

NGHIÊN CỨU KẾT HỢP ẢNH VỆ TINH QUANG HỌC SENTINEL - 2 VÀ RADAR SENTINEL - 1 TRONG PHÁT HIỆN MẤT RỪNG Ở TỈNH GIA LAI

Nguyễn Văn Thị¹, Trần Quang Bảo², Lê Sỹ Doanh¹,
Phạm Văn Duẩn¹, Nguyễn Nam Hải³, Trần Xuân Hòa²

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đã kết hợp chỉ số NDVI của ảnh vệ tinh quang học Sentinel - 2 với giá trị tán xạ ngược của ảnh radar Sentinel - 1 để phát hiện mất rừng trên địa bàn tỉnh Gia Lai giữa 2 thời kỳ khác nhau. Thời kỳ đầu tính từ ngày 01/01/2018 đến ngày 30/6/2018 và thời kỳ sau tính từ 01/01/2019 đến 30/6/2019. Chỉ số NDVI được tính từ tập hợp các ảnh có tỷ lệ mây che phủ dưới 30% cho kỳ đầu (136 cảnh) và kỳ sau (173 cảnh). Đối với ảnh Sentinel - 1, một ảnh trung bình được tạo ra từ tập hợp 45 cảnh. Toàn bộ quá trình tính toán, phân tích dữ liệu được thực hiện trên Google Earth Engine. Nghiên cứu chỉ ra rằng khả năng phát hiện mất rừng ở Gia Lai bằng dữ liệu kết hợp (NBCI) cao hơn so với sử dụng dữ liệu quang học (NDVI) hay tán xạ ngược radar (BKS) riêng rẽ. Cụ thể độ chính xác của phát hiện mất rừng bằng NBCI đạt 91,7% trong khi NDVI chỉ đạt 81,7% và BSK là 75%. Với mô hình NBCI kết hợp với bản đồ hiện trạng rừng năm 2017, nghiên cứu này đã phát hiện được trên địa bàn tỉnh Gia Lai, từ 01/01/2018 đến 30/6/2019, bị mất 3.415,79 ha rừng phân bố ở 4.437 lô, 2.022 khoảnh, 657 tiểu khu, 130 xã và 16 huyện, trong đó rừng tự nhiên lá rộng thường xanh là 1.459,87 ha, rừng tự nhiên lá rộng rụng lá là 26,82 ha và rừng trồng là 1.929,1 ha.

Từ khóa: *Gia Lai, Google Earth Engine, mất rừng, Sentinel - 1, Sentinel - 2.*

1. MỞ ĐẦU

Gia Lai là một trong những địa phương có diện tích rừng nhiều ở Việt Nam. Với vị trí địa lý thuộc khu vực Tây Nguyên, địa hình bị chia cắt phức tạp bởi các khe núi và hệ thống sông hồ. Vì vậy, công tác tuần tra, giám sát của các lực lượng bảo vệ rừng ở đây gặp nhiều khó khăn. Hiện nay, khoa học công nghệ hiện đại đã cung cấp cho con người nhiều công cụ hỗ trợ trong công tác quản lý bảo vệ rừng. Trong đó, ảnh vệ tinh là một trong những tư liệu được ứng dụng phổ biến trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt là trong giám sát tài nguyên rừng.

Hiện nay, việc ứng dụng ảnh viễn thám để giám sát tài nguyên rừng đã trở nên phổ biến. Năm 2006, Huang và Siegert đã nghiên cứu giám sát biến động lớp phủ thực vật với quy mô lớn ở Bắc Trung Quốc bằng ảnh vệ tinh SPOT đa thời gian. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Cabral (2006) trong việc phân loại lớp phủ ở phía Nam châu Phi. Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng, việc kết hợp ảnh vệ

tinh quang học và radar sẽ cho kết quả giám sát rừng tốt hơn là chỉ sử dụng riêng rẽ các loại tư liệu này [3], [4], [5], [6], [7]. Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thanh Hoàn (2013) chỉ ra rằng sử dụng kết hợp ALOS/PALSAR với ALOS/AVNIR - 2 cho kết quả phân loại đạt tới 88% trong khi chỉ sử dụng ALOS/AVNIR-2 là 77%. Nghiên cứu về phân loại lớp phủ sử dụng đất khu vực Amazone phía Đông Braxin, Paulo Amador Tavares (2019) nhận định nếu kết hợp dữ liệu Sentinel - 1 và Sentinel-2 thì kết quả phân loại đạt đến 91,07% so với 89,53% nếu chỉ sử dụng Sentinel - 2. Dữ liệu Sentinel - 1 cũng cần được ứng dụng nhiều hơn trong điều tra, giám sát rừng ở khu vực nhiệt đới [5].

Các nghiên cứu trong và ngoài nước đã chỉ ra khả năng ứng dụng dữ liệu viễn thám trong giám sát rừng sẽ mang lại hiệu quả tốt. Do vậy, đối với nghiên cứu tại tỉnh Gia Lai đã sử dụng kỹ thuật kết hợp ảnh vệ tinh quang học Sentinel - 2 và ảnh vệ tinh radar Sentinel - 1 để xác định khu vực rừng bị mất hoàn toàn (chặt trắng) trên quy mô toàn tỉnh. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần hoàn thiện cơ sở khoa học trong việc ứng dụng công nghệ cao vào quản lý tài nguyên rừng của tỉnh này, giúp cho công tác giám sát rừng đạt hiệu quả tốt hơn.

¹ Viện Sinh thái rừng và Môi trường, Trường Đại học Lâm nghiệp

² Trường Đại học Lâm nghiệp

³ Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Gia Lai

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng 2 loại dữ liệu vệ tinh gồm Sentinel-2 (có tỷ lệ mây che phủ dưới 30%) và Sentinel - 1, chia thành 2 thời kỳ: kỳ đầu (K_d) toàn bộ dữ liệu thu được từ 01/01/2018 đến ngày 30/6/2018 và kỳ sau (K_s) toàn bộ dữ liệu từ 01/01/2019 đến 30/6/2019.

- Sentinel - 1: là một vệ tinh Radar khẩu độ tổng hợp băng tần C được thiết kế để giám sát các vùng băng biển, môi trường Bắc cực và nguy cơ chuyển động mặt đất cũng như tạo ra bản đồ rừng, nước và đất. Hiện tại, Sentinel - 1 gồm 2 vệ tinh (1A và 1B) bay ở độ cao 693 km và cách nhau 180° cung cấp dữ liệu phân cực VH và VV (có độ phân giải không gian 5×20 m và được tái mẫu 10 m) với chu kỳ lặp lại của cả 2 vệ tinh là 12 ngày. Nguồn dữ liệu Sentinel - 1 sử dụng trong nghiên cứu này được lấy từ Google Earth Engine (ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')) với mức độ xử lý 1C (dữ liệu đã được định chuẩn và chuyển giá trị tán xạ về decibel). Nghiên cứu này sử dụng phân cực VH để kết hợp với giá trị NDVI của ảnh Sentinel - 2.

- Sentinel - 2: Gồm 2 vệ tinh quang học với cảm biến đa quang phổ chủ yếu được ứng dụng trong nông nghiệp như giám sát và quản lý cây trồng, giám sát thực vật và rừng (ví dụ như chỉ số diện tích lá, nồng độ diệp lục, ước tính khối lượng carbon), giám sát sự thay đổi độ che phủ trong giám sát môi trường, quan sát các vùng ven biển (giám sát môi trường biển, lập bản đồ vùng ven biển), giám sát nước nội địa, giám sát sông băng, phạm vi băng và lập bản đồ che phủ tuyết (Christian Schiller, 2015). Hai vệ tinh Sentinel - 2A và Sentinel - 2B bay ở độ cao 786 km và cách nhau 180° cung cấp ảnh gồm 13 kênh phổ (các kênh nhìn thấy và cận hồng ngoại có độ phân giải 10 m, kênh red edge và SWIR có độ phân giải 20 m, các kênh khí quyển có độ phân giải 60 m) và chu kỳ lặp lại của cả 2 vệ tinh là 5 ngày. Dữ liệu Sentinel-2 sử dụng trong nghiên cứu này được lấy từ Google Earth Engine (ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR')) với mức xử lý 2A (đã hiệu chỉnh khí quyển và nắn chỉnh hình học).

2.2. Phương pháp xử lý dữ liệu

2.2.1. Phương pháp loại bỏ mây trên ảnh quang học Sentinel-2

Có nhiều phương pháp để tạo ra một bức ảnh vệ tinh không có mây. Trong nghiên cứu này đã sử dụng ảnh đa thời gian với phương pháp bù trừ, có nghĩa là sử dụng những chỗ không có mây ở ảnh này để bù cho vùng có mây ở ảnh khác trên cùng vị trí (Dial, G. *et al.*, 2013). Để thực hiện được việc này cần sử dụng đến thuật toán tự động phát hiện ra mây đã được tích hợp sẵn trên hệ thống Google Earth Engine (GEE) dựa trên kênh ảnh "QA60". Phương pháp chung này đôi khi còn được gọi là lọc mây (Gómez-Chova *et al.*, 2017). Sau khi loại bỏ mây, tất cả các kênh của toàn bộ các ảnh trong chuỗi theo thời gian đã chọn được hợp nhất theo hàm *median()* trên GEE để tạo nên một ảnh không có mây.

2.2.2. Phương pháp tính toán các chỉ số

- Chỉ số NDVI: Chỉ số này được tính toán từ 2 kênh phổ là NIR (cận hồng ngoại) và RED (đỏ) theo công thức:

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

Áp dụng công thức (1) để tính toán NDVI cho ảnh K_d và K_s sẽ được $NDVI_t$ và $NDVI_s$. NDVI của ảnh vệ tinh Sentinel - 2 được tính toán trong GEE bằng hàm *normalizedDifference()* với 2 kênh là B8 và B4.

- Chỉ số NDVI của Sentinel - 2 và giá trị tán xạ (BKS) của Sentinel - 1 (có thể sử dụng phân cực VH hoặc VV để tính toán) được kết hợp với nhau (CMB) thông qua phép tính:

$$CMB = (NDVI + \frac{-1}{BKS})/2 \quad (2)$$

Công thức (2) được viết lại như sau:

$$CMB = \frac{NDVI + BKS - 1}{2 - BKS} \quad (3)$$

Vì giá trị BSK mang giá trị âm nên để có thể lấy giá trị trung bình cộng tương đương với NDVI thì BSK được thêm dấu âm và nghịch đảo giá trị, tức là lấy 1 chia cho BSK và thêm dấu âm phía trước giá trị mới. Khi dùng phép biến đổi này, giá trị mới sẽ đồng biến với NDVI. Bản chất của công thức (3) là kết quả của phép quy đồng mẫu số nhằm tính toán thuận tiện hơn trong GEE.

Áp dụng công thức (3) để tính toán CMB_t và CMB_s dựa vào NDVI kỳ trước, kỳ sau và giá trị tán xạ kỳ trước, kỳ sau.

- Chỉ số biến động (NBCI – NDVI and Backscatter Change Index) là tỷ lệ tính bằng phần

trăm (%) giữa CMB_s và CMB_t và được tính toán theo công thức sau đây:

$$NBCI = \frac{CMB_t - CMB_s}{CMB_s} \times 100\% \quad (4)$$

- Ngưỡng biến động:

Về lý thuyết, tại một vị trí nhất định nếu không có sự thay đổi về cấu trúc bề mặt (hay thay đổi trạng thái rừng) thì giá trị NBCI sẽ có giá trị bằng 0 (không) và vị trí đó được gọi là ổn định. Khi đó những vị trí có giá trị nhỏ hơn 0 sẽ là những nơi giảm thực vật (rừng); ngược lại những vị trí có giá trị lớn hơn 0 sẽ là những nơi tăng thực vật (rừng). Tuy nhiên, trong thực tế không phải như vậy bởi thực vật luôn luôn thay đổi theo thời gian trong giới hạn mà theo quan niệm chủ quan của con người là không đổi. Chẳng hạn, một khu rừng tự nhiên vẫn sinh trưởng hằng năm, do đó cấu trúc bề mặt tán rừng sẽ thay đổi, màu sắc của tán rừng cũng thay đổi...nhưng những thay đổi đó chưa vượt ngưỡng do con người quy định (rừng tự nhiên hay không phải rừng tự nhiên) nên chúng (rừng) vẫn được coi là ổn định. Chính sự thay đổi này đã làm giá trị phản xạ trên ảnh quang học và giá trị tán xạ trên ảnh radar sẽ thay đổi theo. Nói một cách khác, một đối tượng được coi là ổn định khi giá trị NBCI nằm trong một khoảng xung quanh giá trị 0 gọi là ngưỡng ổn định (NV – No change Value), giá trị NBCI nhỏ hơn NV được gọi là ngưỡng giảm (RV – Reduce Value) và giá trị NBCI lớn hơn NV được gọi là ngưỡng tăng (IV – Increase Value). Các giá trị NV, RV và IV được xác định thông qua kết quả nghiên cứu thực nghiệm trên 90 mẫu (30 mẫu thực tế ổn định, 30 mẫu thực tế giảm và 30 mẫu thực tế tăng).

2.2.3. Phương pháp xác định khu vực mất rừng

Sau khi xác định được ngưỡng biến động, ảnh chỉ số biến động sẽ được tái phân loại theo giá trị RV, NV và IV. Tuy nhiên nghiên cứu này chỉ tập trung

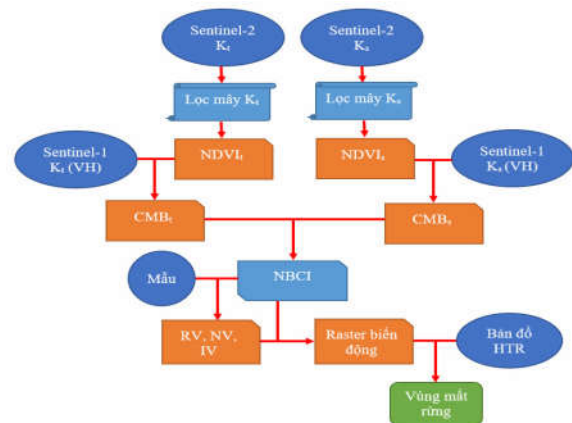
vào xác định khu vực mất rừng, nên NBCI sẽ được tái phân loại gồm 2 khoảng:

- Khoảng giá trị RV sẽ được thay thế bằng giá trị 1 (có biến động giảm).

- Khoảng giá trị NV và IV sẽ được thay thế giá trị 0 (không có biến động giảm).

Kết quả tái phân loại là một raster chứa giá trị 0 và 1. Raster này được chồng xếp với bản đồ hiện trạng rừng của kỳ đầu để xác định khu vực giảm rừng. Những vùng biến động trên raster tái phân loại ở ngoài ranh giới 3 loại rừng hoặc trong ranh giới 3 loại rừng nhưng hiện trạng không phải rừng sẽ được loại bỏ khỏi kết quả tính toán.

Toàn bộ phương pháp nghiên cứu được mô tả tóm tắt bằng sơ đồ như sau:



Hình 1. Sơ đồ quá trình nghiên cứu

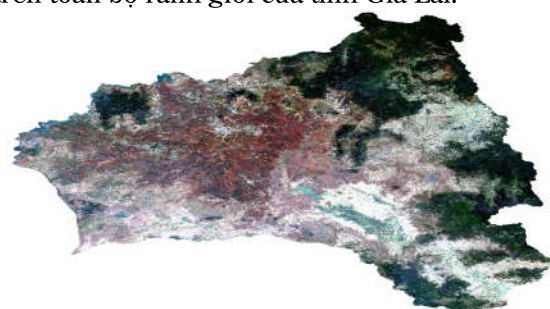
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả lọc mây trên ảnh vệ tinh Sentinel-2

Quy trình lọc mây được thực hiện trên GEE với tập hợp các ảnh có tỷ lệ mây che phủ dưới 30%. Kết quả là ảnh Sentinel - 2 K_t được tạo ra từ 136 cảnh ảnh và K_s được tạo ra từ 173 cảnh ảnh. Việc loại bỏ mây sẽ giúp cho giá trị NDVI ít chịu ảnh hưởng và từ đó không làm sai lệch kết quả xác định biến động rừng trên toàn bộ ranh giới của tỉnh Gia Lai.



Hình 2a. Ảnh Sentinel - 2 kỳ đầu (sau lọc mây)



Hình 2b. Ảnh Sentinel - 2 kỳ sau (sau lọc mây)

Để đánh giá khả năng phù hợp của việc sử dụng tập hợp ảnh để tạo ra ảnh không có mây trong xác định biến động rừng, nhóm nghiên cứu đã tiến

hành phân tích giá trị phổ cho từng kênh trên ảnh của mỗi kỳ quan sát. Kết quả đánh giá được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Phân tích giá trị phổ

Chỉ tiêu	Kỳ đầu				Kỳ sau			
	Red	Green	Blue	NIR	Red	Green	Blue	NIR
Nhỏ nhất	0,03	0,05	0,07	0,03	0,03	0,05	0,07	0,03
Lớn nhất	0,56	0,49	0,47	0,49	0,55	0,47	0,43	0,49
Trung bình	0,09	0,10	0,11	0,12	0,09	0,10	0,11	0,12
Độ lệch chuẩn	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03

Bảng 1 cho thấy các chỉ tiêu thống kê giá trị phổ của các kênh trên ảnh sau lọc mây của kỳ đầu và kỳ sau là tương đồng nhau, đặc biệt là giá trị trung bình phổ và độ lệch chuẩn giữa các kênh tương ứng của mỗi kỳ quan sát là như nhau. Rõ ràng việc sử dụng ảnh tổng hợp sau lọc mây giữa 2 kỳ quan sát để so sánh sự biến đổi về giá trị phổ dựa trên chỉ số NDVI (để kết hợp với các yếu tố khác) là phù hợp.

3.2. Kết quả tính toán các chỉ số

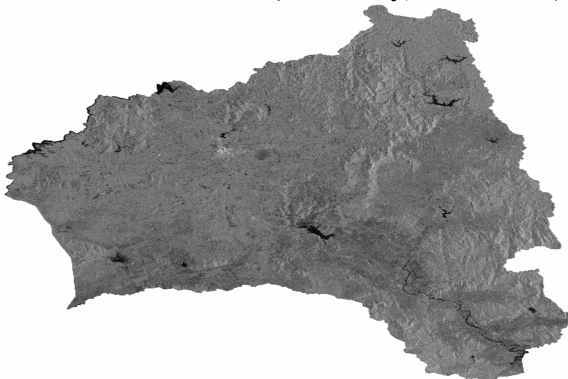
Chỉ số NDVI được tính toán bằng công thức (1) cho mỗi ảnh đơn sau khi lọc bỏ mây, sau đó được

hợp lại với nhau bằng hàm *median()* trong GEE để tạo ra raster NDVI cho mỗi kỳ quan sát. Như vậy $NDVI_t$ được tạo ra từ 136 $NDVI_i$ thành phần và $NDVI_s$ được tạo ra từ 173 $NDVI_i$ thành phần.

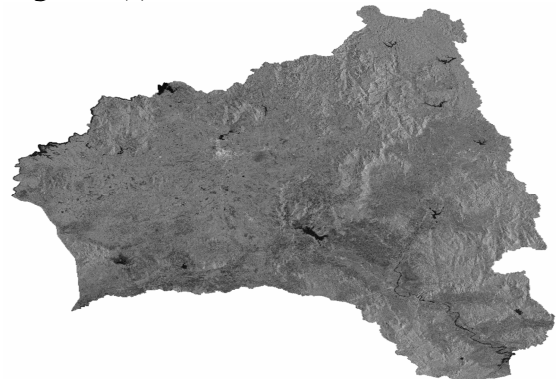
Dữ liệu tán xạ Sentinel - 1 của kỳ đầu được tạo ra từ 45 phiên quan sát và kỳ sau được tạo ra từ 45 phiên quan sát bằng hàm *median()* trong GEE.

Dữ liệu kết hợp giữa chỉ số NDVI và giá trị tán xạ được kết hợp với nhau theo công thức (3).

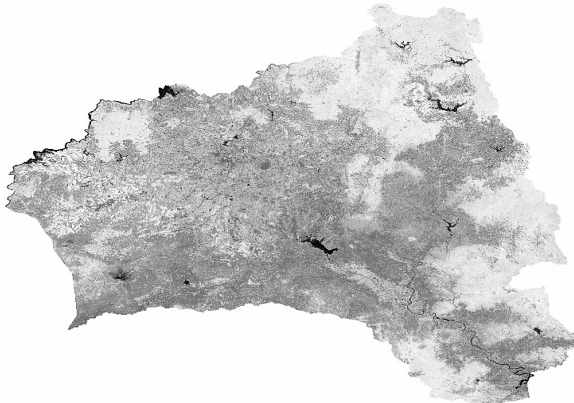
Chỉ số biến động *NBCI* được tính toán bằng công thức (4)



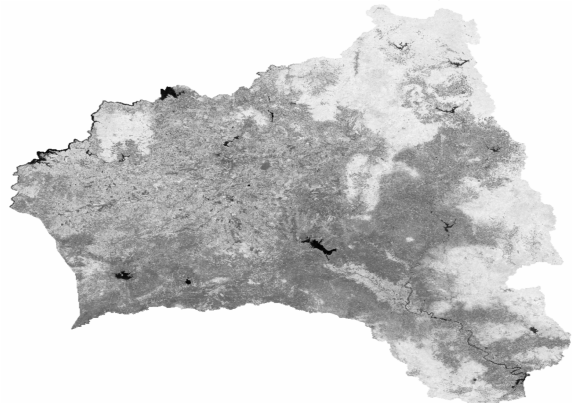
Hình 3a1. Sentinel-1 VH kỳ đầu (nhỏ nhất: -28,5748; lớn nhất: 11,1655)



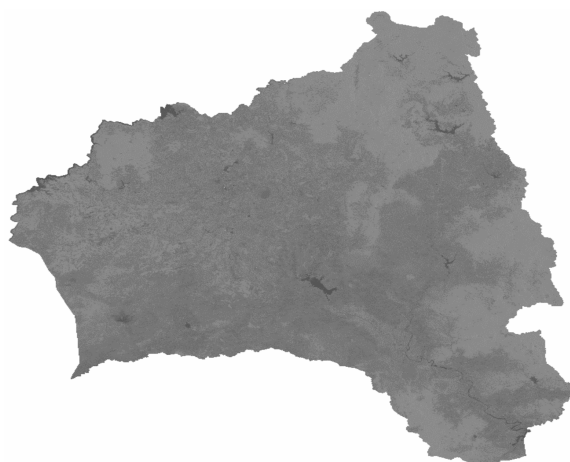
Hình 3a2. Sentinel-1 VH kỳ sau (nhỏ nhất: -29,6676; lớn nhất: 11,0135)



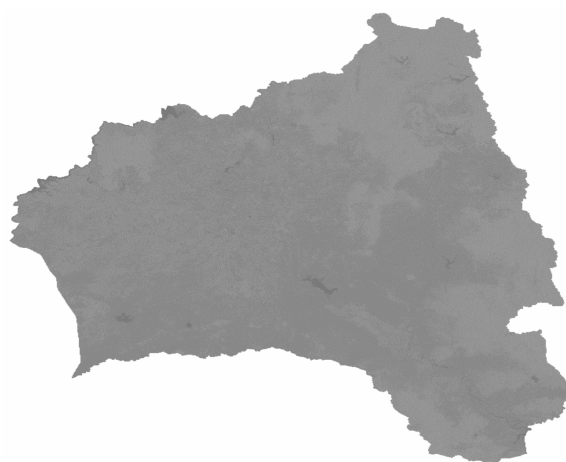
Hình 3b1. NDVI kỳ đầu (nhỏ nhất: -0,394314; lớn nhất: 0,814148)



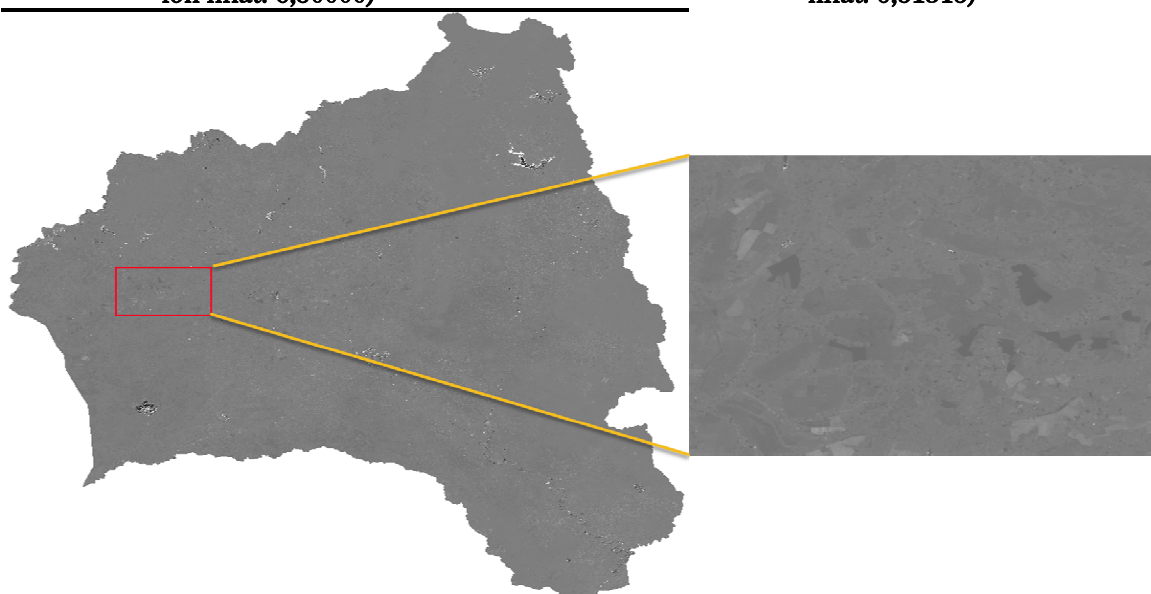
Hình 3b2. NDVI kỳ sau (nhỏ nhất: -0,348077; lớn nhất: 0,820220)



Hình 3c1. Kết hợp kỳ đầu (nhỏ nhất: -3,75924; lớn nhất: 6,50000)



Hình 3c2. Kết hợp kỳ sau (nhỏ nhất: -3,80255; lớn nhất: 6,51315)



Hình 3d1. Chỉ số biến động (nhỏ nhất: -259874; lớn nhất: 943248). Những điểm sẫm màu là những khu vực có chỉ số giảm (RV) cao, chỗ sáng màu là những khu vực có chỉ số tăng (IV) cao, còn lại là khu ổn định (NV)

Việc ứng dụng các chỉ số để đánh giá sự biến động giữa hai kỳ quan sát, đã tiến hành lập bảng thống kê phân tích các chỉ số như ở bảng 2.

Bảng 2 cho thấy giá trị của các chỉ số ở kỳ đầu và kỳ sau có sự tương đồng cao. Điều này cho phép so sánh sự thay đổi giá trị giữa hai kỳ quan sát tại

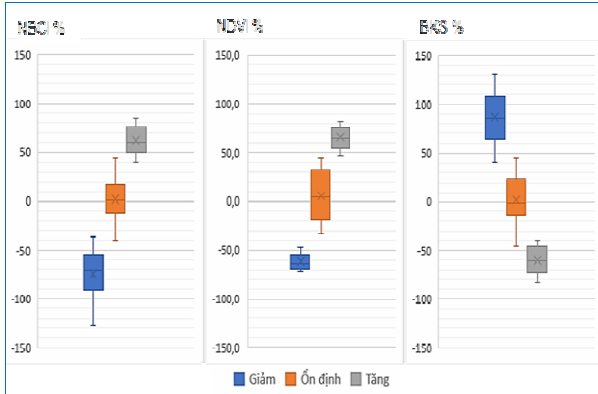
một vị trí nhất định. Các chỉ tiêu thống kê của chỉ số NBCI có sự khác biệt lớn về độ lệch chuẩn so với BKS, NDVI và CMB. Độ lệch chuẩn rất cao phản ánh sự khác biệt lớn giữa các giá trị, có nghĩa là việc phân biệt sự tăng giảm rừng bằng chỉ số NBCI là thực hiện được khi xác định được ngưỡng cụ thể.

Bảng 2. Phân tích các chỉ số

Chỉ tiêu	BKS		NDVI		CMB		NBCI
	BKS _t	BKS _s	NDVI _t	NDVI _s	CMB _t	CMB _s	
Nhỏ nhất	- 29,91	- 30	- 0,45	- 0,42	- 3,76	- 3,8	- 259.874,00
Lớn nhất	24,696	24,48	0,84	0,84	6,50	6,51	943.248,00
Trung bình	- 18,88	- 16,5	0,47	0,45	0,27	0,26	- 5,70
Độ lệch chuẩn	2,77	2,95	0,19	0,2	2,49	2,49	29.932,56

3.3. Kết quả xác định ngưỡng biến động

Ngưỡng biến động được xác định trên 90 mẫu thực tế cho chỉ số NDVI, tán xạ ngược và giá trị kết hợp NDVI và tán xạ ngược. Kết quả cụ thể được thể hiện ở hình 4.



Hình 4. Ngưỡng giá trị biến động rừng

- Ngưỡng biến động đối với chỉ số NBCI: các điểm giảm rừng có giá trị từ - 127,6 đến -36,8 và tập trung nhiều trong khoảng từ - 91,2 đến - 54,9; các điểm rừng ổn định có giá trị từ -39,8 đến 43,5 và tập trung nhiều trong khoảng từ - 11,9 đến 17,2; các điểm

tăng rừng có giá trị từ 39,2 đến 84,9 và tập trung nhiều trong khoảng 49,8 đến 76,4.

- Ngưỡng biến động đối với chỉ số NDVI: các điểm giảm rừng có giá trị từ -72,0 đến -46,7 và tập trung nhiều trong khoảng từ - 69,0 đến - 54,9; các điểm rừng ổn định có giá trị từ -32,5 đến 43,9 và tập trung nhiều trong khoảng từ -18,8 đến 31,7; các điểm tăng rừng có giá trị từ 46,9 đến 81,7 và tập trung nhiều trong khoảng 54,2 đến 75,5.

- Ngưỡng biến động đối với chỉ số BKS: các điểm giảm rừng có giá trị từ 41,1 đến 130,9 và tập trung nhiều trong khoảng từ 63,5 đến 108,3; các điểm rừng ổn định có giá trị từ - 45,6 đến 45,3 và tập trung nhiều trong khoảng từ -14,8 đến 23,1; các điểm tăng rừng có giá trị từ - 83,2 đến - 39,6 và tập trung nhiều trong khoảng -72,1 đến - 45,6.

Như vậy, các giá trị tăng, ổn định và giảm rừng của các chỉ số đều có sự giao thoa trong một khoảng nhất định do vậy ngưỡng tăng/giảm rừng được xác định là giá trị trung vị của các giá trị trong khoảng giao thoa (Bảng 3).

Bảng 3. Bảng xác định ngưỡng biến động rừng

Chỉ số	Các giá trị trong khoảng giao thoa		Ngưỡng tăng/giảm	
	Giảm - Ổn định	Ổn định - Tăng	Giảm	Tăng
NBCI	35,97; 36,84; 38,93; 39,97	43,47; 39,23; 43,09; 41,41; 43,54; 42,43	-37,9	42,8
NDVI	-46,7; -32,5	44,1; 46,9	-39,6	45,5
BKS	36,85; 41,09; 42,04; 42,61; 42,63; 45,28; 50,47	-45,66; -44,39; -39,14 -45,69; -44,76; -44,26; -40,7; -39,62	42,6	-44,3

Bảng 3 cho thấy, ngưỡng xác định biến động rừng đối với từng chỉ số được xác định như sau:

- Đối với NBCI: khu vực rừng ổn định khi giá trị NBCI nằm trong khoảng từ - 37,9 đến 42,8; nếu nhỏ hơn - 37,9 là mất rừng và nếu lớn hơn 42,8 là tăng rừng;

- Đối với NDVI: khu vực rừng ổn định khi giá trị NDVI nằm trong khoảng từ - 39,6 đến 45,5; nếu nhỏ hơn - 39,6 là mất rừng và nếu lớn hơn 45,5 là tăng rừng;

- Đối với BKS: khu vực rừng ổn định khi giá trị BKS nằm trong khoảng từ - 44,3 đến 42,6; nếu nhỏ hơn - 44,3 là tăng rừng và nếu lớn hơn 42,6 là giảm rừng.

3.4. Kết quả xác định vùng mất rừng

Áp dụng ngưỡng phân loại ở bảng 1 đối với từng chỉ số NBCI, NDVI và BKS để tạo ra các raster mất

rừng, trong các raster này những điểm ảnh có giá trị bằng 1 thể hiện vị trí mất rừng và những điểm ảnh có giá trị bằng 0 là thể hiện vị trí không mất rừng (tăng hoặc ổn định). Các raster mất rừng này được kết hợp với bản đồ hiện trạng rừng của tỉnh Gia Lai để lọc bỏ những điểm ảnh ngoài quy hoạch 3 loại rừng. Kết quả cho thấy chỉ số NBCI phát hiện được 6000 vị trí mất rừng, chỉ số NDVI phát hiện được 6400 vị trí mất rừng và chỉ số BKS phát hiện được 7200 vị trí mất rừng.

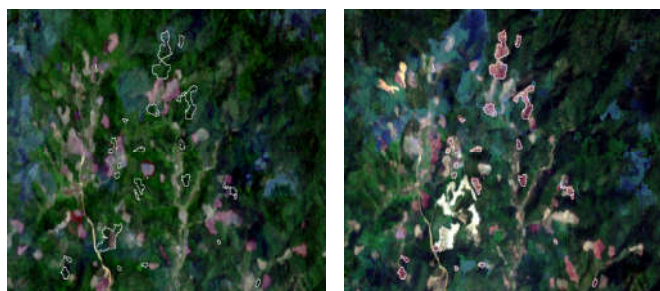
Từ kết quả xác định được, nhóm nghiên cứu đã tiến hành lấy mẫu ngẫu nhiên 60 điểm phát hiện được của mỗi chỉ số, sau đó kiểm chứng ngoài thực địa xem các vị trí đó có phải mất rừng không (Bảng 4).

Kết quả thống kê mất rừng phát hiện bằng chỉ số NBCI cho thấy trong khoảng từ đầu năm 2018 đến giữa năm 2019, toàn tỉnh Gia Lai bị mất đi

3.415,79 ha rừng phân bố ở 4.437 lô, 2.022 khoảnh, 657 tiểu khu, 130 xã và 16 huyện, trong đó rừng tự nhiên lá rộng thường xanh là 1.459,87 ha, rừng tự nhiên lá rộng rụng lá là 26,82 ha và rừng trồng là 1.929,1 ha (Bảng 5).

Bảng 4. Kết quả kiểm chứng thực địa

TT	Chỉ số	Số điểm kiểm chứng	Số điểm đúng	Tỷ lệ (%)
1	NBCI	60	55	91,7
2	NDVI	60	49	81,7
3	BKS	60	45	75,0



Hình 5. Ảnh vệ tinh trước (trái) và sau (phải) mất rừng - Kết quả xác định bằng chỉ số NBCI

Bảng 5. Kết quả phân tích mất rừng bằng chỉ số NBCI

TT	Huyện	Rừng trồng (ha)	Rừng tự nhiên lá rộng rụng lá (ha)	Rừng tự nhiên lá rộng thường xanh (ha)	Tổng (ha)
1	Chư Păh	92,68		128,23	220,91
2	Chư Prông	712,67	12,60	59,48	784,75
3	Chư Pưh	34,14	0,43	6,66	41,23
4	Đắk Đoa	21,31	0,14	109,99	131,44
5	Đắk Pơ	98,29		28,56	126,85
6	Đức Cơ	13,65	1,27	267,50	282,42
7	Ia Grai	21,60		273,82	295,42
8	Ia Pa	21,89	2,25	29,26	53,40
9	Kbang	44,42		48,70	93,12
10	Kong Chro	103,89	4,55	142,05	250,49
11	Krông Pa	24,80	2,15	189,41	216,36
12	Mang Yang	502,93	0,83	151,61	655,37
13	Phú Thiện	8,69	0,15	1,39	10,23
14	Thành phố Pleiku	67,72			67,72
15	Thị xã An Khê	160,42		3,63	164,05
16	Thị xã Ayun Pa		2,45	19,58	22,03
	Tổng cộng	1.929,10	26,82	1.459,87	3.415,79

Bảng 5 cho thấy diện tích rừng bị mất tập trung nhiều ở các huyện Chư Prông (784,75 ha, trong đó: 712,76 ha rừng trồng, 59,58 ha rừng tự nhiên lá rộng thường xanh và 12,60 ha rừng tự nhiên lá rộng rụng lá), Mang Yang (655,37 ha, trong đó: 502,93 ha rừng trồng, 151,61 ha rừng tự nhiên lá rộng thường xanh và 0,83 ha rừng tự nhiên lá rộng rụng lá). Các huyện có diện tích rừng bị mất thấp gồm: huyện Phú Thiện (10,23 ha), thị xã Ayun Pa (22,03 ha), huyện Chư Pưh (41,23 ha), Ia Pa (53,40 ha). Các huyện còn lại có diện tích rừng bị mất phát hiện được từ khoảng 100 ha đến 250 ha. Diện tích rừng trồng bị mất chủ yếu là rừng sản xuất, rừng được khai thác để chuyển sang chu kỳ trồng rừng mới, một số diện tích do bị cháy và chuyển đổi cây trồng từ cao su sang hình thức sử dụng đất khác.

3.5. Thảo luận

Tư liệu viễn thám Sentinel - 1 và Sentinel - 2 đều có khả năng phát hiện mất rừng với độ chính xác khá cao (từ 75% trở lên). Tuy nhiên, nếu kết hợp cả 2 loại này thì độ chính xác sẽ được cải thiện hơn nhiều (91,7%). Điều này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Paulo Amador Tavares (2019) khi sử dụng cả 2 loại tư liệu này để phân loại lớp phủ thực vật đã cho độ chính xác lên đến 91,07% như đã nói ở phần mở đầu. Như vậy, việc ứng dụng cả ảnh vệ tinh quang học và dữ liệu vệ tinh radar thì sẽ phát huy được thế mạnh của từng loại ảnh: chỉ số NDVI của ảnh quang học phản ánh đặc điểm lớp phủ thực vật, chỉ số NDVI càng cao thì thực vật càng tốt (John Weier và David Herring, 2000); còn dữ liệu radar phản ánh đặc điểm cấu trúc lớp phủ thực vật (Oliver, C. và Quegan, S., 1998), giá trị tán xạ ở khu vực có rừng cao hơn ở khu vực đất trống.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, sự kết hợp giữa ảnh vệ tinh quang học Sentinel - 2 và ảnh vệ tinh radar Sentinel - 1 cho khả năng phát hiện mất rừng ở Gia Lai tốt hơn so với sử dụng từng loại ảnh riêng rẽ. Nhóm nghiên cứu đã sử dụng phương pháp lọc mây trên Google Earth Engine để tạo ra ảnh Sentinel - 2 sạch mây cho kỳ đầu và kỳ sau từ 137 và 176 cảnh ảnh có tỷ lệ mây dưới 30%. Dữ liệu radar Sentinel - 1 kỳ đầu và kỳ sau cũng được tạo ra từ 45 phiên quan sát bằng thuật toán *median()* trên GEE. Từ ảnh quang học, đã tính toán chỉ số NDVI kỳ đầu và kỳ sau sau đó kết hợp với giá trị tán xạ ngược radar (BKS) của Sentinel - 1 để tạo ra dữ liệu kết hợp giữa

NDVI và BKS kỳ đầu và kỳ sau. Chỉ số biến động được tính toán dựa trên sự chênh lệch giá trị trên ảnh kết hợp giữa 2 kỳ quan sát được gọi là NBCI. Sử dụng 30 mẫu mất rừng, 30 mẫu rừng ổn định và 30 mẫu tăng rừng để xác định ngưỡng biến động cho từng chỉ số: (i) Chỉ số NBCI có ngưỡng ổn định từ 37,9 đến 42,8; (ii) Chỉ số NDVI có ngưỡng ổn định từ 39,6 đến 45,5; (iii) chỉ số BKS có ngưỡng ổn định từ 44,3 đến 42,6. Kết quả xác định mất rừng bằng chỉ số NBCI đạt 97,7%, chỉ số NDVI đạt 81,7% và chỉ số BKS đạt 75,0%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alice M. S. Durieux, *et al.*, 2019. *Monitoring forest disturbance using change detection on synthetic aperture radar imagery*. SPIE 11139, Applications of Machine Learning.
2. Johannes Reiche, *et al.*, 2019. *Combining satellite data for better tropical forest monitoring*. Nature Climate Change 6 (2) : 120 - 122.
3. Manuela Hirschmugl and Janik Deutscher, 2018. *Combined Use of Optical and Synthetic Aperture Radar Data for REDD+ Applications in Malawi*. Land (DOI: 10.3390/land7040116).
4. Nguyen Thanh Hoan, *et al.*, 2013. *Tropical forest mapping using a combination of optical and microwave data of ALOS*. *International Journal of Remote Sensing*.
5. Paulo Amador Tavares, *et al.*, 2019. *Integration of Sentinel - 1 and Sentinel - 2 for Classification and LULC Mapping in the Urban Area of Belém, Eastern Brazilian Amazon*. Sensors.
6. Prasad S. Thenkabail, 2016. *Land Resources Monitoring, Modeling, and Mapping with Remote Sensing*. CRC Press.
7. Yolanda Fernandez-Ordonez, *et al.*, 2009. *Advances in Geoscience and Remote Sensing, Chapter: Forest Inventory using Optical and Radar Remote Sensing*. DOI: 10.5772/8330
8. Zeinab Shirvani *et al.*, 2019. *A Synergetic Analysis of Sentinel-1 and -2 for Mapping Historical Landslides Using Object - Oriented Random Forest in the Hyrcanian Forests*. Remote Sensing.

STUDY ON DEFORESTATION DETECTION IN GIA LAI PROVINCE USING SENTINEL-2 OPTICAL SATELLITE IMAGE AND SENTINEL-1 RADAR DATA

Nguyen Van Thi¹, Tran Quang Bao², Le Sy Doanh¹,
Pham Van Duan¹, Nguyen Nam Hai³, Tran Xuan Hoa²

¹Institute for Forest Ecology and Environment;

²Vietnam National University of Forestry

³Science and Technology Department of Gia Lai

Summary

In this study, NDVI value of the Sentinel - 2 optical satellite image was integrated with the backscatter value of the Sentinel - 1 Synthetic - aperture radar data between two periods to detect deforestation in Gia Lai province. The early period is from January 1, 2018 to June 30, 2018 and the later period is from January 1, 2019 to June 30, 2019. NDVI was calculated from a series of Sentinel-2 scenes with a cloud cover ratio of less than 30%, including 136 scenes of the early period and 173 scenes of the later period. A median value of backscatter of 45 scenes for each period were also created for Sentinel-1. Image data processing and analysis is done on Google Earth Engine. The study results show that the probability of detecting deforestation in Gia Lai with combined data (NBCI) is better than using separate optical data (NDVI) or radar backscatter (BKS). Specifically, the accuracy of detecting deforestation with NBCI was 91.7% while it was only 81.7% with NDVI and 75% with BKS. With the NBCI model integrated with map of forest status in 2017, this study found that 3,415.79 hectares of forest were lost from January 1, 2018 to June 30, 2019 in Gia Lai province. This deforestation is distributed in 4,437 plots, 2,022 sub compartment, 657 compartment, 130 communes and 16 districts, of which the evergreen broadleaf natural forest is 1,459.87 hectares, the natural broadleaf deciduous forest is 26.82 hectares and the planted forest is 1,929.1 hectares.

Keywords: Deforestation, Gia Lai, Google Earth Engine, Sentinel - 1, Sentinel - 2.

Người phản biện: TS. Lê Anh Hùng

Ngày nhận bài: 10/01/2020

Ngày thông qua phản biện: 10/02/2020

Ngày duyệt đăng: 17/02/2020