rừng và đánh giá độ chính xác của phương pháp.

Bảng 1. Dữ liệu ảnh Landsat 8 SR trong Google Earth Engine sử dụng trong nghiên cứu

TT	Mã ảnh	Thời gian	Tỷ lệ mây (%)	Độ phân giải không gian các band sử dụng (m)
1	LC08_124052_20160104	04/01/2016	33,89	30
2	LC08_124052_20160308	08/03/2016	2,11	30
3	LC08_124052_20170106	06/01/2017	13,69	30
4	LC08_124052_20170327	27/03/2017	38,05	30
5	LC08_124052_20180109	09/01/2018	23,70	30
6	LC08_124052_20180415	15/04/2018	24,32	30

Nguồn: Google Earth Engine

2.3. Phần mềm, Website sử dụng

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã sử dụng ArcGIS Desktop, Google Earth Engine, Google Earth Pro và Planet.com để phân tích ảnh vệ tinh và phát hiện khu rừng không thay đổi, mất rừng, suy thoái rừng. Phần mềm ArcGIS được sử dụng để phân tích chỉ số KB và xác định những khu vực rừng có sự thay đổi; Google Earth Engine được sử dụng để chọn ảnh theo thời gian cho khu vực nghiên cứu, lọc mây/bóng mây, vẽ biểu đồ thay đổi chỉ số NDVI theo thời gian; Google Earth Pro và Planet.com được sử dụng để hỗ trợ kiểm chứng nhanh khu vực có sự thay đổi rừng trong quá khứ.

2.4. Xác định khả năng sử dụng ảnh Landsat 8 trong giám sát diễn biến tài nguyên rừng

Chúng tôi tiến hành lấy thông tin về tỷ lệ mây của tất cả ảnh vệ tinh Landsat 8 khu vực tỉnh Đắk Nông với 2 cảnh ảnh 124051 và 124052 trong thời gian 4 năm bao gồm: 2015, 2016, 2017, 2018. Sau đó, tỷ lệ mây của các ảnh được tính trung bình cộng theo từng tháng trong thời gian liên tục 4 năm. Kết quả về tỷ lệ mây của các ảnh Landsat 8 theo 12 tháng trong năm được sử dụng để xem xét khả năng sử dụng ảnh Landsat 8 cho phát hiện sớm mất rừng và suy thoái rừng.

2.5. Chỉ số viễn thám và chỉ số đánh giá sự thay đổi rừng

Chỉ số viễn thám là khái niệm chung chỉ các

chỉ số sử dụng trong viễn thám như: NDVI, NBR, MSAVI, EVI... Trong nghiên cứu này, các khu vực rừng bị mất, bị suy thoái được xác định dựa vào sự thay đổi giữa hai mốc thời gian của Chỉ số Thực vật khác biệt chuẩn hóa (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) và được chúng tôi ký hiệu là KB. Công thức tính KB như sau:

$$KB = 100 * (T_1 - T_2) / T_1 \quad (1)$$

Trong đó: T_1 , T_2 là giá trị NDVI tại thời điểm trước và sau xảy ra mất rừng, suy thoái rừng;

Chỉ số thực vật NDVI được xác định theo công thức:

$$NDVI = \frac{(Band_{NIR} - Band_{RED})}{(Band_{NIR} + Band_{RED})} \quad (2)$$

Trong đó: Đối với ảnh Landsat 8 SR, $Band_{NIR}$ (kênh cận hồng ngoại) là Band 5 và $Band_{RED}$ (kênh đỏ) là Band 4.

Ảnh chỉ số thực vật tại 2 thời điểm (T_1 , T_2) là các ảnh có sẵn trong cơ sở dữ liệu của GEE. Các cảnh ảnh Landsat 8 đã được chuyển giá trị từ (Digital Number - DN) về giá trị phản xạ phổ bề mặt (Surface Reflectance - SR).

Để giảm ảnh hưởng của các yếu tố nhiễu đến kết quả phát hiện vùng mất rừng, suy thoái rừng, chúng tôi đã giới hạn phạm vi của ảnh tại 2 thời điểm (T_1 và T_2) như sau: (1) là diện tích có rừng với 5 kiểu rừng đã chọn theo bản đồ kiểm kê rừng năm 2015 tỉnh Đắk Nông; (2) những khu vực ảnh có mây được loại bỏ bằng các lệnh lập trình trong GEE; (3) dựa theo kết quả nghiên cứu của Yang, Y. và các cộng sự

(2019), thì khu vực có chỉ số NDVI nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 là khu vực không có thảm thực vật che phủ, vì vậy những khu vực này cũng được loại bỏ bằng các lệnh lập trình trong GEE.

Các vùng được phát hiện là mất rừng, suy thoái rừng từ kết quả nghiên cứu phải có diện tích bằng hoặc lớn hơn 0,5 ha mới được lựa chọn. Với độ phân giải không gian của ảnh Landsat (30 m), chúng tôi đã thử nghiệm và thấy rằng với diện tích rừng bị mất, rừng bị suy thoái từ 0,5 ha trở lên thì việc phát hiện được bằng ảnh Landsat 8 với việc sử dụng chỉ số NDVI có độ chính xác cao hơn so với các diện tích bị mất, suy thoái dưới 0,5 ha.

2.6. Xác định vùng rừng không thay đổi

Việc xác định ngưỡng chỉ số về khu rừng không thay đổi có ý nghĩa rất quan trọng cho quá trình phát hiện sự thay đổi rừng (mất rừng, suy thoái rừng). Chúng tôi đã rút ngẫu nhiên 20 vùng mẫu cho mỗi kiểu rừng với tổng số mẫu là 100 vùng. Nhóm tác giả nghiên cứu sự thay đổi giá trị NDVI của 100 mẫu trong khoảng thời gian 4 tháng mùa khô (từ ngày 01 tháng 01 đến ngày 15 tháng 4) của các năm 2016, 2017, 2018.

Chúng tôi sử dụng GEE để xác định giá trị NDVI lớn nhất ($NDVI_{Max}$) và giá trị NDVI nhỏ nhất ($NDVI_{Min}$) cho từng vùng. Sau đó, chúng tôi tính chỉ số KB theo công thức (1) với T_1 là giá trị $NDVI_{Max}$ và T_2 là giá trị $NDVI_{Min}$. Tiếp theo, chúng tôi tính giá trị KB trung bình của các kiểu rừng theo từng năm. Và ngưỡng phát hiện rừng không thay đổi ($KB_{khongthaydoi}$) được chúng tôi xác định là có giá trị nằm trong khoảng (a, b), trong đó: a là giá trị KB nhỏ nhất (Min) và b là giá trị KB lớn nhất (Max) của 5 kiểu rừng trong 3 năm nghiên cứu.

2.7. Xác định vùng mất rừng

Chúng tôi đã lựa chọn 50 mẫu là các lô rừng bị mất trong khoảng thời gian tháng 1, 2 và 3 năm 2016 ở tỉnh Đắk Nông để thực hiện nghiên cứu này. Quy trình xác định ngưỡng KB để phát hiện mất rừng được nghiên cứu thực hiện như ở Hình 02 gồm 03 bước như sau:

Bước 1: Tính giá trị KB năm 2016 (ký hiệu là KB_{2016}). Chỉ số KB được tính theo công thức (1) bằng công cụ Spatial Analyst Tools trong phần mềm ArcGIS.

Bước 2. Chiết xuất giá trị KB_{2016} với tham số giá trị trung bình (Mean) cho 50 mẫu nghiên cứu, sử dụng công cụ Zonal Statistic trong phần mềm ArcGIS để thực hiện.

Bước 3. Xác định ngưỡng phát hiện mất rừng. Từ kết quả ở bước 2, với bảng số liệu về giá trị Mean của 50 vùng mẫu nghiên cứu, ngưỡng phát hiện mất rừng ($KB_{matrung}$) được xác định là có giá trị nằm trong khoảng (c, d), trong đó: c là giá trị KB nhỏ nhất trong 50 mẫu và d là giá trị KB lớn nhất trong 50 mẫu nghiên cứu.

2.8. Xác định vùng suy thoái rừng

Nghiên cứu xác định diện tích rừng bị suy thoái có ngưỡng $KB_{suythoairung}$ lớn hơn ngưỡng $KB_{khongthaydoi}$ (rừng không thay đổi) và nhỏ hơn ngưỡng $KB_{matrung}$ (rừng bị mất).

2.9. Đánh giá độ chính xác của phương pháp xác định mất rừng, suy thoái rừng

Chúng tôi đã lựa chọn 20 mẫu rừng bị mất và 30 mẫu rừng bị suy thoái trong khoảng thời gian từ tháng 1 đến tháng 4 năm 2018 tại tỉnh Đắk Nông và đối chiếu với kết quả xác định các diện tích mất rừng, suy thoái rừng từ ảnh vệ tinh Landsat 8 SR để đưa ra kết quả đánh giá độ chính xác của phương pháp phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng tại khu vực nghiên cứu.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng ảnh Landsat 8 khu vực nghiên cứu

Kết quả đánh giá hiện trạng ảnh Landsat 8 tại khu vực nghiên cứu có ý nghĩa trong việc xác định khả năng thực tiễn sử dụng ảnh Landsat 8 để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng do ảnh Landsat 8 thường có nhiều mây đặc biệt vào các tháng mùa mưa ở vùng Tây Nguyên nói chung và khu vực nghiên cứu nói riêng.

Bảng 2. Tỷ lệ (%) mây trung bình tháng trong 4 năm (2015 - 2018) ảnh Landsat 8 khu vực tỉnh Đắk Nông

TT	Tháng	Tổng số ảnh Landsat 8		Tỷ lệ mây trung bình (%)	
		Cảnh 124051	Cảnh 124052	Cảnh 124051	Cảnh 124052
1	1	8	8	54,90	28,91
2	2	8	8	33,62	16,05
3	3	7	8	25,32	16,07
4	4	8	7	18,86	16,51
5	5	8	8	41,82	48,30
6	6	7	7	60,28	62,87
7	7	8	8	69,63	69,79
8	8	8	8	57,80	57,53
9	9	7	7	46,41	53,81
10	10	7	7	53,82	47,45
11	11	8	8	67,28	48,79
12	12	8	8	70,88	58,70
Tổng cộng		92	92		

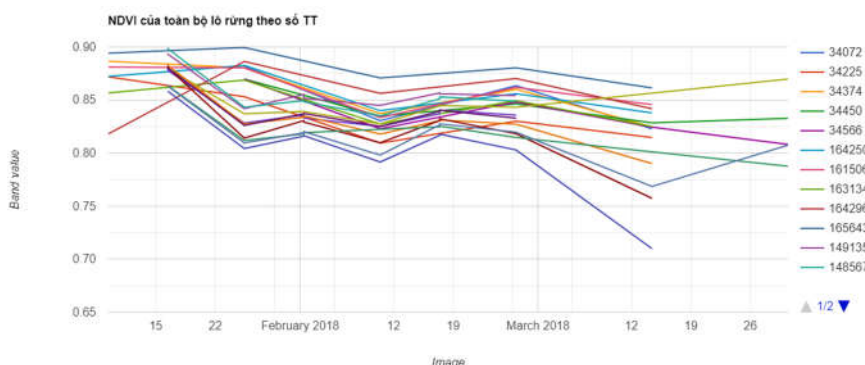
Tỷ lệ mây trung bình (%) theo từng tháng trong thời gian 4 năm liên tục ở bảng 2 đã cho thấy rằng: ảnh Landsat 8 khu vực nghiên cứu có tỷ lệ mây từ 16,05% đến 70,88%. Đối với cảnh 124051, có 10/12 tháng ảnh có tỷ lệ mây trên 30% trong khi đó ảnh có tỷ lệ mây trên 30% là 8/12 tháng ở cảnh 124052. Ảnh có tỷ lệ mây dưới 30% được xác định là phù hợp với việc xác định sớm mất rừng, suy thoái rừng. Như vậy, tại khu vực nghiên cứu ảnh Landsat 8 có khả năng đáp ứng được việc phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng trong khoảng thời gian từ tháng 1 đến tháng

4 hàng năm.

3.2. Xác định ngưỡng phát hiện rừng không thay đổi, mất rừng và suy thoái rừng bằng chỉ số KB%

3.2.1. Xác định ngưỡng phát hiện rừng không thay đổi

Để xác định ngưỡng phát hiện rừng không thay đổi, nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu 100 vùng mẫu (thuộc 5 kiểu rừng) và GEE để phân tích sự thay đổi chỉ số thực vật NDVI với các ảnh Landsat 8 SR trong khoảng thời gian mùa khô (4 tháng) từ ngày 01 tháng 01 đến ngày 15 tháng 04 của các năm 2016, 2017, 2018.



Hình 3. Phân tích thay đổi giá trị NDVI trong GEE đối với kiểu rừng tự nhiên lá rộng thường xanh năm 2018

Tỷ lệ thay đổi giá trị NDVI (KB%) đã được tính toán cho các kiểu rừng trong 3 năm được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Giá trị KB% trung bình mẫu theo các kiểu rừng các năm 2016, 2017 và 2018

TT	Trạng thái rừng	Số lượng mẫu	Giá trị trung bình của chỉ số KB%		
			Năm 2016	Năm 2017	Năm 2018
1	Rừng tự nhiên lá rộng thường xanh	20	6,5	8,3	7,7
2	Rừng tự nhiên lá kim	20	11,2	6,1	4,5
3	Rừng tự nhiên hỗn giao gỗ - tre nứa	20	12,4	10,0	6,8
4	Rừng lồ ô, tre nứa	20	11,3	12,6	10,6
5	Rừng trồng (loài cây Keo)	20	20,1	18,6	11,7
Giá trị nhỏ nhất (Min)			4,5		
Giá trị lớn nhất (Max)			20,1		

Kết quả tổng hợp số liệu ở bảng 3 đã cho thấy, KB có giá trị nhỏ nhất bằng 4,5% và có giá trị lớn nhất bằng 20,1%. Từ đó, chúng tôi đã xác định ngưỡng để phát hiện rừng không thay đổi ở khu vực nghiên cứu có KB từ 4,5 đến 20,1%.

3.2.2. Xác định ngưỡng phát hiện mất rừng và suy thoái rừng

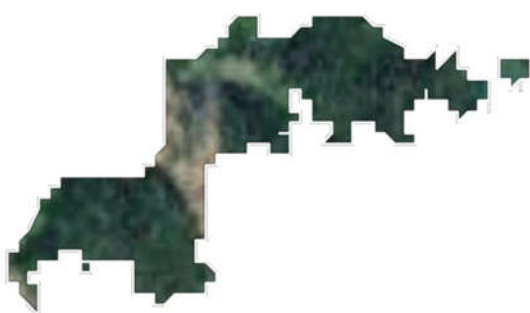
Dữ liệu 50 vùng mẫu mất rừng tại khu vực nghiên cứu đã được chúng tôi kiểm chứng là các vùng rừng đã bị mất trong thời gian từ 01/01/2016 đến 31/03/2016.



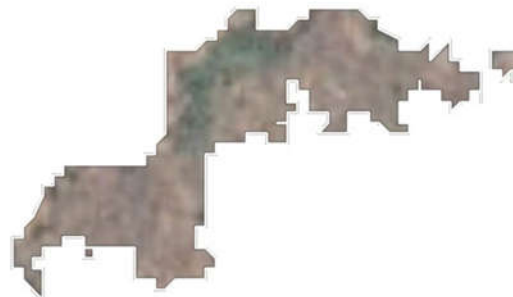
(a) Ảnh NDVI thời điểm trước mất rừng (04/01/2016)



(b) Ảnh NDVI thời điểm sau mất rừng (08/03/2016)



(c) Ảnh trên Planet trước mất rừng (04/01/2016)



(d) Ảnh trên Planet sau mất rừng (06/03/2016)

Hình 4. Phân tích giá trị NDVI trước và sau mất rừng trong GEE (a, b) và hình ảnh mất rừng trên Planet (c, d) thuộc lô 1 khoảnh 8 tiểu khu 1737

Để xác định ngưỡng phát hiện mất rừng, nghiên cứu đã tính giá trị KB theo công thức

(1) và trích xuất giá trị KB theo 50 mẫu nghiên cứu, kết quả được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Xác định ngưỡng mất rừng với giá trị KB% của 50 vùng mất rừng

TT	Mã vùng	X	Y	Diện tích (ha)	Mean	Range	Std
1	1001	805325	1342022	1,54	61,9	30,8	8,3
2	1002	821978	1351832	4,72	53,8	14,2	3,0
3	1003	822274	1351987	0,89	52,8	4,8	1,4
4	1004	822420	1351822	1,62	54,7	11,3	2,9
5	1005	813211	1320424	0,89	58,2	8,2	2,8
6	1006	813084	1320551	2,45	60,7	40,8	8,3
7	1007	807732	1322976	0,98	65,4	23,7	7,4
8	1008	807709	1323060	0,76	64,1	39,3	12,2
9	1009	807608	1323047	1,86	64,7	22,0	7,0
10	1010	807739	1323352	0,70	67,9	12,0	4,0
11	1011	816544	1324707	0,62	60,4	4,7	1,6
12	1012	806569	1325917	0,77	54,9	6,7	2,3
13	1013	806119	1325197	0,54	54,0	6,5	2,5
14	1014	813541	1326133	0,87	52,8	7,0	2,3
15	1015	812278	1326532	0,51	57,6	15,2	5,6
16	1016	809029	1327353	0,56	57,4	9,1	3,9
17	1017	807762	1328047	0,59	60,2	12,0	4,3
18	1018	808189	1327792	0,70	54,0	9,2	3,2
19	1019	807795	1328710	0,80	57,4	22,0	7,2
20	1020	808447	1329044	0,88	55,4	11,5	3,7
21	1021	809764	1329889	0,97	54,9	7,7	2,8
22	1022	808593	1329877	1,05	66,8	24,7	7,2
23	1023	808429	1329767	0,78	61,3	10,9	3,4
24	1024	809335	1331203	1,29	62,6	21,7	6,1
25	1025	809372	1331246	2,78	61,6	26,5	6,6
26	1026	826013	1323571	0,72	60,7	13,9	5,6
27	1027	825125	1323967	0,51	57,5	11,5	4,9
28	1028	823973	1326758	0,62	60,6	17,3	6,2
29	1029	820533	1329290	5,33	70,2	20,2	4,9
30	1030	820682	1329500	2,26	63,0	32,2	7,6
31	1031	824284	1330307	1,52	56,2	12,9	3,7
32	1032	824284	1330420	0,64	57,1	6,5	2,1
33	1033	806965	1333236	0,82	60,6	15,9	5,0
34	1034	810963	1334466	0,60	64,8	17,9	7,1
35	1035	810709	1334634	0,76	65,6	13,1	4,3
36	1036	809837	1334726	0,77	60,5	13,9	5,4
37	1037	805503	1336582	0,54	60,5	9,6	3,2
38	1038	805583	1336623	0,92	62,3	20,1	6,1
39	1039	826117	1333732	6,16	63,6	25,7	5,4
40	1040	826287	1333567	0,70	55,6	6,3	1,8
41	1041	764414	1313947	2,02	57,8	12,7	3,9
42	1042	764276	1314007	1,00	55,2	8,7	2,5
43	1043	781378	1339998	0,87	52,6	14,8	4,1
44	1044	781352	1339989	0,57	58,9	15,8	5,1
45	1045	781350	1340579	1,40	53,5	21,5	6,1
46	1046	781193	1340613	1,39	55,1	14,4	4,2
47	1047	781321	1340717	1,17	56,8	21,1	6,2
48	1048	757819	1353473	0,64	58,1	15,6	6,2
49	1049	757817	1353557	0,83	63,5	14,2	4,9
50	1050	794454	1333338	0,90	55,2	10,6	4,0
Giá trị nhỏ nhất (Min):					52,5	4,7	1,4
Giá trị lớn nhất (Max):					70,0	40,8	12,2

Số liệu được tổng hợp ở bảng 4 đã cho thấy, trong tổng số 50 mẫu nghiên cứu, chỉ số KB có giá trị nhỏ nhất là 52,5% và có giá trị lớn nhất là 70,0%. Từ đó, chúng tôi đã xác định ngưỡng để phát hiện mất rừng tại khu vực nghiên cứu có KB từ 52,5 đến 70,0%.

Từ kết quả xác định ngưỡng rừng không thay đổi và ngưỡng phát hiện mất rừng tại khu vực nghiên cứu, chúng tôi đã xác định được ngưỡng KB để phát hiện vùng suy thoái rừng là từ 20,1 đến 52,5%.

3.3. Đánh giá độ chính xác của phương pháp phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng

Bảng 5. Đánh giá độ chính xác phương pháp phát hiện sớm mất rừng với dữ liệu 20 mẫu mất rừng ở tỉnh Đắk Nông năm 2018

TT	X	Y	Thời điểm trước khi bị tác động	Thời điểm bị tác động	Thời điểm phát hiện mất rừng bằng ảnh	Diện tích kiểm chứng (ha)	Diện tích xác định trên ảnh (ha)	Tỷ lệ sai khác về diện tích (%)
1	807001	1333219	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,41	NA	
2	808421	1333528	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,88	NA	
3	808721	1334191	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,91	0,48	47,3
4	807992	1335966	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,13	0,72	36,3
5	818703	1318650	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,65	1,61	2,4
6	817557	1317459	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,42	1,42	0,0
7	818822	1318792	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,87	0,78	10,3
8	819026	1318676	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,22	1,07	12,3
9	819279	1318134	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,18	0,97	17,8
10	811556	1332407	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,65	0,63	3,1
11	811603	1335998	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,50	1,25	16,7
12	811923	1336113	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,78	0,74	5,1
13	812751	1336222	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	3,53	2,37	32,9
14	791429	1349179	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,14	0,88	22,8
15	812622	1324797	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,81	0,81	0,0
16	818589	1316399	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,72	NA	
17	799468	1343016	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,91	NA	
18	811341	1332401	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	2,22	1,99	10,4
19	811796	1335899	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	2,08	1,75	15,9
20	818985	1317498	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,72	0,71	1,4
Tỷ lệ sai khác trung bình về diện tích (%)								14,7

Ghi chú: NA – Không phát hiện

Số liệu được tổng hợp ở bảng 5 đã cho thấy: trong số 20 mẫu kiểm chứng có tổng 16 vùng mất rừng đã được phát hiện trên ảnh vệ tinh (chiếm 80,0%) và 4 vùng mất rừng ảnh vệ tinh không phát hiện được (chiếm 20,0%). Độ chính xác về diện tích vùng rừng bị mất được

3.3.1. Độ chính xác phát hiện sớm mất rừng

Chúng tôi đã xác định các vùng mất rừng trên ảnh Landsat 8 SR thông qua chỉ số KB với thời điểm T1 (thời điểm rừng chưa bị tác động) là ngày 09 tháng 01 năm 2018 và thời điểm T2 (thời điểm để phát hiện sớm rừng bị mất) là ngày 15 tháng 04 năm 2018. Nhóm tác giả lựa chọn 20 mẫu rừng bị mất trong khoảng thời gian từ 01/01/2018 đến 15/04/2018 để kiểm chứng với kết quả xác định sớm mất rừng từ ảnh Landsat 8 SR.

phát hiện từ ảnh Landsat 8 là 85,3% (tỷ lệ sai khác về diện tích là 14,7%).

3.3.2. Độ chính xác phát hiện sớm suy thoái rừng

Chúng tôi đã xác định các vùng suy thoái rừng trên ảnh Landsat 8 SR thông qua chỉ số

KB với thời điểm T₁ (thời điểm rừng chưa bị tác động) là ngày 09 tháng 01 năm 2018 và thời điểm T₂ (thời điểm để phát hiện sớm rừng bị suy thoái) là ngày 15 tháng 04 năm 2018.

Nhóm tác giả lựa chọn 30 mẫu rừng bị suy thoái trong khoảng thời gian từ 01/01/2018 đến 15/04/2018 để kiểm chứng với kết quả phát hiện sớm suy thoái rừng từ ảnh Landsat 8 SR.

Bảng 6. Đánh giá độ chính xác phương pháp phát hiện sớm suy thoái rừng với dữ liệu 30 mẫu suy thoái rừng ở tỉnh Đắk Nông năm 2018

TT	X	Y	Thời điểm trước khi bị tác động	Thời điểm bị tác động	Thời điểm phát hiện suy thoái rừng bằng ảnh	Diện tích kiểm chứng (ha)	Diện tích phát hiện trên ảnh (ha)	Tỷ lệ sai khác về diện tích (%)
1	807792	1335100	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,05	0,58	44,8
2	805446	1336737	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,85	NA	
3	805371	1336679	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,96	NA	
4	805551	1336775	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,80	NA	
5	807867	1328256	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,90	0,55	38,9
6	807325	1334641	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,36	0,70	48,5
7	807466	1334868	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,64	NA	
8	817447	1318067	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,72	0,62	13,9
9	817178	1318409	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,54	0,50	7,4
10	795627	1337887	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,20	0,63	47,5
11	795361	1337088	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,73	0,50	31,5
12	797434	1343058	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,85	0,67	21,2
13	797351	1343004	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,99	0,67	32,3
14	799010	1342661	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,55	NA	
15	797370	1341932	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,79	NA	
16	797567	1341679	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	12,97	3,71	71,4
17	793844	1335990	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,81	1,43	21,0
18	794396	1336311	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,20	0,92	23,3
19	796691	1337855	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,23	0,71	42,3
20	796358	1337721	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,71	0,41	42,3
21	752038	1332756	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,04	1,00	3,8
22	752095	1332757	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,73	0,73	0,0
23	818014	1316138	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,69	0,57	17,4
24	818078	1316145	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,86	0,84	2,3
25	818067	1317508	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,76	0,68	10,5
26	818416	1316649	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,65	NA	
27	818218	1316277	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	1,63	0,70	57,1
28	817987	1317446	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,57	0,50	12,3
29	818117	1316948	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,67	NA	
30	818101	1316724	09/01/2018	9/1-15/4/2018	15/04/2018	0,64	NA	
Tỷ lệ sai khác trung bình về diện tích (%)								28,0

Ghi chú: NA – Không phát hiện

Số liệu được tổng hợp ở bảng 6 đã cho thấy: trong số 30 mẫu suy thoái rừng kiểm chứng có

21 vùng suy thoái rừng đã được phát hiện trên ảnh vệ tinh (chiếm 70,0%) và 9 vùng suy thoái

rừng ảnh vệ tinh không phát hiện được (chiếm 30,0%). Độ chính xác về diện tích vùng rừng bị suy thoái được phát hiện từ ảnh Landsat 8 là 72,0% (tỷ lệ sai khác về diện tích là 28%).

3.4. Thảo luận

Trong thực tiễn quản lý bảo vệ rừng ở nước ta, các vụ vi phạm về xâm hại rừng không phải trường hợp nào cũng được phát hiện ngay, dẫn đến diện tích rừng bị xâm hại có nguy cơ bị mở rộng thêm mà không có sự can thiệp kịp thời của các nhà quản lý liên quan. Từ đó cho thấy, rất cần giải pháp để hỗ trợ cán bộ quản lý bảo vệ rừng trong việc xác định sớm nhất thời điểm phá rừng và diện tích rừng bị phá để có giải pháp ngăn chặn kịp thời.

Kết quả của nghiên cứu về hiện trạng ảnh Landsat 8 tại tỉnh Đắk Nông đã cho thấy, ảnh Landsat 8 đáp ứng được việc phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng tại khu vực nghiên cứu vào các tháng mùa khô (tháng 1, 2, 3 và 4). Đây là các tháng có lượng mưa trung bình dưới 100 mm/tháng. Trong khi đó, lượng mưa của các tháng còn lại từ 200 đến 600 mm/tháng (Theo Niên giám thống kê tỉnh Đắk Nông năm 2017). Mặt khác, theo số liệu theo dõi các vụ vi phạm liên quan đến mất rừng, suy thoái rừng trên địa bàn tỉnh Đắk Nông giai đoạn 2016 – 2018 chúng tôi thấy rằng: các vụ vi phạm về phá rừng tập trung vào các tháng mùa khô trong năm. Điều này cho thấy, mặc dù ảnh Landsat 8 không đáp ứng được phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng cho cả 12 tháng trong năm nhưng đối với các tháng mùa khô (thời điểm tập trung nhiều các vụ vi phạm) thì ảnh Landsat 8 có thể đã đáp ứng được. Do đó, việc áp dụng ảnh Landsat 8 để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng tại tỉnh Đắk Nông là có ý nghĩa thực tiễn.

Nghiên cứu đã xác định được tỷ lệ thay đổi chỉ số về NDVI (KB%) để phát hiện khu rừng không thay đổi, mất rừng và suy thoái rừng tại khu vực nghiên cứu với các giá trị lần lượt là: 4,5 – 20,1; 20,1 – 52,5 và 52,5 – 70%. Trong nghiên cứu này, chỉ số KB dao động từ giá trị nhỏ nhất ($KB_{\text{Min}} = 4,5\%$) đến giá trị lớn nhất ($KB_{\text{Max}} = 70\%$). Về mặt lý thuyết, rừng không thay đổi tuyệt đối đồng nghĩa với việc giá trị NDVI tại thời điểm T1 và T2 bằng nhau nên giá trị KB_{Min} bằng 0% nhưng trong thực tế các trạng thái rừng thay đổi theo thời gian. Nên rừng không thay đổi ở đây được hiểu là rừng

không bị tác động hoặc có bị tác động nhưng không đáng kể. Đối với giá trị KB_{Max} , theo lý thuyết giá trị NDVI lớn nhất bằng 1 (đây là khu vực thực vật có mật độ cao nhất), khi rừng chuyển sang các trạng thái khác thì giá trị NDVI giảm xuống. Trường hợp ảnh Landsat 8 bị mây thì chỉ số NDVI bằng 0 (Nguyễn Đăng Vỹ, 2018), lúc này chỉ số KB bằng 100%. Hay trường hợp khác, theo Yang, Y. et al. (2019) khu vực đất trống có giá trị NDVI bằng và dưới 0,2 khi đó, chỉ số KB sẽ lớn hơn hoặc bằng 80%. Từ việc phân tích giá trị KB_{Min} và KB_{Max} cho thấy, tùy thuộc vào vào loại rừng hay thay đổi loại hình sử dụng đất mà giá trị KB_{Min} và KB_{Max} có giá trị khác nhau.

Đánh giá độ chính xác của phương pháp phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng với việc sử dụng ảnh Landsat 8 SR và Google Earth Engine với dữ liệu mất rừng, suy thoái rừng năm 2018 của tỉnh Đắk Nông đã cho thấy ảnh Landsat 8 có thể phát hiện sớm được mất rừng, suy thoái rừng cho các khu vực ảnh không bị mây, bóng mây với diện tích từ 0,5 ha trở lên. Đối với 4 khu vực mất rừng và 9 khu vực suy thoái rừng năm 2018 không phát hiện được theo phương pháp này là do những khu vực này có mây, bóng mây nên đã bị loại bỏ từ đầu trong quá trình phân tích ảnh và tính toán chỉ số KB hoặc có thể do dữ liệu mẫu với thời gian mất rừng, suy thoái rừng chưa sát thực. Phương pháp sử dụng chỉ số KB về tỷ lệ thay đổi chỉ số thực vật để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng có thể ứng dụng cho các kiểu rừng tương đồng của các tỉnh khác trong vùng Tây Nguyên cũng như trong toàn quốc. Kết quả của nghiên cứu có ý nghĩa thực tiễn góp phần nâng cao hiệu quả quản lý bảo vệ rừng trong đó có nhiệm vụ cập nhật diễn biến rừng một cách thường xuyên và liên tục tại các địa phương.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, tỷ lệ thay đổi chỉ số thực vật đã được tính toán với việc sử dụng ảnh Landsat 8 SR và Google Earth Engine để từ đó xác định ngưỡng phù hợp cho việc phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng (chỉ số KB). Phương pháp xây dựng chỉ số KB thông qua sử dụng ảnh Landsat 8 SR và GEE để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng có ý nghĩa thực tiễn đối với tỉnh Đắk Nông vào các tháng 1, 2, 3 và 4 trong năm. Phương pháp này cho thấy triển vọng lớn trong việc áp dụng cho các vùng

khác có điều kiện tương tự.

Thách thức lớn cho việc áp dụng phương pháp xác định sớm mất rừng, suy thoái rừng ở khu vực Tây Nguyên đó là ảnh Landsat 8 có tỷ lệ mây lớn vào thời điểm mùa mưa trong năm. Do đó, cần có thêm nghiên cứu sử dụng các tư liệu ảnh vệ tinh khác như: ảnh Sentinel 1, Sentinel 2, ảnh SPOT... để có thể mở rộng phạm vi về thời gian, không gian cũng như nâng cao độ chính xác trong việc áp dụng ảnh viễn thám cho mục đích phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng ở vùng Tây Nguyên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. FAO (2015). The Forest Resources Assessment (FRA): Terms and Definitions.
2. N. I. Fawzi, V. N. Husna; J. A. Helms (2018). Measuring deforestation using remote sensing and its implication for conservation in Gunung Palung National Park, West Kalimantan, Indonesia. *Earth and Environmental Science* 149 (2018).
3. An Vo Quang; Gabriel, J.; Nicolas D. (2019). The challenge of mapping forest cover changes: forest degradation detection by optical remote sensing time series analysis. *Geophysical Research Abstracts* Vol. 21, EGU2019-5005-2, 2019.
4. Mathieu, R.; Joeri, V. W.; Anton, V.; Benoit, M. (2013). Detecting forest degradation in the Congo Basin by

optical remote sensing. Proc. "ESA Living Planet Symposium 2013", Edinburgh, UK 9–13 September 2013.

5. Nanki, S.; Edzer, P.; Gilberto, C. (2018). Using Google Earth Engine to detect land cover change: Singapore as a use case. *European Journal of Remote Sensing*, 51:1, 486-500.

6. Nicola, P.; Marco, B. (2019). Towards a Tool for Early Detection and Estimation of Forest Cuttings by Remotely Sensed Data. *Land* 2019, 8, 58.

7. Trần Quang Bảo, Nguyễn Đức Lợi, Lê Nguyên Khang (2017). Ứng dụng GIS và viễn thám trong phân tích thực trạng và đánh giá diễn biến tài nguyên rừng tại huyện Vĩnh Cửu, tỉnh Đồng Nai. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp* số 6/2017.

8. Nguyễn Hải Hòa, Phùng Văn Khoa, Lê Văn Sơn, Tôn Thất Minh (2018). Ứng dụng công nghệ viễn thám xác định thay đổi diện tích rừng tại khu dự trữ sinh quyển thế giới Langbiang giai đoạn 1995 – 2017. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn* số 24/2018.

9. Nguyễn Đăng Vỹ (2018). Ứng dụng ảnh viễn thám đa thời gian và hệ chuyên gia để tự động hóa quá trình theo dõi biến động diện tích lớp thực phủ. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi* số 43/2018.

10. Planet Team (2017). Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth. San Francisco, CA. <https://api.planet.com>.

11. Yang, Y.; Wang, S.; Bai, X.; Tan, Q.; Li, Q.; Wu, L.; Tian, S.; Hu, Z.; Li, C.; Deng, Y. (2019) Factors Affecting Long-Term Trends in Global NDVI. *Forests*, 10, 372.

USING LANDSAT 8 AND GOOGLE EARTH ENGINE FOR EARLY DETECTION OF DEFORESTATION, FOREST DEGRADATION IN THE CENTRAL HIGHLANDS REGION: A CASE STUDY IN DAK NONG PROVINCE

Phung Van Khoa¹, Nguyen Quoc Hieu², Nguyen Quang Huy¹

¹*Vietnam National University of Forestry*

²*Vietnam Administration of Forestry*

SUMMARY

For the forestry sector in our country, remote sensing images have been studied and applied effectively in assessing changes in forest resources at different stages, but the application of remote sensing images in early detection of deforestation and forest degradation have been poorly studied. In this paper, we build a method for early detection of deforestation and forest degradation using Landsat 8 images and Google Earth Engine through the KB% index (index of relative value change over time of NDVI index). The results from this study have established the threshold to identify the stable forest areas (unchanged), forest degradation, deforestation with the KB values respectively: 4.5 - 20.1%; 20.1 - 52.5% and 52.5 - 70.0%. The method for early detection of deforestation and forest degradation has been tested for the area of Dak Nong province (in 2018) with the detection ratio of deforestation is 80.0% and the accuracy of detecting the lost forest area is 85.3%; the detection ratio of forest degradation is 70.0% and the accuracy of detecting degraded forest area is 72.0%. The results of this study have practical implications for early detection of deforestation and forest degradation, especially in the dry season months (January, February, March and April) in Dak Nong province. This method can be applied for early detecting deforestation and forest degradation in the Central Highlands region and in other areas with similar conditions throughout the country.

Keywords: Central Highlands, deforestation, forest degradation, Google Earth Engine, Landsat 8.

Ngày nhận bài : 26/8/2019

Ngày phản biện : 25/9/2019

Ngày quyết định đăng : 02/10/2019