



TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ LÂM NGHIỆP

ISSN 1859-3828

TRƯỜNG ĐHLN

TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ LÂM NGHIỆP

SỐ 6 - 2022



SỐ 6
2022

VIET NAM NATIONAL UNIVERSITY OF FORESTRY

Tạp chí:

**KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ
LÂM NGHIỆP**

ISSN: 1859 - 3828

NĂM THỨ MƯỜI MỘT

SỐ 6 NĂM 2022

**PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ
TRẦN VĂN CHÚ**

**PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
BÙI THẾ ĐỒI
NGUYỄN VĂN HÙNG**

TÒA SOẠN

Ban Tạp chí KH&CN Lâm nghiệp
Trường Đại học Lâm nghiệp
Xuân Mai – Chương Mỹ – Hà Nội
ĐT: 024. 8588. 3318
Email: Tapchikhcnln@vnuf.edu.vn

Giấy phép số:

1948/GP – BTTTT
Bộ Thông tin – Truyền thông
cấp ngày 23 tháng 10
năm 2012

In tại Công ty Cổ phần Khoa học và
Công nghệ Hoàng Quốc Việt
Địa chỉ: Số 18 Hoàng Quốc Việt,
Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội

MỤC LỤC

Trang

- | | |
|---|----------------|
| ▪ Mai Hải Châu, Hoàng Anh Tuấn. Ảnh hưởng của nồng độ đạm trong dung dịch dinh dưỡng đến sự hấp thu lân, kali, năng suất và chất lượng dưa lưới (<i>Cucumis melo</i> L.) trồng trong giá thể trong điều kiện nhà màng | 3-11 |
| ▪ Nguyễn Thị Hồng Gấm, Nguyễn Hoàng Anh, Nguyễn Anh Dũng, Nguyễn Đức Nam. Nghiên cứu chọn lọc một số dòng nấm có khả năng kích thích sinh Trầm hương của cây Dó bầu tại Hà Tĩnh | 12-20 |
| ▪ Nguyễn Thị Pha, Nguyễn Thị Hoàng Nhi, Mai Thanh Thảo, Trần Duy Khang, Phan Thị Thu Hiền. Khảo sát ảnh hưởng của Ethyl Methane Sulfonate đến sự phát sinh biến dị trên cây hoa chuông (<i>Sinningia speciosa</i> (G. Lodd.) Hiern) trong điều kiện <i>in vitro</i> | 21-28 |
| ▪ Trần Thị Mai Sen, Lê Hồng Liên, Phạm Thị Quỳnh, Phạm Thị Hạnh, Trần Trung Quốc, Nguyễn Hùng Chiến. Nghiên cứu nhân giống hữu tính cây Ràng ràng mít (<i>Ormosia balansae</i> Drake) | 29-36 |
| ▪ Lê Đức Thắng, Nguyễn Đức Bình Minh, Nguyễn Văn Lam, Tạ Thu Hằng, Đoàn Thị Bắc, Phạm Văn Ngân, Đinh Thị Ngọc. Ảnh hưởng của chất liệu bao gói đến chất lượng quả Thanh mai (<i>Myrica esculenta</i>) bảo quản bằng công nghệ Hyokan | 37-47 |
| ▪ Bùi Thị Vân, Cao Thị Thu Hiền, Phạm Thế Anh, Vũ Tiến Hưng, Vũ Thị Huyền, Lê Tiến Nhất. Đánh giá tác động môi trường trong quản lý rừng trồng bền vững tại khu vực rừng phòng hộ Bắc Khánh Hòa | 48-57 |
| ▪ Phạm Văn Dẫn, Hoàng Văn Khiên, Nguyễn Văn Tùng. Xây dựng bản đồ không gian xanh bằng thuật toán Random forest (RF) trên nền tảng điện toán đám mây của Google Earth Engine – thử nghiệm tại huyện Ba Vì, thành phố Hà Nội | 58-67 |
| ▪ Nguyễn Văn Quý, Nguyễn Hồng Hải, Phạm Thanh Hà, Li Meng, Nguyễn Thanh Tuấn, Nguyễn Văn Hợp. Mô phỏng khuyết tật trong thân cây bằng kỹ thuật siêu âm | 68-78 |
| ▪ Hoàng Văn Hòa, Đặng Đình Bôi. Ảnh hưởng của biến tính nhiệt đến độ bền cơ học của gỗ Thông ba lá, Bạch tùng và Cao su | 79-85 |
| ▪ Trần Văn Giang, Hồ Thị Lam Trà, Hoàng Phương Anh. Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến giá đất trên địa bàn thị xã Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh | 86-94 |
| ▪ Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Trần Thanh Lương, Nguyễn Thị Hải. Đánh giá kết quả thực hiện kế hoạch sử đất hàng năm huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên | 95-107 |
| ▪ Đỗ Đình Hiệu, Đỗ Thị Tám. Đánh giá nguồn vốn sinh kế trong xây dựng nông thôn mới tại huyện Thọ Xuân, tỉnh Thanh Hóa | 108-120 |
| ▪ Nguyễn Thị Huệ, Nguyễn Văn Quân, Xuân Thị Thu Thảo, Nguyễn Sỹ Hà. Biến động giá đất ở tại thành phố Từ Sơn, tỉnh Bắc Ninh giai đoạn 2017 – 2021 | 121-130 |
| ▪ Lê Thị Mai Hương. Tăng trưởng kinh tế tỉnh Đồng Nai giai đoạn 2000-2021 | 131-139 |
| ▪ Trần Tuấn Việt, Nguyễn Quốc Khánh. Hiệu quả sản xuất chanh leo trên địa bàn huyện Mang Yang, tỉnh Gia Lai | 140-148 |
| ▪ Đặng Tường Anh Thư, Trần Hoài Nam. Đánh giá tác động của việc tham gia mô hình sản xuất cà phê theo chứng chỉ đến thu nhập của nông hộ tại tỉnh Lâm Đồng | 149-159 |
| ▪ Đinh Anh Văn, Trần Tuấn Việt. Phát triển thị trường bất động sản trên địa bàn huyện Trảng Bom, tỉnh Đồng Nai | 160-170 |
| ▪ Đỗ Thị Tám, Trần Văn Ngọc, Phạm Anh Tuấn, Nguyễn Bá Long. Ảnh hưởng của việc thu hồi đất để xây dựng khu đô thị đến người dân: Trường hợp nghiên cứu tại huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định | 171-180 |

**FORESTRY SCIENCE AND
TECHNOLOGY JOURNAL**

ISSN: 1859 - 3828

THE ELEVENTH YEAR

NO. 6 - 2022

**Responsible for the journal
Tran Van Chu**

**Deputy Editor-in-Chief:
Bui The Doi
Nguyen Van Hung**

Head – office
Journal of Forestry Science and
Technology Department
Vietnam National University of Forestry
Chuong My – Ha Noi – Viet Nam
Tel: 024.8588.3318
Email: Tapchikhenln@vnuf.edu.vn

License number:
1948/GP - BTTTT
Ministry of Information and
Communications issued
on 23 October 2012

Printing in Hoang Quoc Viet
Technology and Science
Joint Stock Company

CONTENTS

	Page
▪ Mai Hai Chau, Hoang Anh Tuan. Effect of nitrogen concentration in nutrient solution on phosphorus and potassium uptake, yield and quality of cantaloupe (<i>Cucumis melo</i> L.) grown in substrate under greenhouse condition	3-11
▪ Nguyen Thi Hong Gam, Nguyen Hoang Anh, Nguyen Anh Dung, Nguyen Duc Nam. Screening some fungi effectively stimulate agarwood production of <i>Aquilaria crassna</i> in Ha Tinh	12-20
▪ Nguyen Thi Pha, Nguyen Thi Hoang Nhi, Mai Thanh Thao, Tran Duy Khang, Phan Thi Thu Hien. Effects of Ethyl Methane Sulfonate on the variation of gloxinia (<i>Sinningia speciosa</i> (G. Lodd.) Hiern) under <i>in vitro</i> conditions	21-28
▪ Tran Thi Mai Sen, Le Hong Lien, Pham Thi Quynh, Pham Thi Hanh, Tran Trung Quoc, Nguyen Hung Chien. Research on the sexual propagation of <i>Ormosia balansae</i> Drake	29-36
▪ Le Duc Thang, Nguyen Dac Binh Minh, Nguyen Van Lam, Ta Thu Hang, Doan Thi Bac, Pham Van Ngan, Dinh Thi Ngoc. Effects of packaging material on <i>Myrica esculenta</i> fruit quality storage by Hyokan technology	37-47
▪ Bui Thi Van, Cao Thi Thu Hien, Pham The Anh, Vu Tien Hung, Vu Thi Huyen, Le Tien Nhat. Environmental impact assessment in sustainable plantation management in Bac Khanh Hoa protection forest area	48-57
▪ Pham Van Duan, Hoang Van Khien, Nguyen Van Tung. Mapping of green space distribution with Random forest algorithm (RF) on the Google Earth Engine cloud platform – case study in Ba Vi district, Hanoi city	58-67
▪ Nguyen Van Quy, Nguyen Hong Hai, Pham Thanh Ha, Li Meng, Nguyen Thanh Tuan, Nguyen Van Hop. Simulate a three-dimensional structure of internal wood defects based on ultrasonic techniques	68-78
▪ Hoang Van Hoa, Dang Dinh Boi. Effect of thermal modification on the mechanical properties of Benguet pine, Podocarp and Rubber wood	79-85
▪ Tran Van Giang, Ho Thi Lam Tra, Hoang Phuong Anh. Studying factors affecting residential land price in Dong Trieu town, Quang Ninh province	86-94
▪ Nguyen Thi Hong Hanh, Tran Thanh Luong, Nguyen Thi Hai. Assess the results of implementation of the annual land plan Dien Bien Dong district, Dien Bien province	95-107
▪ Do Dinh Hieu, Do Thi Tam. Assessment of livelihood resources in new rural construction in Tho Xuan district, Thanh Hoa province	108-120
▪ Nguyen Thi Hue, Nguyen Van Quan, Xuan Thi Thu Thao, Nguyen Sy Ha. Change of residential land price in Tu Son city, Bac Ninh province period 2017 – 2021	121-130
▪ Le Thi Mai Huong. Economic growth in Dong Nai province in the period 2000-2021	131-139
▪ Tran Tuan Viet, Nguyen Quoc Khanh. Economic efficiency of passion fruit production in Mang Yang district, Gia Lai province	140-148
▪ Dang Tuong Anh Thu, Tran Hoai Nam. Evaluating impact of the certified coffee participation to farmers' income in Lam Dong province	149-159
▪ Dinh Anh Van, Tran Tuan Viet. Development of real estate market in Trang Bom district, Dong Nai province	160-170
▪ Do Thi Tam, Tran Van Ngoc, Pham Anh Tuan, Nguyen Ba Long. Impacts of land acquisition for urban area on people: A case study in Giao Thuy district, Nam Dinh province	171-180

XÂY DỰNG BẢN ĐỒ KHÔNG GIAN XANH BẰNG THUẬT TOÁN RANDOM FOREST (RF) TRÊN NỀN TẢNG ĐIỆN TOÁN Đám MÂY CỦA GOOGLE EARTH ENGINE – THỬ NGHIỆM TẠI HUYỆN BA VÌ THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Phạm Văn Duẩn, Hoàng Văn Khiên, Nguyễn Văn Tùng

Trường Đại học Lâm nghiệp

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2022.6.058-067>

TÓM TẮT

Bản đồ phân bố không gian xanh (KGX) rất quan trọng đối với công tác quản lý, nhưng việc xây dựng bản đồ này thường mất nhiều thời gian và công sức, làm cho công tác quản lý KGX gặp khó khăn. Căn cứ vào 440 điểm mẫu điều tra mặt đất, ảnh Sentinel-2, thuật toán Random forest (RF) trên nền tảng điện toán đám mây của Google Earth Engine (GEE), nghiên cứu tiến hành phân loại, xây dựng bản đồ KGX tại huyện Ba Vì, thành phố Hà Nội. Tổng số 13 biến đầu vào từ ảnh Sentinel-2 đã được tính toán thử nghiệm để phân loại xây dựng bản đồ KGX. Khi sử dụng từng kênh ảnh để phân loại thì kết quả chỉ đạt độ chính xác từ thấp đến vừa phải, nhưng khi sử dụng nhiều kênh ảnh để phân loại thì kết quả có độ chính xác cao. Từ đó, xây dựng được bản đồ KGX với độ phân giải không gian 10 m cho toàn huyện và xác định tại Ba Vì có 12.124 ha KGX (chiếm 28,7% diện tích tự nhiên của huyện) phân bố tại tất cả 31 xã, thị trấn của huyện. Kết quả cũng cho thấy đang xuất hiện sự thiếu hụt diện tích KGX tại các xã không có rừng trên địa bàn huyện. Độ chính xác của mô hình tốt nhất thu được là 95,7% và tư liệu ảnh Sentinel-2 mức 2A luôn có sẵn và được cung cấp miễn phí cho thấy tiềm năng của phương pháp lập bản đồ KGX trên nền tảng GEE được nghiên cứu đề xuất.

Từ khóa: Ba Vì, Google Earth Engine (GEE), không gian xanh đô thị, Random forest (RF), Sentinel-2.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Không gian xanh (KGX) là các bề mặt và không gian nơi thực vật phát triển, chiếm giữ và bao phủ (Taylor & Hochuli, 2017). KGX đã đóng một vai trò quan trọng trong quy hoạch và hoạch định chính sách tại đô thị (Meng et al., 2018). KGX bao gồm công viên, vườn, cây xanh đường phố, rừng và cây xanh tại các địa điểm lịch sử... góp phần cải thiện chất lượng cuộc sống đô thị (Sathyakumar et al., 2020). Nhiều tài liệu đã chứng minh rằng KGX có ảnh hưởng đến cả sức khỏe về thể chất và tinh thần của con người (Shin et al., 2020; Wiese et al., 2021; Xie et al., 2020). Để quản lý KGX trong đô thị thì bản đồ phân bố KGX rất quan trọng, bản đồ này có thể cung cấp thông tin cơ bản về chất lượng môi trường tự nhiên xung quanh các khu dân cư đô thị và khả năng tiếp cận của người dân đối với KGX. Nhưng việc xây dựng được các bản đồ phân bố KGX thường mất nhiều thời gian và công sức, điều đó làm cho công tác quản lý KGX tại đô thị gặp nhiều khó khăn.

Hiện nay, các bộ dữ liệu vệ tinh miễn phí với độ phân giải không gian và thời gian cao, nền tảng điện toán đám mây và các thuật toán máy học cung cấp các khả năng mới để lập bản đồ hiện trạng thảm thực vật nói chung và hiện trạng KGX đô thị nói riêng. Google Earth Engine

(GEE) là một nền tảng điện toán đám mây lưu trữ kho ảnh vệ tinh không lồ (Landsat; MODIS; Sentinel...) cho phép tạo mẫu, phân tích và trực quan hóa dữ liệu không gian địa lý ở các quy mô khác nhau thông qua xử lý song song, giúp giảm thời gian tính toán. Nhiều nghiên cứu đã sử dụng GEE để xây dựng bản đồ hiện trạng sử dụng đất (Li et al., 2020), giám sát suy thoái rừng (Bullock et al., 2020), bảo tồn thảm thực vật (Pratico et al., 2021), lập bản đồ lũ (Coltin et al., 2016) và các loại ứng dụng liên quan đến môi trường và quản lý tài nguyên thiên nhiên khác. GEE đã được sử dụng để lập bản đồ không gian xanh trên quy mô toàn cầu và quốc gia. Huang và cộng sự (2018) đánh giá tác động của hình thái đô thị đến cấu trúc cảnh quan của không gian xanh đô thị ở Trung Quốc bằng cách sử dụng hình ảnh Landsat dựa trên Google Earth Engine. Huang và cộng sự (2021) lập bản đồ phạm vi phân bố của không gian xanh đô thị ở 1.039 thành phố trên toàn cầu bằng cách sử dụng ảnh vệ tinh. Duan và cộng sự (2019) tìm hiểu sự phân bố theo không gian của các khu rừng đô thị ở Trung Quốc bằng cách sử dụng hình ảnh Sentinel-2 với Google Earth Engine. Atasoy (2018) giám sát không gian xanh đô thị và sự phân mảnh cảnh quan bằng cách sử dụng viễn thám.

Theo Quyết định số 1259/QĐ-TTg ngày 26/7/2011 của Thủ tướng Chính phủ, đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050 xây dựng Hà Nội trở thành một thành phố phát triển bền vững về môi trường (Thành phố xanh). Nói đến không gian xanh tại Hà Nội thường liên tưởng đến cây xanh trong các công viên, vườn hoa, cây xanh trên đường phố tại các quận nội thành. Các nghiên cứu chưa quan tâm nhiều đến không gian tự nhiên như diện tích rừng và đặc biệt, thiếu vắng các nghiên cứu về vấn đề này tại các thị xã, thị trấn ngoại thành là nơi sẽ có nhịp điệu phát triển rất mạnh trong thời gian tới.

Mục tiêu của nghiên cứu này là sử dụng ảnh Sentinel-2 thông qua thuật toán Random Forest (RF) trên nền tảng điện toán đám mây của Google Earth Engine để xây dựng bản đồ phân bố không gian xanh tại huyện Ba Vì – thành phố Hà Nội.



(a) Các điểm sử dụng để xây dựng mô hình

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tư liệu sử dụng

Tư liệu chủ yếu được sử dụng trong nghiên cứu gồm:

(1) Ảnh vệ tinh Sentinel-2 được nhà sản xuất hiệu chỉnh bức xạ, khí quyển và hình học, đưa về giá trị phản xạ mặt đất, hệ tọa độ UTM/WGS84. Các kênh trên ảnh có ba độ phân giải không gian: 10 m, 20 m và 60 m với tổng cộng 12 dải quang phổ. Chu kỳ chụp lặp lại một vị trí là 10 ngày.

(2) Hệ thống 440 điểm điều tra thực địa trong giai đoạn từ tháng 6/2021 – tháng 11/2021 tại huyện Ba Vì. Trong đó: đối tượng rừng và cây lâu năm điều tra 150 điểm mẫu; đối tượng mặt nước điều tra 89 điểm mẫu; khu dân cư, đất xây dựng điều tra 84 điểm mẫu; đất nông nghiệp, đất trồng điều tra 117 điểm mẫu. Vị trí các điểm điều tra thực địa minh họa tại hình 1.



(b) Các điểm sử dụng để kiểm chứng mô hình

Hình 1. Vị trí các điểm điều tra thực địa tại Ba Vì

(3) Lớp bản đồ ranh giới hành chính các xã và huyện Ba Vì được kế thừa từ Phòng Tài nguyên và Môi trường của huyện.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

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

Vị trí các điểm điều tra thực địa được đưa lên

bản đồ số ở hệ tọa độ UTM và chuyển vào GEE với các giá trị thuộc tính được gán mã như sau: đối tượng rừng và cây lâu năm gán mã 1; đối tượng mặt nước gán mã 2; khu dân cư, đất xây dựng gán mã 3; đất nông nghiệp, đất trống gán mã 4.

Các điểm điều tra thực địa sau khi đưa vào GEE được lập trình chia ngẫu nhiên thành 2 phần: phần thứ nhất gồm 2/3 số điểm điều tra được sử dụng để thử nghiệm xác định ngưỡng xây dựng bản đồ không gian xanh; phần thứ 2 gồm 1/3 số điểm còn lại được sử dụng để đánh giá độ chính xác của bản đồ không gian xanh tạo ra.

- Phương pháp xử lý và trích xuất thông tin từ ảnh vệ tinh:

Lựa chọn toàn bộ các cảnh ảnh chụp khu vực nghiên cứu từ 01/01/2021 - 31/12/2021 có tỷ lệ che phủ mây dưới 20%. Trên mỗi ảnh được lựa chọn, tiến hành lọc bỏ khu vực có mây từ đó tạo ra một tập hợp các ảnh không có mây (chỗ có mây đã bị đục thủng) tại khu vực nghiên cứu. Tập hợp hình ảnh trên được thu gọn thành một hình ảnh duy nhất, chứa thông tin của các hình ảnh đã chọn, để thực hiện việc trích xuất và phân loại. Giá trị pixel của hình ảnh mới được tính toán bằng trung bình giá trị pixel của tất cả các hình ảnh tại cùng một vị trí bằng hàm Median. Ảnh mới tạo ra này gọi là ảnh Trung bình được sử dụng để thực hiện các bước nghiên cứu tiếp theo.

Trên ảnh Trung bình, tất cả các band ảnh được đưa về cùng độ phân giải không gian là 10 m, hệ tọa độ UTM và tính chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa NDVI theo công thức sau:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (\text{Bannari et al., 1995})$$

Trong đó:

RED là giá trị phổ của kênh đỏ (Band 4);

NIR là giá trị phổ kênh cận hồng ngoại (Band 8).

Trong nhiều nghiên cứu về sự thay đổi và phân loại thảm thực vật, hầu hết đều tập trung vào mối quan hệ giữa thảm thực vật và chỉ số thực vật (VIs), trong đó NDVI là chỉ số thực vật được sử dụng phổ biến nhất. Trong nghiên cứu này, 14 giá trị trên ảnh Trung bình gồm: giá trị chỉ số thực vật NDVI và 12 giá trị của 12 band ảnh được sử dụng để thăm dò phương pháp xây dựng bản đồ không gian xanh tại khu vực. Toàn

bộ quá trình xử lý, tính toán trích xuất thông tin từ ảnh vệ tinh được lập trình thực hiện trên GEE.

- Lựa chọn thuật toán xây dựng mô hình:

RF là thuật toán phi tham số do Breiman đề xuất (Breiman, 2001) được sử dụng trong rất nhiều bài toán phân loại. Nhiều nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng RF hiệu quả và chính xác hơn trong việc phân loại các loại đất đô thị so với các phương pháp tiếp cận máy học khác như máy vector hỗ trợ (SVM) và mạng nơ-ron nhân tạo (ANN). Thuật toán RF là bộ phân loại kết hợp một tập hợp các cây quyết định để đưa ra quyết định phân loại tốt hơn. Mỗi cây quyết định được tạo bằng cách chọn ngẫu nhiên một tập hợp con các mẫu huấn luyện từ tập dữ liệu gốc dựa trên nguyên tắc sử dụng phương pháp lấy mẫu lại Bootstrap. Về nguyên tắc, càng nhiều cây quyết định thì độ chính xác phân loại càng cao. Tuy nhiên, theo các nghiên cứu, kết quả phân loại tối ưu khi số cây quyết định khoảng 60 cây. Số cây quyết định lớn hơn cũng không cải thiện đáng kể độ chính xác của kết quả phân loại. Do đó, trong nghiên cứu này, số cây quyết định được đặt mặc định là 60 cây.

- Phương pháp lựa chọn các biến đầu vào để xây dựng mô hình theo các bước sau: (1) Sử dụng giá trị từng kênh ảnh (của 12 kênh ảnh) hoặc giá trị chỉ số thực vật NDVI của ảnh Trung bình làm biến đầu vào để phân loại xây dựng bản đồ không gian xanh tại khu vực nghiên cứu và đánh giá độ chính xác của mô hình; (2) Trên cơ sở độ chính xác của mô hình đơn biến, lựa chọn tổ hợp các biến đầu vào để phân loại xây dựng bản đồ không gian xanh tại khu vực nghiên cứu và đánh giá độ chính xác của mô hình; (3) Trên cơ sở bước (1) và bước (2) xác định các biến đầu vào tối ưu sử dụng để xây dựng bản đồ không gian xanh tại khu vực nghiên cứu.

- Phương pháp đánh giá độ chính xác mô hình:

Kết quả phân loại được đánh giá bằng phương pháp sử dụng ma trận sai số, là một định dạng tiêu chuẩn để đánh giá độ chính xác của phân loại. Ma trận sai số là ma trận thể hiện sự sai khác và trùng khớp giữa kết quả giải đoán so với thực tế, trong đó dữ liệu thực tế căn cứ vào 1/3 số điểm thực địa không tham gia xây dựng mô hình phân loại. Từ ma trận sai số, tính được độ chính xác tổng thể, độ chính xác phân loại từng đối tượng và chỉ số Kappa (K) là chỉ số

tổng hợp để đánh giá độ chính xác của kết quả phân loại. Chỉ số Kappa (K) được tính toán theo công thức:

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} - X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} - X_{+i})}$$

Trong đó:

r là số lượng cột trong ma trận sai số;

X_{ii} là số lượng Pixel quan sát được tại hàng i, cột i trên đường chéo chính;

X_{i+} là tổng Pixel quan sát tại hàng i;

X_{+i} là tổng số Pixel quan sát tại cột i;

N là tổng số Pixel quan sát được trong ma trận sai số.

Chỉ số Kappa nằm giữa 0 và 1 và được đánh giá như sau: (1) $K > 0,8$: kết quả phân loại có độ chính xác cao; (2) $K < 0,4$: kết quả phân loại có độ chính xác thấp; (3) Giá trị K còn lại được đánh giá là kết quả phân loại có độ chính xác vừa phải.

Bảng 1. Kết quả đánh giá độ chính xác phân loại xây dựng bản đồ không gian xanh tại khu vực nghiên cứu bằng mô hình đơn biến

TT	Biến đầu vào	Độ chính xác (%)					Chỉ số Kappa (K)
		Tổng thể	Rừng, cây lâu năm	Mặt nước	Khu dân cư, đất xây dựng	Đất trồng, đất nông nghiệp	
1	NDVI	70,2	87,5	66,9	44,8	67,9	0,597
2	B1	49,6	66,7	22,2	50,0	36,4	0,314
3	B2	56,0	75,0	33,3	54,5	42,2	0,398
4	B3	51,1	71,7	23,8	40,7	39,4	0,328
5	B4	53,9	69,4	22,2	67,9	45,9	0,375
6	B5	58,9	70,8	37,5	63,2	59,5	0,442
7	B6	58,9	56,9	85,7	38,0	44,4	0,436
8	B7	64,5	62,2	85,7	69,2	42,8	0,521
9	B8	58,2	57,1	96,8	47,1	35,3	0,438
10	B8A	55,3	54,3	93,5	54,2	27,5	0,396
11	B9	57,4	57,4	75,8	56,5	42,1	0,424
12	B11	59,6	81,8	76,3	48,1	34,9	0,461
13	B12	75,2	79,6	90,3	76,9	54,3	0,663
	Nhỏ nhất	49,6	54,3	22,2	38,0	27,5	0,314
	Lớn nhất	75,2	87,5	96,8	76,9	67,9	0,663

Chỉ số Kappa của các mô hình đơn biến biến động từ 0,314 - 0,663, chứng tỏ kết quả phân loại có độ chính xác từ thấp đến vừa phải. Không có biến đầu vào nào cho kết quả phân loại có độ chính xác cao ($K > 0,8$).

Xét theo các biến đầu vào:

- Khi sử dụng giá trị các kênh ảnh: B1, B2, B3, B4 và B8A làm biến đầu vào để phân loại xây dựng bản đồ không gian xanh tại khu vực nghiên cứu thì kết quả phân loại có độ chính xác thấp ($K < 0,4$).

Căn cứ vào giá trị chỉ số Kappa lựa chọn mô hình tốt nhất là mô hình có chỉ số Kappa cao nhất và số biến đầu vào là ít nhất.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

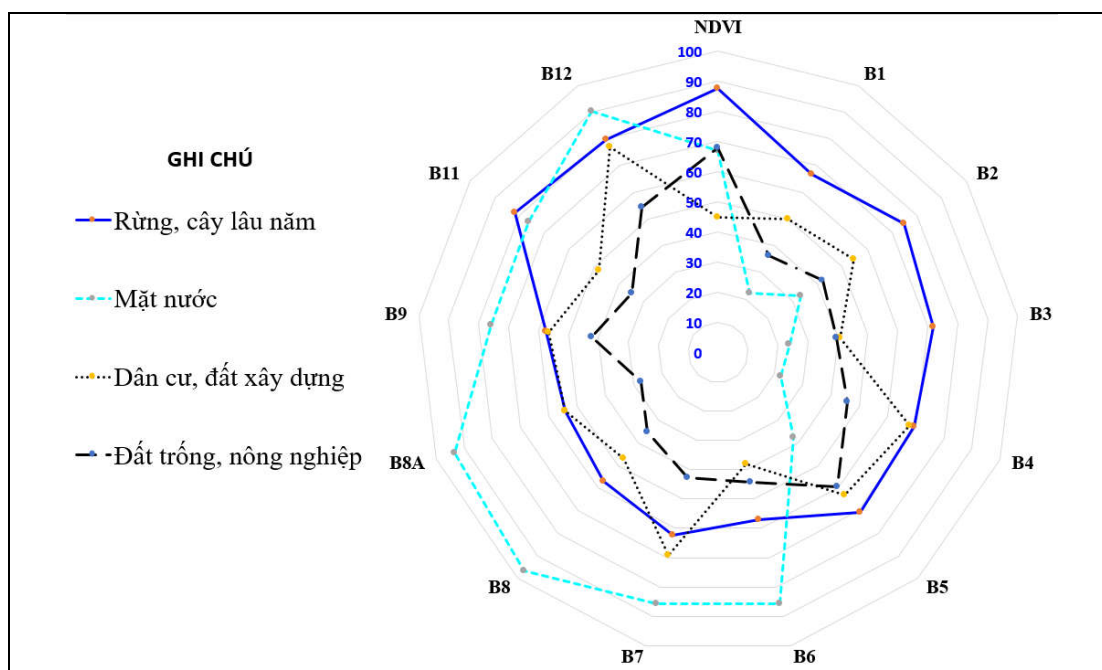
3.1. Kết quả nghiên cứu

3.1.1. Kết quả phân loại và đánh giá độ chính xác của các mô hình đơn biến

Trong nghiên cứu này, tổng số 12 biến đầu vào từ ảnh Sentinel-2 đã được tính toán để phân loại xây dựng bản đồ không gian xanh, bao gồm 12 biến là giá trị của các kênh ảnh Sentinel-2 xử lý ở mức 2A và 1 biến là giá trị chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa (NDVI). Căn cứ vào các điểm điều tra mặt đất, giá trị các kênh ảnh tương ứng, sử dụng thuật toán RF trên nền tảng điện toán đám mây của GEE tiến hành phân loại xây dựng bản đồ không gian xanh tại khu vực nghiên cứu. Kết quả đánh giá độ chính xác của các mô hình đơn biến tại bảng 1.

- Khi sử dụng các kênh còn lại hoặc kênh chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa NDVI làm biến đầu vào để phân loại xây dựng bản đồ không gian xanh tại khu vực nghiên cứu thì kết quả phân loại có độ chính xác vừa phải ($0,4 < K < 0,8$).

Biểu đồ độ chính xác phân loại nhóm đối tượng: rừng và cây lâu năm; mặt nước; khu dân cư, đất xây dựng; đất trồng, đất nông nghiệp theo các biến đầu vào tại hình 2 cho thấy:



Hình 2. Biểu đồ độ chính xác phân loại nhóm đối tượng theo biến đầu vào

- Với đối tượng rừng và cây lâu năm (Không gian xanh), kênh chỉ số thực vật NDVI cho kết quả phân loại có độ chính xác cao nhất, tiếp theo đến kênh 11.

- Với đối tượng là mặt nước, kênh 8 cho kết quả phân loại có độ chính xác cao nhất, tiếp theo đến kênh 8A.

- Với đối tượng khu dân cư, đất xây dựng, kênh 12 cho kết quả phân loại có độ chính xác cao nhất, tiếp theo đến kênh 7.

- Với đối tượng đất trồng, đất nông nghiệp, kênh chỉ số thực vật NDVI cho kết quả phân loại có độ chính xác cao nhất, tiếp theo đến kênh 5.

3.1.2. Kết quả phân loại và đánh giá độ chính xác của các mô hình đa biến

Kết quả phân loại và đánh giá độ chính xác

của các mô hình đơn biến cho phép lựa chọn một số nhóm biến đầu vào để phân loại, xây dựng bản đồ không gian xanh tại khu vực như sau: (1) Trường hợp biến đầu vào là tập hợp các đơn biến cho kết quả phân loại đối tượng có độ chính xác cao nhất, đề xuất 2 nhóm biến đầu vào gồm: B8, B12, NDVI hoặc B5, B7, B8, B8A, B11, B12, NDVI; (2) Trường hợp biến đầu vào là tập hợp các đơn biến mà kết quả phân loại có độ chính xác vừa phải ($0,4 < K < 0,8$) gồm: B5, B6, B7, B8, B9, B11, B12, NDVI; (3) Trường hợp biến đầu vào là tập hợp tất cả các đơn biến: B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B8A, B9, B11, B12, NDVI.

Kết quả phân loại và đánh giá độ chính xác của các mô hình đa biến tại bảng 2.

Bảng 2. Kết quả đánh giá độ chính xác phân loại xây dựng bản đồ không gian xanh tại khu vực nghiên cứu bằng mô hình đa biến

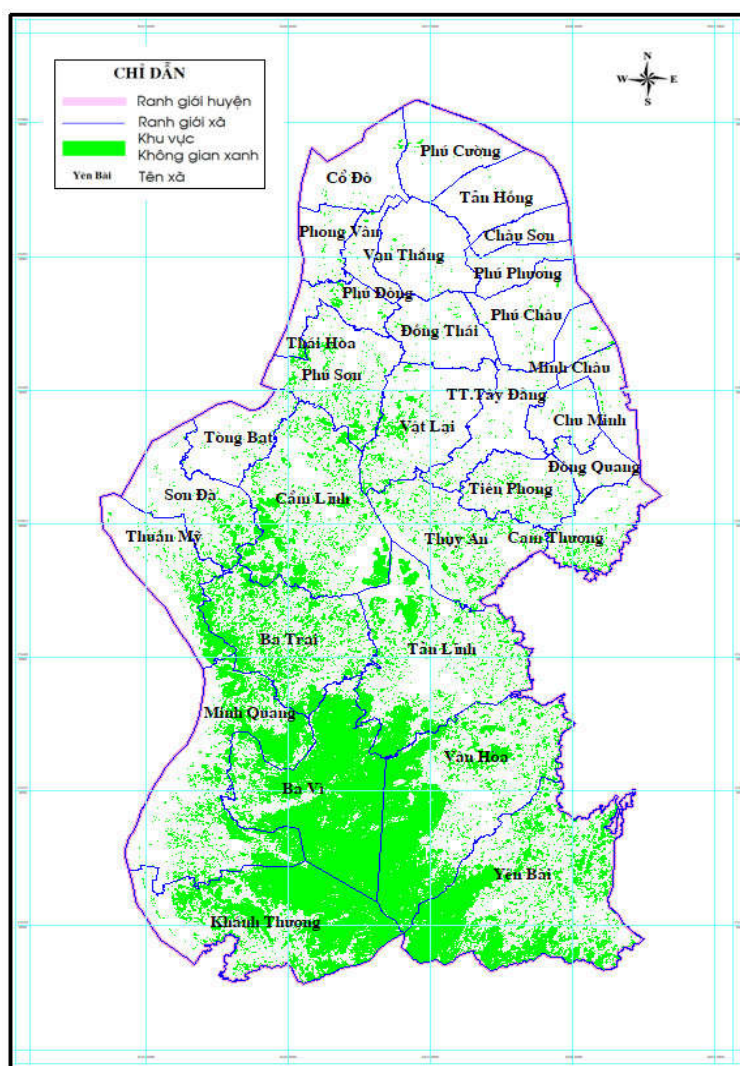
TT	Biến đầu vào	Độ chính xác (%)					Chỉ số Kappa (K)
		Tổng thể	Rừng, cây lâu năm	Mặt nước	Khu dân cư, đất xây dựng	Đất trồng, đất nông nghiệp	
1	B8, B12, NDVI	88,6	95,5	96,8	81,8	78,1	0,847
2	B5, B7, B8, B8A, B11, B12, NDVI	92,2	97,8	96,8	87,5	84,4	0,895
3	B5, B6, B7, B8, B9, B11, B12, NDVI	92,9	97,8	96,8	90,3	84,8	0,904
4	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B8A, B9, B11, B12, NDVI	95,7	97,9	96,8	99,0	88,6	0,942
	Nhỏ nhất	88,6	95,5	96,8	81,8	78,1	0,847
	Lớn nhất	95,7	97,9	96,8	99,0	88,6	0,942

Chỉ số Kappa của các mô hình đa biến từ 0,847 - 0,942, chứng tỏ kết quả phân loại theo các mô hình đa biến đều có độ chính xác cao ($K > 0,8$). Trong đó, mô hình với biến đầu vào là giá trị các kênh B8, B12, NDVI có chỉ số Kappa thấp nhất ($K = 0,847$) và mô hình với biến đầu vào là tất cả 13 kênh B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B8A, B9, B11, B12, NDVI có chỉ số Kappa cao nhất ($K = 0,942$).

Xem xét độ chính xác phân loại nhóm đối tượng: rừng và cây lâu năm; mặt nước; khu dân cư, đất xây dựng; đất trồng, đất nông nghiệp của các mô hình đa biến cho thấy: Độ chính xác phân loại các đối tượng thấp nhất khi biến đầu vào là giá trị các kênh B8, B12, NDVI. Độ chính xác phân loại các đối tượng cao nhất khi biến đầu vào là giá trị các kênh B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B8A, B9, B11, B12, NDVI.

Các mô hình đa biến đều cho thấy độ chính xác phân loại với nhóm đối tượng đất trồng, đất nông nghiệp là thấp nhất, trong khi đó độ chính xác phân loại với 3 nhóm đối tượng còn lại tương tự nhau và cao hơn. Điều này có thể lý giải là do nhóm đất nông nghiệp, đất trồng mang tính mùa vụ, thay đổi liên tục nên trên ảnh trung bình giá trị kênh ảnh biến động lớn, dẫn đến kết quả phân loại cho sai số lớn.

Như vậy, mô hình tối ưu được lựa chọn để phân loại và xây dựng bản đồ không gian xanh tại khu vực là mô hình với biến đầu vào là giá trị của 13 kênh gồm: B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B8A, B9, B11, B12, NDVI. Kết quả sử dụng mô hình để phân loại và xây dựng bản đồ không gian xanh tại huyện Ba Vì thể hiện tại hình 3.



Hình 3. Ảnh bản đồ không gian xanh tại Ba Vì chạy theo mô hình tối ưu

Bảng 3. Kết quả phân loại xác định diện tích không gian xanh tại huyện Ba Vì

TT	Xã	Diện tích (ha)			Dân số (người)	Diện tích KGX cần thiết (ha)
		Tự nhiên	Không gian xanh			
			Tổng	Có rừng		
1	Thị trấn Tây Đằng	1.228	42	0	16.208	41
2	Xã Ba Trại	2.032	869	133	14.681	37
3	Xã Ba Vì	2.551	2.237	2.177	2.230	6
4	Xã Cẩm Lĩnh	2.659	755	326	13.051	33
5	Xã Cam Thượng	814	93	0	7.326	18
6	Xã Châu Sơn	355	3	0	4.830	12
7	Xã Chu Minh	508	8	0	6.184	15
8	Xã Cổ Đô	880	11	0	8.460	21
9	Xã Đông Quang	393	9	0	5.239	13
10	Xã Đồng Thái	827	23	0	14.165	35
11	Xã Khánh Thượng	2.769	1.660	1.306	8.729	22
12	Xã Minh Châu	527	14	0	6.517	16
13	Xã Minh Quang	2.841	1.025	704	14.097	35
14	Xã Phong Vân	485	13	0	7.646	19
15	Xã Phú Châu	989	21	0	11.626	29
16	Xã Phú Cường	940	8	0	6.432	16
17	Xã Phú Đông	363	8	0	6.232	16
18	Xã Phú Phương	432	2	0	6.521	16
19	Xã Phú Sơn	1.345	190	73	9.732	24
20	Xã Sơn Đà	1.220	164	56	9.313	23
21	Xã Tân Hồng	880	3	0	13.773	34
22	Xã Tân Lĩnh	2.786	796	321	16.279	41
23	Xã Thái Hòa	571	47	0	8.169	20
24	Xã Thuần Mỹ	1.229	217	123	7.150	18
25	Xã Thụy An	1.636	262	59	9.736	24
26	Xã Tiên Phong	875	81	0	8.538	21
27	Xã Tòng Bạt	824	31	0	10.092	25
28	Xã Vân Hòa	3.255	1.696	1.255	12.084	30
29	Xã Vạn Thắng	991	12	0	16.000	40
30	Xã Vật Lại	1.445	163	56	14.553	36
31	Xã Yên Bái	3.537	1.662	1.111	7.436	19
Tổng		42.187	12.124	7.699	303.029	758

Diện tích không gian xanh theo đơn vị hành chính tính toán từ bản đồ (hình 3) thống kê tại bảng 3.

Tại bảng 3, tổng diện tích không gian xanh của toàn huyện là 12.124 ha (chiếm 28,7% diện tích tự nhiên) chi tiết đến từng xã được tính toán và xây dựng từ mô hình. Diện tích tự nhiên, diện tích rừng, dân số của các xã được kế thừa từ Phòng Tài nguyên và Môi trường; Phòng Kinh tế của huyện. Diện tích không gian xanh cần thiết của xã được xác định theo số dân với mức 25 m² cây xanh/người.

Kết quả cho thấy, huyện Ba Vì có 31 đơn vị hành chính xã, thị trấn (13 xã có rừng và 18 xã,

thị trấn không có rừng) và diện tích rừng chiếm trên 63,5% diện tích không gian xanh toàn huyện. Trong đó:

- Tại các xã có rừng, diện tích không gian xanh tính toán được từ mô hình đều lớn hơn so với diện tích rừng, thể hiện sự phù hợp và tính chính xác của kết quả phân loại không gian xanh từ mô hình. Tại tất cả các xã có rừng, diện tích không gian xanh hiện tại đều lớn hơn diện tích không gian xanh cần thiết.

- Tại 18 xã/thị trấn không có rừng thì 5/18 xã có diện tích không gian xanh hiện tại lớn hơn diện tích không gian xanh cần thiết; 13/18 xã có diện tích không gian xanh hiện tại nhỏ hơn diện