

SỬ DỤNG ẢNH LANDSAT ĐỂ XÁC ĐỊNH NGƯỠNG CHỈ SỐ PHÁT HIỆN SỚM KHAI THÁC KHOÁNG SẢN TẠI KHU DỰ TRỮ SINH QUYỀN THẾ GIỚI LANGBIANG, TỈNH LÂM ĐỒNG

Nguyễn Hải Hòa¹, Phùng Văn Khoa¹, Lê Văn Hương², Lê Văn Sơn²,
 Dương Trung Hiếu³, Lê Quang Minh³, Nguyễn Quang Giảng⁴, Nguyễn Hữu Nghĩa¹,
 Trần Thị Ngọc Lan¹, Nguyễn Thị Thu Hiền⁶, Vũ Thị Thanh Hoa⁵

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

²Trung tâm Quốc tế nghiên cứu rừng nhiệt đới, Lâm Đồng

³Trường Cao đẳng Nông Lâm Đồng Bắc

⁴Chi cục Kiểm lâm Lâm Đồng

⁵Viện Nghiên cứu và Phát triển Lâm nghiệp nhiệt đới

⁶Trường Đại học Nông Lâm - ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Sử dụng dữ liệu ảnh Landsat trong xây dựng bản đồ hiện trạng tài nguyên thiên nhiên, gồm tài nguyên rừng và khoáng sản, cũng như theo dõi giám sát biến động được ứng dụng rộng rãi ở Việt Nam. Nghiên cứu đã xây dựng bản đồ hiện trạng rừng năm 2017 với 5 đối tượng sử dụng đất tại Khu Dự trữ Sinh quyển Thế giới (DTSQ) Langbiang, tỉnh Lâm Đồng, với độ tin cậy là 93,5%. Giá trị Albedo kết hợp với chỉ số NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) được tính toán và xác định cho phép phát hiện sớm khai thác khoáng sản tại khu vực nghiên cứu, ngưỡng giá trị có thể phát hiện sớm mất rừng do hoạt động khai thác khoáng sản với độ tin cậy từ 56,0 – 81,1%. Đối với giá trị Albedo, ngưỡng giá trị dao động từ 0,083 – 0,160; với NDVI ngưỡng giá trị dao động từ 0,202 – 0,516. Kết quả kiểm chứng ngoài thực địa cho thấy việc sử dụng giá trị Albedo kết hợp với NDVI để phát hiện sớm mất rừng do hoạt động khai thác khoáng sản, khai thác khoáng sản trái phép có độ tin cậy và có thể áp dụng cho Khu DTSQ Langbiang, tỉnh Lâm Đồng.

Từ khóa: Albedo, biến động, chỉ số thực vật, đất lâm nghiệp, GIS, Langbiang, viễn thám.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tài nguyên thiên nhiên, đặc biệt là tài nguyên khoáng sản có vai trò quan trọng trong tăng trưởng và phát triển kinh tế, khai thác tài nguyên đã tạo thêm công ăn việc làm và cải thiện thu nhập (Phạm Xuân Tích và cộng sự, 2015). Tuy nhiên, việc khai thác khoáng sản không hợp lý có thể tác động tiêu cực đến môi trường như ô nhiễm nguồn nước và môi trường không khí, cạn kiệt nguồn tài nguyên, suy giảm diện tích rừng dẫn đến chức năng phòng hộ của rừng bị suy giảm một theo nhiều hệ lụy khủng hoảng sinh thái môi trường và các vấn đề khác (Phạm Xuân Tích và cộng sự, 2015; Nguyễn Hải Hòa và Nguyễn Thị Hương, 2017). Vấn đề hiện nay là làm thế nào để có thể quản lý hoạt động khai thác khoáng sản phân bố khu vực có rừng hiệu quả đang được quan tâm hơn bao giờ hết. Để giải quyết vấn đề nêu trên, câu hỏi đặt ra trước mắt là làm thế nào chúng ta có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản khu vực có tài nguyên rừng để từ đó có những giải pháp ngăn chặn kịp thời.

Ngày nay, với sự phát triển của khoa học công nghệ, trong đó có sự ra đời của công nghệ ảnh vệ tinh (Remote Sensing Imagery) và GIS (Geographic Information System), đã hỗ trợ con người rất nhiều trong giám sát và đánh giá diễn biến tài nguyên khoáng sản một cách nhanh chóng và kịp thời (Nguyễn Hải Hòa và Nguyễn Thị Hương, 2017). Dữ liệu viễn thám có tính chất đa thời gian, đa phổ, phủ trùm diện tích rộng cho phép chúng ta cập nhật thông tin, tiến hành nghiên cứu một cách nhanh chóng, hiệu quả và tiết kiệm về thời gian và công sức (Nguyễn Hải Hòa và cộng sự, 2018a). Việc kết hợp sử dụng ảnh viễn thám có độ phân giải cao trong việc quản lý tài nguyên đã và đang là một hướng đi mới phục vụ cho công tác quy hoạch tài nguyên thiên nhiên nói chung cũng như tài nguyên khoáng sản nói riêng.

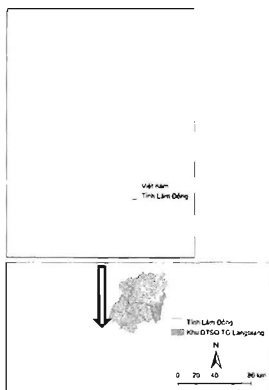
Khu Dự trữ Sinh quyển Thế giới Langbiang, thuộc tỉnh Lâm Đồng, là một trong 9 Khu DTSQ của Việt Nam, có tính đa dạng sinh thái phong phú, đa dạng sinh học cao tạo nên

những tiềm năng to lớn về du lịch sinh thái cho tỉnh (Sở NN&PTNT Lâm Đồng, 2013; Nguyễn Hải Hòa và cộng sự, 2018b). Tuy nhiên, trong những năm gần đây diện tích rừng tại vùng đệm thuộc Khu DTSQ Langbiang bị ảnh hưởng rất nhiều từ các hoạt động của người dân địa phương, hoạt động khai thác khoáng sản, thay đổi mục đích sử dụng đất đã gây ảnh hưởng không nhỏ đến tính đa dạng sinh học và sự ổn định của hệ sinh thái rừng, gây nhiều khó khăn cho các cơ quan chức năng trong việc quản lý (Sở NN&PTNT Lâm Đồng, 2013). Do vậy, cần có các giải pháp kịp thời ngăn chặn xâm phạm tài nguyên khoáng sản đang trở thành vấn đề cấp thiết tại Khu DTSQ Langbiang. Để góp phần thêm cơ sở khoa học

phát hiện sớm khai thác khoáng sản, việc sử dụng ảnh viễn thám, trong đó có tư liệu Landsat để phát hiện sớm khai thác khoáng sản tại Khu DTSQ Langbiang đóng vai trò rất quan trọng, nghiên cứu được thực hiện với hai điểm chính: (1) Lựa chọn và xây dựng chỉ số viễn thám phù hợp có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản tại Khu DTSQ Langbiang, tỉnh Lâm Đồng; (2) Xác định ngưỡng chỉ số viễn thám có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản góp phần làm cơ sở khoa học đưa ra các giải pháp quản lý tài nguyên thiên nhiên hiệu quả hơn trong tương lai tại khu vực nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm nghiên cứu



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

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

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

Với chức năng bảo tồn, hỗ trợ và phát triển của Khu DTSQ Langbiang hoàn toàn phù hợp quy hoạch chung của thành phố Đà Lạt và vùng phụ cận đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050 đã được Thủ tướng chính phủ phê duyệt (Sở NN&PTNT Lâm Đồng, 2013). Tuy nhiên, trong những năm gần đây, nguồn tài nguyên thiên nhiên trong Khu DTSQ Langbiang trong đó có tài nguyên rừng và tài nguyên khoáng sản liên tục bị tác động bởi những nguyên nhân do con người gây ra làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự duy trì chức năng cung cấp dịch vụ hệ sinh thái của khu DTSQ Langbiang và có nguy cơ phá vỡ quy hoạch chung của thành phố Đà Lạt và vùng phụ cận, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự phát triển bền vững của toàn bộ khu vực quan trọng này ngay cả hiện tại và trong tương lai gần (Nguyễn Hải Hòa và cộng sự, 2018a; 2018b).

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các khu vực có tài nguyên khoáng sản phân bố thuộc Khu DTSQ Langbiang, tỉnh Lâm Đồng từ năm 2008 đến năm 2017.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Kế thừa số liệu thứ cấp:

Nghiên cứu đã sử dụng tư liệu thứ cấp bao gồm Bản đồ địa hình, Bản đồ hiện trạng rừng; Bản đồ hiện trạng phân bố khoáng sản tại Khu DTSQ Langbiang, tư liệu viễn thám (Bảng 1). Ngoài ra, nghiên cứu đã thu thập thêm tài liệu về thực trạng và công tác quản lý tài nguyên thiên nhiên hàng năm tại Khu DTSQ Langbiang, các huyện và xã thuộc khu vực nghiên cứu; tài liệu niên giám thống kê của tỉnh Lâm Đồng; Báo cáo tổng kết hàng năm từ những chương trình và dự án đã thực hiện.

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

| TT | Mã ảnh | Thời gian | Độ phân giải (m) | Ghi chú |
|----|--|------------|------------------|--------------------|
| 1 | LT0512405220080318 | 18/03/2008 | 30 | Cảnh 1 |
| 2 | LT0512405120080318 | 18/03/2008 | 30 | Cảnh 2 |
| 3 | LC81240522017070 | 11/03/2017 | 30 | Cảnh 1 |
| 4 | LC812405120170207 | 07/02/2017 | 30 | Cảnh 2 |
| 4 | Bản đồ hiện trạng phân bố khoáng sản, kiểm kê rừng | 2016 | 1/50000 | Khu DTSQ Langbiang |
| 5 | Bản đồ địa hình, DEM | 2011 | 30 | USGS |

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

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

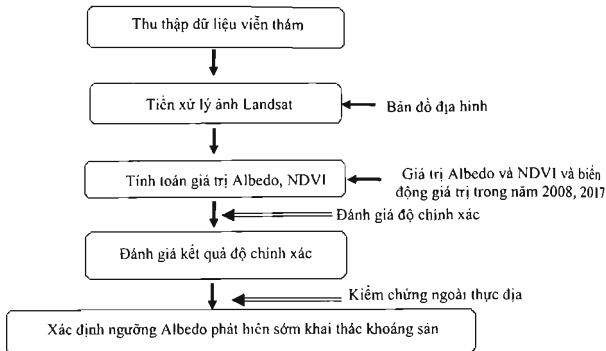
Điều tra sơ bộ được thực hiện để lựa chọn các điểm kiểm chứng ngoài thực địa nhằm đánh giá độ chính xác của phương pháp phân loại ảnh. Các điểm cho các đối tượng điều tra được lựa chọn ngẫu nhiên cho toàn bộ khu vực. Vị trí các đối tượng được xác định bằng GPSMAP64s, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, hiện trạng rừng được xây dựng bằng phần mềm ArcGIS 10.4.1 và ENVI 4.7. Phương pháp giải đoán và phân loại ảnh được mô tả theo sơ đồ hình 2. Trong nghiên cứu này, 70% tổng số điểm điều tra bằng GPS được sử dụng cho giải đoán ảnh và 30% số điểm còn lại được sử dụng cho việc đánh giá độ chính xác của

phương pháp phân loại.

Bước 1: Tiền xử lý ảnh Landsat

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

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



Hình 2. Các bước xác định ngưỡng giá trị phát hiện sớm khai thác khoáng sản

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

- Xác định vùng phân bố tài nguyên khoáng sản: Để xác định vùng phân bố tài nguyên khoáng sản, nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu tọa độ (điểm) và lớp dữ liệu dạng Polygon do Khu DTST Langbiang cung cấp kết hợp với điều tra thực địa và thông tin trên ảnh Google Earth để kiểm chứng các vùng khai thác khoáng sản nhằm phục vụ việc xây dựng ngưỡng chỉ số viễn thám phát hiện sớm khai thác khoáng sản.

Bước 2: Phân loại và giải đoán ảnh

Chỉ số thực vật NDVI (Normalised Difference Vegetation Index): Trong nghiên cứu này, chỉ số NDVI được sử dụng tích hợp với giá trị Albedo để xác định các vị trí và trạng thái rừng trước thời điểm rừng bị tác động do các hoạt động khai thác khoáng sản gây ra. Chỉ số thực vật khác biệt được chuẩn

hóa (NDVI) phản ánh sự thay đổi của phủ bởi thực vật trên bề mặt đất (Nguyễn Hải Hòa và Nguyễn Hữu An, 2016). Chỉ số thực vật NDVI được xác định dựa trên sự phản xạ khác nhau của thực vật thể hiện giữa kênh phổ khả kiến và kênh phổ cận hồng ngoại, dùng để biểu thị mức độ tập trung của thực vật trên mặt đất. Chỉ số thực vật được tính toán theo công thức:

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

Trong đó: Đối với ảnh Landsat 8 và Landsat 5 thì Band_{NIR} (kênh cận hồng ngoại) là Band 5 và Band 4 tương đương; Band_{RED} (kênh màu đỏ) là Band 4 đối với Landsat 8 và Band 5 đối với Landsat 5. Giá trị của chỉ số thực vật là dãy số từ -1,0 ÷ 1,0. Nếu giá trị NDVI càng cao thì khu vực đó có độ che phủ thực vật tốt. Nếu giá trị NDVI thấp thì khu vực đó có độ thực phủ thấp (Singh và cộng sự, 2016; Krakauer và cộng sự, 2017).

Để hỗ trợ việc phân loại ảnh, xác định các đối tượng sử dụng đất thông qua chỉ số NDVI, nghiên cứu sử dụng công cụ hỗ trợ Google Earth đối với năm tương ứng.

Giá trị Albedo (giá trị phần trăm bức xạ Mặt trời đến bị phản xạ bởi bề mặt): Để tính toán giá trị Albedo, nghiên cứu sử dụng công thức (2):

$$Albedo = (0,556 \times Blue) + (0,281 \times Green) + (0,163 \times Red) - 0,0014 \quad (2)$$

(Connette và cộng sự, 2016; Bernd và cộng sự, 2016; Trilica và cộng sự, 2017; Peticak và cộng sự, 2018)

Trong đó: Kênh Blue, Green và Red là Band 1, Band 2 và Band 3 đối với Landsat 5; Band 2, Band 3 và Band 4 đối với Landsat 8.

Sự khác biệt giữa giá trị Albedo rất lớn, cho thấy sự thay đổi từ lớp phủ bởi thực vật (Albedo thấp) sang đất trồng (Albedo lớn)

(Bảng 2). Ngoài ra, khu vực đất trồng mới xuất hiện có màu sáng, thường là nơi khai thác khoáng sản đang diễn ra so với màu phân xạ tự nhiên (Connette và cộng sự, 2016).

$(Albedo_{Landsat\ 2017} - Albedo_{Landsat\ 2008}) >$
Ngưỡng Albedo thay đổi.

Bảng 2. Giá trị Albedo khi lớp phủ của đất thay đổi

| Lớp phủ của đất | Ảnh trước khi bị tác động | Ảnh sau khi bị tác động |
|---|---------------------------|-------------------------|
| Đất trồng mới do khai thác khoáng sản | Thực vật ° | Đất trồng + |
| Đất trồng có trước khi khai thác khoáng sản diễn ra | Đất trồng + | Đất trồng + |
| Khu vực có khoáng sản che phủ bởi thực vật | Thực vật ° | Thực vật ° |

Ghi chú: +Giá trị Albedo cao; °Giá trị Albedo thấp.

Nguồn: Connette và cộng sự (2016)

Bước 3: Xác định ngưỡng giá trị Albedo có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản

Để xác định giá trị Albedo có thể phát hiện sớm ra các khu vực khai thác khoáng sản, nghiên cứu sử dụng công cụ Spatial Analyst Tools: Map Algebra=> Raster Calculator theo công thức:

$$dNDVI_{\text{Mineral Exploitation}} = NDVI_{2017} - NDVI_{2008} \quad (3)$$

$$dAlbedo_{\text{Mineral Exploitation}} = Albedo_{Landsat\ 2017} - Albedo_{Landsat\ 2008} \quad (4)$$

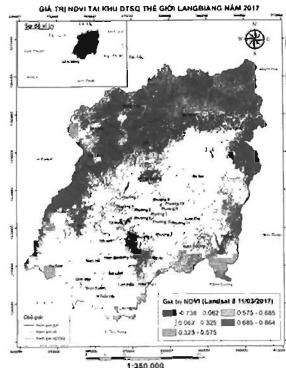
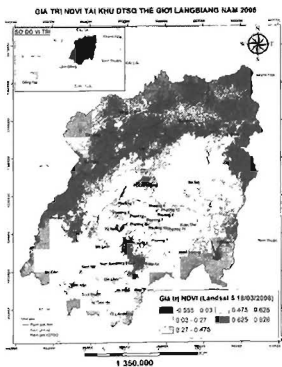
Đánh giá độ chính xác ngưỡng giá trị Albedo có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản: Để đánh giá độ tin cậy ngưỡng giá trị chỉ

số, nghiên cứu sử dụng 10 vùng kiểm chứng ngoài thực địa được cung cấp bởi Khu DTSQ TG Langbiang trong năm 2010, 2015 và 2016 với diện tích từ $0,12 \div 0,81$ ha.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng sử dụng đất theo giá trị NDVI tại Khu DTSQ Langbiang

Để xây dựng bản đồ hiện trạng rừng năm 2008 và 2017, nghiên cứu sử dụng chỉ số thực vật NDVI kết hợp với điều tra thực địa và bản đồ kiểm kê rừng năm 2016. Kết quả được thể hiện tại hình 3.



Hình 3. Giá trị chỉ số NDVI tính toán theo Landsat 5 (18/03/2008); Landsat 8 (11/03/2017)

Kết quả nghiên cứu tại hình 3 cho thấy khoảng giá trị NDVI có sự khác biệt giữa hai năm nghiên cứu. Cụ thể, chỉ số NDVI dao động từ $-0,555 \pm 0,826$ (18/03/2008); $-0,736 \pm 0,864$ (11/03/2017), giá trị NDVI càng lớn thì mức độ đậm đặc che phủ bởi thực vật càng cao (Xic và cộng sự, 2008; Gandhi và cộng sự, 2015; Singh và cộng sự, 2016) và ngược lại. Nghiên cứu đã kết hợp với số liệu điều tra ngoài thực địa để xác định đối tượng thảm phủ, kết quả cho thấy chỉ số NDVI $> 0,50$ là đất có rừng, trong khi khu vực có chỉ số NDVI dao

động từ 0,325 đến 0,50 là khu vực đất làm nông nghiệp chưa có rừng hoặc che phủ bởi trảng cỏ, cây bụi và thực vật khác, đất nông nghiệp; khu vực có chỉ số NDVI thấp $< 0,325$ là đối tượng khác, bao gồm đất thổ cư, đường giao thông và nước mặt. Dựa vào kết quả này, nghiên cứu đã xây dựng khóa phân loại ảnh trên cơ sở chia làm 5 đối tượng được thể hiện tại bảng 3. Khóa phân loại năm 2017 được sử dụng để phân loại ảnh năm 2008 kết hợp với bản đồ kiểm kê rừng và dữ liệu Google Earth.

Bảng 3. Phân loại đối tượng lớp phủ theo giá trị chỉ số NDVI năm 2017

| Đối tượng | NC | ĐTK | ĐNN | RT, CLK, RPH | TVD, CLN |
|--------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Giá trị NDVI | $-0,736 \pm 0,062$ | $0,062 \pm 0,325$ | $0,325 \pm 0,575$ | $0,575 \pm 0,685$ | $0,685 \pm 0,864$ |

Độ chính xác của bản đồ: 93,5%

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

3.2. Xác định giá trị Albedo có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản

Để có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản, nghiên cứu sử dụng giá trị Albedo kết hợp với giá trị NDVI (Normalised Difference Vegetation Index) trong năm 18/03/2008 và 11/03/2017, các giá trị này có thể phản ánh sự thay đổi về giá trị lớp phủ bề mặt khu vực nghiên cứu (Munoz và Navarro, 2016; Hamyuela và cộng sự, 2016). Kết quả tính toán giá trị các chỉ số giai đoạn 2008 - 2017 cho thấy 87 vị trí có sự thay đổi lớn về giá trị Albedo và giá trị NDVI tương ứng. Giá trị thống kê sự thay đổi các giá trị chỉ số trong giai đoạn 2008 - 2017 được tổng hợp tại bảng 4 và bảng 5.

Từ kết quả tổng hợp tại bảng 5, nghiên cứu đi đến một số nhận xét như sau:

Khu vực nghiên cứu có sự thay đổi về chất lượng thảm phủ thực vật thông qua giá trị chỉ

số NDVI thời điểm trước khi rừng bị tác động (18/03/2008) so với thời điểm sau khi rừng bị tác động (11/03/2017), trong khi giá trị Albedo lại tăng lên vào năm 2017. Điều này cho thấy sự suy giảm chất lượng thảm phủ thực vật có ảnh hưởng đến giá trị Albedo (Phạm Văn Tân và cộng sự, 2004).

Giá trị các chỉ số NDVI trước thời điểm bị tác động lớn hơn so với giá trị sau thời điểm bị tác động tại tất cả các vị trí tương ứng (Bảng 4). Giá trị biến động các chỉ số dNDVI đều cho thấy có sự thay đổi theo chiều hướng suy giảm trong giai đoạn 2008 - 2017. Ngược lại, giá trị Albedo trước thời điểm bị tác động có giá trị nhỏ hơn so với thời điểm sau khi bị tác động tại tất cả các vị trí (Bảng 4). Giá trị biến động dAlbedo giai đoạn 2008 - 2017 cho thấy Albedo có xu hướng gia tăng khi độ che phủ bởi thực vật suy giảm.

Bảng 4. Giá trị Albedo trước và sau thời điểm khai thác khoáng sản giai đoạn 2008- 2017

| TT | Vĩ độ | Kinh độ | Albedo 2008 | Albedo 2017 | dAlbedo ^a | NDVI 2008 | NDVI 2017 | dNDVI ^b | Ghi chú ^c |
|----|---------|----------|-------------|-------------|----------------------|-----------|-----------|--------------------|----------------------|
| 1 | 12,1307 | 108,5490 | 0,056 | 0,141 | 0,085 | 0,473 | 0,212 | -0,261 | Điểm khai thác 9 |
| 2 | 12,1307 | 108,5490 | 0,059 | 0,170 | 0,111 | 0,371 | 0,152 | -0,219 | Điểm khai thác 9 |
| 3 | 12,1307 | 108,5500 | 0,055 | 0,155 | 0,100 | 0,366 | 0,138 | -0,228 | Điểm khai thác 9 |
| 4 | 12,1307 | 108,5500 | 0,051 | 0,134 | 0,083 | 0,373 | 0,109 | -0,264 | Điểm khai thác 9 |
| 5 | 12,1304 | 108,5490 | 0,058 | 0,144 | 0,086 | 0,472 | 0,231 | -0,241 | Điểm khai thác 9 |
| 6 | 12,1304 | 108,5490 | 0,059 | 0,174 | 0,115 | 0,439 | 0,171 | -0,268 | Điểm khai thác 9 |
| 7 | 12,1304 | 108,5490 | 0,061 | 0,166 | 0,105 | 0,369 | 0,118 | -0,251 | Điểm khai thác 9 |
| 8 | 12,1304 | 108,5500 | 0,060 | 0,140 | 0,081 | 0,359 | 0,108 | -0,251 | Điểm khai thác 9 |
| 9 | 12,1301 | 108,5490 | 0,062 | 0,156 | 0,094 | 0,376 | 0,109 | -0,267 | Điểm khai thác 9 |
| 10 | 12,1301 | 108,5490 | 0,056 | 0,160 | 0,104 | 0,479 | 0,151 | -0,328 | Điểm khai thác 9 |
| 11 | 12,1301 | 108,5490 | 0,060 | 0,148 | 0,087 | 0,437 | 0,126 | -0,311 | Điểm khai thác 9 |
| 12 | 12,1299 | 108,5490 | 0,062 | 0,154 | 0,093 | 0,349 | 0,119 | -0,230 | Điểm khai thác 9 |
| 13 | 12,1299 | 108,5490 | 0,057 | 0,142 | 0,085 | 0,424 | 0,124 | -0,300 | Điểm khai thác 9 |
| 14 | 12,1299 | 108,5500 | 0,059 | 0,144 | 0,085 | 0,498 | 0,167 | -0,331 | Điểm khai thác 9 |
| 15 | 12,1298 | 108,5500 | 0,061 | 0,139 | 0,077 | 0,508 | 0,221 | -0,287 | Điểm khai thác 9 |
| 16 | 12,1296 | 108,5490 | 0,071 | 0,141 | 0,070 | 0,332 | 0,115 | -0,217 | Điểm khai thác 9 |
| 17 | 12,1296 | 108,5500 | 0,059 | 0,148 | 0,088 | 0,522 | 0,158 | -0,364 | Điểm khai thác 9 |
| 18 | 12,1296 | 108,5500 | 0,061 | 0,134 | 0,074 | 0,515 | 0,189 | -0,326 | Điểm khai thác 9 |
| 19 | 12,1293 | 108,5500 | 0,075 | 0,134 | 0,058 | 0,376 | 0,094 | -0,282 | Điểm khai thác 9 |
| 20 | 12,1250 | 108,3750 | 0,067 | 0,133 | 0,066 | 0,351 | 0,127 | -0,224 | Điểm khai thác 22 |
| 21 | 12,1250 | 108,3750 | 0,067 | 0,140 | 0,074 | 0,373 | 0,127 | -0,246 | Điểm khai thác 22 |
| 22 | 11,9781 | 108,3560 | 0,050 | 0,146 | 0,096 | 0,554 | 0,318 | -0,236 | Điểm khai thác 1 |
| 23 | 11,9779 | 108,3560 | 0,054 | 0,203 | 0,150 | 0,521 | 0,154 | -0,367 | Điểm khai thác 1 |
| 24 | 11,9779 | 108,3560 | 0,051 | 0,163 | 0,112 | 0,539 | 0,109 | -0,430 | Điểm khai thác 1 |
| 25 | 11,9778 | 108,3580 | 0,058 | 0,174 | 0,116 | 0,417 | 0,153 | -0,264 | Điểm khai thác 22 |
| 26 | 11,9776 | 108,3550 | 0,053 | 0,202 | 0,149 | 0,534 | 0,288 | -0,246 | Điểm khai thác 1 |
| 27 | 11,9776 | 108,3560 | 0,054 | 0,197 | 0,143 | 0,532 | 0,110 | -0,422 | Điểm khai thác 1 |
| 28 | 11,9776 | 108,3560 | 0,054 | 0,191 | 0,138 | 0,515 | 0,091 | -0,424 | Điểm khai thác 1 |
| 29 | 11,9776 | 108,3560 | 0,055 | 0,170 | 0,115 | 0,499 | 0,097 | -0,402 | Điểm khai thác 1 |
| 30 | 11,9776 | 108,3560 | 0,058 | 0,154 | 0,095 | 0,472 | 0,154 | -0,318 | Điểm khai thác 1 |
| 31 | 11,9776 | 108,3580 | 0,055 | 0,149 | 0,094 | 0,432 | 0,166 | -0,266 | Điểm khai thác 1 |
| 32 | 11,9773 | 108,3550 | 0,052 | 0,174 | 0,121 | 0,499 | 0,244 | -0,255 | Điểm khai thác 1 |
| 33 | 11,9773 | 108,3560 | 0,053 | 0,178 | 0,125 | 0,535 | 0,109 | -0,426 | Điểm khai thác 1 |
| 34 | 11,9773 | 108,3560 | 0,055 | 0,201 | 0,146 | 0,517 | 0,064 | -0,453 | Điểm khai thác 1 |
| 35 | 11,9773 | 108,3560 | 0,056 | 0,165 | 0,109 | 0,486 | 0,076 | -0,410 | Điểm khai thác 1 |
| 36 | 11,9773 | 108,3580 | 0,054 | 0,139 | 0,085 | 0,458 | 0,106 | -0,352 | Điểm khai thác 1 |
| 37 | 11,9771 | 108,3550 | 0,053 | 0,142 | 0,089 | 0,512 | 0,147 | -0,365 | Điểm khai thác 1 |
| 38 | 11,9771 | 108,3560 | 0,055 | 0,182 | 0,127 | 0,517 | 0,083 | -0,434 | Điểm khai thác 1 |
| 39 | 11,9771 | 108,3560 | 0,055 | 0,209 | 0,154 | 0,503 | 0,072 | -0,431 | Điểm khai thác 1 |
| 40 | 11,9771 | 108,3560 | 0,056 | 0,195 | 0,139 | 0,479 | 0,093 | -0,386 | Điểm khai thác 1 |
| 41 | 11,9768 | 108,3560 | 0,055 | 0,177 | 0,122 | 0,532 | 0,133 | -0,399 | Điểm khai thác 1 |
| 42 | 11,9768 | 108,3560 | 0,055 | 0,223 | 0,168 | 0,548 | 0,090 | -0,458 | Điểm khai thác 1 |
| 43 | 11,9768 | 108,3560 | 0,054 | 0,194 | 0,140 | 0,523 | 0,109 | -0,414 | Điểm khai thác 1 |
| 44 | 11,9549 | 108,2140 | 0,069 | 0,147 | 0,078 | 0,47 | 0,211 | -0,259 | Điểm khai thác 15 |
| 45 | 11,9385 | 108,4090 | 0,064 | 0,139 | 0,075 | 0,462 | 0,224 | -0,238 | Điểm khai thác 13 |
| 46 | 11,9377 | 108,4090 | 0,075 | 0,134 | 0,059 | 0,400 | 0,187 | -0,213 | Điểm khai thác 13 |
| 47 | 11,9374 | 108,4100 | 0,067 | 0,136 | 0,068 | 0,493 | 0,233 | -0,260 | Điểm khai thác 13 |
| 48 | 11,9366 | 108,4070 | 0,066 | 0,231 | 0,165 | 0,353 | 0,108 | -0,245 | Điểm khai thác 12 |
| 49 | 11,9354 | 108,5080 | 0,060 | 0,174 | 0,113 | 0,505 | 0,239 | -0,266 | Điểm khai thác 23 |
| 50 | 11,9358 | 108,4090 | 0,065 | 0,151 | 0,086 | 0,451 | 0,201 | -0,250 | Điểm khai thác 12 |
| 51 | 11,9353 | 108,4060 | 0,099 | 0,177 | 0,078 | 0,359 | 0,079 | -0,280 | Điểm khai thác 12 |
| 52 | 11,9350 | 108,4060 | 0,087 | 0,189 | 0,102 | 0,521 | 0,146 | -0,375 | Điểm khai thác 12 |

| TT | Vĩ độ | Kinh độ | Albedo 2008 | Albedo 2017 | dAlbedo ^a | NDVI 2008 | NDVI 2017 | dNDVI ^b | Ghi chú ^c |
|----|---------|----------|-------------|-------------|----------------------|-----------|-----------|--------------------|----------------------|
| 53 | 11,9347 | 108,4050 | 0,061 | 0,190 | 0,129 | 0,483 | 0,279 | -0,204 | Điểm khai thác 12 |
| 54 | 11,9347 | 108,4060 | 0,097 | 0,210 | 0,114 | 0,512 | 0,098 | -0,414 | Điểm khai thác 12 |
| 55 | 11,9337 | 108,4920 | 0,075 | 0,243 | 0,168 | 0,312 | 0,105 | -0,207 | Điểm khai thác 6- 7 |
| 56 | 11,9345 | 108,4050 | 0,069 | 0,202 | 0,133 | 0,532 | 0,231 | -0,301 | Điểm khai thác 12 |
| 57 | 11,9345 | 108,4060 | 0,084 | 0,209 | 0,125 | 0,409 | 0,081 | -0,328 | Điểm khai thác 12 |
| 58 | 11,9334 | 108,4920 | 0,067 | 0,233 | 0,166 | 0,342 | 0,136 | -0,206 | Điểm khai thác 6- 7 |
| 59 | 11,9334 | 108,4920 | 0,063 | 0,256 | 0,193 | 0,393 | 0,109 | -0,284 | Điểm khai thác 6- 7 |
| 60 | 11,9334 | 108,4920 | 0,060 | 0,259 | 0,199 | 0,431 | 0,096 | -0,335 | Điểm khai thác 6- 7 |
| 61 | 11,9334 | 108,4930 | 0,066 | 0,175 | 0,109 | 0,383 | 0,079 | -0,304 | Điểm khai thác 6- 7 |
| 62 | 11,9342 | 108,4050 | 0,068 | 0,198 | 0,131 | 0,391 | 0,182 | -0,209 | Điểm khai thác 12 |
| 63 | 11,9342 | 108,4060 | 0,089 | 0,210 | 0,121 | 0,409 | 0,074 | -0,335 | Điểm khai thác 12 |
| 64 | 11,9331 | 108,4920 | 0,058 | 0,217 | 0,158 | 0,451 | 0,231 | -0,220 | Điểm khai thác 6- 7 |
| 65 | 11,9331 | 108,4920 | 0,059 | 0,242 | 0,184 | 0,393 | 0,132 | -0,261 | Điểm khai thác 6- 7 |
| 66 | 11,9331 | 108,4930 | 0,063 | 0,149 | 0,086 | 0,431 | 0,104 | -0,327 | Điểm khai thác 6- 7 |
| 67 | 11,9339 | 108,4050 | 0,064 | 0,190 | 0,126 | 0,489 | 0,270 | -0,219 | Điểm khai thác 12 |
| 68 | 11,9339 | 108,4060 | 0,089 | 0,199 | 0,110 | 0,447 | 0,117 | -0,330 | Điểm khai thác 12 |
| 69 | 11,9339 | 108,4060 | 0,079 | 0,142 | 0,063 | 0,339 | 0,112 | -0,227 | Điểm khai thác 12 |
| 70 | 11,9337 | 108,4060 | 0,089 | 0,193 | 0,104 | 0,414 | 0,137 | -0,277 | Điểm khai thác 12 |
| 71 | 11,9331 | 108,4060 | 0,097 | 0,151 | 0,054 | 0,319 | 0,072 | -0,247 | Điểm khai thác 12 |
| 72 | 11,9328 | 108,4070 | 0,070 | 0,193 | 0,123 | 0,403 | 0,184 | -0,219 | Điểm khai thác 14 |
| 73 | 11,9328 | 108,4080 | 0,069 | 0,138 | 0,069 | 0,454 | 0,166 | -0,288 | Điểm khai thác 14 |
| 74 | 11,9328 | 108,4080 | 0,074 | 0,161 | 0,088 | 0,493 | 0,267 | -0,226 | Điểm khai thác 14 |
| 75 | 11,9326 | 108,4070 | 0,071 | 0,250 | 0,179 | 0,552 | 0,147 | -0,405 | Điểm khai thác 14 |
| 76 | 11,9326 | 108,4080 | 0,069 | 0,173 | 0,104 | 0,613 | 0,097 | -0,516 | Điểm khai thác 14 |
| 77 | 11,9325 | 108,4080 | 0,066 | 0,154 | 0,088 | 0,467 | 0,119 | -0,348 | Điểm khai thác 14 |
| 78 | 11,9323 | 108,4080 | 0,059 | 0,178 | 0,119 | 0,566 | 0,091 | -0,475 | Điểm khai thác 14 |
| 79 | 11,9323 | 108,4080 | 0,070 | 0,166 | 0,096 | 0,523 | 0,092 | -0,431 | Điểm khai thác 14 |
| 80 | 11,9320 | 108,4070 | 0,074 | 0,183 | 0,109 | 0,371 | 0,133 | -0,238 | Điểm khai thác 14 |
| 81 | 11,9320 | 108,4080 | 0,059 | 0,148 | 0,089 | 0,593 | 0,091 | -0,502 | Điểm khai thác 14 |
| 82 | 11,9320 | 108,4080 | 0,059 | 0,135 | 0,075 | 0,587 | 0,103 | -0,484 | Điểm khai thác 14 |
| 83 | 11,9170 | 108,3950 | 0,063 | 0,138 | 0,074 | 0,347 | 0,127 | -0,220 | Điểm khai thác 18 |
| 84 | 11,9170 | 108,3950 | 0,063 | 0,141 | 0,078 | 0,334 | 0,132 | -0,202 | Điểm khai thác 18 |
| 85 | 11,9167 | 108,3950 | 0,067 | 0,153 | 0,086 | 0,334 | 0,071 | -0,263 | Điểm khai thác 18 |
| 86 | 11,9167 | 108,3950 | 0,064 | 0,136 | 0,072 | 0,347 | 0,144 | -0,203 | Điểm khai thác 18 |
| 87 | 11,9165 | 108,3950 | 0,062 | 0,163 | 0,101 | 0,464 | 0,133 | -0,331 | Điểm khai thác 18 |

^a *Toa độ các điểm khai thác khoáng sản do Khu DTSQ Langbiang cung cấp. ^bGiá trị Albedo thay đổi giai đoạn 2008-2017; ^cGiá trị chỉ số NDVI suy giảm năm 2017 so với năm 2008.

Bảng 5. Giá trị thống kê tại các vị trí thay đổi giá trị Albedo từ ảnh Landsat giai đoạn 2008 - 2017 (Số điểm ảnh được kiểm tra, n = 87)

| Các giá trị thống kê | NDVI (2008) | NDVI (2017) | dNDVI | Albedo (2008) | Albedo (2017) | dAlbedo |
|---|-------------|-------------|---------|---------------|---------------|---------|
| Lớn nhất (Max) | 0,613 | 0,318 | -0,516* | 0,099 | 0,259 | 0,160 |
| Nhỏ nhất (Min) | 0,312 | 0,064 | -0,202* | 0,050 | 0,133 | 0,083 |
| Độ lệch chuẩn (Standard Deviation) | 0,074 | 0,057 | 0,083 | 0,011 | 0,032 | 0,022 |
| Trung bình (Mean) | 0,451 | 0,143 | -0,308* | 0,064 | 0,172 | 0,108 |
| Hệ số biến thiên (Coefficient of Variation) | 0,165 | 0,403 | -0,271* | 0,170 | 0,189 | 0,203 |

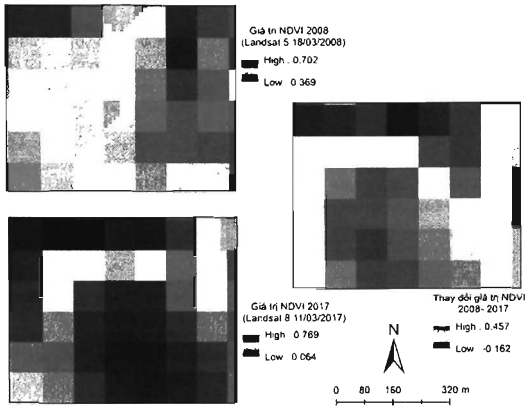
*. Giá trị NDVI suy giảm năm 2017 so với năm 2008

Hệ số biến thiên của các giá trị chỉ số NDVI và Albedo trước thời điểm bị tác động nhỏ hơn so với giá trị sau thời điểm tác động tại tất cả

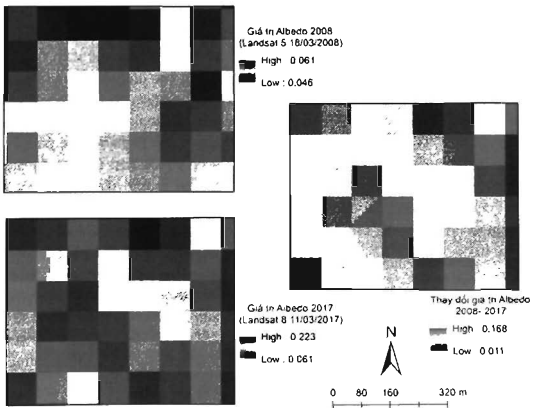
các vị trí, điều này cho thấy mức độ biến động giá trị các chỉ số NDVI và Albedo giữa các vị trí sau thời điểm rừng bị tác động là lớn. Ngoài

ra, giá trị độ lệch chuẩn phản ánh mức độ biến động chỉ số NDVI và Albedo tại các điểm có hoạt động khai thác khoáng sản diễn ra, kết quả cho thấy giá trị trung bình về độ lệch chuẩn giữa chỉ số NDVI và Albedo có sự khác

biệt, điều này cho thấy có thể sử dụng kết hợp hai chỉ số NDVI và Albedo trong phát hiện sớm khai thác khoáng sản Khu DTSQ Langbiang (Hình 4a; Hình 4b).



Hình 4a. Giá trị chỉ số NDVI thay đổi trên từng điểm ảnh (Pixel) giữa năm 2008 và 2017



Hình 4b. Giá trị Albedo thay đổi trên từng điểm ảnh (Pixel) giữa năm 2008 và 2017

Để xác định ngưỡng giá trị chỉ số NDVI và Albedo cho phép có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản Khu DTSQ Langbiang, nghiên cứu đã kiểm chứng độ tin cậy thông

qua việc so sánh giữa kết quả tính toán trên ảnh viễn thám với kết quả điều tra ngoài thực địa, kết quả được tổng hợp tại bảng 6.

Bảng 6. Kết quả kiểm chứng biến động diện tích khai thác khoáng sản với thực địa

| TT | Vĩ độ | Kinh độ | Thời điểm trước khi bị tác động | Thời điểm phát hiện bằng ảnh | Diện tích kiểm chứng (ha) | DT theo ảnh | | Diện tích sai khác (ha) | Tỷ lệ sai khác (%) |
|----|----------|-----------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| | | | | | | Số pixel | DT theo pixel (ha) | | |
| 1 | 11,78408 | 108,50103 | 17/02/2014 | 16/02/2015 | 0,15 | 2 | 0,18 | 0,04 | 24,1 |
| 2 | 11,78384 | 108,50021 | 17/02/2014 | 16/02/2015 | 0,13 | 2 | 0,18 | 0,06 | 44,0 |
| 3 | 11,78297 | 108,50051 | 17/02/2014 | 16/02/2015 | 0,13 | 2 | 0,18 | 0,05 | 38,5 |
| 4 | 11,78321 | 108,50169 | 17/02/2014 | 16/02/2015 | 0,14 | 2 | 0,18 | 0,04 | 32,9 |
| 5 | 11,78361 | 108,39047 | 17/02/2014 | 16/02/2015 | 0,14 | 2 | 0,18 | 0,04 | 25,0 |
| 6 | 11,97752 | 108,3578 | 12/03/2009 | 24/11/2010 | 0,28 | 4 | 0,36 | 0,08 | 28,6 |
| 7 | 11,97698 | 108,35803 | 12/03/2009 | 24/11/2010 | 0,11 | 1 | 0,09 | -0,02 | -18,9 |
| 8 | 11,97748 | 108,35776 | 12/03/2009 | 24/11/2010 | 0,26 | 2 | 0,18 | -0,08 | -30,8 |
| 9 | 11,97697 | 108,35803 | 12/02/2009 | 24/11/2010 | 0,12 | 1 | 0,09 | -0,03 | -25,0 |
| 10 | 11,95659 | 108,21294 | 25/01/2012 | 15/05/2016 | 0,81 | 7 | 0,63 | -0,18 | -22,5 |

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

Qua bảng 6 cho thấy sự khác biệt giữa kết quả tính toán từ ảnh Landsat so với kết quả kiểm chứng ngoài thực địa, sự khác biệt dao động từ 18,9 ÷ 44,0%. Kết quả này cũng cho thấy nếu số lượng pixel được kiểm chứng càng nhiều thì sai số càng thấp. Với kết quả này có thể khẳng định việc sử dụng ảnh viễn thám Landsat có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản Khu DTSQ Langbiang là có cơ sở khoa học, có tính khả thi với độ chính xác từ 56,0 ÷ 81,1%.

Căn cứ kết quả nghiên cứu tổng hợp tại bảng 5, nghiên cứu xác định ngưỡng giá trị Albedo có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản và giá trị chỉ số NDVI tương ứng (nơi phân bố tài nguyên khoáng sản) Khu DTSQ TG Langbiang. Cụ thể:

- Đối với giá trị Albedo thì ngưỡng giá trị dao động từ 0,083 ÷ 0,160;

- Đối với chỉ số NDVI thì ngưỡng giá trị dao động từ 0,202 ÷ 0,516.

Với ngưỡng giá trị chỉ số viễn thám được xác định như trên có nghĩa là nếu giá trị Albedo giữa năm trước và năm sau tăng lên trong khoảng 0,083 ÷ 0,160 kết hợp với giá trị

chỉ số NDVI (suy giảm trong khoảng 0,202 ÷ 0,156) thì có đến 56,0 – 81,1% khả năng hoạt động khai thác khoáng sản trong Khu DTSQ Langbiang diễn ra.

4. KẾT LUẬN

Sử dụng công nghệ viễn thám và GIS trong xây dựng bản đồ hiện trạng rừng, giám sát diễn biến tài nguyên thiên nhiên, trong đó có tài nguyên khoáng sản đang trở nên khá phổ biến ở Việt Nam. Nghiên cứu đã xây dựng thành công cơ sở dữ liệu và bản đồ hiện trạng rừng cho 5 đối tượng năm 2017, với độ tin cậy là 93,5%. Kết quả nghiên cứu đã lựa chọn giá trị Albedo kết hợp với chỉ số NDVI để xác định ngưỡng giá trị có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản cho khu vực nghiên cứu với độ tin cậy từ 56,0 ÷ 81,1%. Cụ thể, ngưỡng giá trị Albedo (0,083 ÷ 0,160) và chỉ số NDVI (0,202 ÷ 0,516) có thể phát hiện sớm khai thác khoáng sản. Kết quả kiểm chứng cho thấy rất khả quan trong việc sử dụng giá trị Albedo kết hợp với chỉ số NDVI để phát hiện sớm khai thác khoáng sản cho Khu DTSQ Langbiang, tỉnh Lâm Đồng.

Lời cảm ơn

Bài báo là một phần kết quả của đề tài “Ứng dụng công nghệ địa không gian (GPS, GIS, RS) để quản lý tài nguyên thiên nhiên Khu dự trữ sinh quyển thế giới Langbiang, tỉnh Lâm Đồng”. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự tài trợ của dự án trong việc công bố kết quả nghiên cứu đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Xuân Tích, Trần Tuấn Anh, Đoàn Thị Thu Trà, Hoàng Thị Tuyết Nga, Phạm Văn Thanh Đăng, Nguyễn Thị Liên, Nguyễn Văn Phô (2015). Những vấn đề môi trường khai thác khoáng sản ở Tây Nguyên. *T/c Các Khoa học về Trái đất* 37(2): 139-147.
2. Nguyễn Hải Hòa, Nguyễn Thị Hương (2017) Sử dụng ảnh Landsat xây dựng bản đồ phân bố ô nhiễm không khí do hoạt động khai thác khoáng sản tại huyện Hoà Hải, tỉnh Quảng Ninh *T/c Khoa học Công nghệ Lâm nghiệp* 4: 85-95.
3. Nguyễn Hải Hòa, Phùng Văn Khoa, Lê Văn Hương, Lê Văn Sơn (2018a) Sử dụng ảnh Sentinel 2 để xác định ngưỡng chỉ số viễn thám phát hiện sớm mất rừng tại Khu Dự trữ Sinh quyển Thế giới Langbiang, Lâm Đồng. *T/c Khoa học Lâm nghiệp*. 4.138-148.
4. Nguyễn Hải Hòa, Phùng Văn Khoa, Lê Văn Sơn, Tôn Thất Minh (2018b) Ứng dụng công nghệ viễn thám xác định thay đổi diện tích rừng tại Khu Dự trữ Sinh quyển Thế giới Langbiang giai đoạn 2017- 2017. *T/c Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn* 351:136-144.
5. Nguyễn Hải Hòa, Nguyễn Hữu An (2016). Ứng dụng ảnh viễn thám Landsat 8 và GIS xây dựng bản đồ sinh khối và trữ lượng cacbon rừng trồng Keo Lai (*Acacia hybrid*) tại huyện Yên Lập, tỉnh Phú Thọ. *T/c Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp* 4:70-78.
6. Nguyễn Trường Sơn (2008) Nghiên cứu sử dụng ảnh vệ tinh và công nghệ GIS trong việc giám sát hiện trạng tài nguyên rừng. Báo cáo khoa học, Trung tâm viễn thám quốc gia, Hà Nội
7. Đỗ Anh Tuấn (2001). *Nghiên cứu một số nguyên tắc và giải pháp quản lý khu Bảo tồn thiên nhiên Pù Mát*.
8. Thủ tướng chính phủ (2006). *Quyết định của thủ tướng chính phủ số về việc phê duyệt chương trình điều tra đánh giá và theo dõi diễn biến tài nguyên rừng toàn quốc thời kỳ 2006 - 2010*. Hà Nội.
9. Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Lâm Đồng (2013). Báo cáo qui hoạch phát triển nông nghiệp, nông thôn tỉnh Lâm Đồng đến năm 2020.
10. Phạm Văn Tân, Nguyễn Hương Điền, Dư Đức Tiến (2004). Sơ đồ BATS và ứng dụng trong việc tính các dòng trao đổi năng lượng và nước giữa bề mặt đất- khí quyển. *T/c Khoa học ĐHQH, KHTN&CN* 1:40-56.

11. Gandhu, M.G., Parthiban, S., Thummalu, N., Christy, A (2015). NVDI: Vegetation change detection using remote sensing and GIS: A case study of Vellore district. *Procedia Computer Science* 57:1199-1210.
12. Connette K J.L., Connette, G., Bernd, A., Phyo, P., Aung, K.H., Tun, Y.L., Thein, Z.M., Homing, N., Leimgruber, P., Songer, M (2016). Assessment of mining extent and expansion in Myanmar based on freely-available satellite imagery. *Remote sensing* 8(11):912.
13. Bernd, A., Tun, Y.L., Aung, K.H., Homing, N (2016) Mining in Myanmar Remote sensing of mining change between 2002 and 2015. Technical report.
14. Trlica, A., Hutyrta, L.R., Schaaf, C.L., Erb, A., Wang, J.A (2018). Albedo, land cover, and daytime surface temperature variation across urbanised landscape. *Earth's Future* 5:1084-1101.
15. Pencak, A.A., Thomas, C.J., Kroodsmas, D.A., Wasson, M.F., Ross, M.R.V., Clinton, N.E., Campagna, D.J., Franklin, Y., Bernhardt, S., Amos, J.F (2018). Mapping the yearly extent of surface coal mining in Central Appalachia using Landsat and Google Earth Engine. *PLoS ONE* 13(7).
16. Hamunyela, E., Verbesselt, J., Bruin, S.D, Herold, M (2016). Monitoring deforestation at Sub-Annual Scales as extreme events in Landsat data cubes *Remote Sensing* 8(8):651.
17. Krakauer, N.Y., Lakhankar, T., Anadon, J.D (2017) Mapping and attributing normalised difference vegetation index trends for Nepal. *Remote Sensing* 9:1-15.
18. Munoz, M.A., Navarro, F.A.R (2016) An NDVI-data harmonic analysis to study deforestation in Peru's Tahuamanu province during 2001- 2011. *International Journal of Remote Sensing*, 37(4): 856- 875.
19. Schepers, L., Haest, B., Veraverbeke, S., Spanhove, T., Borre, J.V., Goossens, R (2014). Burned area detection and burn severity assessment of a heatland fire in Belgium using airborne imaging spectroscopy (APEX). *Remote Sensing* 6:1803-1826
20. Singh, R P., Singh, N., Singh, S., Mukherjee, S (2016). Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) based classification to assess the change in land use/land cover (LULC) in lower Assam, India. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS* 5(10): 1963- 1970.
21. Xie, Y., Sha, Z, Yu, M (2008) Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. *Journal of Plant Ecology* 1(1):9- 23.
22. Wu, Z., Middleton, B., Hetzler, R., Vogel, J., Dye, D (2017). Vegetation burn severity mapping using Landsat 8 and Worldview 2. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 84(2): 143- 154.

USING LANDSAT TO DETERMINE THRESHOLDS OF REMOTE SENSING INDICES FOR EARLY DETECTION OF MINERAL EXPLOITATION IN LANGBIANG WORLD BIOSPHERE RESERVE, LAM DONG PROVINCE

**Nguyen Hai Hoa¹, Phung Van Khoa¹, Le Van Huong², Le Van Son²,
Duong Trung Hieu³, Le Quang Minh², Nguyen Quang Giang⁴, Nguyen Huu Nghia¹,
Tran Thi Ngoc Lan¹, Nguyen Thi Thu Hien⁶, Vu Thi Thanh Hoa⁵**

¹*Vietnam National University of Forestry*

²*International Center for Tropical Forest Research, Langbiang World Biosphere Reserve, Lam Dong*

³*North East College of Agriculture and Forestry*

⁴*Lam Dong Forest Protection Department*

⁵*Institute of Tropical Forest Research and Development*

⁶*University of Agriculture and Forestry - TNU*

SUMMARY

Using remote sensing data in constructing the status of natural resources maps, including forest and mineral maps as well as monitoring changes in extents of such resources has become common in Vietnam. The study has successfully constructed forest status with five Land use/Land cover types in 2017 in Langbiang World Biosphere Reserve, Lam Dong province. In addition, Albedo values in combination with NDVI were selected and calculated for deforestation sites due to mineral exploitation; the thresholds of early detection of mineral exploitation in Langbiang World Biosphere Reserve have been determined at accuracy values ranging from 56.0 – 81.1%. For Albedo values, thresholds of early detection of mineral exploitation range from 0.083 – 0.160; NDVI ranges from 0.202 – 0.516. As field-based accuracy assessments, using remote sensing data (Albedo values together with NDVI) for early detection of mineral exploitation is reliable and applicable in Langbiang World Biosphere Reserve, Lam Dong.

Keywords: Albedo, change, forest land, GIS, Langbiang, NDVI, remote sensing.

Ngày nhận bài : 21/02/2019
Ngày phản biện : 18/3/2019
Ngày quyết định đăng : 25/3/2019