

## **PHÂN TÍCH VÀ DỰ BÁO MẤT RỪNG TỰ NHIÊN BẰNG MÔ HÌNH CHỈ SỐ THỐNG KÊ VÀ GIS Ở HUYỆN NAM ĐÔNG, TỈNH THỪA THIÊN HUẾ**

**Nguyễn Văn Lợi<sup>1</sup>, Dương Văn Thành<sup>1</sup>, Nguyễn Hợi<sup>1</sup>, Lê Thái Hùng<sup>1</sup>,  
Hồ Đăng Nguyên<sup>1</sup>, Ngô Tùng Đức<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Hồng Nga<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế*

<sup>2</sup>*Trường Đại học Y Dược, Đại học Huế*

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2023.3.072-082>

### **TÓM TẮT**

Mục đích của nghiên cứu này là dự báo mất rừng tự nhiên, xác định và đánh giá các nhân tố có liên quan đến các nguyên nhân trực tiếp dẫn đến mất rừng ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế. Ảnh hưởng của 8 nhân tố mất rừng đã được chọn, bao gồm độ cao, độ dốc, chất lượng rừng, phân mảnh rừng, khoảng cách đến đường giao thông gần nhất, khoảng cách đến khu định cư gần nhất, khoảng cách đến sông suối gần nhất và chủ rừng. Ba cảnh ảnh Landsat năm 2005, 2015 và 2020 được sử dụng để đánh giá thay đổi và mất rừng tự nhiên. Khu vực mất rừng được chồng lên các nhân tố mất rừng để xác định mối quan hệ giữa mất rừng và các nhân tố lựa chọn. Mô hình chỉ số thống kê dựa trên cơ sở GIS cũng được áp dụng để ước tính các mức độ nguy cơ mất rừng dựa trên cơ sở phân tích thứ bậc (AHP) và phương pháp phân tích chỉ số thống kê của tám nhân tố dự báo mất rừng. Kết quả thẩm định cho thấy giá trị AUC đạt 0,821; chứng tỏ mô hình chỉ số thống kê đảm bảo độ tin cậy và có khả năng dự báo tốt địa điểm mất rừng trong tương lai. Những khu vực rừng tự nhiên có chất lượng kém và bị phân mảnh gần đường giao thông, sông suối, khu dân cư, độ dốc thoải ở độ cao thấp do Ủy ban nhân dân các xã quản lý có nguy cơ mất rừng cao. Trong tổng số diện tích rừng tự nhiên hiện có, khoảng 5,8% mất rừng được đánh giá ở mức độ cao ở các xã Hương Lộc, Hương Phú, Thượng Lộ, Thượng Nhật và Thượng Quảng, cần có biện pháp can thiệp phù hợp. Ngoài ra, các kết quả đầu ra về dữ liệu không gian là rất hữu ích cho việc xây dựng kế hoạch quản lý rừng tự nhiên bền vững ở khu vực nghiên cứu.

**Từ khóa:** AHP, GIS, Landsat, mất rừng, mô hình chỉ số thống kê, Nam Đông.

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Những hậu quả của mất độ che phủ rừng tự nhiên đã dẫn đến biến đổi khí hậu, suy thoái môi trường sống và mất đa dạng sinh học, làm suy giảm hệ sinh thái, các dịch vụ sinh thái (cung cấp nguồn nước, giảm thiểu rủi ro thiên tai, hấp thụ các bon...) mà chúng cung cấp cho con người [1]. Tư liệu ảnh Viễn thám là công cụ đặc biệt hiệu quả và thành công nhất để theo dõi tình trạng mất và suy thoái rừng từ việc phân tích sự thay đổi độ che phủ của rừng, ước tính mất rừng, đang được áp dụng ngày càng nhiều trong việc dự đoán các quá trình mất rừng tự nhiên [2]. Thực tế cho thấy các nhân tố tự nhiên (độ dốc và độ cao), các nhân tố kinh tế xã hội (tiếp cận rừng tự nhiên từ mạng lưới đường và khu dân cư gần nhất...) và con người đã và đang mang lại những thay đổi trong sử dụng đất, thường ảnh hưởng đến hệ sinh thái rừng. Do đó, cần phải xem xét ảnh hưởng giữa các nhân tố tự nhiên, kinh tế xã hội và con người đến sự suy giảm độ che phủ rừng. Mô hình không gian có

thể là một công cụ để tìm ra các nhân tố góp phần đáng kể vào việc gây mất rừng tự nhiên [3]. Mas và cộng sự (2004) đã đề cập rằng mô hình mất rừng dựa trên cơ sở phân tích dữ liệu không gian có khả năng mang lại nhiều lợi ích hơn, giúp hiểu biết rõ hơn về các nhân tố thúc đẩy chi phối mất rừng như thế nào? để từ đó đưa các ra kịch bản khác nhau về tốc độ mất rừng tự nhiên, dự đoán địa điểm mất rừng trong tương lai. Mô hình không gian đã được xây dựng bằng các phương pháp khác nhau [4]. Nhiều nghiên cứu trước đây đã đề xuất đánh giá tình trạng mất rừng bằng cách sử dụng các kỹ thuật khác nhau và công nghệ GIS như kỹ thuật đánh giá đa tiêu chí [5], mô hình hồi quy logistic [3], mô hình tỷ lệ tần suất [6], mô hình GEOMOD2 [7] và mô hình thống kê [8]... Hầu hết các mô hình này mô phỏng các quá trình mất rừng dựa trên cơ sở xác định mối quan hệ không gian giữa mất rừng với các nhân tố tự nhiên, kinh tế - xã hội và khả năng tiếp cận, đồng thời cũng được phát triển để mô tả các tác động của con người và hỗ trợ xây

dựng kế hoạch quản lý nhằm giảm thiểu quá trình mất và suy giảm độ che phủ của rừng.

AHP (Analytic Hierarchy Process) là một phương pháp được tính toán để xác định trọng số của các nhân tố thông qua ma trận so sánh cặp đôi và nhờ vào đó đưa ra quyết định hợp lý [9, 10]. Phương pháp chỉ số thống kê giúp xác định được các giá trị phù hợp cho mỗi phân cấp của từng nhân tố ảnh hưởng đến mất rừng thông qua phép tính toán tỷ lệ giữa mật độ mất rừng cho mỗi phân cấp của từng nhân tố với mật độ mất rừng xảy ra trên toàn khu vực. Trong những năm gần đây, tích hợp AHP vào mô hình không gian trong GIS đã và đang được áp dụng phổ biến trong phân tích quá trình mất rừng và thành lập bản đồ mất rừng. Do đó, việc tích hợp trọng số của các nhân tố vào mô hình chỉ số thống kê trong GIS là xu hướng mới trong phân tích tính khả năng mất rừng có thể xảy ra ở vùng nghiên cứu. Đánh giá độ chính xác của mô hình là một bước quan trọng trong mô hình hóa thay đổi sử dụng đất vì nó liên quan đến việc cung cấp thông tin xác thực cho các bên liên quan về sự thay đổi sử dụng đất tiềm năng trong những năm tới [11]. Chỉ tiêu độ chính xác tổng thể (OA: Overall accuracy) và giá trị diện tích dưới đường cong (AUC: Area under the Curve) là thước đo được sử dụng phổ biến nhất trong đánh giá khả năng dự đoán của các mô hình thay đổi sử dụng và che phủ đất. Bởi vậy, hai chỉ tiêu thống kê này đã được sử dụng nhằm đánh giá các mô hình không gian có phù hợp trong việc dự báo mất rừng có thể xảy ra trong tương lai [12].

Rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế được ghi nhận là nơi phân bố của nhiều loài động vật và thực vật có giá trị kinh tế và bảo tồn cao ở khu vực miền Trung Trường Sơn Việt Nam. Tuy nhiên, tài nguyên rừng tự nhiên ở đây đã và đang đang tiềm ẩn nhiều nguy cơ, rủi ro mất rừng do nhiều nguyên nhân khác nhau như xâm lấn đất rừng, phá rừng và phát triển cơ sở hạ tầng tầng... Để giúp các nhà quản lý Lâm nghiệp đưa ra các giải pháp quản lý rừng tự nhiên có hiệu quả ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế. Trong nghiên cứu này, chúng

tôi đã sử dụng mô hình chỉ số thống kê có trọng số dựa trên cơ sở GIS để dự báo mất rừng tự nhiên với các mục tiêu nghiên cứu cụ thể như sau: i) Xác định và đánh giá được các nhân tố dự báo chi phối trực tiếp đến mất rừng tự nhiên và ii) Dự báo được các địa điểm có nguy cơ mất rừng tự nhiên ở vùng nghiên cứu.

## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Địa điểm nghiên cứu**

Huyện Nam Đông nằm ở phía Tây nam tỉnh Thừa Thiên Huế, có vĩ độ bắc từ  $16^{\circ}0'54''$  đến  $16^{\circ}14'27''$  và kinh độ đông từ  $107^{\circ}30'13''$  đến  $107^{\circ}52'10''$ . Nhiệt độ trung bình là  $24,8^{\circ}\text{C}$  với nhiệt độ cao nhất khoảng  $41^{\circ}\text{C}$  vào tháng 6, trong khi nhiệt độ thấp nhất có thể giảm xuống  $12,2^{\circ}\text{C}$  vào tháng 1, lượng mưa trung bình hàng năm dao động trong khoảng 1.500 – 4.000 m với cường độ mưa lớn tập trung từ tháng 10 đến tháng 12. Địa hình bao gồm đồi núi lỏm chỏm, không bằng phẳng và đồng bằng có độ cao so với mực nước biển giao động từ 40-1.700 m, độ dốc trung bình khoảng  $20-25^{\circ}$ . Các loại rừng chính ở khu vực này là rừng tự nhiên lá rộng thường xanh và rừng trồng. Toàn huyện có 09 xã và 01 thị trấn, trong đó có 06 xã là đồng bào dân tộc thiểu số chiếm trên 70% (chủ yếu là người Cơ Tu). Sản xuất nông nghiệp, trồng keo và chăn nuôi là nguồn thu nhập chính của người dân địa phương.

### **2.2. Dữ liệu**

Tư liệu ảnh Landsat 5 và Landsat 8 tháng 5 năm 2005, 2015 và 2020 được tải miễn phí từ Website: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Bên cạnh đó, một số dữ liệu thứ cấp và sơ cấp cũng đã được sử dụng để hỗ trợ trong quá trình xử lý ảnh cũng như xây dựng các lớp dữ liệu ảnh hưởng mất rừng tự nhiên như bản đồ ảnh Google Earth, các bản đồ hành chính, địa hình, giao thông, phân bố khu dân cư, thủy văn, kiểm kê rừng năm 2016, quy hoạch 3 loại rừng, theo dõi diễn biến rừng năm 2020 và bản đồ ranh giới các chủ rừng ở huyện Nam Đông. Tất cả các bản đồ này được thu thập từ Hạt Kiểm lâm huyện, Chi cục Kiểm lâm Thừa Thiên Huế và các chủ rừng có liên quan.

### **2.3. Xây dựng cơ sở dữ liệu nghiên cứu**

Tám nhân tố ảnh hưởng đến mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông đã được lựa chọn, bao gồm độ cao tuyệt đối, độ dốc, khoảng cách gần nhất từ các khu định cư, khoảng cách gần nhất từ các con đường, khoảng cách gần nhất từ các con sông suối, phân mảnh rừng, chất lượng rừng và chủ rừng dựa trên kết quả điều tra trên thực địa, kết hợp tham vấn cán bộ Kiểm lâm huyện Nam Đông, các chủ rừng có liên quan (VQG Bạch Mã, Ban QLRP Nam Đông, Ban QLRCĐ, nhóm hộ) và các nghiên cứu trước đây [13]. Do đó, tám nhân tố dự báo mất rừng tự nhiên trên được xem như là các nhân tố không gian/lớp bản đồ đơn tính kiểm soát đến mất rừng tự nhiên ở vùng nghiên cứu. Lớp bản đồ địa cao và độ dốc được xây dựng từ mô hình số độ cao (DEM). Các lớp nhân tố khác: Tiếp cận rừng tự nhiên ở khoảng cách gần nhất từ các khu dân cư, khoảng cách gần nhất từ các con đường, khoảng cách gần nhất từ các con sông suối được tính toán và nội suy tương ứng với mức độ ảnh hưởng của từng nhân tố bằng công cụ buffer có sẵn trong phần mềm chuyên dụng GIS. Ba cảnh ảnh Landsat của tháng 5 năm 2005, 2015 và 2020 đã được sử dụng để xây dựng lớp bản đồ hiện trạng rừng/chất lượng rừng tự nhiên tương ứng cho từng thời kỳ dựa trên cơ sở phân loại có kiểm định bằng thuật toán Maximum Likelihood classification. Hiện trạng rừng tự nhiên năm 2005, 2015 và 2020 của vùng nghiên cứu được phân ra thành 06 loại theo Thông tư 33/2018/TT-BNNPTNT, gồm (i) rừng lá rộng thường xanh (TX) giàu có trữ lượng > 200 m<sup>3</sup>/ha, (ii) rừng TX trung bình (101-200 m<sup>3</sup>/ha), (iii) rừng TX nghèo (8-100 m<sup>3</sup>/ha), (iv) rừng TX phục hồi (< 100 m<sup>3</sup>/ha), (v) rừng hỗn giao gỗ tre nứa và (vi) rừng tre nứa. Sử dụng kết quả điều tra trên 65 ô mẫu, mỗi ô có diện tích 1.000 m<sup>2</sup>, kết hợp với phân loại không kiểm định ISODATA cùng với số liệu thứ cấp và bản đồ ảnh Google Earth để chọn mẫu phân loại, tối thiểu mỗi loại chọn 3 mẫu, sau khi sự khác biệt giữa các mẫu được chấp nhận để phân loại kiểm định trên ảnh Landsat năm 2020, các mẫu này

cũng được sử dụng để phân loại ảnh Landsat năm 2005 và 2015, nhưng trước khi phân loại đã được điều chỉnh lại và bổ sung thêm cho phù hợp với từng thời điểm (ví dụ, năm 2020 là mẫu rừng TX nghèo nhưng thực tế năm 2005 là rừng TX giàu và năm 2015 là rừng TX trung bình...). Để đánh giá kết quả phân loại các ảnh Landsat, chúng tôi đã sử dụng chỉ tiêu độ chính xác tổng thể và chỉ số thống kê Kappa theo phương pháp mô tả của Anthony và cộng sự (2005) dựa trên cơ sở mẫu đánh giá, tối thiểu mỗi lớp chọn ít nhất 50 mẫu với tổng số lượng mẫu ở mỗi thời điểm là 550 mẫu [14]. Thủ tục phân loại ảnh được phân tích và xử lý thông qua phần mềm ENVI. Hai lớp dữ liệu hiện trạng rừng năm 2020 và 2005 được chồng lên nhau để xác định địa điểm và diện tích mất rừng từ năm 2005 đến 2020. Những địa điểm mất rừng này đã được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình mất rừng (mô hình chỉ số thống kê). Bên cạnh đó, dữ liệu hiện trạng rừng năm 2020, 2005 và 2015 cũng đã được chồng lên nhau để xác định địa điểm và diện tích mất rừng cho giai đoạn 2005-2015 và 2015-2020. Lớp phân mảnh rừng tự nhiên năm 2005 và 2020 được xây dựng dựa trên cơ sở phân tích lớp bản đồ hiện trạng rừng năm 2005 và 2020 thông qua phân tích mô hình không gian hình thái (MSPA) trong hộp công cụ GUIDOS. Phân mảnh rừng được phân ra thành các dạng phân mảnh rừng khác nhau, bao gồm (i) rừng lõi lớn (> 200 ha), (ii) rừng lõi trung bình (100-200 ha), (iii) rừng lõi nhỏ (< 100 ha), (iv) bìa rừng, (iv) rừng khuyết lõi và (vi) rừng bị cách ly [15].

### **2.4. Xác định tầm quan trọng và mức độ ảnh hưởng của từng nhân tố dự báo đến mất rừng tự nhiên**

Theo phương pháp AHP, nhân tố nào đóng vai trò quan trọng hơn trong việc quyết định đến mất rừng thì nhân tố đó có trọng số lớn hơn. AHP cũng cung cấp các phép tính toán học để xác định tính nhất quán của ma trận so sánh cặp đôi các nhân tố. Để đảm bảo tính nhất quán của ma trận so sánh theo cặp, phán đoán về tính nhất quán phải được kiểm tra giá trị thích hợp của

các nhân tố lựa chọn bằng tỷ số nhất quán (Consistency ratio: CR) và được tính theo công thức 1 [9, 10].

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (2)$$

Trong đó:

CI: chỉ số nhất quán (Consistency Index);

RI: chỉ số ngẫu nhiên của Satty (Random Index)

và  $\lambda_{max}$  là giá trị riêng lớn nhất của ma trận so sánh được tính theo công thức 3 [9, 10].

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \left( \frac{\sum_{n=1}^n w_{1n}}{w_{11}} + \frac{\sum_{n=1}^n w_{2n}}{w_{22}} + \dots + \frac{\sum_{n=1}^n w_{nn}}{w_{nn}} \right) \quad (3)$$

$$W_{ij} = \ln \left( \frac{Den_{class}}{Den_{smap}} \right) = \ln \left( \frac{D_{ij}}{D} \right) = \ln \left( \frac{\frac{Npix(S_i)}{Npix(N_i)}}{\frac{\sum_{i=1}^8 Npix(S_i)}{\sum_{i=1}^8 Npix(N_i)}} \right) \quad (4)$$

Trong đó:

$W_{ij}$  là chỉ số thống kê/giá trị mật rừng của mỗi phân cấp thuộc nhân tố mật rừng thứ j;

$D_{ij}$  là mật độ mật rừng ở trong lớp nhân tố i thuộc phân cấp mật rừng j;

D là mật độ mật rừng của toàn khu vực;

$Npix(S_i)$  là diện tích mật rừng của phân cấp mật rừng i thuộc nhân tố j;

$Npix(N_i)$  là diện tích rừng của lớp nhân tố i thuộc nhân tố j;

$\sum_{i=1}^8 Npix(S_i)$  là tổng diện tích mật rừng của nhân tố j;

$\sum_{i=1}^8 Npix(N_i)$  là tổng diện tích rừng của nhân tố j.

Để xây dựng bản đồ dự báo mật rừng tự nhiên, cần phải lựa chọn mô hình phù hợp để

Nếu giá trị tỷ số nhất quán  $CR < 0,1$  có nghĩa là ma trận so sánh theo cặp có tính nhất quán chấp nhận được. Ngược lại, nếu  $CR \geq 0,1$ ; có nghĩa là tính nhất quán theo cặp không đầy đủ, đòi hỏi phải thực hiện lại ma trận so sánh cặp đôi.

### 2.5. Mô hình hình chỉ số thống kê

Nguyên tắc của phương pháp chỉ số thống kê là phân tích những ảnh hưởng trong quá khứ để dự đoán khả năng mất rừng ở những khu vực có điều kiện tương tự có thể xảy ra trong tương lai. Trong phương pháp chỉ số thống kê, giá trị mật rừng của từng nhân tố ảnh hưởng đến quá trình mất rừng được xác định bằng logarit tự nhiên của mật độ mất rừng và được xác định thông qua công thức (4) [16].

tích hợp các nhân tố dự báo mật rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng mô hình thống kê có trọng số trong GIS thông qua phương trình 5.

$$DSI = \sum_{i=1}^8 W_j W_{ij} \quad (5)$$

Trong đó:

DRI là chỉ số mật rừng tự nhiên ;

$W_j$  là trọng số của nhân tố thứ j được xác định theo phương pháp AHP;

$W_{ij}$  là chỉ số thống kê được xác định theo công thức (4).

### 2.7. Thẩm định mô hình chỉ số thống kê

Bản đồ hiện trạng rừng tự nhiên năm 2005, 2020 và các lớp bản đồ nhân tố không gian được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình dự báo. Bản đồ năm 2020 chỉ được sử dụng để thẩm định mô hình chỉ số thống kê. Trên cơ sở này, chúng tôi

kiểm chứng dự báo mất rừng bằng phương pháp so sánh ba bản đồ, gồm bản đồ hiện trạng rừng tham khảo năm 2005, bản đồ hiện trạng rừng tham chiếu năm 2020 và bản đồ dự báo mất rừng tự nhiên từ năm 2005-2020. Sau khi mô hình chỉ số thống kê được chấp nhận, mô hình này đã được sử dụng để dự đoán nguy cơ mất rừng trong tương lai dựa trên giả định về chuyển đổi rừng tự nhiên từ năm 2005 đến 2020.

Độ chính xác tổng thể (OA) và giá trị diện tích dưới đường cong (AUC: Area under the Curve) là các chỉ số về độ chính xác của người sử dụng. Giá trị AUC cho một mô hình dự báo nằm trong khoảng từ 0 đến 1,0; giá trị này cho phép đánh giá khả năng dự đoán của mô hình thay đổi đất đai, với giá trị bằng 1 biểu thị khả năng dự đoán hoàn hảo và các giá trị dưới 0,5 biểu thị dự đoán không chính xác một cách có hệ thống [17]. Bởi vậy, để thẩm định mô hình chỉ số thống kê dự báo mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế, hai chỉ số OA và giá trị AUC đã được sử dụng và được tính theo công thức 6 và 7 [7, 17].

$$OA = (A+B)/(A+B+C+D) \quad (6)$$

$$AUC = \{B/(B+C)\} * \{A/(A+C)\} \quad (7)$$

Trong đó, A biểu thị số pixel dự đoán chính xác về không mất rừng, B là số pixel mất rừng được dự đoán chính xác, C là số pixel không mất rừng được dự đoán là mất rừng; và D là số pixel mất rừng quan sát được dự đoán là không mất rừng. Trong nghiên cứu của chúng tôi đã sử dụng 526.289 pixel, trong đó có 21.087 pixel

mất rừng tự nhiên và 505.202 pixel không mất rừng tự nhiên.

### **3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

#### **3.1. Đánh giá mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế**

Thảm thực vật rừng tự nhiên được phân loại dựa trên cơ sở giải đoán và phân tích ảnh Landsat 5 năm 2005, Landsat 8 năm 2015 và 2020. Kết quả phân loại cho từng thời điểm đã xác định được thảm thực vật rừng tự nhiên che phủ vùng nghiên cứu gồm có 6 loại: rừng TX giàu, rừng TX trung bình, rừng TX nghèo, rừng TX phục hồi, rừng hỗn giao tre nứa, rừng tre nứa) và đất không có rừng tự nhiên che phủ gồm có 4 loại: rừng trồng, đất mặt nước, đất trống và đất khác (giao thông, đất nông nghiệp, đất thổ cư). Kết quả phân loại trên tư liệu ảnh Landsat cho thấy độ chính xác tổng thể của năm 2005 là 88,5%, năm 2015 (89,5%) và 2020 (90,6%), chỉ số Kappa lần lượt cho năm 2005; 2015 và 2020 là 0,87; 0,88 và 0,89. Theo Anthony và cộng sự, 2005, độ chính xác tổng thể tối thiểu của kết quả giải đoán tư liệu ảnh viễn thám phải đạt  $\geq 85\%$ , và giá trị Kappa  $\geq 0,8$  thể hiện mức độ chấp thuận cao [14]. Do đó, với chỉ số thống kê Kappa và độ chính xác tổng thể đạt được có thể khẳng định rằng kết quả phân tích và giải đoán ảnh vệ tinh Landsat 5 và Landsat 8 đảm bảo độ tin cậy để nâng cao độ chính xác và thiết lập lớp bản đồ che phủ rừng tự nhiên cho từng thời kỳ ở vùng nghiên cứu (Bảng 1).

**Bảng 1. Diện tích rừng tự nhiên thay đổi từ năm 2005 đến năm 2020**

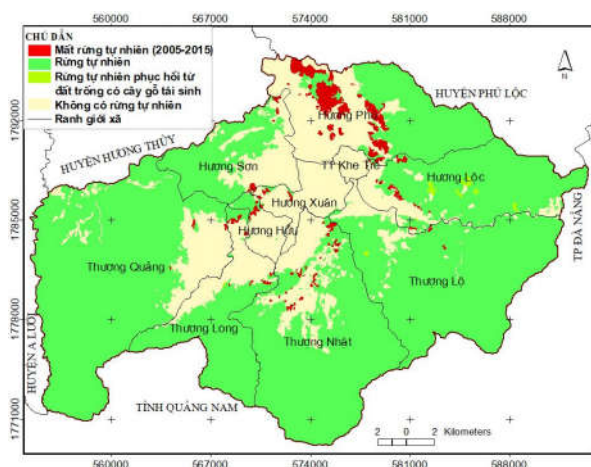
Che phủ đất	Năm 2005		2015		2020	
	ha	%	ha	%	ha	%
Rừng tự nhiên	49.730,9	76,8	48.850,4	75,4	47.805,4	73,8
Không phải rừng tự nhiên	15.051,2	23,2	15.931,7	24,6	16.976,7	26,2
Tổng	64.782,1	100,0	64.782,1	100,0	64.782,1	100,0

Qua Bảng 1 ta có thể thấy diện tích rừng tự nhiên che phủ năm 2005 ở huyện Nam Đông chiếm khoảng 76,8% tổng diện tích tự nhiên, giảm xuống 75,4% vào năm 2015 và 73,8% vào năm 2020. Sự suy giảm về diện tích rừng tự

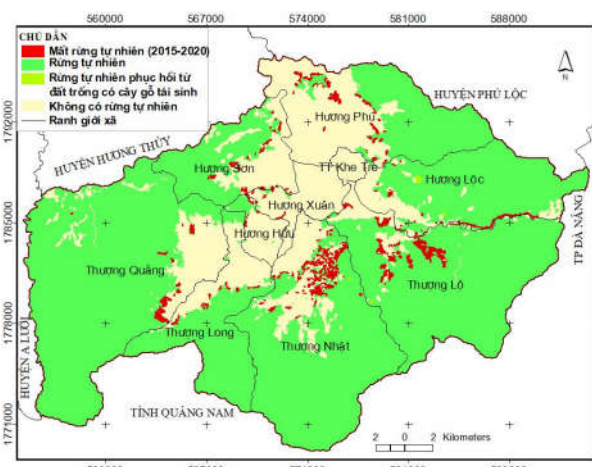
nhiên, gia tăng diện tích đất không có rừng tự nhiên qua từng thời kỳ đã cung cấp minh chứng về mất rừng tự nhiên. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy trong vòng 15 năm qua diện tích rừng tự nhiên giảm 1.925,5 ha (từ 49.730,9 ha năm

2005 xuống còn 47.805,4 ha năm 2020), trong đó rừng tự nhiên giảm ở giai đoạn 2005-2015 là 880,5 ha và giai đoạn 2015-2020 là 1.045,0 ha. Tuy nhiên, do diện tích rừng tự nhiên được phục hồi từ đất trồng có cây gỗ tái sinh từ năm 2005 đến năm 2020 là 104,6 ha, nên diện tích rừng tự nhiên bị mất trong giai đoạn 2005-2020 là 2030,1 ha, trong đó mất rừng ở giai đoạn 2005-2015 và 2015-2020 với một diện tích tương ứng

lần lượt là 961,6 ha (Hình 1) và 1.068,5 ha (Hình 2). Điều này có ý nghĩa quan trọng đối với việc thiết kế các biện pháp can thiệp hợp lý để nâng cao hiệu quả quản lý bảo vệ rừng trong tương lai. Ngoài ra, diện tích rừng tự nhiên và các địa điểm ghi nhận mất rừng từ năm 2005 đến 2020 là nguồn dữ liệu rất quan trọng để thẩm định mô hình mất rừng tự nhiên (mô hình chỉ số thống kê) ở vùng nghiên cứu.



Hình 1. Bản đồ mất rừng tự nhiên giai đoạn 2005-2015 ở huyện Nam Đông, TT-Huế



Hình 2. Bản đồ mất rừng tự nhiên giai đoạn 2015-2020 ở huyện Nam Đông, TT-Huế

### 3.3. Đánh giá ảnh hưởng các nhân tố dự báo mất rừng tự nhiên

#### 3.3.1. Phân tích các nhân tố dự báo mất rừng tự nhiên

Giá trị của mỗi phân cấp/chỉ tiêu cho từng nhân tố ảnh hưởng đến mất rừng tự nhiên được phân tích bằng phương pháp chỉ số thống kê để trực quan hóa và định lượng mối quan hệ giữa khu vực mất rừng quan sát được và tám nhân tố dự báo mất rừng được chọn (Bảng 2). Đầu tiên chúng tôi quan sát ảnh hưởng của độ cao và độ dốc, kết quả cho thấy các khu vực có độ cao dưới 300 m được đánh giá ở mức độ mất rừng cao (chỉ số thống kê = 0,578) và giá trị thống kê này giảm dần, đặc biệt có giá trị âm khi độ cao tăng lên, điều này có nghĩa là xác suất mất rừng tăng tỷ lệ thuận với giảm độ cao. Độ dốc cũng ảnh hưởng đến mất rừng tự nhiên, thường xảy ra ở những khu vực có dốc thấp (<math>15^{\circ}</math>), thậm chí xảy ra ở độ dốc lớn hơn (<math>25-35^{\circ}</math>). Vị trí tiếp cận các con đường, sông suối gần nhất cho thấy xu hướng mất rừng ngày càng gia tăng với mức

độ mất rừng tự nhiên cao trong phạm vi 2.000 m xung quanh các con đường; 1.000 m xung quanh các con sông suối. Khoảng cách đến các khu dân cư cũng có mối quan hệ rõ đến xác suất mất rừng, với giá trị thống kê mất rừng cao lên tới khoảng cách 4.000 m. Kết quả phân tích chỉ số thống kê ở nhân tố phân mảnh rừng cho thấy rừng bị cách ly có chỉ số thống kê cao nhất (2,328), tiếp đến là rừng lõi lớn (2,045), xung quanh bìa rừng 100 m (1,999). Trong khi, rừng lõi nhỏ có chỉ số thống kê thấp nhất, mang giá trị âm (-0,548). Điều này có nghĩa là khả năng mất rừng tăng theo tỷ lệ trực tiếp với sự gia tăng phân mảnh rừng. Nói cách khác, rừng bị cách ly được đánh giá có mức độ mất rừng cao. Bên cạnh đó, phân tích nhân tố chất lượng rừng cho thấy tình trạng mất rừng được tìm thấy tập trung ở rừng tre nứa, hỗn giao gỗ và tre nứa, và rừng TX có trữ lượng thấp (rừng nghèo và rừng phục hồi), qua đó có thể khẳng định rằng rừng có trữ lượng gỗ càng cao thì tình trạng mất rừng có xu hướng giảm dần. Ngoài ra, diện tích mất rừng

theo các chủ rừng quản lý có sự khác nhau rõ rệt, kết quả phân tích chỉ số thống kê cho thấy rừng tự nhiên do UBND xã quản lý có chỉ số thống kê cao nhất (2,658), tiếp đến là rừng cộng đồng (1,301) và thấp nhất, mang giá trị âm (-

2,646) được ghi nhận ở rừng đặc dụng (VQG Bạch Mã và KBT Sao La). Với giá trị thống kê này chứng tỏ rừng tự nhiên do UBND xã quản lý có nguy cơ cao hơn các chủ rừng khác.

**Bảng 2. Chỉ số thống kê của các nhân tố dự báo mất rừng tự nhiên từ năm 2005 đến 2020**

TT	Nhân tố dự báo	Phân cấp/chỉ tiêu	Diện tích (ha)	Diện tích mất rừng từ 2005 đến 2020 (ha)	Chỉ số thống kê (Wij)
1	Độ cao (m)	<300	30.090,7	1.681,6	0,578
		300-500	15.532,3	322,1	-0,413
		500-700	9.276,5	24,9	-2,457
		≥ 700	9.882,7	1,5	-5,330
2	Độ dốc (°)	< 15	42.780,6	1.707,9	0,242
		15-25	21.677,1	310,7	-0,782
		25-35	323,9	11,5	0,125
		≥ 35	0,5	0,0	0,000
3	Khoảng cách đường gần nhất (m)	< 1000	13.659,5	837,8	0,672
		1.000-2.000	9.215,5	775,2	0,987
		2.000-3.000	7.860,3	295,8	0,183
		≥ 3.000	34.046,8	121,3	-2,174
4	Khoảng cách sông suối gần nhất (m)	< 500	22.337,2	1.387,0	0,684
		500-1.000	15.596,6	643,1	0,274
		1.000-1.500	10.781,4	0,0	0,000
		≥ 1.500	16.066,9	0,0	0,000
5	Khoảng cách khu dân cư gần nhất (m)	< 2.000	14.970,0	960,8	0,717
		2.000-4.000	12.450,2	926,4	0,865
		4.000-6.000	11.397,3	108,4	-1,192
		≥ 6.000	25.964,6	34,5	-3,161
6	Phân mảnh rừng tự nhiên	Rừng lõi nhỏ (<100 ha)	44.170,5	800,0	-0,548
		Rừng lõi trung bình (100-200 ha)	0,0	0,0	0,000
		Rừng lõi lớn (≥ 200 ha)	245,6	59,5	2,045
		Bìa rừng	3.057,5	707,5	1,999
		Rừng khuyết lõi	984,5	54,1	0,562
		Rừng bị cách ly	1.272,7	409,0	2,328
7	Chất lượng rừng/hiện trạng rừng	Rừng thường xanh (TX) giàu	5.532,5	1,0	-5,155
		Rừng TX trung bình	13.047,1	0,0	0,000
		Rừng TX nghèo	3.958,8	197,6	0,465
		Rừng phục hồi	23.068,8	1.281,3	0,572
		Rừng hỗn giao gỗ tre nửa	4.016,2	535,1	1,447
		Rừng tre nửa	107,5	15,1	1,500
8	Chủ rừng	Ban quản lý rừng đặc dụng	29.505,2	65,6	-2,646
		Ban quản lý rừng phòng hộ Nam Đông	10.728,6	94,8	-1,266
		UBND các xã	2.337,8	1.045,5	2,658
		Cộng đồng và nhóm hộ	7.159,2	824,2	1,301

**3.3.2. Trọng số của các nhân tố dự báo mất rừng tự nhiên**

Kết quả tính toán trọng số/mức độ đóng góp của 8 nhân tố dự báo dựa trên cơ sở phân tích

ma trận so sánh cặp đôi theo phương pháp AHP, được tích hợp trong môi trường GIS thông qua mô hình chỉ số thống kê để xác định

mức độ nguy cơ và địa điểm có thể xảy ra mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông được tổng hợp Bảng 3.

**Bảng 3. Trọng số của các nhân tố dự báo**

Nhân tố dự báo	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	Trọng số (W <sub>j</sub> )
Khoảng cách đường gần nhất (X <sub>1</sub> )	1								0,192
Khoảng cách khu dân cư gần nhất (X <sub>2</sub> )	5/6	1							0,187
Phân mảnh rừng tự nhiên (X <sub>3</sub> )	4/5	4/5	1						0,150
Chủ rừng (X <sub>4</sub> )	3/4	3/4	4/5	1					0,140
Chất lượng rừng (X <sub>5</sub> )	2/3	2/3	3/4	4/5	1				0,107
Khoảng cách sông suối gần nhất (X <sub>6</sub> )	2/3	2/3	3/4	4/5	1	1			0,097
Độ cao (X <sub>7</sub> )	1/3	1/3	1/2	1/2	3/4	4/5	1		0,072
Độ dốc (X <sub>8</sub> )	1/4	1/4	1/3	1/3	1/2	3/4	3/4	1	0,054
									CR = 0,002

Kết quả Bảng 3 cho thấy giá trị của tỷ số nhất quán (CR) cho ma trận so sánh cặp đôi là 0,002; với giá trị này đã chỉ ra rằng so sánh cặp đôi các nhân tố dự báo nguy cơ mất rừng tự nhiên là hoàn toàn nhất quán, đạt yêu cầu vì nó nhỏ hơn ngưỡng 0,1 [9, 10]. Do đó, các trọng số của từng nhân tố dự báo được chấp nhận để đưa vào tích hợp thông qua mô hình chỉ số thống kê dựa trên cơ sở GIS để xác định chỉ số mất rừng (DRI). Bên cạnh đó, khoảng cách đường gần nhất được xác định là nhân tố có trọng số lớn nhất (0,192), qua đó có thể khẳng định rằng nhân tố này đóng góp lớn nhất đến tình trạng mất rừng; tiếp theo là nhân tố khoảng cách khu dân cư gần nhất (0,187) và thấp nhất là nhân tố độ dốc (0,054).

**3.4. Thẩm định mô hình chỉ số thống kê**

Kết quả thẩm định mô hình chỉ số thống kê mất rừng từ năm 2005 đến 2020 dựa trên cơ sở phân tích 526.289 pixel, trong đó có 21.087 pixel mất rừng tự nhiên và 505.202 pixel không mất rừng tự nhiên. Kết quả cho thấy độ chính xác tổng thể đạt 91,5%; đảm bảo độ chính xác cho việc thành lập bản đồ dự báo mất rừng. Bên cạnh đó, mô hình chỉ số thống kê cũng đạt được giá trị AUC (0,821), với giá trị này được xem là phù hợp, bởi vì theo Pontius và cộng sự (2001) thì giá trị AUC =1 biểu thị khả năng dự đoán mất rừng chính xác tối ưu, trong khi giá trị AUC

dưới 0,5 biểu thị dự đoán mất rừng không chính xác [17]. Do đó, mô hình chỉ số thống kê có trọng số đảm bảo độ tin cậy để xây dựng bản đồ dự báo mất rừng trong tương lai ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế.

**3.5. Phân tích và dự đoán nguy cơ mất rừng tự nhiên**

Bản đồ dự báo mất rừng của huyện Nam Đông được thiết lập dựa trên cơ sở phân tích tám nhân tố dự báo được liệt kê trong Bảng 2 và 3. Sau khi xác định trọng số và phân cấp cho từng nhân tố theo các mức độ mất rừng khác nhau. Tất cả các nhân tố dự đoán được chuyển đổi từ dữ liệu Vector sang dữ liệu Raster với độ phân giải không gian 30 m, rồi sau đó tích hợp từng lớp thông qua mô hình chỉ số thống kê có trọng số trong GIS. Chỉ số mất rừng tự nhiên (DRI) tổng hợp của 8 nhân tố cho mỗi một pixel được phân loại lại thành 4 phân hạng mất rừng: (1) nguy cơ cao, (2) nguy cơ trung bình, (3) nguy cơ thấp và (4) nguy cơ rất thấp trên toàn bộ diện tích rừng tự nhiên năm 2020 của huyện Nam Đông tương ứng lần lượt với ngưỡng giá trị 0,497 ÷ 1,353; -0,359 ÷ 0,497; -1,215 ÷ - 0,359 và -2,072 ÷ - 1,215. Kết quả thống kê diện tích và vị trí các nguy cơ mất rừng theo mô hình chỉ số thống kê ở vùng nghiên cứu được tổng hợp ở Bảng 4 và Hình 3.

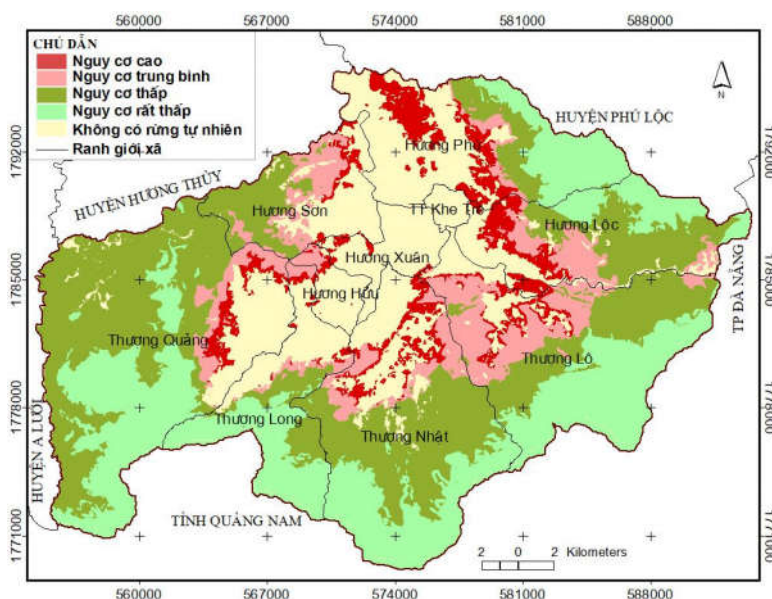


**Bảng 4. Tổng hợp diện tích phân hạng mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông**

TT	Phân hạng mất rừng	Chỉ số mất rừng (DRI)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	Nguy cơ cao	0,497 ÷ 1,353	2.759,0	5,8
2	Nguy cơ trung bình	- 0,359 ÷ 0,497	6.526,6	13,7
3	Nguy cơ thấp	-1,215 ÷ - 0,359	20.324,9	42,5
4	Nguy cơ rất thấp	- 2,072 ÷ - 1,215	18.195,0	38,1
<b>Tổng</b>			<b>47.805,4</b>	<b>100,00</b>

Từ số liệu Bảng 4, kết quả cho thấy phần lớn diện tích rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông được xác định có nguy cơ thấp và rất thấp mất rừng với diện tích 38.519,9 ha (chiếm 80,6% tổng diện tích rừng tự nhiên). Trong khi, diện tích được xác định nguy cơ cao và trung bình chỉ chiếm tương ứng lần lượt là 5,8% và 13,7%. Những địa điểm có nguy cơ cao được tìm thấy tập trung ở các xã Hương Lộc, Thượng Lộ,

Thượng Nhật, Thượng Quảng và Hương Phú. Ngoài ra, các khu vực rừng tự nhiên có độ cao thấp hơn, rừng bị phân mảnh, chất lượng rừng kém được quản lý bởi UBND xã được đánh giá là có nguy cơ cao cho việc chuyển đổi rừng tự nhiên sang các mục đích sử dụng khác, cần phải các biện pháp can thiệp kịp thời để giảm thiểu rủi ro mất rừng trong tương lai.



**Hình 3. Bản đồ dự báo mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế**

**4. KẾT LUẬN**

Kết quả đánh giá các nhân tố dự báo mất rừng dựa trên cơ sở phân tích tầm quan trọng của các nhân tố và chỉ số thống kê trong việc xác định địa điểm có thể xảy ra mất rừng tự nhiên là hướng tiếp cận mới. Bản đồ dự báo mất rừng tự nhiên được xây dựng thông qua mô hình chỉ số thống kê có trọng số trong môi trường GIS đảm bảo độ tin cậy. Mô hình này đóng một

vai trò quan trọng trong việc đánh giá nguy cơ mất rừng có thể xảy ra trong tương lai cũng như phác họa các nhân tố thúc đẩy ảnh hưởng đến sự thay đổi của rừng tự nhiên. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng, việc mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế có liên quan đến các nhân tố tự nhiên, kinh tế-xã hội. Diện tích rừng được đánh giá ở mức độ nguy cơ mất rừng thấp có diện tích lớn nhất với 20.324,9 ha, chiếm

khoảng 42,5% tổng diện tích rừng tự nhiên hiện có ở huyện Nam Đông, tiếp theo là mức độ nguy cơ rất thấp (38,1%), mức độ nguy cơ trung bình (13,7%) và thấp nhất ở mức độ nguy cơ mất rừng cao (5,8%). Địa điểm có nguy cơ mất rừng cao tập trung chủ yếu ở rừng sản xuất do Ủy ban nhân dân xã quản lý tại các xã Hương Lộc, Thượng Lộ, Thượng Nhật, Thượng Quảng và Hương Phú. Địa điểm xác định có nguy cơ mất rừng cao là cơ sở quan trọng cho việc xây dựng kế hoạch quản lý rừng tự nhiên có hiệu quả trong thời điểm hiện tại và tương lai.

### **Lời cảm ơn**

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn các cán bộ Hạt Kiểm lâm Nam và Ban quản lý rừng phòng hộ Nam Đông, đặc biệt người dân ở xã Thượng Lộ và Thượng Nhật đã nhiệt tình giúp đỡ chúng tôi trong quá trình điều tra trên thực địa và cung cấp các thông tin theo yêu cầu. Bên cạnh đó, nghiên cứu này sẽ không thể thực hiện được nếu không có sự hỗ trợ kinh phí từ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Rahman, M. F., Mohammed J., Kamrul I. & Tapan, K.N. (2016). Land use change and forest fragmentation analysis: a geoinformatics approach on Chunati Wildlife Sanctuary, Bangladesh. *Journal of Civil Engineering and Environmental Sciences*. 20-28.
- [2]. Makunga T. J. E. & Misana S. B. (2017). The extent and drivers of deforestation and forest degradation in Masito-Ugalla Ecosystem, Kigoma region. *Open Journal of Forestry*. 7(2): 285-305.
- [3]. Purwanto J., Rusolono T. & Rasetyo L.B. (2015). Spatial model of deforestation in Kalimantan from 2000 to 2013. *Journal of Tropical Forest Management*. 21(3): 110-118.
- [4]. Mas J. F., Puig H., Palacio J. L. & Lopez A. S. (2004). Modelling deforestation using GIS and artificial neural networks. *Environmental Model and Software*. 19: 461-471. DOI:10.1016/S1364-8152(03)00161-0.
- [5]. Monjardin-Armenta S. A., Plata-Rocha W., Pacheco-Angulo C. E., Franco-Ochoa C. & Rangel-Peraza J. G. (2020). Geospatial simulation model of deforestation and reforestation using multicriteria evaluation. *Sustainability*. 12(24): 1-20. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/su122410387>.
- [6]. Sahana M, Hong H., Sajjad H., Liu J. & Zhu A. (2018). Assessing deforestation susceptibility to forest ecosystem in Rudraprayag district, India using fragmentation approach and frequency ratio model. *Science of the Total Environment*. 627: 1264-1275.
- [7]. Pontius R. G., Cornell, J. & Hall, C. A. S. (2001). Modeling the spatial pattern of land-use change with GEOMOD2: Application and validation for Costa Rica. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 85(1): 191-203. DOI:10.1016/S0167-8809(01)00183-9.
- [8]. Jafarzadeh A. A. & Arekhi S. (2012). Analyze and predict processes of deforestation using logistic regression and GIS (a case study of northern ilam forests, ilam province, Iran). *Elixir Agriculture*. 44: 7104-7111.
- [9]. Saaty T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York, McGraw-Hill.
- [10]. Saaty T. L. (2000). *Fundamentals of decision making and priority theory with the Analytic Hierarchy Process*. RWS publications, Pittsburgh. 6: 21-28.
- [11]. Grinand C., Rakotomalala F., Gond V., Vaudry R., Bernoux M. & Vieilledent G. (2013). Estimating deforestation in tropical humid and dry forests in Madagascar from 2000 to 2010 using multi-date Landsat satellite images and the random forests classifier. *Remote Sensing of Environment*. 139: 68-80.
- [12]. Vieilledent G., Grinand C. & Vaudry. R. (2013). Forecasting deforestation and carbon emissions in tropical developing countries facing demographic expansion: a case study in Madagascar. *Ecology and Evolution*. 3: 10702-1716
- [13]. Tjep Hoang Minh (2015). *Forest fragmentation in Vietnam: Effects on tree diversity, populations and genetics*. ISBN: 978-90-393-6351-5.
- [14]. Anthony J. V. & Joanne M. G. (2005). *Understanding Interobserver Agreement: The Kappa Statistic*. *Family Medicine*. 37: 360-363.
- [15]. Vogt P. & Riitters K. (2018). *GuidosToolbox: universal digital image object analysis*. *European Journal of Remote Sensing*. 50(1): 352-361. DOI: 10.1080/22797254.2017.1330650.
- [16]. Van Westen C. J. (1997). *Statistical landslide hazard analysis ILWIS 2.1 for Windoew application guide*. ITC Publication, Enschede. 73-74.
- [17]. Pontius R. G., Boersma W., Castella J. C., Clarke K., Nijs T. D., Dietzel C., Duan Z., Fotsing E., Goldstein N., Kok K., Koomen E., Lippitt C. D., McConnell W., Sood A. M., Pijanowski B., Pithadia S., Sweeney S., Trung T. N., Veldkamp A. T. & Verburg P. H. (2008). Comparing the input, output, and validation maps for several models of land change. *The Annals of Regional Science*. 42: 11-37. DOI: 10.1007/s00168-007-0138-2.

## **ANALYZE AND PREDICT DEFORESTATION USING STATISTICAL INDEX MODEL AND GIS IN NAM DONG DISTRICT, THUA THIEN HUE PROVINCE**

**Nguyen Van Loi<sup>1</sup>, Duong Van Thanh<sup>1</sup>, Ho Dang Nguyen<sup>1</sup>, Le Thai Hung<sup>1</sup>,  
Nguyen Hoi<sup>1</sup>, Ngo Tung Duc<sup>1</sup>, Nguyen Thi Hong Nga<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>University of Agriculture and Forestry, Hue University*

*<sup>2</sup>University of Medicine and Pharmacy, Hue University*

### **ABSTRACT**

The aim of this study is to predict natural deforestation, and identify and assess factors, which are associated with direct deforestation drivers on deforestation in Nam Dong district in Thua Thien Hue province. Effects of eight deforestation factors were chosen, namely elevation, slope, forest quality, forest fragmentation, distance from nearest roads, distance from nearest settlements, distance from nearest streams and rivers, and forest owners. Three images of Landsat for 2005, 2015 and 2020 were used to assess spatio-temporal variation in natural forest cover and deforestation. The deforestation area was overlaid with various deforestation factors to determine the relationship between deforestation and these factors. The GIS-based statistical index model was also applied to estimate different levels of deforestation probability based on the Analytic Hierarchy Process (AHP) and statistical index method of eight deforestation factors. The validation result that the area under the curve (AUC) was 0.821, indicating the statistical index model ensures reliability and has a good capacity of predicting the location of deforestation in the future. The natural forests with low quality and fragmentation nearby roads, rivers, streams, residential areas, and gentle slopes at low elevations managed by commune people's committees have a high deforestation probability. Of the total existing natural forest of the study area, about 5.8% was under a high level of deforestation probability in Huong Loc, Huong Phu, Thuong Lo, Thuong Nhat and Thuong Quang communes, which need to be protected with suitable interventions. Besides, the approach the developed herein and the spatial outputs are useful for the development of a sustainable natural forest management plan in the study area.

**Keywords:** AHP, deforestation, GIS, Nam Dong, statistical index model.

**Ngày nhận bài** : 26/02/2023

**Ngày phản biện** : 20/04/2023

**Ngày quyết định đăng** : 08/05/2023