



**KỶ YẾU HỘI THẢO KHOA HỌC
QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI TOÀN QUỐC LẦN THỨ IV**

Proceedings of the Fourth National Conference on Land Management

**KHƠI THÔNG NGUỒN LỰC ĐẤT ĐAI
TRONG KỶ NGUYÊN SỐ**

UNLOCKING LAND RESOURCES IN THE DIGITAL AGE

Hà Nội, 7/2026



NHÀ XUẤT BẢN HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP - 2026



ĐẠI HỌC CẦN THƠ



HỌC VIỆN
NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM



TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM -
ĐẠI HỌC HUẾ

KỶ YẾU HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI LẦN THỨ 4

Proceedings of the Fourth National Conference on Land Management

**KHOI THÔNG NGUỒN LỰC ĐẤT ĐAI TRONG KỶ NGUYÊN SỐ
UNLOCKING LAND RESOURCE IN THE DIGITAL AGE**

Hà Nội, 7/2026

NHÀ XUẤT BẢN HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP - 2026

PHÂN TÍCH BIẾN ĐỘNG LỚP PHỦ ĐẤT VÀ SUY GIẢM RỪNG TRÊN LƯU VỰC SÔNG MÃ

Nguyễn Thị Hồng Ngọc, Nguyễn Thanh Lâm, Trần Anh Quân, ... 361

SO SÁNH HIỆU QUẢ HỖ TRỢ CÔNG TÁC ĐĂNG KÝ ĐẤT ĐAI VÀ CẤP GIẤY CHỨNG NHẬN QUYỀN SỬ DỤNG ĐẤT CỦA PHẦN MỀM VILIS VÀ VBDLIS TẠI VĂN PHÒNG ĐĂNG KÝ ĐẤT ĐAI KHU VỰC IX, TỈNH QUẢNG TRỊ

Trần Thị Phượng, Trần Thị Kiều, Trịnh Ngân Hà, Nguyễn Hữu Ngữ, Trương Thị Yến Thơ..... 374

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA HỆ THỐNG ÂU THUYỀN NGẮN TRIỀU CHỐNG NGẬP BẰNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM GIS TẠI CẦN THƠ

Lê Nguyễn Gia Huy, Nguyễn Thiên Hoa, Danh Tính, Lê Thanh Khang, Lý Trung Nguyên, ... 386

ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG SỬ DỤNG ĐẤT GIAI ĐOẠN 2019-2025 TẠI KHU VỰC LÊ CHÂN, THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG

Vũ Thị Xuân, Ngô Thị Dung..... 395

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP GẮN VỚI PHÁT TRIỂN KINH TẾ XÃ HỘI PHƯỜNG BỒ ĐỀ, THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Cao Trường Sơn, Nguyễn Đình Trung, Trần Trọng Phương, Trần Đức Viên..... 403

ĐÁNH GIÁ DINH DƯỠNG ĐẤT THEO CHỈ SỐ SNI CHO VÙNG CÂY ĂN TRÁI TRỌNG ĐIỂM VEN SÔNG TIỀN VÀ HẬU Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Ngô Thị Vân Anh, Phạm Nhật Thắng, Lê Thanh Phong, Vũ Mạnh Thắng, Võ Quang Minh, Phạm Cẩm Đang..... 417

ĐÁNH GIÁ SUY GIẢM ĐỘ PHÌ ĐẤT NÔNG NGHIỆP Ở CẤP XÃ/PHƯỜNG THÀNH PHỐ CẦN THƠ

Nguyễn Quang Học, Nguyễn Bá Lâm, Nguyễn Quang Huy 425

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG ĐẤT SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP TRÊN ĐỊA BÀN XÃ TRIỆU LỘC, TỈNH THANH HÓA

Lê Viết Hùng Anh, Ngô Thị Dung, Vũ Thị Xuân, Nguyễn Thị Giang 435

NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG VÀ HIỆU QUẢ CÔNG TÁC ĐĂNG KÝ BIẾN ĐỘNG QUYỀN SỬ DỤNG ĐẤT TẠI PHƯỜNG HƯƠNG AN, THÀNH PHỐ HUẾ

Nguyễn Đình Tiến, Lê Trọng Thực, Đinh Thị Thu Thanh, Nguyễn Văn Bình 445

ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG QUẢN LÝ VÀ SỬ DỤNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP TẠI MỘT SỐ XÃ PHÍA BẮC, TỈNH ĐẮK LẮK

Nguyễn Đăng Khoa, Nguyễn Văn Bình, Hoàng Thị Thái Hoà, Trần Thị Thuỳ Hương..... 455

PHÂN TÍCH BIẾN ĐỘNG LỚP PHỦ ĐẤT VÀ SUY GIẢM RỪNG TRÊN LƯU VỰC SÔNG MÃ

Nguyễn Thị Hồng Ngọc¹, Nguyễn Thanh Lâm¹, Trần Anh Quân^{2*},

¹*Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

²*Khoa Môi trường, Trường Đại học Mở - Địa chất*

**Tác giả liên hệ: quantrananh.hung@gmail.com*

Ngày nhận bài: 6/5/2026

Ngày chấp nhận đăng: 6/7/2026

TÓM TẮT

Biến động rừng và sử dụng đất trong lưu vực sông Mã diễn ra mạnh trong những năm gần đây dưới tác động của phát triển kinh tế và mở rộng không gian sử dụng đất. Nghiên cứu sử dụng dữ liệu viễn thám đa nguồn, bao gồm bản đồ lớp phủ đất từ ảnh Sentinel-2 độ phân giải 10 m, dữ liệu mất rừng Global Forest Change (2001-2024) và dữ liệu chiều cao tán rừng. Các phương pháp chồng xếp bản đồ, phân tích ma trận chuyển đổi sử dụng đất và phân tích biến động theo chuỗi thời gian được áp dụng nhằm đánh giá sự thay đổi diện tích rừng và lớp phủ đất trong lưu vực. Kết quả cho thấy trong giai đoạn 2017-2024, diện tích rừng giảm khoảng 2.578,7 km² (~7.6%), trong khi diện tích cây bụi và thảm cỏ tăng khoảng 1.893,8 km² (5,6%). Đồng thời, diện tích đất xây dựng tăng từ 1.183,4 km² lên 1.742,7 km² (tăng 47,26%). Mất rừng tập trung chủ yếu tại khu vực thượng lưu, nơi nhiều diện tích rừng chuyển sang trạng thái cây bụi và thảm cỏ, phản ánh quá trình suy thoái rừng. Trong khi đó, khu vực trung lưu và hạ lưu ghi nhận sự gia tăng đáng kể của đất nông nghiệp và đất xây dựng gắn với quá trình đô thị hóa và gia tăng cường độ sử dụng đất. Mất rừng vẫn tiếp diễn trong toàn lưu vực giai đoạn 2001-2024, với các mảng mất rừng lớn tập trung chủ yếu ở phần lãnh thổ Lào, trong khi phía Việt Nam có xu hướng phân tán hơn. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho quản lý rừng và quy hoạch sử dụng đất trong lưu vực sông Mã.

Từ khóa: Lưu vực sông Mã; Biến động rừng; Sử dụng đất; Sentinel-2; Global Forest Change.

Analysis of Land Cover Change and Forest Degradation in the Ma River Basin

ABSTRACT

Forest and land-use changes in the Ma River Basin have intensified in recent years under the impacts of economic development and land-use expansion. This study employed multi-source remote sensing data, including 10 m Sentinel-2 land-cover maps, Global Forest Change forest loss data (2001-2024), and forest canopy height data. Spatial overlay analysis, land-use transition matrix analysis, and time-series change analysis were applied to assess changes in forest area and land cover across the basin. The results showed that during 2017-2024, forest area decreased by approximately 2,578.7 km² (~7.6% of the basin area), while shrubland and grassland increased by about 1,893.8 km² (5.6%). Meanwhile, built-up land expanded from 1,183.4 km² to 1,742.7 km², representing an increase of 47.26%. Forest loss was concentrated mainly in the upstream region, where large forest areas were converted into shrubland and grassland, reflecting ongoing forest degradation processes. In contrast, the middle and downstream regions experienced significant increases in agricultural and built-up land associated with urbanization and increasing land-use intensity. Forest loss continued throughout the basin during 2001-2024, with large and contiguous deforested areas mainly occurring in the Lao territory, while forest loss in Vietnam tended to be more fragmented and dispersed. The findings provide an important scientific basis for forest management and land-use planning in the Ma River Basin.

Keywords: Ma River Basin; Forest change; Land use; Remote sensing; Global Forest Change.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những thập kỷ gần đây, tài nguyên rừng tại lưu vực sông Mã chịu áp lực lớn từ mở rộng nông nghiệp, khai thác lâm sản và phát triển hạ tầng, làm suy giảm diện tích rừng và ảnh hưởng đến các dịch vụ hệ sinh thái quan trọng. Trong bối cảnh đó, công nghệ viễn thám đã trở thành công cụ hiệu quả để giám sát biến động rừng và sử dụng đất nhờ khả năng quan sát liên tục trên phạm vi rộng với chi phí thấp hơn điều tra thực địa. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh hiệu quả của dữ liệu vệ tinh đa thời gian trong phát hiện mất rừng, phân mảnh rừng và biến động lớp phủ đất (Osewe & cs., 2022; Xia & cs., 2023), đồng thời cho phép phân tích chi tiết hơn thông qua các thuật toán chuỗi thời gian và dữ liệu đa nguồn (Shimizu & cs., 2023; Yang & Zeng, 2023).

Tại Đông Nam Á, đặc biệt ở lưu vực Mekong, các nghiên cứu cho thấy diện tích rừng suy giảm mạnh do chuyển đổi sang đất nông nghiệp và phát triển kinh tế (Li & cs., 2022; Zhai & cs., 2022), trong khi các yếu tố sinh khí hậu và áp lực kinh tế - xã hội có ảnh hưởng đáng kể đến động lực biến động rừng (He & cs., 2022). Việc kết hợp dữ liệu quang học và radar, như Sentinel-1 và Sentinel-2, cũng được chứng minh có thể cải thiện hiệu quả phân loại lớp phủ đất trong điều kiện nhiệt đới nhiều mây (Hoan & cs., 2020).

Tại Việt Nam, dữ liệu viễn thám đã được ứng dụng rộng rãi trong lập bản đồ lớp phủ đất và giám sát biến động rừng ở nhiều khu vực khác nhau. Các nghiên cứu sử dụng Sentinel-2 và Landsat cho thấy khả năng đánh giá hiệu quả biến động sử dụng đất, mất rừng và phục hồi rừng với độ chính xác cao (Nguyen & cs., 2020; Thien & cs., 2023). Ngoài ra, việc tích hợp viễn thám và GIS cũng đã hỗ trợ hiệu quả công tác giám sát và quản lý bảo tồn tại các khu bảo tồn và vườn quốc gia ở Việt Nam (Anh & cs., 2021; Kovyazin & cs., 2020; Kovyazin & cs., 2023). Tuy nhiên, việc giám sát biến động rừng tại các lưu vực sông xuyên biên giới vẫn gặp nhiều thách thức do hạn chế về dữ liệu thực địa và thống kê, đặc biệt tại phần trung lưu sông Mã thuộc lãnh thổ Lào. Trong bối cảnh đó, dữ liệu viễn thám đóng vai trò quan trọng nhờ khả năng cung cấp thông tin nhất quán trên phạm vi toàn lưu vực, vượt qua rào cản về ranh giới hành chính và sự thiếu hụt dữ liệu truyền thống (Praseuth & cs., 2023; Thien & cs., 2023). Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về biến động rừng tại Việt Nam và Đông Nam Á, các nghiên cứu cho lưu vực sông xuyên biên giới, đặc biệt là lưu vực sông Mã, vẫn còn hạn chế. Bên cạnh đó, phần lớn nghiên cứu hiện nay chủ yếu sử dụng một nguồn dữ liệu viễn thám riêng lẻ và tập trung vào một khía cạnh như mất rừng hoặc cấu trúc rừng, trong khi việc tích hợp đồng thời dữ liệu biến động diện tích, lớp phủ đất và cấu trúc rừng (ví dụ chiều cao tán rừng) còn chưa được khai thác đầy đủ. Ngoài ra, các phân tích chi tiết cho giai đoạn gần đây với dữ liệu độ phân giải cao cũng còn hạn chế. Do đó, việc kết hợp dữ liệu phát hiện mất rừng, cấu trúc rừng và lớp phủ đất chi tiết là cần thiết để đánh giá toàn diện hơn các quá trình suy thoái, chuyển đổi sử dụng đất và phục hồi rừng (Wang & cs., 2022).

Xuất phát từ những khoảng trống nghiên cứu này, nghiên cứu hiện tại nhằm đánh giá biến động mất rừng và sử dụng đất trong lưu vực sông Mã trong giai đoạn 2020-2024 thông qua việc tích hợp nhiều nguồn dữ liệu vệ tinh. Cụ thể, nghiên cứu kết hợp dữ liệu mất rừng toàn cầu, dữ liệu chiều cao tán rừng và dữ liệu lớp phủ đất độ phân giải cao để phân tích toàn diện các biến động rừng và sử dụng đất trong lưu vực. Cách tiếp cận này cho phép không chỉ xác định vị trí và thời gian xảy ra mất rừng mà còn đánh giá cấu trúc rừng và loại hình sử dụng đất thay thế sau khi

mất rừng. Kết quả nghiên cứu kỳ vọng sẽ cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho quản lý tài nguyên rừng, quy hoạch sử dụng đất và tăng cường hợp tác quản lý môi trường trong các lưu vực sông xuyên biên giới ở khu vực Đông Nam Á.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Lưu vực sông Mã là một trong những lưu vực sông lớn ở khu vực Bắc Trung bộ Việt Nam với diện tích khoảng 28.400 km², trong đó khoảng 65% thuộc lãnh thổ Việt Nam và phần còn lại nằm trên lãnh thổ Lào (Hình 1). Sông Mã bắt nguồn từ vùng núi cao thuộc dãy Trường Sơn ở phía đông bắc Lào, chảy qua các tỉnh Sơn La và Thanh Hóa trước khi đổ ra Biển Đông tại cửa Lạch Trường. Với đặc điểm xuyên biên giới, lưu vực đóng vai trò quan trọng trong điều tiết nguồn nước, bảo vệ đất, duy trì đa dạng sinh học và cung cấp nhiều dịch vụ hệ sinh thái cho khu vực Bắc Trung bộ. Địa hình lưu vực phân hóa rõ rệt theo không gian, gồm vùng thượng lưu chủ yếu là núi cao có độ dốc lớn và diện tích rừng tự nhiên rộng nhưng chịu áp lực từ khai thác lâm sản và chuyển đổi đất nông nghiệp; vùng trung lưu là khu vực đồi núi xen thung lũng với tốc độ chuyển đổi sử dụng đất mạnh do phát triển nông nghiệp và hạ tầng; trong khi hạ lưu chủ yếu là đồng bằng ven biển có mật độ dân cư cao và mức độ đô thị hóa nhanh.



Hình 1. Vị trí lưu vực sông Mã

2.2. Bộ dữ liệu Hansen về biến động rừng toàn cầu

Phân tích biến động rừng dài hạn được thực hiện dựa trên bộ dữ liệu Hansen về biến động rừng toàn cầu do Matthew C. Hansen & cs. (2013) phát triển. Bộ dữ liệu này được xây dựng từ chuỗi ảnh vệ tinh Landsat với độ phân giải không gian 30 m, cung cấp thông tin về lớp phủ rừng

năm 2000, mất rừng hàng năm từ 2001 đến nay và diện tích rừng phục hồi. Trong nghiên cứu này, ba lớp dữ liệu chính được sử dụng: (1) Hiện trạng lớp che phủ rừng cây (*Tree cover 2000*): biểu thị tỷ lệ phần trăm tán cây trên mỗi pixel tại năm 2000; (2) Diện tích mất rừng (*Forest loss*): xác định năm xảy ra mất rừng trong giai đoạn 2001-2024; (3) Diện tích rừng phục hồi (*Forest gain*): biểu thị sự phục hồi lớp phủ cây trong giai đoạn 2000-2012. Để xác định diện tích rừng ban đầu, lớp hiện trạng rừng năm 2000 được ngưỡng hóa với giá trị $\geq 30\%$ tán cây nhằm đại diện cho diện tích rừng có ý nghĩa sinh thái (FAO, 2000, Hansen & cs., 2013). Các pixel đáp ứng điều kiện này được xem là rừng nền ban đầu của lưu vực. Biến động mất rừng được xác định bằng cách trích diện tích rừng bị mất cho từng năm trong giai đoạn 2001-2024. Diện tích mất rừng được tính toán theo phương pháp diện tích pixel:

$$A = N \times R^2 \quad (1)$$

Trong đó:

A là diện tích (ha)

N là số lượng pixel mất rừng

R là độ phân giải không gian (30 m)

Các lớp dữ liệu này được cắt theo ranh giới lưu vực và chuyển đổi sang hệ quy chiếu thống nhất để phục vụ phân tích không gian trong môi trường GIS và nền tảng xử lý đám mây Google Earth Engine.

2.3. Bộ dữ liệu trạng thái cấu trúc rừng ETH Global Canopy Height

Đặc điểm cấu trúc rừng được đánh giá bằng bộ dữ liệu ETH Global Canopy Height (ETH-GCH) 2020 do ETH Zurich phát triển với độ phân giải 10 m (Lang & cs., 2023). Dữ liệu này được xây dựng bằng các mô hình học máy kết hợp dữ liệu Lidar từ GEDI cùng dữ liệu quang học và radar từ Sentinel-2 và Sentinel-1. Chiều cao tán rừng được sử dụng để phân loại trạng thái cấu trúc rừng thành bốn nhóm chính: < 5 m, 5-15 m, 15-25 m và > 25 m, tương ứng với thảm thực vật thấp (shrub/low vegetation), rừng tái sinh (regenerating forest), rừng phát triển trung bình (intermediate forest) và rừng trưởng thành (mature forest). Ngưỡng 5 m phù hợp với định nghĩa quốc tế của FAO về độ cao tối thiểu của cây trong rừng (≥ 5 m) và phân biệt giữa thảm thực vật thấp (< 5 m) với rừng (≥ 5 m). Các khoảng chiều cao 5-15 m, 15-25 m và > 25 m được sử dụng trong nhiều nghiên cứu về cấu trúc rừng và bản đồ canopy height để phân biệt rừng tái sinh, rừng trung bình và rừng trưởng thành (FAO, 2020; Landfire, 2023). Dữ liệu này được chồng xếp trên nền bản đồ mất rừng nhằm đánh giá mối liên hệ giữa cấu trúc rừng và các khu vực xảy ra suy giảm rừng.

2.4. Bộ dữ liệu biến động sử dụng đất (2017-2024)

Biến động sử dụng đất gần đây được phân tích bằng bộ dữ liệu lớp phủ đất độ phân giải 10 m được xây dựng từ ảnh Sentinel-2 cho giai đoạn 2017-2024.

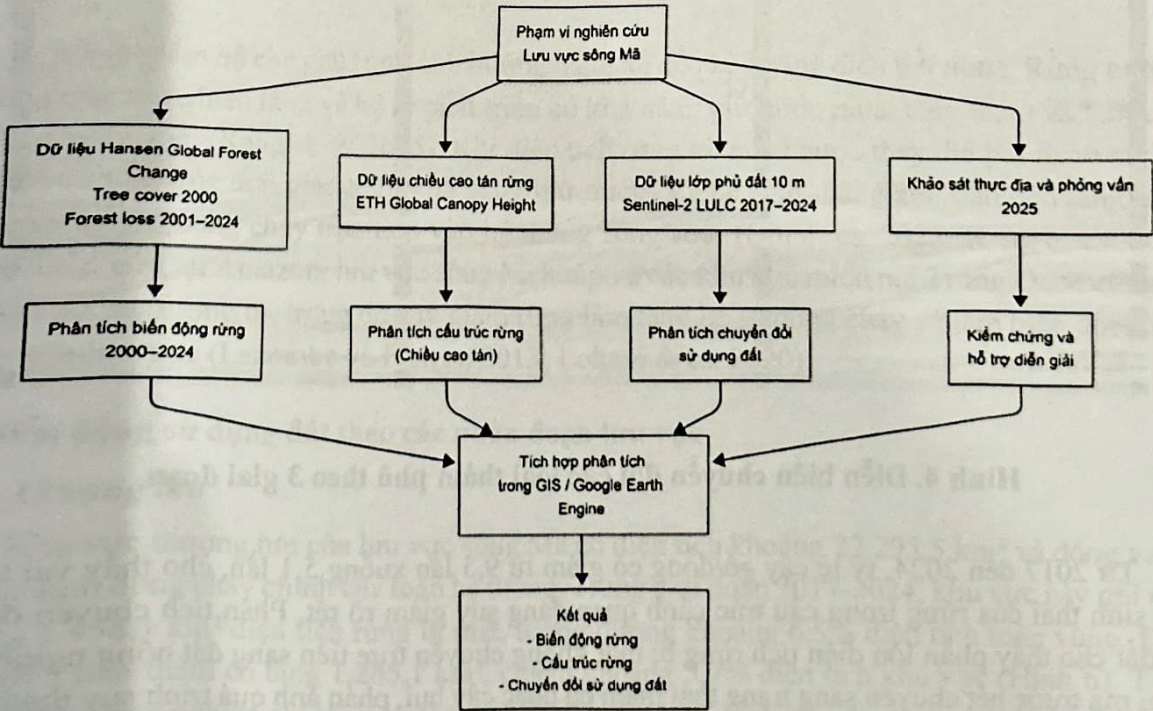
Phân tích chuyển đổi lớp phủ đất được thực hiện bằng phương pháp chồng ghép bản đồ theo chuỗi thời gian trong môi trường GIS. Ma trận chuyển đổi được xây dựng để xác định diện tích chuyển đổi giữa các loại lớp phủ đất, đặc biệt là các quá trình chuyển đổi liên quan đến rừng như rừng sang nông nghiệp hoặc rừng sang đất xây dựng. Biểu đồ Sankey được sử dụng để trực quan

hóa các dòng chuyển đổi lớp phủ đất theo thời gian, giúp làm rõ xu hướng biến đổi cấu trúc cảnh quan trong lưu vực.

2.5. Dữ liệu đo đạc và kiểm chứng thực địa

Các hoạt động khảo sát thực địa đã được thực hiện tại một số khu vực đại diện trong lưu vực sông Mã để kiểm chứng và hỗ trợ diễn giải kết quả phân loại lớp phủ đất từ dữ liệu viễn thám. Hai chuyến khảo sát được tiến hành vào tháng 8 năm 2025 và tháng 12 năm 2025, tập trung tại khu vực hạ lưu và các khu vực gần biên giới Việt Nam - Lào, bao gồm khu vực xung quanh Thủy điện Mường Hung và Trạm khí tượng thủy văn Xã Là cùng các khu vực lân cận. Các điểm quan sát thực địa được ghi nhận nhằm xác định đặc điểm sử dụng đất và thảm thực vật tại các vị trí đại diện cho các loại hình lớp phủ đất chính như rừng, đất nông nghiệp và khu dân cư để đối chiếu và đánh giá tính phù hợp của kết quả phân loại lớp phủ đất từ dữ liệu vệ tinh. Bên cạnh đó, các phương pháp phỏng vấn nhóm và phỏng vấn bán cấu trúc cũng được thực hiện nhằm thu thập thông tin bổ trợ về biến động sử dụng đất và hoạt động quản lý tài nguyên rừng tại địa phương. Các đối tượng tham gia phỏng vấn bao gồm đại diện các cơ quan quản lý địa phương, lực lượng biên phòng, kiểm lâm và các đơn vị thuộc ngành nông nghiệp và môi trường. Tổng cộng khoảng 20 cán bộ địa phương và 30 người dân tại khu vực nghiên cứu đã tham gia vào quá trình trao đổi và cung cấp thông tin.

Thông tin thu thập từ khảo sát thực địa và phỏng vấn được sử dụng để hỗ trợ giải thích các xu hướng biến động rừng và chuyển đổi sử dụng đất quan sát được từ dữ liệu viễn thám, đồng thời giúp nâng cao độ tin cậy trong việc diễn giải các kết quả phân tích không gian. Quy trình tiến hành các bước nghiên cứu được thể hiện tại Hình 2:

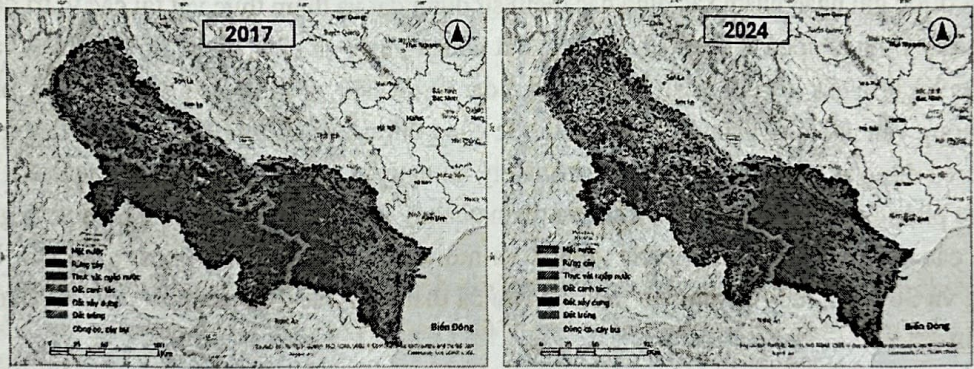


Hình 2. Quy trình nghiên cứu

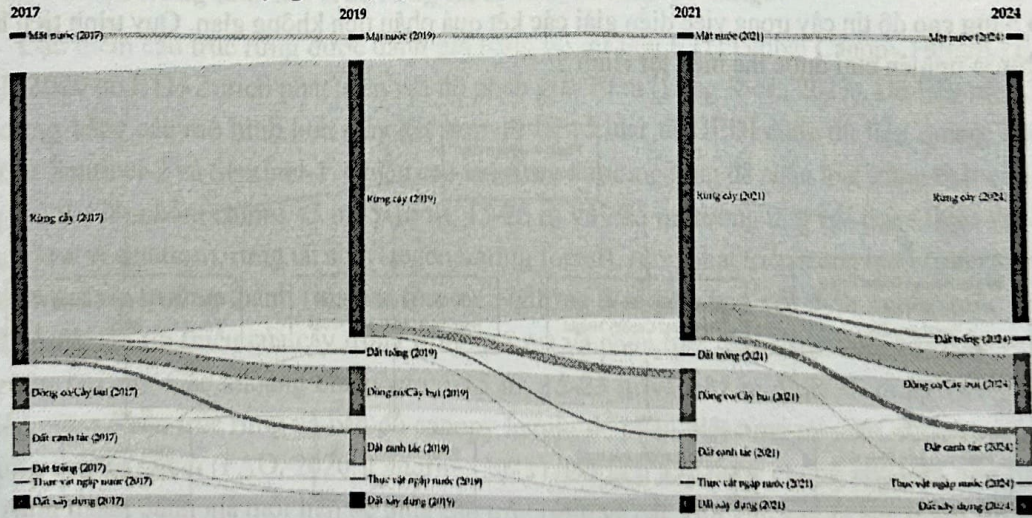
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến động sử dụng đất trong lưu vực sông Mã (2017-2024)

Biến động sử dụng đất cho giai đoạn 2017-2024 cho thấy lưu vực sông Mã đang trải qua quá trình tái cấu trúc cảnh quan đáng kể (Hình 3). Trong giai đoạn này, diện tích rừng giảm khoảng 2.578,7 km², trong khi diện tích cây bụi và thảm cỏ (rangeland) tăng 1.893,8 km². Đồng thời, diện tích đất xây dựng tăng mạnh 47,26%, từ 1.183,4 km² năm 2017 lên 1.742,7 km² năm 2024 (Hình 4). Những thay đổi này phản ánh xu hướng chuyển đổi mạnh mẽ của hệ thống sử dụng đất trong toàn lưu vực.



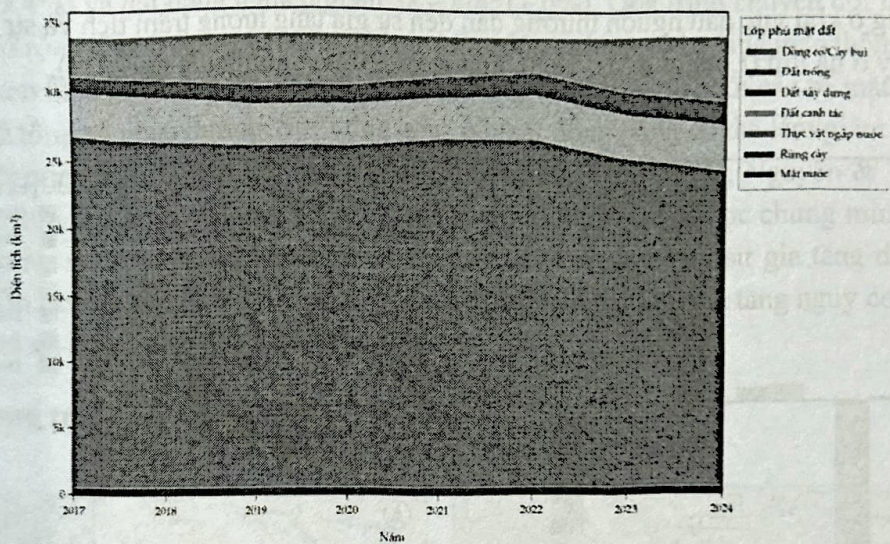
Hình 3. Biến động sử dụng đất trên sông Mã theo các năm 2017 và 2024



Hình 4. Diễn biến chuyển đổi các loại thảm phủ theo 3 giai đoạn

Từ 2017 đến 2024, tỷ lệ cây gỗ/đồng cỏ giảm từ 9,5 lần xuống 5,1 lần, cho thấy vai trò chi phối sinh thái của rừng trong cấu trúc cảnh quan đang suy giảm rõ rệt. Phân tích chuyển đổi lớp phủ đất cho thấy phần lớn diện tích rừng bị mất không chuyển trực tiếp sang đất nông nghiệp hay đô thị mà trước hết chuyển sang trạng thái thảm cỏ hoặc cây bụi, phản ánh quá trình suy thoái rừng sau khai thác hoặc sau khi bị tác động bởi các hoạt động sử dụng đất (Hình 4, Hình 5). Kiểu chuyển

đổi này đã được ghi nhận trong nhiều nghiên cứu về biến động rừng tại các khu vực miền núi nhiệt đới. Ở nhiều lưu vực tại Đông Nam Á, quá trình mất rừng thường dẫn đến sự hình thành các hệ sinh thái trung gian như cây bụi hoặc thảm cỏ trước khi chuyển đổi sang các hình thức sử dụng đất ổn định hơn (Guarderas & cs., 2022). Hiện tượng này phản ánh sự suy giảm cấu trúc sinh thái của hệ sinh thái rừng, trong đó tầng tán cây lớn bị mất đi nhưng các dạng thảm thực vật thứ sinh vẫn tồn tại (Gupta & cs., 2025).



Hình 5. Biểu đồ diện tích xếp chồng thể hiện biến động sử dụng đất và lớp phủ đất trong lưu vực sông Mã giai đoạn 2017-2024

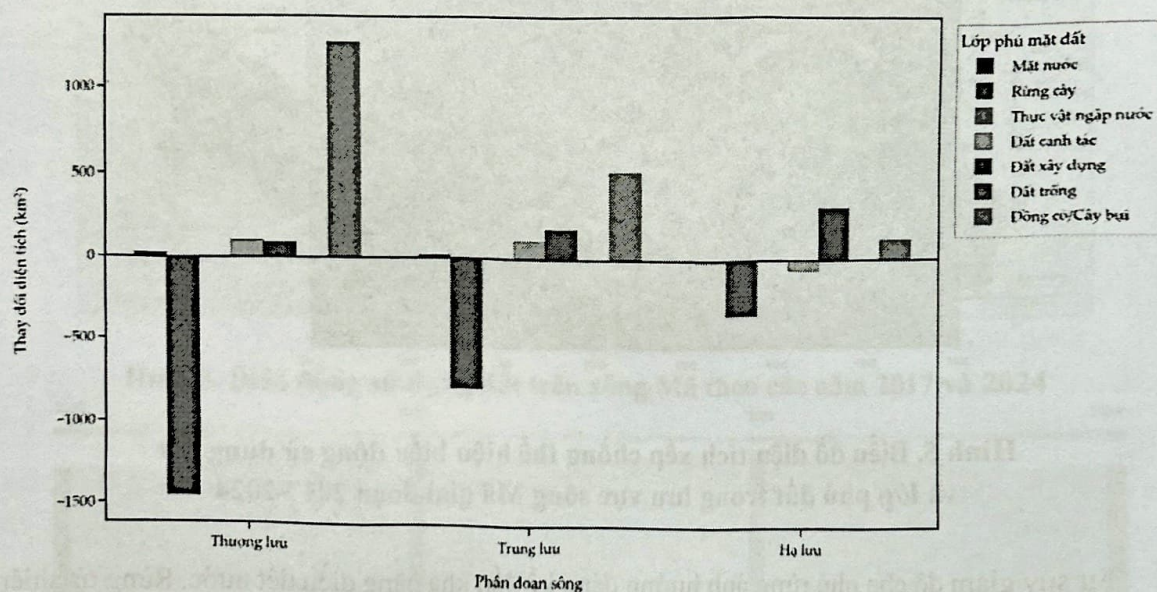
Sự suy giảm độ che phủ rừng ảnh hưởng đáng kể đến khả năng điều tiết nước. Rừng tự nhiên với cấu trúc tán nhiều tầng và hệ rễ phát triển có khả năng giữ nước mưa, tăng thấm và làm chậm dòng chảy bề mặt (Kang & cs. 2025). Khi diện tích rừng giảm và được thay thế bởi thảm cỏ hoặc cây bụi có cấu trúc đơn giản hơn, khả năng giữ nước của hệ sinh thái giảm, dẫn đến tăng lượng nước mưa hiệu dụng chảy trực tiếp vào hệ thống sông suối (Qin & cs. 2025; Kang & cs. 2025). Các nghiên cứu tại Amazon, lưu vực sông Mekong và các khu vực miền núi Trung Quốc cũng cho thấy xu hướng tương tự, trong đó suy giảm rừng làm tăng hệ số dòng chảy và làm biến đổi chế độ lũ của các lưu vực (Lacombe và Pierret, 2013; Lohani & cs. 2020).

3.2. Biến động sử dụng đất theo các phân đoạn lưu vực

3.2.1. Thượng lưu

Khu vực thượng lưu của lưu vực sông Mã có diện tích khoảng 22.295,5 km² và đóng vai trò là vùng sinh dòng chảy chính của toàn hệ thống. Trong giai đoạn 2017-2024, khu vực này ghi nhận khoảng 1.458,1 km² diện tích rừng bị mất, tương đương khoảng 6,5% diện tích toàn vùng. Đồng thời, diện tích thảm cỏ tăng 1.265,1 km², chiếm khoảng 5,7% diện tích khu vực (Hình 6). Trong khi đó, đất nông nghiệp chỉ tăng nhẹ khoảng 99,9 km² (0,4%), và đất xây dựng tăng thêm 85,7 km² (0,4%).

Kết quả này cho thấy phần lớn diện tích rừng bị mất ở thượng lưu không được chuyển đổi trực tiếp sang các hệ thống sử dụng đất sản xuất mà chuyển sang trạng thái thảm thực vật thứ sinh như trảng cỏ và cây bụi. Kết quả điều tra, phỏng vấn chính quyền địa phương và người dân thì các hoạt động khai thác rừng hoặc suy thoái rừng có thể đóng vai trò quan trọng hơn so với mở rộng nông nghiệp trong quá trình biến đổi cảnh quan ở khu vực đầu nguồn, làm tăng tốc độ hình thành dòng chảy bề mặt và gia tăng nguy cơ xói mòn đất do sự suy giảm độ che phủ rừng ở thượng nguồn làm giảm khả năng chặn giữ nước mưa của tán cây và làm suy yếu vai trò ổn định đất của hệ thống rễ. Nhiều nghiên cứu tại các lưu vực miền núi ở Nepal, Trung Quốc và Nam Mỹ đã cho thấy mất rừng ở khu vực đầu nguồn thường dẫn đến sự gia tăng lượng trầm tích và sự biến đổi chế độ dòng chảy ở hạ lưu (Lohani & cs. 2020, Qin & cs. 2025, Shimizu & cs. 2023).



Hình 7. Biến động rừng lớp phủ đất theo các phân đoạn địa mạo

3.2.2. Trung lưu

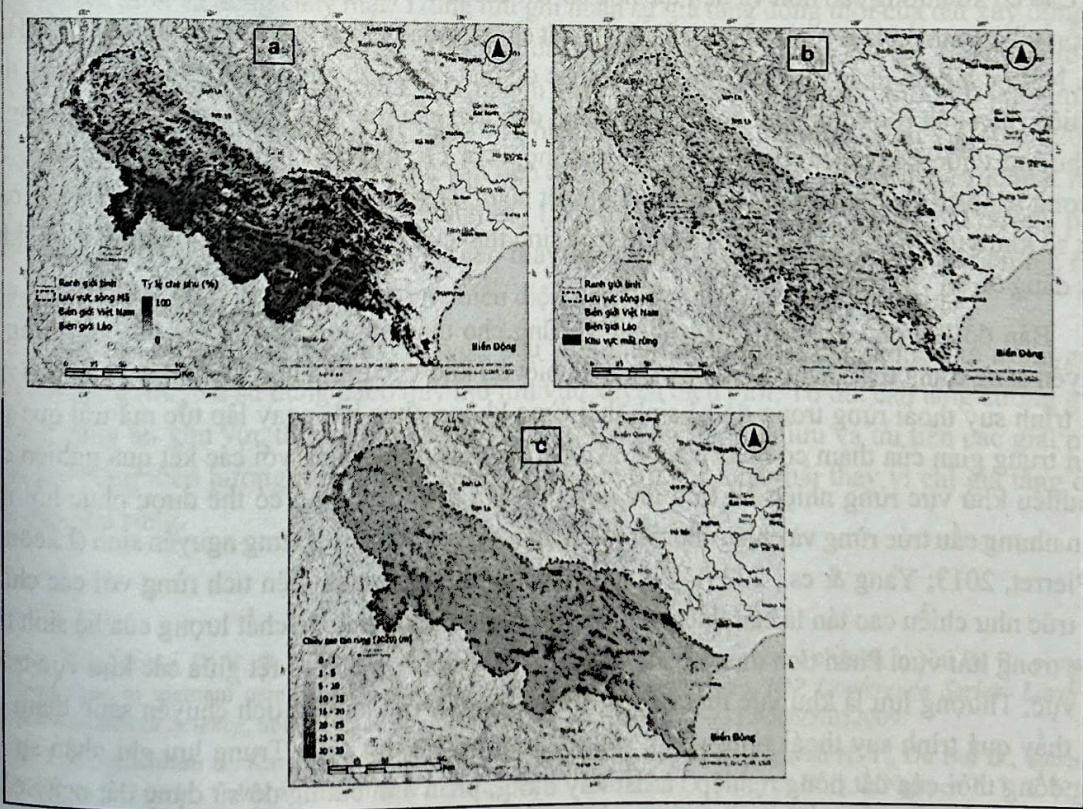
Khu vực trung lưu của lưu vực sông Mã có diện tích khoảng 8.141,1 km² và đóng vai trò như một vùng chuyển tiếp giữa khu vực sinh dòng chảy và vùng đồng bằng hạ lưu. Trong giai đoạn nghiên cứu, khu vực này mất khoảng 788,3 km² rừng, tương đương khoảng 9,7% diện tích toàn vùng. Đồng thời, diện tích thảm cỏ tăng 512,3 km² (6,3%), đất xây dựng tăng 172,5 km² (2,1%) và đất nông nghiệp tăng 102,5 km² (1,3%). Sự gia tăng diện tích đất xây dựng và nông nghiệp cho thấy cường độ sử dụng đất tại khu vực trung lưu đang tăng lên đáng kể làm suy giảm chức năng điều tiết thủy văn tự nhiên của vùng đệm này. Trong điều kiện tự nhiên, khu vực trung lưu thường đóng vai trò lưu trữ tạm thời nước mưa và làm giảm biên độ dòng chảy từ thượng nguồn (Đặng & cs., 2023; Nguyễn và Trần, 2025). Tuy nhiên, khi độ che phủ thực vật giảm và mật độ hạ tầng tăng lên, khả năng trữ nước và phân tán dòng chảy của khu vực này bị hạn chế. Các nghiên cứu tại nhiều lưu vực trên thế giới cho thấy sự suy giảm vùng đệm sinh thái ở trung lưu có thể làm tăng tốc độ truyền lũ từ thượng nguồn xuống hạ lưu. Do đó, các thay đổi sử dụng

đất trong khu vực trung lưu của lưu vực sông Mã có thể đóng vai trò quan trọng trong việc định hình chế độ thủy văn của toàn hệ thống (Bui & cs. 2023; Anh & cs. 2021).

3.2.3. Hạ lưu

Khu vực hạ lưu của lưu vực sông Mã có diện tích khoảng 3.530,6 km² và ghi nhận mức độ đô thị hóa mạnh nhất trong toàn lưu vực. Trong giai đoạn 2017-2024, diện tích đất xây dựng tăng thêm khoảng 301,1 km², tương đương 8,5% diện tích toàn vùng. Trong khi đó, diện tích rừng giảm 332,4 km² (9,4%) và đất nông nghiệp giảm 58,2 km² (1,6%). Quá trình chuyển đổi này phản ánh xu hướng mở rộng nhanh chóng các khu dân cư, khu công nghiệp và hạ tầng giao thông trong vùng đồng bằng ven biển. Phần lớn các bề mặt tự nhiên đang được thay thế bởi các bề mặt không thấm nước như bê tông và nhựa đường. Sự “cứng hóa” bề mặt đồng bằng có thể làm giảm đáng kể khả năng lưu trữ nước lũ tự nhiên của khu vực hạ lưu (Lê & Phạm, 2022; Nguyễn & Trần, 2025). Trong nhiều lưu vực sông lớn trên thế giới, quá trình đô thị hóa đã được chứng minh là làm gia tăng dòng chảy mặt và rút ngắn thời gian truyền lũ. Khi kết hợp với sự gia tăng dòng chảy từ thượng nguồn do mất rừng, cấu trúc sử dụng đất hiện nay có thể làm gia tăng nguy cơ ngập lụt tại các khu vực ven biển thuộc tỉnh Thanh Hóa.

3.3. Mất rừng trong lưu vực sông Mã (2001-2024)



Hình 8. Đặc điểm hiện trạng và biến động rừng trên lưu vực sông Mã: (a) tỷ lệ che phủ rừng năm 2000; (b) phân bố không gian các khu vực mất rừng giai đoạn 2001-2024; và (c) chiều cao tán rừng năm 2020

Phân tích dữ liệu biến động diện tích đất rừng tại Hình 7 cho thấy lưu vực sông Mã đã trải qua mất rừng rỗng đáng kể trong giai đoạn 2001-2024. Phân bố không gian của mất rừng cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa các phần lãnh thổ của lưu vực. Tại phần lãnh thổ Lào, mất rừng thường xảy ra dưới dạng các khối diện tích lớn và tương đối liên tục, đặc biệt tại khu vực trung lưu. Kiểu mẫu này thường gắn với các hoạt động khai thác gỗ hoặc chuyển đổi sử dụng đất quy mô lớn. Ngược lại, tại phần lãnh thổ Việt Nam, mất rừng thường xuất hiện dưới dạng các điểm hoặc cụm nhỏ phân tán, phản ánh các chu kỳ khai thác và phục hồi của rừng trồng hoặc các hoạt động sử dụng đất quy mô nhỏ.

Sự khác biệt này tương tự với các mô hình mất rừng được ghi nhận ở nhiều khu vực biên giới tại Đông Nam Á, nơi các chính sách quản lý rừng và mô hình phát triển kinh tế khác nhau có thể dẫn đến các kiểu biến đổi cảnh quan khác nhau (Zhai & cs., 2022; Kang & cs., 2025, Bui & cs., 2023). Trong khi một số khu vực có thể ghi nhận sự phục hồi rừng thông qua tái sinh tự nhiên hoặc trồng rừng, tổng diện tích mất rừng trong toàn bộ giai đoạn nghiên cứu vẫn vượt quá diện tích phục hồi, cho thấy xu hướng suy giảm rừng rỗng vẫn đang diễn ra trong lưu vực.

3.4. Đặc điểm cấu trúc rừng

Phân tích bản đồ chiều cao tán rừng từ bộ dữ liệu ETH Global Canopy Height 2020 cho thấy sự khác biệt rõ rệt về cấu trúc rừng giữa các khu vực trong lưu vực sông Mã. Rừng tại phần lãnh thổ Lào có xu hướng cao hơn và liên tục hơn so với các khu vực tương ứng tại Việt Nam, cho thấy sự tồn tại của nhiều khu rừng trưởng thành hoặc ít chịu tác động khai thác hơn trong quá khứ (Hình 8b). Ngược lại, tại phần lãnh thổ Việt Nam, mặc dù mất rừng vẫn xảy ra, nhiều khu vực cho thấy sự hiện diện của rừng thứ sinh hoặc rừng trồng, dẫn đến cấu trúc rừng phân mảnh hơn nhưng có xu hướng phục hồi nhanh hơn. Điều này phù hợp với các nghiên cứu trước đây cho thấy các chương trình trồng rừng và phục hồi rừng ở Việt Nam đã góp phần gia tăng diện tích rừng trong một số khu vực, mặc dù chất lượng và cấu trúc sinh thái của các hệ sinh thái rừng này có thể khác biệt đáng kể so với rừng tự nhiên.

Bản đồ lớp phủ đất năm 2024 (Hình 3) cũng cho thấy nhiều khu vực sau khi mất rừng đã chuyển sang trạng thái thảm cỏ và cây bụi, đặc biệt tại khu vực trung lưu. Điều này phản ánh một quá trình suy thoái rừng trong đó hệ sinh thái rừng không phục hồi ngay lập tức mà trải qua giai đoạn trung gian của thảm cỏ hoặc cây bụi. Xu hướng này tương đồng với các kết quả nghiên cứu tại nhiều khu vực rừng nhiệt đới trên thế giới, nơi mà diện tích rừng có thể được phục hồi một phần nhưng cấu trúc rừng và chiều cao tán vẫn thấp hơn đáng kể so với rừng nguyên sinh (Lacombe & Pierret, 2013; Yang & cs., 2023). Vì vậy, việc kết hợp phân tích diện tích rừng với các chỉ số cấu trúc như chiều cao tán là cần thiết để đánh giá đầy đủ trạng thái và chất lượng của hệ sinh thái rừng trong lưu vực. Phân tích theo không gian cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa các khu vực trong lưu vực. Thượng lưu là khu vực mất rừng lớn nhất, với phần lớn diện tích chuyển sang thảm cỏ, cho thấy quá trình suy thoái rừng và tái sinh thảm thực vật thứ sinh. Trung lưu ghi nhận sự gia tăng đồng thời của đất nông nghiệp và đất xây dựng, phản ánh cường độ sử dụng đất ngày càng cao. Trong khi đó, hạ lưu chịu tác động mạnh nhất của quá trình đô thị hóa, với sự mở rộng nhanh của các bề mặt xây dựng và sự suy giảm diện tích rừng và đất nông nghiệp. Phân tích dữ liệu biến động diện tích rừng trong giai đoạn 2001-2024 cho thấy xu hướng mất rừng vẫn tiếp diễn trong

toàn lưu vực, với các khu vực mất rừng lớn tập trung ở phía Lào, trong khi tại Việt Nam quá trình mất rừng có xu hướng phân tán hơn. Kết quả đánh giá chiều cao tán rừng cũng cho thấy rừng ở phần lãnh thổ Lào có cấu trúc cao và liên tục hơn, trong khi rừng ở Việt Nam phân mảnh hơn và bao gồm nhiều rừng thứ sinh.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tích hợp dữ liệu Sentinel-2, Global Forest Change và ETH Global Canopy Height 2020 để đánh giá biến động sử dụng đất, mất rừng và cấu trúc rừng trên lưu vực sông Mã giai đoạn 2001-2024. Kết quả cho thấy lưu vực đang trải qua quá trình biến đổi cảnh quan mạnh mẽ với xu hướng suy giảm diện tích rừng, gia tăng thảm thực vật thứ sinh và mở rộng nhanh các bề mặt xây dựng. Trong giai đoạn 2017-2024, diện tích rừng giảm khoảng 2.578,7 km², trong khi diện tích cây bụi và thảm cỏ tăng khoảng 1.893,8 km². Đồng thời, diện tích đất xây dựng tăng 47,26%, phản ánh áp lực sử dụng đất ngày càng gia tăng trong toàn lưu vực. Phần lớn diện tích rừng bị mất chuyển sang trạng thái cây bụi và thảm cỏ thay vì chuyển trực tiếp sang đất nông nghiệp, cho thấy quá trình suy thoái rừng và hình thành thảm thực vật thứ sinh sau khai thác hoặc tác động sử dụng đất.

Thượng lưu là khu vực mất rừng lớn nhất và gia tăng mạnh diện tích thảm cỏ, làm gia tăng nguy cơ xói mòn và dòng chảy mặt. Trung lưu ghi nhận sự gia tăng đồng thời của đất xây dựng và đất nông nghiệp, phản ánh cường độ sử dụng đất ngày càng cao. Trong khi đó, hạ lưu chịu tác động mạnh của đô thị hóa với sự mở rộng nhanh của các bề mặt không thấm nước, có thể làm gia tăng nguy cơ ngập lụt tại vùng đồng bằng ven biển. Kết quả phân tích mất rừng giai đoạn 2001-2024 cho thấy xu hướng suy giảm rừng vẫn tiếp diễn trên toàn lưu vực, với các khu vực mất rừng quy mô lớn tập trung chủ yếu ở phần lãnh thổ Lào, trong khi phía Việt Nam có xu hướng phân mảnh hơn. Phân tích chiều cao tán rừng cho thấy rừng phía Lào có cấu trúc cao và liên tục hơn, trong khi rừng phía Việt Nam bao gồm nhiều diện tích rừng thứ sinh và rừng trồng.

Nghiên cứu cho thấy việc kết hợp dữ liệu viễn thám đa nguồn có hiệu quả cao trong giám sát biến động rừng và sử dụng đất ở quy mô lưu vực xuyên biên giới. Từ đó, cần tăng cường giám sát mất rừng tại khu vực thượng lưu, kiểm soát mở rộng đô thị ở hạ lưu và ưu tiên các giải pháp phục hồi rừng theo hướng nâng cao chất lượng và cấu trúc hệ sinh thái thay vì chỉ gia tăng diện tích che phủ rừng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Anh, D. T. L., Hung, D. V., & Hung, N. T. (2021). Monitoring of forest land cover change in Nui Ba Ra protected landscape in vietnam using remote sensing methods and gis techniques. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 666(5), 052009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/666/5/052009>
- Bui T. T. P., Kantoush S., Kawamura A., Du T. L. T., Bui N. T., Capell R., Nguyen N. T., Du Bui D., Saber M., Tetsuya S., Lee H., Saleh A., Lakshmi V., Bartosova A., Van Binh D., Nguyen B. Q. & Nguyen T. T. T. (2023). Reservoir operation impacts on streamflow and sediment dynamics in the transboundary river basin, Vietnam. *Hydrological Processes*. 37(9): e14994. <https://doi.org/10.1002/hyp.14994>
- Đặng, T. M., Vũ, D. L., & Nguyễn, V. H. (2023). Tích hợp các mô hình thủy văn, thủy lực, điều tiết hồ chứa trong dự báo và quản lý lũ lưu vực sông Ba. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*.

- FAO. (2000). Global Forest Resources Assessment 2000 - Definitions and Methodology. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/forestry/fra/67088/en/>
- FAO. (2020). Terms and definitions - FRA 2020. <https://fra-data.fao.org/definitions/fra/2020/en/tad>
- Guarderas, P., Smith, F., & Dufrene, M. (2022). Land use and land cover change in a tropical mountain landscape of northern Ecuador: Altitudinal patterns and driving forces. *PLoS ONE*, 17(7), e0260191. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260191>
- Gupta, A., Eppinga, M. B., Furrer, R., & Santos, M. J. (2025). The effect of dominant land-cover transitions in shaping trajectories of global forest change. *Environmental Management*, 75(10), 2826-2840. <https://doi.org/10.1007/s00267-025-02245-8>
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J., Loveland, T. R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C. O., & Townshend, J. R. G. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342(6160), 850-853. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>
- He, B., Wu, X., Liu, K., Yao, Y., Chen, W., & Zhao, W. (2022). Trends in forest greening and its spatial correlation with bioclimatic and environmental factors in the greater mekong subregion from 2001 to 2020. *Remote Sensing*, 14(23), 5982. <https://doi.org/10.3390/rs14235982>
- Hoan, N. T., Sharma, R. C., Dung, N. V., & Tung, D. X. (2020). Effectiveness of sentinel-1-2 multi-temporal composite images for land-cover monitoring in the indochinese peninsula. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 08(09), 24-32. <https://doi.org/10.4236/gep.2020.89002>
- Kang T. H., Sharma A., Marshall L. & Kim Y. O. (2025). Interception reduction from deforestation and forest fire increases large-scale fluvial flooding risk. *Communications Earth & Environment*. 6(1): 779. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02748-6>
- Karra, K., Kontgis, C., Statman-Weil, Z., Mazzariello, J. C., Mathis, M., & Brumby, S. P. (2021). Global land use / land cover with Sentinel 2 and deep learning. *2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS*, 4704-4707. <https://doi.org/10.1109/IGARSS47720.2021.9553499>
- Kovyazin, V. F., Nguyen, T. A., & Nguyen, T. T. (2023). Monitoring the forest fund lands of Kon Tum province, Vietnam using remote sensing data of Earth & TITLE lang="">Моніторинг земель лесного фонда провінції Кон Тун В'єтнама по даним дистанційного зондування Зенлі. *Geodesy and Cartography (Russia)*, 998(8), 57-64. <https://doi.org/10.22389/0016-7126-2023-998-8-57-64>
- Kovyazin, V. F., Romanchikov, A. Y., Lan Anh, D. T., & Hung, D. V. (2020). Monitoring of forest land use/cover change in cat tien national park, dong nai province, vietnam using remote sensing and gis techniques. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 817(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/817/1/012018>
- Lacombe G. & Pierret A. (2013). Hydrological impact of war-induced deforestation in the Mekong Basin. *Ecohydrology*. 6(5): 901-903. <https://doi.org/10.1002/eco.1395>
- LANDFIRE. (2023). LF23_CHADD_240: Forest Canopy Height Attribute Data Dictionary. https://www.landfire.gov/sites/default/files/DataDictionary/LF2023/LF23_CHADD_240.pdf
- Lang, N., Jetz, W., Schindler, K., & Wegner, J. D. (2023). A high-resolution canopy height model of the Earth. *Nature Ecology & Evolution*, 7(11), 1778-1789. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02206-6>
- Lê, Q. H., & Phạm, Q. V. (2025). Đánh giá ảnh hưởng của đô thị hóa đến tình hình ngập lụt trên lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, 53(2), 45-58. <https://vjol.info.vn/index.php/DHTL/article/view/66783>
- Li, H., & Hong, L. (2022). Spatio-temporal land use/land cover dynamics and its driving forces in the Mekong Basin using Landsat imageries from 1988 to 2017. *Geocarto International*, 37(26), 14676-14698. <https://doi.org/10.1080/10106049.2022.2089736>
- Lohani S., Dilts T., Weisberg P., Null S. & Hogan Z. (2020). Rapidly accelerating deforestation in Cambodia's Mekong River Basin: A comparative analysis of spatial patterns and drivers. *Water*. 12(8): 1-26. <https://doi.org/10.3390/W12082191>

- Nguyen, H. T. T., Doan, T. M., Tomppo, E., & McRoberts, R. E. (2020). Land use/land cover mapping using multitemporal sentinel-2 imagery and four classification methods—A case study from dak nong, vietnam. *Remote Sensing*, 12(9), 1367. <https://doi.org/10.3390/rs12091367>
- Nguyễn, T. H., & Trần, V. M. (2025). Nghiên cứu dự báo biến động bề mặt không thấm khu vực thành phố và tác động đến nguy cơ ngập lụt. *Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải*, 12(3), 25-38. <https://jgac.vn/index.php/journal/article/view/682>
- Osewe, E. O., Njũ, M. D., & Abrudan, I. V. (2022). Assessing the fragmentation, canopy loss and spatial distribution of forest cover in Kakamega National forest reserve, Western Kenya. *Forests*, 13(12), 2127. <https://doi.org/10.3390/f13122127>
- Praseuth, S., Le Quang, D., Pham Tuan, D., Viet Luu, H., Man Duc, C., Bui Quang, H., & Pham Bao, S. (2023). Annual land cover changes (2013-2023) in vientiane, lao pdr using time-series composite landsat 8 images. *2023 RIVF International Conference on Computing and Communication Technologies (RIVF)*, 390-394. <https://doi.org/10.1109/RIVF60135.2023.10471795>
- Qin Y., Wang D., Ziegler A. D., Fu B. & Zeng Z. (2025). Impact of Amazonian deforestation on precipitation reverses between seasons. *Nature*. 639(8053): 102-108. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08570-y>
- Shimizu, K., Murakami, W., Furuichi, T., & Estoque, R. C. (2023). Mapping land use/land cover changes and forest disturbances in vietnam using a landsat temporal segmentation algorithm. *Remote Sensing*, 15(3), 851. <https://doi.org/10.3390/rs15030851>
- Thien, B., & Phuong, V. (2023). Using Landsat satellite imagery for assessment and monitoring of long-term forest cover changes in Dak Nong province, Vietnam. *Geographica Pannonica*, 27(1), 69-82. <https://doi.org/10.5937/gp27-41813>
- Wang, C., Wang, J., He, Z., & Feng, M. (2022). Detecting mountain forest dynamics in the eastern himalayas. *Remote Sensing*, 14(15), 3638. <https://doi.org/10.3390/rs14153638>
- Xia, S., Yang, Z., Zhang, G., & Wu, X. (2023). Forest cover change monitoring using sub-pixel mapping with edge-matching correction. *Forests*, 14(9), 1776. <https://doi.org/10.3390/f14091776>
- Yang, F., Jiang, X., Ziegler, A. D., Estes, L. D., Wu, J., Chen, A., Ciais, P., Wu, J., & Zeng, Z. (2023). Improved fine-scale tropical forest cover mapping for southeast asia using planet-nicfi and sentinel-1 imagery. *Journal of Remote Sensing*, 3, 0064. <https://doi.org/10.34133/remotesensing.0064>
- Zhai, J., Xiao, C., Feng, Z., & Liu, Y. (2022). Spatio-temporal patterns of land-use changes and conflicts between cropland and forest in the mekong river basin during 1990-2020. *Land*, 11(6), 927. <https://doi.org/10.3390/land11060927>

NHÀ XUẤT BẢN HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP

Gia Lâm - Hà Nội

Điện thoại: 0243. 876. 0325 - 024. 6261. 7649

Email: nxb@vnua.edu.vn

www.nxb.vnua.edu.vn

Chịu trách nhiệm xuất bản

Biên tập

Thiết kế bìa

Chế bản vi tính

ThS. ĐỖ LÊ ANH

Giám đốc, Tổng biên tập

ĐỖ LÊ ANH

ĐÀO THỊ HƯƠNG

TRẦN THỊ HOÀI ANH

ISBN: 978-604-924-921-1

NXBHVNN-2026

In 60 cuốn, khổ 21 × 29,5cm tại Công ty TNHH In Ánh Dương.

Địa chỉ: Bình Minh - Gia Lâm - Hà Nội.

Số đăng ký kế hoạch xuất bản: 2781-2026/CXBIPH/1-62/ĐHNN.

Số quyết định xuất bản: 35/QĐ-NXB-HVN ngày 13/7/2026.

In xong và nộp lưu chiểu: quý III năm 2026.



Sách không kinh doanh