

QUAN HỆ GIỮA TÁN XẠ NGƯỢC CỦA ẢNH RADAR SENTINEL-1 VỚI CHỈ SỐ NDVI CỦA ẢNH QUANG HỌC SENTINEL-2: TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU CHO ĐỐI TƯỢNG RỪNG KHỘP TẠI TỈNH ĐẮK LẮK

Nguyễn Văn Thị¹, Nguyễn Đình Dương², Trần Quang Bảo³

^{1,3}Trường Đại học Lâm nghiệp

²Viện Địa lý - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

TÓM TẮT

Rừng khộp là trạng thái rừng đặc trưng của khu vực Tây Nguyên và tập trung nhiều ở hai huyện của tỉnh Đắk Lắk là Ea Súp và Buôn Đôn. Trong nhiều năm gần đây, diện tích rừng khộp đang bị thu hẹp do chuyển đổi sang các loại hình sử dụng đất khác. Việc theo dõi, giám sát rừng khộp dựa vào ảnh vệ tinh quang học gặp khó khăn do ảnh hưởng của mây. Một trong những giải pháp khắc phục tình trạng này là sử dụng ảnh radar trên cơ sở nghiên cứu mối quan hệ giữa giá trị NDVI từ ảnh quang học và giá trị tán xạ ngược của ảnh radar. Kết quả nghiên cứu cho thấy giữa tán xạ ngược của các phân cực radar và NDVI có mối quan hệ với nhau khá chặt theo hàm logarit và sự kết hợp giữa phân cực VV và VH (VV+VH) có tương quan chặt hơn ($R^2 = 0,7374$) so với phân cực VV ($R^2 = 0,6535$) hay VH ($R^2 = 0,6826$) riêng rẽ. Từ các phương trình liên hệ này có thể xây dựng bản đồ NDVI loại trừ được mây dựa vào giá trị tán xạ ngược của các phân cực radar Sentinel-1. Kết quả nghiên cứu mở ra một triển vọng mới về sử dụng tư liệu radar Sentinel-1 trong giám sát rừng khộp ở tỉnh Đắk Lắk.

Từ khóa: NDVI, radar, rừng khộp, Sentinel-1, tán xạ ngược.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

khộp trên địa bàn tỉnh

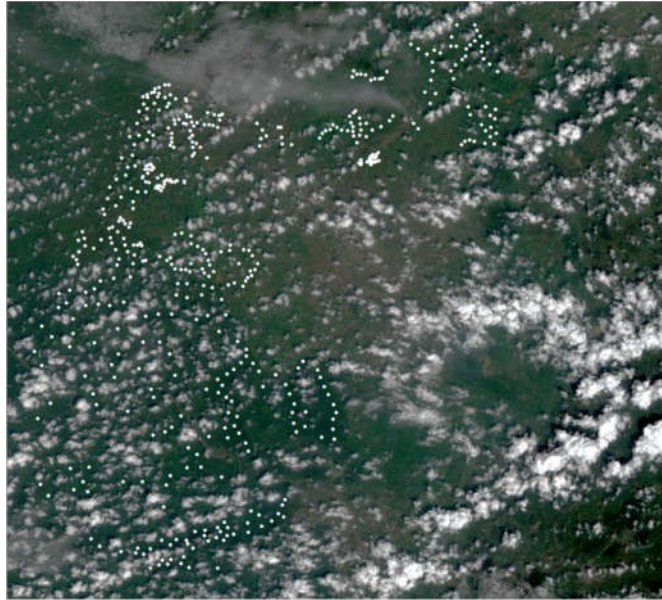
Rừng khộp hay rừng thưa lá rộng rụng lá theo mùa (Hà Chu Chử và đồng tác giả, 1996) là hệ sinh thái rừng đặc trưng trong điều kiện khí hậu chia thành hai mùa rõ rệt: mùa mưa úng nước và mùa khô khắc nghiệt (Trần Văn Con, 2014). Tổ thành loài trong rừng khộp chủ yếu là những loài cây họ dầu (Dipterocarpaceae) chiếm ưu thế và rụng lá vào mùa khô. Rừng khộp ở nước ta phân bố từ Kon Tum đến Tây Ninh nhưng tập trung nhiều nhất là ở Gia Lai và Đắk Lắk. Tuy nhiên, diện tích rừng khộp đã và đang bị thu hẹp nhanh chóng. Theo kết quả điều tra kiểm kê rừng công bố năm 2014, toàn tỉnh Đắk Lắk có khoảng 203.807 ha rừng khộp, trong đó huyện Buôn Đôn có 99.409 ha, huyện Ea Súp có 77.278 ha; đây là 2 huyện có diện tích rừng khộp nhiều nhất tỉnh Đắk Lắk. Cũng theo số liệu kết quả cập nhật diễn biến rừng công bố đến 31 tháng 12 năm 2016, diện tích rừng này là 200.944 ha, trong đó huyện Buôn Đôn có 99.409 ha, huyện Ea Súp có 74.992 ha. Như vậy, chỉ trong vòng 3 năm (từ 2014 đến 2016), diện tích rừng

Đắk Lắk đã bị giảm 2.863 ha, trong đó huyện Ea Súp giảm 2.286 ha. Nguyên nhân của sự suy giảm này chủ yếu do phá rừng trái phép để chuyển sang các loại hình sử dụng khác. Đây là một vấn đề nghiêm trọng và cần có biện pháp giám sát và ngăn chặn kịp thời.

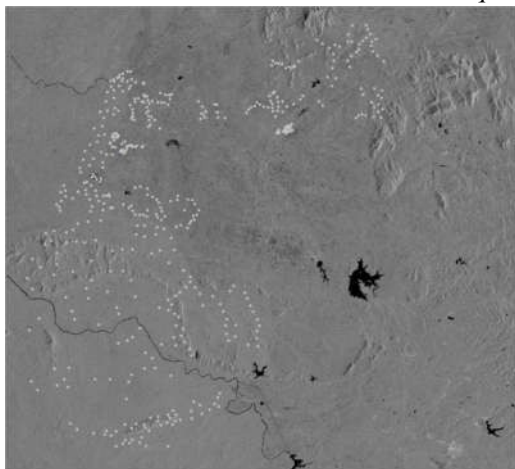
Viễn thám đóng vai trò rất quan trọng trong quản lý rừng. Nó được sử dụng để thu thập dữ liệu khẩn cấp, đặc biệt là theo dõi sự thay đổi độ che phủ rừng, đánh giá sự suy thoái rừng, đánh giá năng suất đất và cung cấp không chỉ đối với kiểm kê rừng mà còn là đầu vào trực tiếp cho quản lý rừng và lập kế hoạch chiến lược. Không chỉ ảnh quang học mà ảnh radar cũng có thể được sử dụng để phân loại lớp phủ bề mặt (Hadam OMAR et al., 2012), lớp phủ rừng (J. Davidse, 2015; Torres et al., 2012). Tuy nhiên, nếu sử dụng ảnh quang học thì nhiều khi bị hạn chế bởi điều kiện thời tiết và mây che phủ. Thời gian giữa 2 phiên ảnh không có mây đôi khi rất dài, từ 3 đến 6 tháng, thậm chí cả năm. Điều này dẫn đến khó khăn trong việc giám sát rừng một cách thường xuyên. Ngược lại, ảnh Radar khẩu độ tổng hợp (SAR - Synthetic Aperture

Radar) có thể khắc phục được các nhược điểm đó của ảnh quang học, nó có thể cung cấp dữ liệu ngày và đêm, trong mọi điều kiện thời tiết (Torres et al., 2012). Hơn nữa, vào năm 2015 vệ tinh Sentinel-1 của cơ quan vũ trụ châu Âu

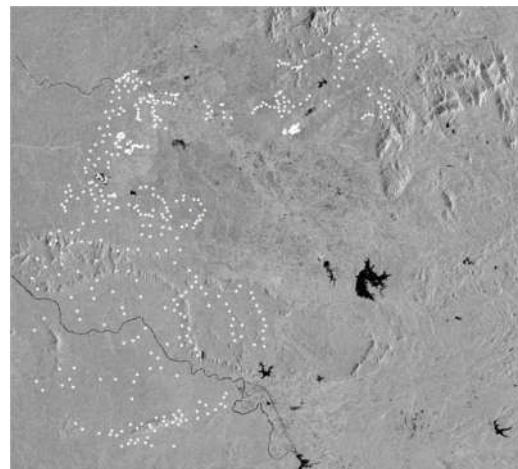
(ESA) đã bắt đầu cung cấp dữ liệu với chu kỳ lặp lại ngắn (12 ngày) và hoàn toàn miễn phí, dễ dàng tiếp cận nguồn dữ liệu. Rõ ràng, dữ liệu Sentinel-1 rất phù hợp và hữu ích cho việc giám sát rừng khộp ở Việt Nam.



Ảnh quang học Sentinel-2



Phân cực VV Sentinel-1



Phân cực VH Sentinel-1

Hình 1. Ảnh quang học, ảnh radar và điểm mẫu khu vực nghiên cứu

Khi nghiên cứu về rừng bằng tư liệu ảnh vệ tinh, chỉ số khác biệt thực vật (NDVI) được sử dụng phổ biến. Chỉ số NDVI này được xác định dựa vào ảnh vệ tinh quang học. Tuy nhiên, bộ cảm của vệ tinh viễn thám thụ động xác định được kênh đỏ và cận hồng ngoại, một phần trong dải phổ điện từ và sóng điện từ trong dải này bị cản trở bởi mây và sương mù. Do vậy, NDVI không phải lúc nào cũng có thể

tính được từ ảnh quang học. Vệ tinh viễn thám

chủ động hoạt động trong băng tần C (từ 4 - 8 GHz) của dải điện từ, không chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố thời tiết nhưng nó lại không đo được kênh đỏ và kênh cận hồng ngoại. Do vậy, không thể xác định được NDVI trực tiếp từ dữ liệu radar. Nếu thông tin dựa trên vệ tinh băng C, tán xạ ngược của tín hiệu radar, có thể có mối tương quan với giá trị NDVI, vấn đề này có thể được giải quyết. Ở Việt Nam, nghiên cứu về tương quan giữa giá trị tán xạ ngược,

đặc biệt là dữ liệu Sentinel-1, với NDVI trong lĩnh vực quản lý rừng còn ít được các tác giả quan tâm.

Mục tiêu nghiên cứu của bài báo là xác định được mối quan hệ giữa giá trị tán xạ ngược của Radar Sentinel-1 với giá trị NDVI làm cơ sở khoa học cho việc xác định diện tích rừng bằng dữ liệu Radar Sentinel-1.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Dữ liệu radar Sentinel-1 thu ngày 14 tháng 10 năm 2016, mức xử lý 1 gồm phân cực VV và VH độ phân giải không gian 5 x 20 m, kích thước điểm ảnh 10 x 10 m. Dữ liệu mức 1 đã được gán tọa độ quỹ đạo, chưa hiệu chỉnh hình học, chưa lọc nhiễu, giá trị phase được thay thế bằng giá trị biên độ (Amplitude) và cường độ (Intensity).

- Ảnh quang học Sentinel-2 thu ngày 10 tháng 10 năm 2016, mức xử lý 1C gồm các

kênh RGB (Band4, Band3 và Band2) và kênh NIR (Band8), độ phân giải không gian 10 x 10, kích thước điểm ảnh 10 x 10 m. Mức xử lý 1C đã bao gồm hiệu chỉnh bức xạ, lọc nhiễu khí quyển, nắn chỉnh hình học về hệ tọa độ quốc tế WGS1984_UTM_Zone_49N.

- 390 điểm mẫu được lấy phân bố đều trên ảnh quang học tại vị trí không có mây che phủ.

- Phạm vi nghiên cứu: rừng khộp ở huyện Ea Súp và Buôn Đôn, tỉnh Đắk Lắk.

2.2. Phương pháp xử lý số liệu

2.2.1. Phương pháp xử lý ảnh quang học

Ảnh quang học đã xử lý ở mức 1C (đã hiệu chỉnh bức xạ, đã nắn chỉnh hình học và đã chuyển về hệ tọa độ mặt đất UTM-WGS1984) nên có thể tính trực tiếp giá trị NDVI từ kênh NIR và RED theo công thức:

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

Trong đó: NIR là kênh cận hồng ngoại, RED là kênh đỏ tương ứng với Band8 và

Bước 1: Loại bỏ nhiễu (Noise Removal)

Thực hiện loại bỏ nhiễu nhằm loại bỏ các tín hiệu radar bị nhiễu động bởi các yếu tố môi trường xung quanh. Việc loại bỏ nhiễu được thực hiện trên phần mềm SNAP5.0 thông qua chức năng S-1 Thermal Noise Removal.

Bước 2: Hiệu chỉnh tán xạ (Calibration)

Để chuyển giá trị điểm ảnh thành giá trị tán xạ ngược được hiệu chỉnh bức xạ thì tất cả các thông tin cần thiết có trong dữ liệu radar phải đầy đủ. Véc-tơ hiệu chỉnh bao gồm các thông tin siêu dữ liệu kèm theo dữ liệu radar để chuyển giá trị cường độ sang giá trị Sigma0.

Mục tiêu của hiệu chỉnh tín hiệu radar là nhằm cung cấp thông tin điểm ảnh có thể liên quan trực tiếp đến tán xạ ngược radar của mỗi cảnh. Hiệu chỉnh tán xạ được thực hiện theo công thức sau:

$$value(i) = \frac{1}{DN_i^2} \quad (2)$$

Trong đó: value(i) = DN_i nguyên gốc và A_i = sigmaNought t (i).

Bước này, được thực hiện bằng công cụ Calibration trong phần mềm SNAP5.0.

Bước 3: Lọc dữ liệu (Filter)

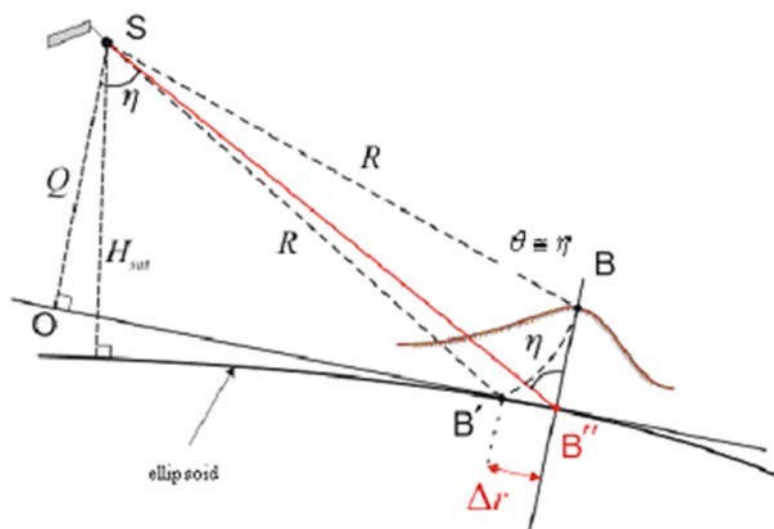
Hình ảnh SAR luôn chứa đựng các đốm không có dữ liệu (dữ liệu rỗng) và chúng làm suy giảm chất lượng hình ảnh và gây khó khăn cho quá trình phân tích hình ảnh. Các đốm này là hoàn toàn ngẫu nhiên do bộ cảm không nhận được tín hiệu phản hồi (tán xạ) từ đối tượng do tín hiệu bị phân tán mạnh. Sử dụng bộ lọc để loại bỏ các đốm này trên ảnh radar giúp làm tăng chất lượng hình ảnh và nâng cao độ chính xác của phân tích ảnh. Trong nghiên cứu này, dữ liệu radar được lọc bằng phin lọc Lee (J.S. Lee et al, 2009) và được thực hiện bằng phần mềm SNAP5.0 với công cụ Single Product Speckle Filter.

Band4 của dữ liệu Sentinel-2.

2.2.2. Phương pháp xử lý ảnh radar

Bước 4: Nắn chỉnh hình học

Một trong những đặc điểm của ảnh radar là biến dạng địa hình. Mô hình biến dạng được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Mô hình biến dạng địa hình của ảnh radar

Theo mô phỏng ở hình 2 cho thấy, tại vị trí B với độ cao h trên bề mặt trái đất nó sẽ thể hiện ở điểm B' trên ảnh radar, thực chất vị trí chính xác phải là B''. Nắn chỉnh hình học là đưa điểm B' về đúng vị trí B'' bằng cách dịch chuyển một khoảng Δr . Việc nắn chỉnh hình học cần dựa vào các thông số trong tệp siêu dữ liệu và mô hình số độ cao. Phần mềm SNAP 5.0 cho phép thực hiện nắn chỉnh hình học với khả năng tự động tải mô hình số độ cao 30 m (ASTER 30) từ máy chủ của NASA.

Bước 5: Trích xuất khu vực nghiên cứu

Kích thước một cảnh ảnh radar Sentinel-1 rất lớn, 250 km, do vậy để giảm dung lượng lưu trữ và thời gian xử lý, dữ liệu khu vực nghiên cứu được trích xuất bằng chức năng Subset của phần mềm SNAP 5.0.

2.2.3. Phương pháp lấy mẫu

Dựa vào ảnh tổ hợp màu tự nhiên của ảnh quang học Sentinel-2 để xác định các vị trí điểm mẫu phù hợp, phân bố đều trên các trạng thái trên ảnh và không nằm trong khu vực bị mây hoặc bóng mây bao phủ.

Tại mỗi vị trí điểm mẫu, thông tin về NDVI và thông tin tán xạ ngược của các phân

cực radar sentinel-1 được trích xuất với cửa sổ chọn mẫu là 3 x 3 điểm ảnh. Giá trị tại mỗi điểm mẫu là giá trị trung bình của 9 điểm ảnh xung quanh điểm mẫu. Như vậy, mỗi điểm mẫu sẽ chứa thông tin về NDVI và tán xạ ngược các phân cực VV và HV.

2.2.4. Xác định mối quan hệ giữa tán xạ ngược radar với NDVI

Mối quan hệ giữa tán xạ ngược radar với NDVI được xác định dựa trên biểu đồ dạng đường và đám mây điểm. Dựa vào sự phân bố của đám mây điểm để xác định mô hình tương quan giữa tán xạ radar và NDVI, từ đó xác định được phương trình tương quan và hệ số tương quan R^2 . Hệ số liên hệ (C) giữa tán xạ và NDVI được xác định theo công thức sau:

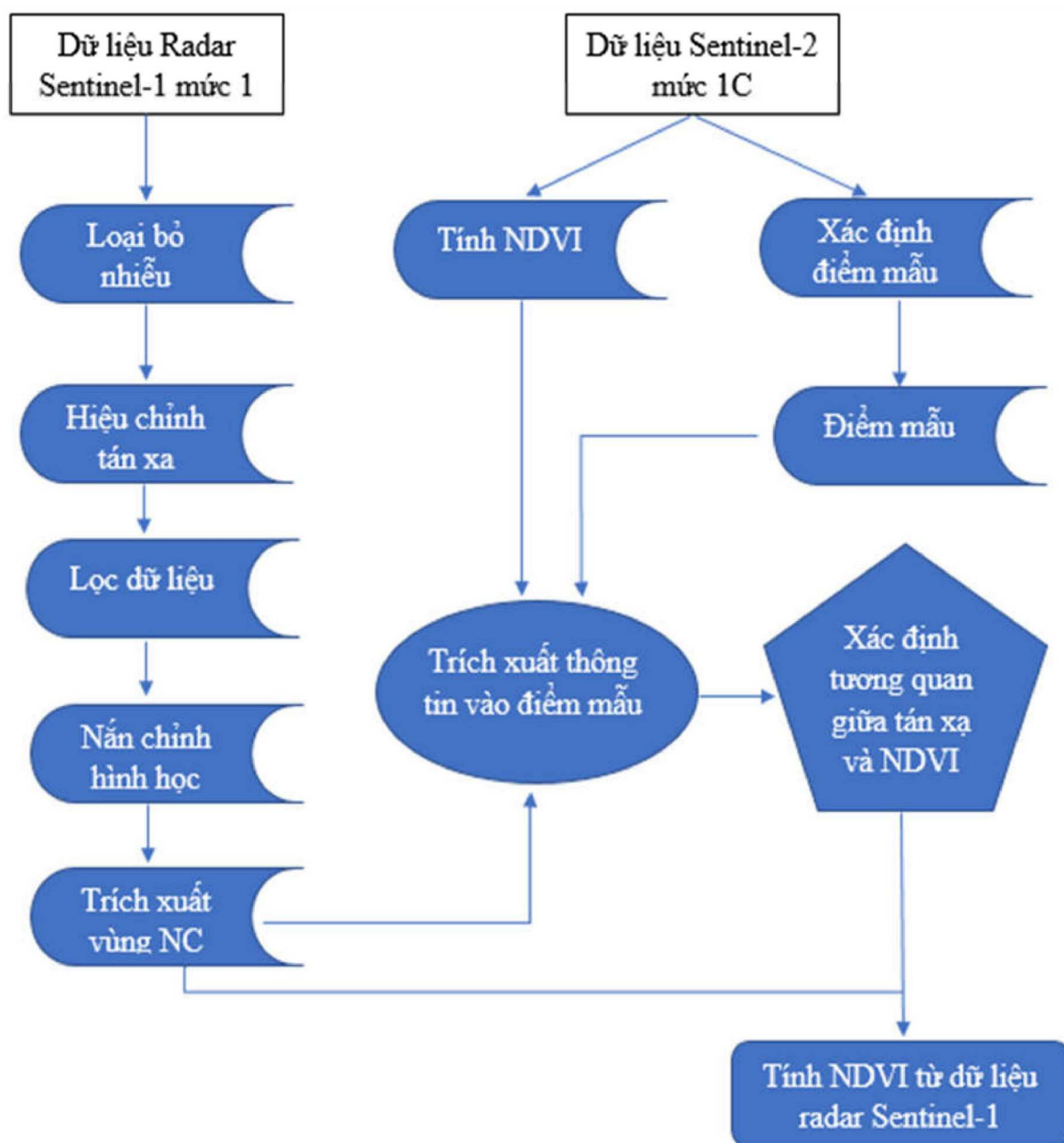
$$C = \frac{\sum (\bar{X} - \bar{X})(\bar{Y} - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (\bar{X} - \bar{X})^2 \sum (\bar{Y} - \bar{Y})^2}} \quad (3)$$

Trong đó: C là hệ số liên hệ;

X, Y là giá trị trung bình tán xạ và NDVI tại mỗi điểm mẫu;

$\bar{X}$, $\bar{Y}$ là giá trị trung bình của tán xạ và NDVI của tất cả các điểm mẫu.

Toàn bộ quá trình nghiên cứu được mô tả qua sơ đồ ở hình 3.



Hình 3. Sơ đồ quá trình nghiên cứu

2.2.5. Phần mềm SNAP 5.0

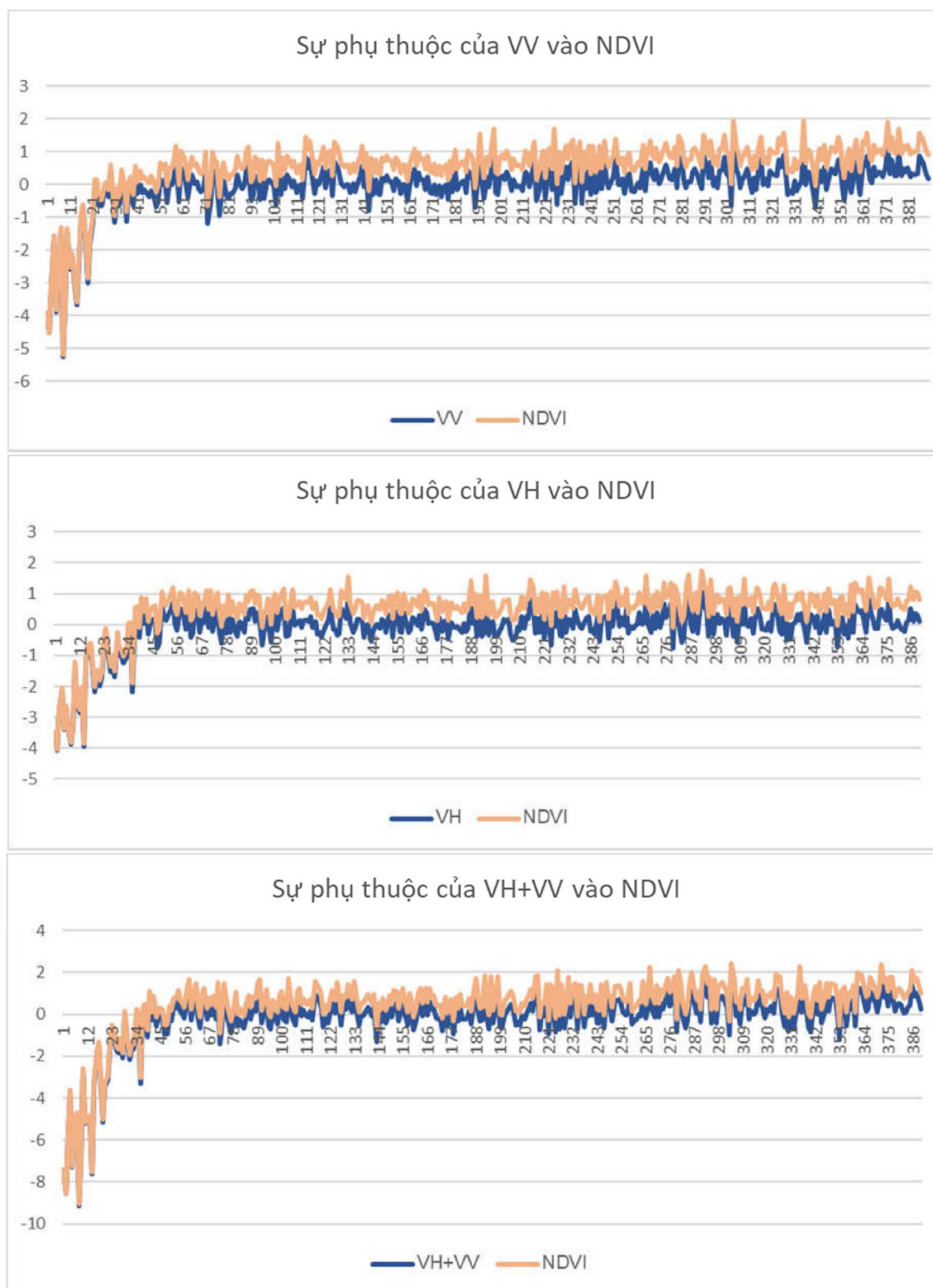
SNAP là viết tắt của “Sentinel Application Platform” (Nền tảng ứng dụng Sentinel) là công cụ xử lý, phân tích dữ liệu viễn thám từ các vệ tinh Sentinel của Cơ quan Vũ trụ Châu Âu (ESA) được phát triển bởi “Brockmann Consult, Array Systems Computing”. Đây là phần mềm miễn phí được cung cấp bởi ESA với nhiều công cụ phân tích ảnh viễn thám cả quang học và radar. Không chỉ hỗ trợ các tư liệu vệ tinh Sentinel, SNAP 5.0 còn hỗ trợ

nhiều dữ liệu vệ tinh phổ biến khác như Landsat-8, SPOT, MODIS... Phần mềm này phù hợp cho nghiên cứu, học tập cũng như tạo ra các sản phẩm thương mại và được đảm bảo bản quyền phần mềm (Phần mềm có thể tải về từ địa chỉ: <http://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>).

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU, THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu

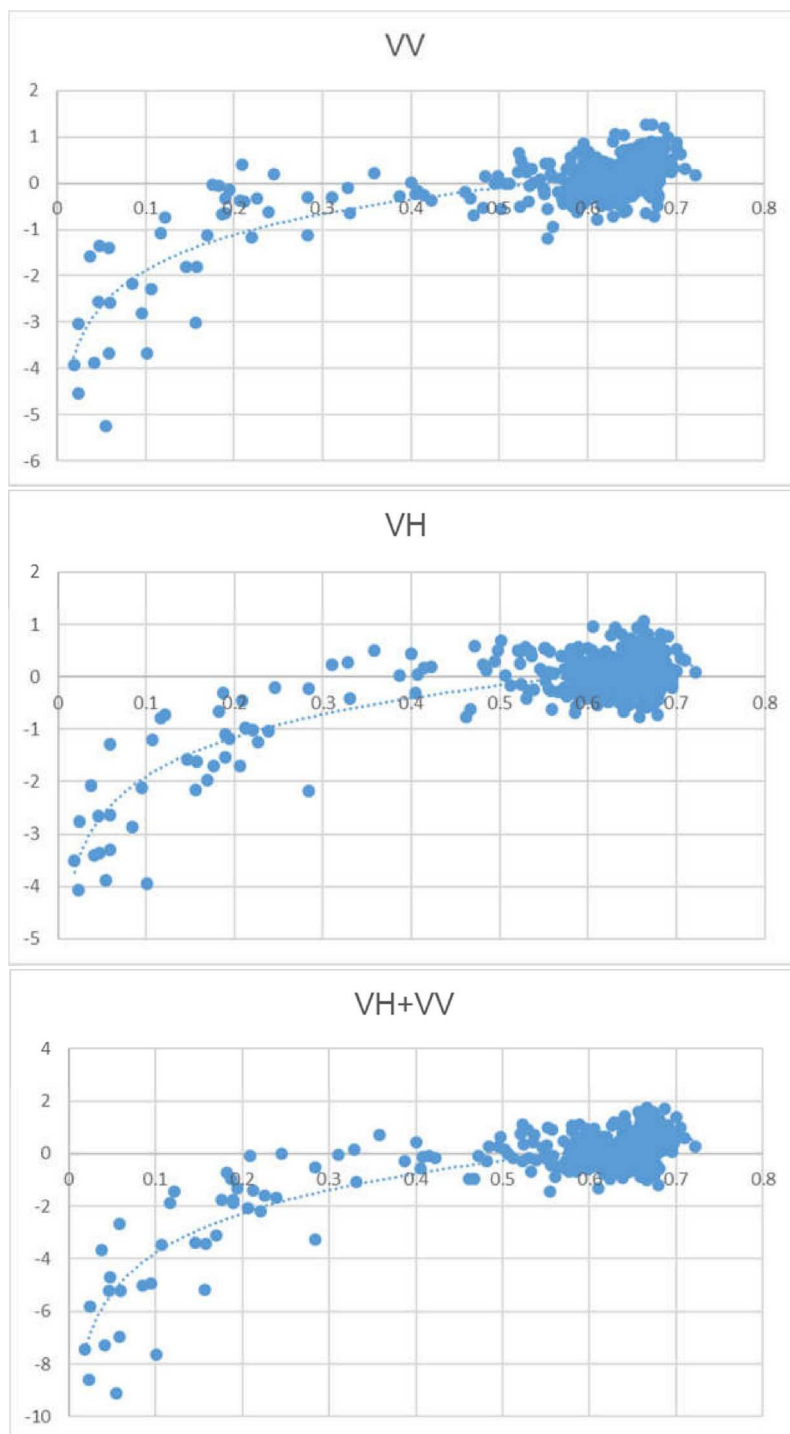
Giá trị tán xạ và NDVI trên 390 điểm mẫu được so sánh bằng đồ thị ở hình 4.



Hình 4. Sự phụ thuộc của tán xạ radar vào giá trị NDVI tính từ ảnh quang học

Qua sự so sánh trên hình 4, ta thấy rằng sự biến thiên của giá trị tán xạ cả phân cực VV, VH và VV+VH rất phù hợp với sự thay đổi của giá trị NDVI. Từ đó nhận ra rằng, giữa tán xạ radar và giá trị NDVI có mối tương quan nào đó. Hệ số tương quan này được tính toán

bằng công thức (3) và kết quả cho thấy giữa VV, VH và VV+VH và NDVI có giá trị lần lượt là 0,7414; 0,7536 và 0,7854. Các biểu đồ ở hình 5 thể hiện mô hình tương quan giữa tán xạ radar và NDVI:



Hình 5. Mối liên hệ giữa tán xạ và NDVI

Dựa vào đám mây điểm giữa tán xạ các phân cực với NDVI ta xác định được mô hình quan hệ giữa chúng có dạng hàm logarit. Phương trình

liên hệ và hệ số tương quan R^2 xác định được như sau:

Bảng 1. Phương trình tương quan giữa tán xạ và NDVI

Phân cực	Phương trình tương quan	R^2	R
VV(db)	$VV = 1,1049\ln(NDVI) + 0,6636$	0,6535	0,81
VH(db)	$VH = 1,0785\ln(NDVI) + 0,5838$	0,6826	0,83
VV+VH (db)	$VV+VH = 2,1834\ln(NDVI) + 1,2474$	0,7374	0,86