

PHÁT HIỆN SỚM MẮT RỪNG, SUY THOÁI RỪNG Ở TỈNH ĐẮK LẮK SỬ DỤNG CHỈ SỐ TƯƠNG ĐỐI KB TÍNH THEO CHỈ SỐ NBR CỦA ẢNH SENTINEL 2

Phùng Văn Khoa¹, Nguyễn Quốc Hiệu², Nguyễn Quang Huy¹

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

²Tổng cục Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Nghiên cứu ứng dụng các chỉ số từ ảnh viễn thám và những loại ảnh vệ tinh khác nhau trong việc phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng là rất cần thiết trong giám sát tài nguyên rừng ở nước ta. Trong bài báo này, chỉ số tương đối KB tính theo chỉ NBR của ảnh Sentinel 2 đã được sử dụng để phát hiện sớm mất rừng và suy thoái rừng cho 03 kiểu rừng (rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh, rừng gỗ tự nhiên lá kim, rừng trồng) ở tỉnh Đắk Lắk. Nghiên cứu đã xác định được ngưỡng phát hiện suy thoái rừng, mất rừng có chỉ số tương đối KB lần lượt là: 25,0 – 46,0 và 46,0 - 85,0. Sử dụng chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2 để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng ở tỉnh Đắk Lắk đã được kiểm chứng với tỷ lệ phát hiện vùng mất rừng là 94,0% và độ chính xác về phát hiện diện tích mất rừng là 92,8%; tỷ lệ phát hiện vùng suy thoái rừng là 85,0% và độ chính xác về phát hiện diện tích suy thoái rừng là 77,2%. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2 phù hợp với việc phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng ở tỉnh Đắk Lắk. Chỉ số này cũng có thể được sử dụng để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng cho các khu vực khác có điều kiện tương tự trong cả nước.

Từ khóa: Đắk Lắk, mất rừng, NBR, Sentinel 2, suy thoái rừng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới, viễn thám được ứng dụng mạnh mẽ để giám sát mất rừng, suy thoái rừng. Có thể kể đến một số nghiên cứu trên thế giới như: Miller, J. D., & Thode, A. E. (2007); Hadi et al., (2018); Katsuto Shimizu et al. (2019); Thaís Ailmaida Lima et al. (2019). Ở Việt Nam đã có một số công trình nghiên cứu sử dụng ảnh viễn thám để giám sát mất rừng, suy thoái rừng như: Nguyễn Thanh Hoàn và cộng sự (2017) đã sử dụng các chỉ số Normalised Difference Vegetation Index (NDVI), Normalised Difference Soil Index (NDSI) và ảnh vệ tinh Landsat 8 để xác định mất rừng tại tỉnh Đắk Nông với độ chính xác là 91,6% và 99,2%; Nguyễn Hải Hòa và cộng sự (2019), đã sử dụng các chỉ số NDVI và ảnh Landsat để xác định ngưỡng phát hiện sớm mất rừng do hoạt động khai thác khoáng sản tại khu dự trữ sinh quyển Lang Biang tỉnh Lâm Đồng với độ chính xác từ 56,0% đến 81,1%; Phùng Văn Khoa và cộng sự (2019) đã sử dụng chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NDVI của ảnh Landsat 8 để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng vùng Tây Nguyên - trường hợp tỉnh Đắk Nông với độ chính xác phát hiện vùng mất rừng là 80,0% và độ chính xác phát hiện suy thoái rừng là 70,0%. Chúng tôi thấy rằng, trong giám sát mất rừng, suy thoái rừng, chỉ số

NDVI và ảnh Landsat thường được ứng dụng bởi một số tác giả ở trong nước trong khi đó các tác giả nước ngoài lại có xu hướng lựa chọn đa dạng các chỉ số và các loại ảnh khác nhau. Một trong những hạn chế của ảnh Landsat là thường bị mây che phủ và độ phân giải không gian không cao (30 m) nên các vụ phá rừng có phạm vi nhỏ có thể khó phát hiện được bằng ảnh Landsat. Do đó, việc nghiên cứu thử nghiệm thêm các loại ảnh vệ tinh khác, chỉ số viễn thám khác nhau nhằm nâng cao hiệu quả trong phát hiện mất rừng, suy thoái rừng là rất cần thiết ở nước ta. Mục đích của nghiên cứu này là thử nghiệm chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số than cháy (NBR, Normalized Burn Ratio) của ảnh Sentinel 2 để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng trong phạm vi một số kiểu rừng phổ biến ở tỉnh Đắk Lắk.

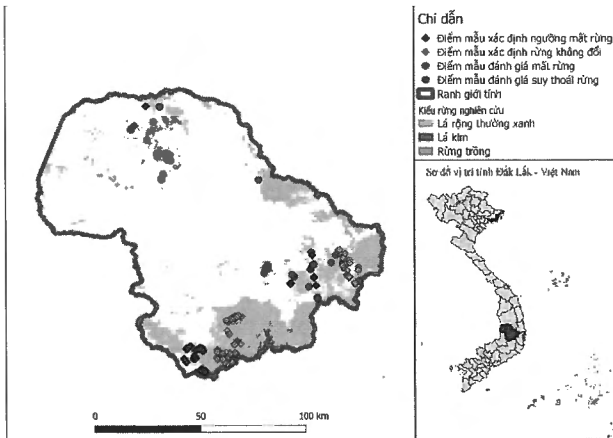
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phạm vi và mẫu sử dụng

Đắk Lắk là 1 trong năm tỉnh thuộc vùng Tây Nguyên, Việt Nam. Theo Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2019), đến 31/12/2018 tỉnh Đắk Lắk có diện tích rừng là 512.854 ha, trong đó diện tích rừng tự nhiên là 457.643 ha (chiếm 89,0%) và diện tích rừng trồng là 55.211 ha (chiếm 11,0%) và giai đoạn 2015 đến 2018, tỉnh Đắk Lắk có diện tích rừng tự nhiên bị mất, chuyển đổi là 14.537 ha.

Nghiên cứu được thực hiện trên 3 kiểu rừng phổ biến ở khu vực: rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh (251.435 ha), rừng gỗ tự nhiên lá kim (8.491 ha Thông 2 lá và Thông 5 lá) và

rừng trồng (28.800 ha trồng loài cây Keo) của tỉnh Đắk Lắk. Kiểu rừng lá rộng rụng lá (200.291 ha) không thuộc phạm vi của nghiên cứu này.



Hình 1. Sơ đồ phạm vi và phân bố mẫu

Nghiên cứu sử dụng 210 mẫu (mỗi mẫu tương ứng một lô rừng) bao gồm: 90 mẫu xác định ngưỡng phát hiện rừng không đổi; 50 mẫu xác định ngưỡng phát hiện mất rừng; 70 mẫu để đánh giá độ chính xác của phương pháp phát hiện sớm mất rừng và suy thoái rừng (Hình 1). Mẫu có kích thước trung bình là 1,5 ha. Mẫu có kích thước nhỏ nhất là 0,31 ha và mẫu có kích thước lớn nhất là 6,45 ha.

2.2. Ảnh vệ tinh Sentinel 2 được sử dụng

Bảng 1. Thông tin về ảnh Sentinel 2 được sử dụng

TT	Mã ảnh	Thời gian chụp	Tỷ lệ mây (%)
1	20151115T032112_20161224T004753_T48PZU	15/11/2015	7,9
2	20160423T032356_20160423T083153_T48PZU	23/04/2016	4,2
3	20180108T031109_20180108T032345_T48PZV	08/01/2018	7,6
4	20180413T030541_20180413T031057_T48PZV	13/04/2018	5,6
5	20180108T031109_20180108T032345_T48PZU	08/01/2018	16,6
6	20180413T030541_20180413T031057_T48PZU	13/04/2018	4,3
7	20180108T031109_20180108T032345_T49PBQ	08/01/2018	14,6
8	20180413T030541_20180413T031057_T49PBQ	13/04/2018	11,6

Nguồn: Google Earth Engine

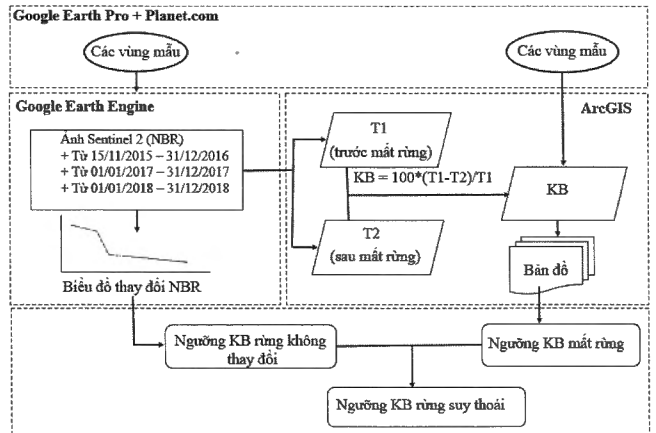
2.3. Xác định mất rừng, suy thoái rừng

Áp dụng chỉ số tương đối KB (Miller & Thode, 2007; Khoa et al., 2019) để xác định sớm mất rừng, suy thoái rừng:

$$KB = 100 * (T1 - T2) / T1 \quad (1)$$

Trong đó:

T1 là giá trị NBR tại thời điểm trước khi xảy ra mất rừng, suy thoái rừng;



Hình 2. Sơ đồ quy trình nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, 951 cảnh ảnh Sentinel 2 từ 15/11/2015 đến 31/12/2018 đã được phân tích để đánh giá hiện trạng về độ che phủ bởi mây của ảnh Sentinel 2 tại khu vực nghiên cứu và xác định ngưỡng rừng không thay đổi. Sau khi loại bỏ các cảnh ảnh có độ che phủ mây lớn, 8 cảnh ảnh Sentinel 2 (Bảng 1) được sử dụng để xác định ngưỡng phát hiện mất rừng, suy thoái rừng và đánh giá độ chính xác của phương pháp.

nghiên cứu đã giới hạn phạm vi nghiên cứu bằng cách xử lý các ảnh T1 và T2 như sau: loại bỏ các khu vực có mây trong Google Earth Engine (GEE) và lựa chọn các diện tích thuộc 3 kiểu rừng nghiên cứu. Quy trình nghiên cứu được minh họa ở hình 2.

2.4. Xác định ngưỡng rừng không đổi, mất rừng, suy thoái rừng

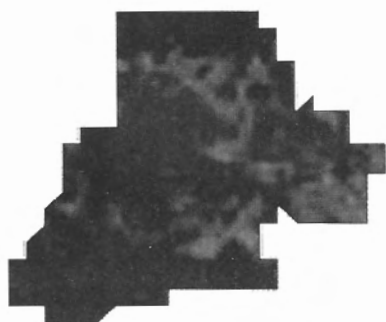
2.4.1. Xác định ngưỡng rừng không đổi

Phương pháp rút mẫu điển hình phân tầng đã được áp dụng để lựa chọn các lô rừng nhằm xác định ngưỡng rừng không thay đổi. Các bản đồ cập nhật hiện trạng rừng tỉnh Đắk Lắk các năm (2015, 2016, 2017, 2018) được sử dụng để lựa chọn 30 mẫu/kiểu rừng không có sự thay đổi về trạng thái trong khoảng thời gian nghiên cứu. Đồng thời, nghiên cứu cũng kiểm chứng tính ổn định về trạng thái của các kiểu rừng này trên Planet. Tổng số mẫu là 90 mẫu. Nghiên cứu xác định sự thay đổi giá trị NBR của 90 mẫu trong khoảng thời gian từ 15/11/2015 đến 31/12/2018.

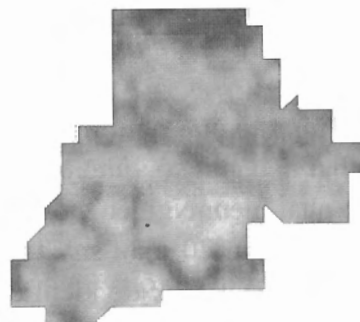
Các tác giả đã sử dụng GEE để trích xuất giá trị NBR của các mẫu, sau đó xác định giá trị NBR lớn nhất (NBR_{Max}) và giá trị NBR nhỏ nhất (NBR_{Min}) cho từng mẫu. Sau đó, tính chỉ số KB theo công thức (1) với T1 là giá trị NBR_{Max} và T2 là giá trị NBR_{Min} . Tiếp theo, tính giá trị KB trung bình của các kiểu rừng. Ngưỡng phát hiện rừng không thay đổi ($KB_{khongthaydoi}$) được xác định có giá trị nằm trong khoảng (a, b), trong đó: a = 0 là trường hợp lý tưởng về mặt lý thuyết và b là giá trị KB lớn nhất trong các kiểu rừng.

2.4.2. Xác định ngưỡng mất rừng

Nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu bản đồ cập nhật diễn biến rừng tỉnh Đắk Lắk năm 2015, 2016 để xác định các mẫu mất rừng. Các mẫu này được kiểm chứng trên Planet về thời gian mất rừng (Hình 3 và Hình 4). Kết quả nghiên cứu đã lựa chọn được 50 mẫu là các lô rừng bị mất trong khoảng thời gian từ ngày 15/11/2015 đến 23/4/2016 ở tỉnh Đắk Lắk để xác định ngưỡng KB phát hiện mất rừng.

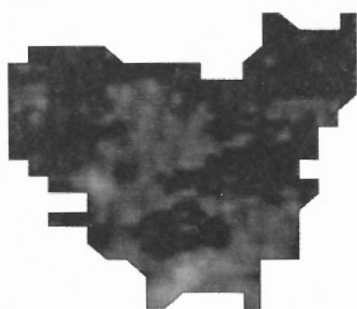


Ảnh trên Planet trước mất rừng
(15/11/2015)

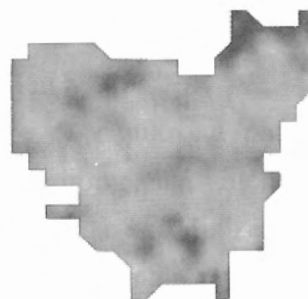


Ảnh trên Planet sau mất rừng
(24/04/2016)

Hình 3. Kiểm chứng thời gian mất rừng tại lô 27 khoảnh 6 tiểu khu 1409



Ảnh trên Planet trước mất rừng
(23/11/2015)



Ảnh trên Planet sau mất rừng
(24/04/2016)

Hình 4. Kiểm chứng thời gian mất rừng tại lô 13 khoảnh 4 tiểu khu 1409

(Nguồn: <https://www.planet.com/>)

Quy trình xác định ngưỡng KB để phát hiện sớm mất rừng được thực hiện như sau:

Bước 1: Lựa chọn ảnh vệ tinh tại thời điểm T1 (trước khi biến động) và thời điểm T2 (thời điểm phát hiện biến động). Tính giá trị KB theo công thức (1) bằng công cụ Spatial Analyst Tools trong phần mềm ArcGIS.

Bước 2. Trích xuất giá trị KB với tham số giá trị trung bình (Mean) cho 50 mẫu nghiên cứu, sử dụng công cụ Zonal Statistics 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 ($KB_{matrưng}$) được xác định 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.

2.4.3. Xác định ngưỡng suy thoái rừng

Nghiên cứu xác định diện tích rừng bị suy thoái có ngưỡng $KB_{suythoairung}$ trong khoảng từ $KB_{khongthaydoi}$ (rừng không thay đổi) đến ngưỡng $KB_{matrưng}$ (rừng bị mất).

2.4.4. Đánh giá độ chính xác của phương pháp

Độ chính xác của phương pháp được đánh giá trên hai tiêu chí: số vùng phát hiện được và diện tích phát hiện. Nghiên cứu đã lựa chọn 50 mẫu mất rừng và 20 mẫu suy thoái rừng năm 2018 của tỉnh Đắk Lắk để kiểm chứng với kết

quả phát hiện mất rừng, suy thoái rừng từ ảnh vệ tinh. Các mẫu mất rừng, suy thoái rừng được kiểm chứng tương tự như việc lựa chọn 50 mẫu mất rừng để xác định ngưỡng mất rừng (mục 2.4.2) với việc sử dụng dữ liệu bản đồ cập nhật diễn biến rừng tỉnh Đắk Lắk năm 2017, 2018 và Planet.

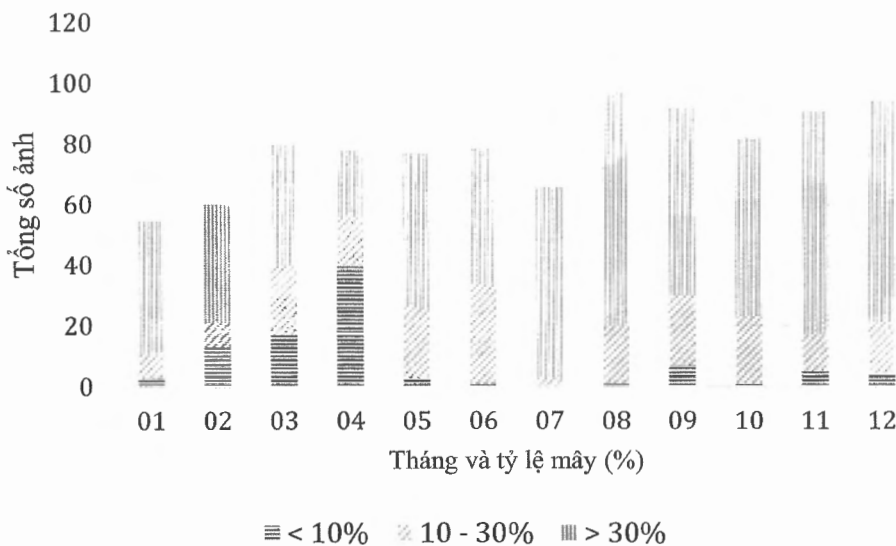
2.5. Phần mềm sử dụng

Trong nghiên cứu này, ArcGIS Desktop, Google Earth Engine và các ảnh vệ tinh Planet có độ phân giải không gian cao đã được sử dụng. 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 khu vực nghiên cứu, lọc mây, vẽ biểu đồ thay đổi chỉ số NBR theo thời gian; Planet được sử dụng để kiểm chứng mẫu rừng không đổi, mất rừng, suy thoái rừng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng về độ che phủ bởi mây của ảnh Sentinel 2 khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu đã sử dụng GEE để trích xuất thông tin tỷ lệ mây của ảnh Sentinel 2 trong thời gian từ 15/11/2015 đến 31/12/2018 nhằm đánh giá được số lượng và chất lượng ảnh Sentinel 2 phù hợp cho phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng ở tỉnh Đắk Lắk. Kết quả cho thấy, tổng số ảnh bao phủ diện tích tỉnh Đắk Lắk là 951 cảnh ảnh. Số cảnh ảnh được so sánh giữa các tháng như ở hình 5.



Hình 5. So sánh số lượng ảnh Sentinel 2 các tháng trong năm

Trong tổng số 951 cảnh ảnh, có 95 cảnh ảnh có tỷ lệ mây dưới 10% (chiếm tỷ lệ 10%), có 217 cảnh ảnh có tỷ lệ mây trong khoảng từ 10 đến 30% (chiếm tỷ lệ 22%) và 649 cảnh ảnh có tỷ lệ mây trên 30% (chiếm 68%). Chúng tôi thấy rằng, ảnh Sentinel 2 có tỷ lệ mây dưới 10% tập trung vào các tháng mùa khô trong năm (tháng 1, 2, 3 và 4). Các tháng mùa mưa ảnh có tỷ lệ mây trên 30% là chủ yếu, đặc biệt là các tháng 6, 7 và 8. Ảnh có tỷ lệ mây dưới 10% là khá phù hợp cho việc phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng. Ảnh có tỷ lệ mây từ 10 đến 30% có thể sử dụng trong phạm vi giới

hạn. Ảnh có tỷ lệ mây trên 30% có khả năng sử dụng rất thấp.

3.2. Xác định ngưỡng rừng không đổi, mất rừng và suy thoái rừng

3.2.1. Ngưỡng rừng không đổi

Xác định được ngưỡng giá trị KB cho rừng không thay đổi là rất quan trọng trong việc xác định ngưỡng mất rừng và suy thoái rừng. Nghiên cứu đã sử dụng GEE để trích xuất giá trị NBR của 90 mẫu theo 03 kiểu rừng sau đó tính giá trị KB của các kiểu rừng theo các năm 2016, 2017 và 2018. Kết quả được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Giá trị KB của các kiểu rừng để xác định ngưỡng phát hiện rừng không đổi

TT	Kiểu rừng	Giá trị KB		
		Năm 2016 ^(*)	Năm 2017	Năm 2018
1	Rừng tự nhiên lá rộng thường xanh	15,0 ± 7,5	15,0 ± 5,7	17,3 ± 6,4
2	Rừng tự nhiên lá kim	20,1 ± 8,4	19,3 ± 8,4	17,5 ± 8,2
3	Rừng trồng (loài cây Keo, Bạch đàn, Thông)	18,0 ± 11,5	20,7 ± 10,1	25,0 ± 9,5

Ghi chú: () thời gian được tính từ 15/11/2015 đến 31/12/2016*

Từ bảng 2 cho thấy, kiểu rừng lá rộng thường xanh có giá trị KB dao động từ 15,0 đến 17,3. Kiểu rừng tự nhiên lá kim có giá trị KB dao động từ 17,5 đến 20,1. Kiểu rừng trồng có giá trị KB dao động từ 18,0 đến 25,0. Kiểu rừng tự nhiên lá rộng thường xanh có giá trị KB nhỏ nhất (Min) là 15,0 so với các kiểu rừng khác và kiểu rừng trồng có giá trị KB lớn nhất (Max) là 25,0 so với các kiểu rừng khác. Từ đó, chúng tôi xác định được ngưỡng giá trị KB để phát hiện rừng không đổi ở khu vực nghiên cứu là từ 0,0 đến 25,0.

3.2.2. Ngưỡng mất rừng, suy thoái rừng

Căn cứ vào thời gian mất rừng của 50 mẫu mất rừng được lựa chọn, nghiên cứu đã lựa chọn các cảnh ảnh Sentinel 2 trong Bảng 01 với thời điểm T1 (15/11/2015) và thời điểm T2 (23/4/2016) để tính toán bản đồ ảnh giá trị KB

theo công thức (1) và trích xuất giá trị KB với 50 mẫu nghiên cứu. Kết quả được thể hiện tại bảng 3.

Số liệu ở bảng 3 cho thấy, trong 50 mẫu mất rừng được nghiên cứu, mẫu có giá trị KB nhỏ nhất là 46,0 và mẫu có giá trị KB lớn nhất là 85,0. Từ đó, có thể thấy ngưỡng phát hiện mất rừng sử dụng chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2 có giá trị KB tại khu vực nghiên cứu nằm trong khoảng từ 46,0 đến 85,0.

Như đã được đề cập trong phần phương pháp xác định ngưỡng phát hiện suy thoái rừng, dựa vào kết quả xác định ngưỡng phát hiện rừng không đổi và ngưỡng phát hiện mất rừng, nghiên cứu xác định được ngưỡng phát hiện suy thoái rừng có giá trị KB nằm trong khoảng từ 25,0 đến 46,0.

Bảng 3. Giá trị KB của 50 mẫu xác định ngưỡng phát hiện mất rừng

TT	Kiểu rừng	Tiểu khu	Khoảnh	Lô	Diện tích (ha)	Giá trị KB	Độ lệch chuẩn
1	RTG	1438	6	14	1,68	85,0	7,1
2	RTX	1148	3	48b	0,54	47,3	29,1
3	RTX	1149	5	36a	0,39	48,1	18,1
4	RTX	1138	4	5a	0,71	77,8	22,1
5	RTG	1407	9	14	0,68	67,7	9,1
6	RTG	1409	4	20	1,45	62,2	16,7
7	RTG	1409	4	13	2,49	77,4	15,0
8	RTG	1409	4	16	1,91	76,4	14,5
9	RTG	1409	4	31	1,11	70,3	3,2
10	RTG	1409	4	37	1,76	61,8	25,2
11	RTG	1409	5	5	1,91	69,6	9,1
12	RTG	1409	6	27	2,88	53,2	12,0
13	RTG	1409	6	29	0,52	64,5	5,8
14	RTG	1409	6	36	0,79	73,1	5,8
15	RTG	1409	6	50	0,96	70,9	11,5
16	RTG	1422	2	58	0,47	70,6	6,1
17	RTG	1422	2	68	1,08	56,3	17,8
18	RTG	1422	2	76	0,76	65,2	9,4
19	RTG	1422	2	91	1,30	65,7	14,6
20	RTG	1422	2	98	2,02	59,0	13,9
21	RTG	1422	2	101	2,56	67,8	7,4
22	RTG	1422	2	103	1,41	69,1	3,1
23	RTX	1409	2	18	1,46	46,0	14,3
24	RTX	1415	6	28	1,33	77,2	14,7
25	RTG	1390	6	89	0,92	65,5	12,2
26	RTG	1399	8	10	1,67	77,6	12,2
27	RTG	1399	8	70	0,68	57,4	14,5
28	RTG	1399	8	68	1,09	58,8	4,4
29	RTX	1399	8	24	1,89	70,5	9,9
30	RTX	1399	8	55	1,34	62,8	10,4
31	RTG	1438	1	32	3,25	59,4	16,1
32	RTX	1427	4	14	0,34	71,8	9,7
33	RTG	1427	1	29c	4,42	78,0	15,8
34	RTX	1427	4	11	0,38	79,1	5,9
35	RTG	1436	6	19	1,34	57,1	17,6
36	RTG	1436	6	44	6,45	50,7	17,1
37	RTG	1438	1	6	1,04	51,3	12,4
38	RTG	1438	2	22	1,40	58,8	13,4
39	RTG	1438	6	27	0,76	83,0	6,0
40	RTG	1438	2	9	1,70	62,7	15,5
41	RTX	1148	6	17a	0,34	60,9	8,8
42	RTX	1138	4	17b	0,74	49,7	23,3
43	RTX	1138	4	5a	0,71	76,8	18,1
44	RTX	1148	6	24f	0,66	48,0	29,1
45	RTX	779	1	47a	0,86	50,9	16,4
46	RTX	774	6	39a	0,31	46,0	6,1
47	RTX	1148	6	17a	0,34	56,5	8,6
48	RTX	145	5	42a	0,43	71,4	8,1
49	RTX	172	9	12	0,79	84,6	16,2
50	RTX	1138	4	17b	0,74	60,2	23,0
Giá trị nhỏ nhất (Min)					0,31	46,0	3,1
Giá trị lớn nhất (Max)					6,45	85,0	29,1

Ghi chú: RTG – Rừng trồng gỗ; RTX – Rừng tự nhiên thường xanh

3.3. Đánh giá độ chính xác của phương pháp

3.3.1. Độ chính xác phát hiện sớm mất rừng

Nghiên cứu đã sử dụng 06 cảnh ảnh Sentinel 2 trong Bảng 01 với thời điểm T1

(08/01/2018) và thời điểm T2 (13/4/2018) để phát hiện các vùng mất rừng trên ảnh và kiểm chứng với 50 mẫu mất rừng đã được lựa chọn. Kết quả kiểm chứng được thể hiện tại bảng 4.

Bảng 4. Kết quả kiểm chứng 50 mẫu mất rừng

TT	Trạng thái rừng	Tọa độ X	Tọa độ 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 phát hiện trên ảnh (ha)	Tỷ lệ sai khác về diện tích (%)
1	RTX	874513	1441714	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,31	0,31	0,00
2	RTG	915248	1400506	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	1,84	1,53	16,80
3	RTX	908822	1402056	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,33	0,32	3,00
4	RTG	877061	1397011	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	1,84	1,56	15,20
5	RTX	890271	1396129	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,56	0,47	16,10
6	RTG	878692	1400983	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	1,03	0,86	16,50
7	RTX	900290	1401000	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,61	0,49	19,70
8	RTX	900555	1400948	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,90	0,84	6,70
9	RTX	898162	1390386	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,40	0,38	5,00
10	RTX	902511	1384639	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,47	0,38	19,10
11	RTG	877060	1396999	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	1,84	1,52	17,40
12	RTX	890271	1396148	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,56	0,54	3,60
13	RTX	890328	1396219	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,40	0,39	2,50
14	RTX	829386	1444162	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,35	0,32	8,60
15	RTX	829271	1444575	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,36	0,36	0,00
16	RTG	911103	1405672	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	3,27	NA	
17	RTX	832548	1453795	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,99	0,82	17,20
18	RTX	827951	1476620	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	2,19	2,04	6,80
19	RTX	827904	1476857	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,46	0,46	0,00
20	RTX	824879	1469505	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,86	0,86	0,00
21	RTX	826459	1454403	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,42	0,42	0,00
22	RTX	827382	1453892	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,45	0,39	13,30
23	RTX	826738	1453001	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,37	0,36	2,70
24	RTX	826686	1452928	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,47	0,47	0,00
25	RTX	828114	1454321	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,42	0,40	4,80
26	RTX	831262	1454147	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,40	0,40	0,00
27	RTX	831311	1451465	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,46	0,42	8,70
28	RTX	831764	1451890	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,93	0,93	0,00
29	RTX	831174	1452149	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,45	0,37	17,80
30	RTX	831399	1452176	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,42	0,42	0,00
31	RTX	831347	1452110	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,44	0,44	0,00
32	RTX	831306	1452047	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,47	0,46	2,10
33	RTX	831305	1451970	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,46	0,46	0,00
34	RTX	831396	1452009	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,30	0,30	0,00
35	RTX	831230	1451860	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,42	0,37	11,9

TT	Trạng thái rừng	Tọa độ X	Tọa độ 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 phát hiện trên ảnh (ha)	Tỷ lệ sai khác về diện tích (%)
36	RTX	832644	1453685	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,50	0,50	0,00
37	RTX	832331	1453546	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,69	0,56	18,80
38	RTX	832205	1453072	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,75	0,68	9,30
39	RTX	832309	1453009	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,58	0,52	10,30
40	RTX	832757	1451312	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,46	0,39	15,20
41	RTX	832880	1451072	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,48	0,48	0,00
42	RTX	832271	1453709	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,81	0,73	9,90
43	RTG	922094	1393076	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	2,21	NA	
44	RTX	831098	1454456	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,73	0,73	0,00
45	RTX	828492	1441903	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	2,67	2,20	17,60
46	RTX	828459	1442348	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,62	0,58	6,50
47	RTG	878563	1399951	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	10,04	NA	
48	RTX	814068	1465790	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,33	0,30	9,10
49	RTX	814099	1465986	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,38	0,37	2,60
50	RTX	821719	1460762	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/4/2018	0,78	0,74	5,10
Số mẫu mất rừng được phát hiện								47	
Độ chính xác phát hiện số mẫu mất rừng (%)								94,0	
Tỷ lệ sai khác về diện tích mất rừng (%)									7,2
Độ chính xác về diện tích phát hiện mất rừng (%)									92,8

Ghi chú: RTG – Rừng trồng gỗ; RTX – Rừng tự nhiên thường xanh; NA – Không phát hiện

Chúng tôi thấy rằng, trong 50 mẫu kiểm chứng có 47 mẫu đã được phát hiện từ ảnh Sentinel 2 (chiếm tỷ lệ 94%) và 03 mẫu không được phát hiện từ ảnh (chiếm tỷ lệ 6%) với nguyên nhân được xác định do các mẫu này có ngưỡng KB thấp hơn ngưỡng phát hiện mất rừng. Tỷ lệ sai khác về diện tích của các mẫu mất rừng dao động trong khoảng từ 0 đến 19,7%. Tỷ lệ sai khác trung bình về diện tích của các mẫu nghiên cứu là 7,2%. Hay nói cách khác, độ chính xác về diện tích của phương pháp phát hiện sớm mất rừng bằng chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2 là 92,8%.

3.3.2. Độ chính xác phát hiện sớm suy thoái rừng

Nghiên cứu đã sử dụng 06 cảnh ảnh Sentinel 2 (Bảng 1) với thời điểm T1 (08/01/2018) và thời điểm T2 (13/4/2018) để

xác định các vùng suy thoái rừng trên ảnh và kiểm chứng với 20 mẫu suy thoái rừng đã được lựa chọn. Kết quả kiểm chứng được thể hiện tại bảng 5.

Chúng tôi thấy rằng, trong 20 mẫu kiểm chứng có 17 mẫu đã được phát hiện từ ảnh (chiếm tỷ lệ 85,0%) và 03 mẫu không được phát hiện từ ảnh (chiếm tỷ lệ 15,0%) với nguyên nhân được xác định do các mẫu này có ngưỡng KB thấp hơn ngưỡng phát hiện suy thoái rừng. Tỷ lệ sai khác về diện tích của những mẫu nghiên cứu dao động trong khoảng từ 0 đến 58,0%. Tỷ lệ sai khác trung bình của các mẫu nghiên cứu là 22,8%. Hay nói cách khác, phương pháp phát hiện sớm suy thoái rừng sử dụng chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2 có độ chính xác về diện tích phát hiện là 77,2%.

Bảng 5. Kết quả kiểm chứng 20 mẫu suy thoái rừng

TT	Trạng thái rừng	Tọa độ X	Tọa độ 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	RTG	915117	1399466	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	2,36	1,18	50,00
2	RTG	914949	1400206	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	7,28	3,94	45,90
3	RTG	914365	1401596	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	3,01	NA	
4	RTX	890324	1396125	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	0,40	0,34	15,00
5	RTX	899555	1406927	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	0,34	0,31	8,80
6	RTX	900555	1401139	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	0,42	0,36	14,30
7	RTX	891354	1395268	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	0,53	0,39	26,40
8	RTX	891380	1395194	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	0,34	0,33	2,90
9	RTG	878477	1399904	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	0,32	0,31	3,10
10	RTG	878549	1399474	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	1,31	0,55	58,00
11	RTX	899122	1398761	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	1,40	0,81	42,10
12	RTX	900616	1401127	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	0,64	0,37	42,20
13	RTX	902337	1385290	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	0,45	0,35	22,20
14	RTG	878463	1398814	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	1,23	NA	
15	RTX	891382	1395195	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	0,34	0,34	0,00
16	RTG	878477	1399904	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	0,32	0,32	0,00
17	RTG	878564	1399448	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	1,31	0,97	26,00
18	RTG	877663	1399544	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	1,97	NA	
19	RTX	899126	1398756	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	1,40	0,99	29,30
20	RTG	878544	1399841	8/1/2018	8/1-13/4/2018	13/04/2018	2,11	0,88	0,58
Số mẫu suy thoái rừng được phát hiện								17	
Độ chính xác phát hiện số mẫu suy thoái rừng (%)								85,0	
Tỷ lệ sai khác về diện tích suy thoái rừng (%)									122,8
Độ chính xác diện tích phát hiện suy thoái rừng (%)									77,2

Ghi chú: RTG – Rừng trồng gỗ; RTX – Rừng tự nhiên thường xanh; NA – Không phát hiện

3.4. Thảo luận

Nghiên cứu đã được thực hiện nhằm mục đích đánh giá hiệu quả sử dụng chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2 trong phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng ở tỉnh Đắk Lắk.

Kết quả đánh giá hiện trạng dữ liệu về độ che phủ bởi mây của ảnh Sentinel 2 tại tỉnh Đắk Lắk cho thấy, ảnh Sentinel 2 đáp ứng tốt cho việc phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng vào các tháng mùa khô (tháng 11, 12, 1, 2, 3 và 4). Vào những tháng này, ảnh Sentinel 2 với chu kỳ bay chụp là 6 ngày có thể cung

cấp được nhiều ảnh có chất lượng tốt để sử dụng cho phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng. Điều này cho thấy, ảnh Sentinel 2 có thể kết hợp với ảnh Landsat 8 và các ảnh vệ tinh khác để nâng cao hiệu quả sử dụng ảnh vệ tinh trong phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng tại khu vực nghiên cứu.

Nghiên cứu đã xác định được ngưỡng chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel để phát hiện suy thoái rừng, mất rừng với giá trị lần lượt là: 25,0 – 46,0 và 46,0 – 85,0. Theo Phùng Văn Khoa và cộng sự (2019), sử dụng chỉ số tương đối KB tính theo

chỉ số NDVI của ảnh Landsat 8 để xác định ngưỡng suy thoái rừng, mất rừng có ngưỡng lần lượt là: 20,1 - 52,5 và 52,5 - 70,0. Có thể thấy, ngưỡng để phát hiện suy thoái rừng sử dụng chỉ số NBR có giá trị dưới ($KB = 25,0$) cao hơn so với khi sử dụng chỉ số NDVI ($KB = 20,1$). Và ngưỡng trên để phát hiện mất rừng khi sử dụng chỉ số NBR ($KB = 85,0$) cao hơn so với việc sử dụng chỉ số NDVI ($KB = 70,0$). Chúng tôi cho rằng điều này có thể được giải thích như sau: thứ nhất, do sự khác biệt trong công thức xác định chỉ số NBR và NDVI. Cả hai công thức tính NDVI và NBR có sử dụng kênh sóng cận hồng ngoại (NIR). Thực vật phản xạ mạnh trong dải sóng của kênh NIR. Sự khác biệt thể hiện ở việc công thức tính NDVI sử dụng kênh đỏ (RED) và công thức tính chỉ số NBR sử dụng kênh dải hồng ngoại sóng ngắn (SWIR). Kênh SWIR có bước sóng dài hơn so với kênh RED, nên có khả năng phát hiện các khu vực khô và ẩm tốt hơn đồng thời ít chịu tác động của mây hơn so với kênh RED. Do đó, khi sử dụng chỉ số NBR thì khả năng phát hiện các biến động trong một vùng tốt hơn so với chỉ số NDVI làm cho ngưỡng KB đối với rừng không thay đổi rộng hơn và giá trị KB đối với các mẫu mất rừng cũng cao hơn. Thứ hai, có thể giải thích do sự khác biệt về độ phân giải không gian của ảnh. Ảnh Sentinel 2 có độ phân giải không gian cao hơn (10 m - Band 8; 20 m - Band 12) trong khi đó ảnh Landsat 8 sử dụng có độ phân giải không gian thấp hơn (30 m). Do đó, ảnh Sentinel 2 có thể phát hiện các vùng có sự thay đổi tốt hơn, cho nên biên độ giá trị KB có xu hướng cao hơn so với ảnh Landsat 8.

Nghiên cứu đã đánh giá độ chính xác về khả năng phát hiện và độ chính xác về diện tích phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng khi sử dụng chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2. Kết quả cho thấy, độ chính xác phát hiện mất rừng lần lượt là: 94,0% và 92,8%; độ chính xác phát hiện suy thoái rừng lần lượt là: 85,0% và 77,2%. Kết quả này cho thấy, chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2 phù hợp cho việc phát hiện sớm mất

rừng, suy thoái rừng ở khu vực nghiên cứu. Theo Phùng Văn Khoa và cộng sự (2019), khi sử dụng chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NDVI của ảnh Landsat 8 để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng tại tỉnh Đắk Nông có độ chính xác phát hiện mất rừng lần lượt là: 80,0% và 85,3%; độ chính xác phát hiện suy thoái rừng lần lượt là: 70,0% và 72,0%. Điều này cho thấy, khi sử dụng chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2 có thể cải thiện đáng kể độ chính xác phát hiện mất rừng và suy thoái rừng so với sử dụng chỉ số NDVI của ảnh Landsat 8.

Một điểm quan trọng trong nghiên cứu này là sử dụng chỉ số tương đối KB (Miller & Thode, 2007; Khoa et al., 2019) theo công thức (1), phương pháp phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng với việc sử dụng thuật toán KB có thể được ứng dụng vào thực tiễn bằng việc xây dựng quy trình sử dụng nó trong các phần mềm như: ArcGIS, QGIS, Google Earth Engine để thực hiện cảnh báo sớm mất rừng, suy thoái rừng bán tự động hoặc tự động. Tuy nhiên, việc ứng dụng phương pháp phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng với việc sử dụng chỉ số tương đối KB cho các khu vực khác nhau cần xem xét đến các ngưỡng KB (rừng không đổi, mất rừng, suy thoái rừng) phù hợp với từng khu vực địa lý và từng loại chỉ số, từng loại ảnh vệ tinh để đạt được độ chính xác cao nhất.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2 đã được sử dụng để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng cho 3 kiểu rừng: rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh, rừng gỗ tự nhiên lá kim, rừng trồng (Keo) ở tỉnh Đắk Lắk. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2 phù hợp để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng tại tỉnh Đắk Lắk. Do đó, chỉ số tương đối KB tính theo chỉ số NBR của ảnh Sentinel 2 có thể áp dụng để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng cho các khu vực khác có điều kiện tương tự trong cả nước. Kết quả nghiên cứu cũng gợi ý rằng, ảnh Radar nên được xem xét thử

nghiệm để phát hiện sớm mất rừng, suy thoái rừng vào mùa mưa, khi mà các ảnh quang học có tỷ lệ mây cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Thaís Ailmaida Lima, René Beuchle, Andreas Langner, Rosana Cristina Grecchi, Verena C. Gries, Frédéric Achar (2019). Comparing Sentinel 2 MSI and Landsat 8 OLI Imagery for monitoring selective logging in the Brazilian Amazon. *Remote Sens.* 2019, 11, 961; doi: 10.3390/rs11080961.

2. Hadi, Andray Krasovskii, Victor Maus, Ping Yowargana, Stephan Pietsch, Miina Rautiainen (2018). Monitoring deforestation in rainforest using satellite data: A pilot study from Kalimantan, Indonesia. *Forests* 2018, 9, 389; doi:10.3390/f9070389.

3. Katsuto Shimizu, Tetsuji Ota, Nobuya Mizoue (2019). Detecting forest changes using dense Landsat 8 and Sentinel 1 time series data in tropical seasonal forests. *Remote Sens.* 2019, 11, 1899; doi:10.3390/rs11161899.

4. Miller, J. D., & Thode, A. E. (2007). Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR). *Remote Sensing of Environment*, 109(1), 66–80.

5. Nguyễn Thanh Hoàn, Phạm Văn Duân, Lê Sỹ Doanh, Nguyễn Văn Dũng (2017). Xác định vị trí mất rừng bằng phương pháp phân tích véc tơ thay đổi đa biến (MCVA) trên tư liệu vệ tinh Landsat 8. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp số 4 – 2017.*

6. Nguyễn Hải Hòa, Phùng Văn Khoa, Lê Văn Hương, Lê Văn Sơn, Dương Trung Hiếu, Lê Quang Minh, Nguyễn Quang Giảng, Nguyễn Hữu Nghĩa, Trần Thị Ngọc Lan, Nguyễn Thị Thu Hiền, Vũ Thị Thanh Hoa (2019). Sử dụng ảnh Landsat để xác định ngưỡng phát hiện sớm khai thác khoáng sản tại Khu dự trữ sinh quyển thế giới Langbiang, Lâm Đồng. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp số 2 – 2019.*

7. Phùng Văn Khoa, Nguyễn Quốc Hiệu, Nguyễn Quang Huy (2019). 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. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp số 5 – 2019.*

8. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2019). Quyết định 911/QĐ-BNN-TCLN ngày 19 tháng 3 năm 2019 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn về việc Công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2018.

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

EARLY DETECTION OF DEFORESTATION, FOREST DEGRADATION IN DAK LAK PROVINCE USING THE RELATIVE KB INDEX CALCULATED BY THE NORMALIZED BURN RATIO INDEX OF SENTINEL 2 IMAGERY

Phung Van Khoa¹, Nguyen Quoc Hieu², Nguyen Quang Huy¹

¹*Vietnam National University of Forestry*

²*Vietnam Administration of Forestry, Ministry of Agriculture and Rural Development*

SUMMARY

Researching on the application of remote sensing indicators and different types of satellite images in early detecting deforestation and forest degradation, is essential in monitoring forest resources in our country. In this paper, the relative KB indices calculated by the NBR index of Sentinel 2 images were used to early detect deforestation and forest degradation of 03 forest types (evergreen broadleaf forest, coniferous forest, plantation forest) in Dak Lak province. The results from this study have established the threshold to identify forest degradation, deforestation with the KB index values range from 25.0 - 46.0 and 46.0 - 85.0, respectively. Using the KB index calculated by the NBR index of Sentinel 2 image to early detect deforestation and forest degradation in Dak Lak province has been tested with the detection ratio of deforestation is 94.0% and the accuracy of detecting the lost forest area is 92.8%; the detection ratio of forest degradation is 85.0% and the accuracy of detecting degraded forest area is 77.2%. The results of this study indicated that the relative KB indices calculated by the NBR index of Sentinel 2 images are suitable for early detection of deforestation and forest degradation in Dak Lak province. It is suggested to use this index for early detecting deforestation and forest degradation in other provinces having similar conditions throughout the country.

Keywords: Dak Lak, deforestation, forest degradation, NBR, Sentinel 2.

Ngày nhận bài : 15/4/2020

Ngày phản biện : 11/6/2020

Ngày quyết định đăng : 18/6/2020