

Bài báo nghiên cứu

**ỨNG DỤNG HỆ THỐNG TIN ĐỊA LÝ (GIS) VÀ PHÂN TÍCH THỨ BẬC
(AHP) ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ CHÁY RỪNG TRÊN ĐẤT THAN Bùn
Ở VƯỜN QUỐC GIA U MINH HẠ, TỈNH CÀ MAU****Từ Bảo Nghi¹, Châu Hồng Thắng^{1,2*},****Nguyễn Hồng Nhung¹, Đoàn Minh Duy¹, Trần Thị Thu Khánh³**¹*Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*²*Trường Đại học Văn Lang, Việt Nam*³*Trường THCS – THPT Trí Đức, Việt Nam***Tác giả liên hệ: Châu Hồng Thắng – Email: thangch@hcmue.edu.vn**Ngày nhận bài: 13-02-2025; Ngày nhận bài sửa: 10-3-2025; Ngày duyệt đăng: 04-4-2025***TÓM TẮT**

Vườn quốc gia U Minh Hạ, tỉnh Cà Mau đặc trưng với kiểu hệ sinh thái rừng trên đất than bùn. Do nằm trong khu vực khí hậu cận xích đạo gió mùa, có một mùa khô sâu sắc nên Vườn quốc gia U Minh Hạ có nguy cơ cháy rừng cao. Với mục tiêu đánh giá nguy cơ cháy rừng trên đất than bùn tại Vườn quốc gia U Minh Hạ, nghiên cứu xác định được 7 yếu tố gây cháy rừng tại địa bàn nghiên cứu, sử dụng phương pháp so sánh thứ bậc (AHP) để xác định trọng số của các yếu tố, từ đó ứng dụng phương pháp GIS để thành lập bản đồ phân cấp nguy cơ cháy rừng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, trong 7 yếu tố gây cháy rừng tại địa bàn nghiên cứu, độ ẩm tán lá thực vật (MSI) là yếu tố có trọng số cao nhất, đây là nhân tố tác động lớn đến nguy cơ cháy rừng. Bản đồ nguy cơ cháy rừng được phân thành 4 cấp, trong đó các khu vực có nguy cơ cháy rừng cao chiếm diện tích lớn nhất (45,37%) và khu vực có nguy cơ cháy rừng rất cao tập trung chủ yếu ở nơi có lớp than bùn dày.

Từ khóa: AHP; cháy rừng, đất than bùn; GIS; Vườn quốc gia U Minh Hạ

1. Giới thiệu

Cháy rừng là một sự cố môi trường nghiêm trọng ảnh hưởng đến cấu trúc và chức năng của hệ sinh thái rừng. Ở Việt Nam, hàng năm đều xảy ra cháy rừng do tự nhiên hoặc do sự bất cẩn của con người. Theo General Statistics Office of Vietnam (2025), diện tích rừng bị cháy năm 2024 là 741,8 ha, tăng 10,0% so với năm 2023. Thời điểm cháy rừng ở Việt Nam từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau, số ngày có nguy cơ cháy rừng đạt đỉnh điểm vào tháng 01, 02 và 3 (Le & Tran, 2014).

Cite this article as: Tu, B. N., Chau, H. T., Nguyen, H. N., Doan, M. D., & Tran, T. T. K. (2025). Application of GIS and AHP in assessing forest fire risks on peatlands in U Minh Ha National Park, Ca Mau Province. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 22(12), 2167-2178. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.12.4727\(2025\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.12.4727(2025))

Diện tích đất có rừng bao gồm cả rừng trồng chưa thành rừng của tỉnh Cà Mau năm 2023 khoảng 92.760,15 ha (Ca Mau Province People's Committee, 2024). Cà Mau lại nằm trong vùng khí hậu cận xích đạo gió mùa với nền nhiệt cao, mùa khô kéo dài nên là một trong các tỉnh tiềm ẩn nguy cơ cháy rừng cao, đặc biệt là ở những khu vực rừng tràm thuộc vùng U Minh Hạ. Thực tế cho thấy vùng U Minh Hạ đã xảy ra nhiều vụ cháy rừng, gây thiệt hại nghiêm trọng đến hệ sinh thái. Theo Tran và cộng sự (2010), năm 1977, cháy rừng tại U Minh Hạ đã làm mất hơn 21.000 ha rừng, diện tích rừng tiếp tục giảm hơn 28.000 ha năm 1983 và khoảng 25.000 ha trong giai đoạn 1991-2002 sau các vụ cháy. Từ thực tế đó cho thấy, việc thành lập bản đồ, xác định các khu vực, vị trí có nguy cơ xảy ra cháy cao để các cấp quản lý xây dựng phương án phòng cháy chữa cháy hiệu quả là hết sức thiết thực.

Trong những năm qua GIS đã được sử dụng nhiều và mang lại hiệu quả cao trong quản lý tài nguyên rừng và giám sát cháy rừng nói riêng. Cùng với sự phát triển của công nghệ GIS, phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) ngày càng được sử dụng phổ biến giúp xác định trọng số của các yếu tố gây cháy. Đã có nhiều nghiên cứu sử dụng GIS và AHP để đánh giá nguy cơ cháy rừng. Nuthammachot và Stratoulis (2021) sử dụng GIS và AHP để thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ cháy rừng ở khu vực đầm lầy than bùn tại Kuan Kreng (Thái Lan) từ 7 yếu tố, trong đó lượng mưa là yếu tố có trọng số lớn nhất. Tran và Tran (2022) cũng ứng dụng GIS và AHP để xây dựng bản đồ nguy cơ cháy rừng ở thành phố Huế từ 5 yếu tố và khí hậu được xác định là quan trọng nhất. Ở Vườn quốc gia (VQG) U Minh Hạ có một số nghiên cứu tiêu biểu sau: Tran và cộng sự (2010) sử dụng GIS kết hợp với quan trắc ngoài thực địa đã xây dựng phương pháp dự báo cháy rừng tổng hợp trên cơ sở mối quan hệ giữa nhân tố khí tượng thủy văn với độ ẩm vật liệu cháy; Van và cộng sự (2021) sử dụng phương pháp thu thập số liệu và đánh giá nhanh đã đánh giá thực trạng cháy rừng, tác động của biến đổi khí hậu đến nguy cơ cháy rừng và đề xuất các biện pháp thích hợp nhằm giảm nguy cơ cháy rừng.

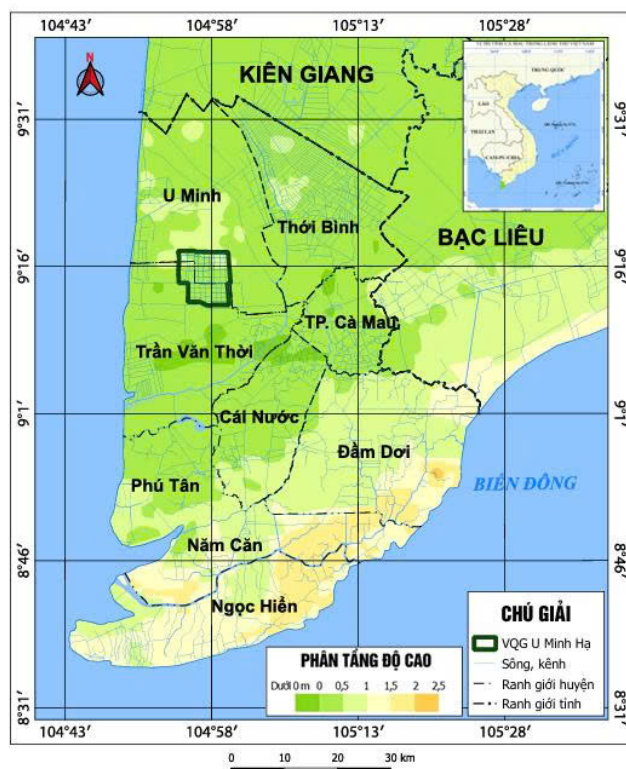
Qua tổng quan tài liệu cho thấy các yếu tố ảnh hưởng đến nguy cơ cháy rừng có sự khác nhau ở những nơi khác nhau và chưa có nghiên cứu nào xét đến yếu tố loại đất trong việc đánh giá nguy cơ cháy rừng. Ngoài ra, ở VQG U Minh Hạ hiện chưa có nghiên cứu kết hợp GIS và AHP để xác định trọng số của các yếu tố và đánh giá nguy cơ cháy rừng, cũng như chưa có nghiên cứu nào xem xét ảnh hưởng của yếu tố than bùn đến nguy cơ cháy rừng. Mục tiêu của bài báo này là ứng dụng GIS đánh giá nguy cơ cháy rừng (vào mùa khô) từ các yếu tố ảnh hưởng đến cháy rừng có trọng số được xác định bằng phương pháp AHP, trong đó có xét đến yếu tố than bùn ở VQG U Minh Hạ.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khái quát khu vực nghiên cứu

VQG U Minh Hạ có tổng diện tích khoảng 8527,8 ha, nằm trên địa bàn huyện U Minh và huyện Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau. VQG U Minh Hạ được cấu tạo bởi các tràm tích biển-đầm lầy, địa hình tương đối bằng phẳng. Khu vực này thuộc kiểu khí hậu cận xích đạo gió mùa, có đặc điểm nóng quanh năm, chế độ ẩm theo mùa (mùa mưa và mùa khô). Do

được bao bọc bởi hệ thống đê bao khép kín và tích trữ nước vào mùa mưa để phòng chống cháy rừng nên vùng lõi VQG không chịu ảnh hưởng trực tiếp của chế độ thủy triều và các sông xung quanh. Diện tích có rừng của VQG khoảng 7639 ha, thuộc kiểu cảnh quan rừng kín thường xanh với hệ sinh thái đặc trưng là hệ sinh thái rừng tràm trên đất than bùn. Thực vật chủ yếu là tràm, sậy, dớn, choại...



Hình 1. Vị trí VQG U Minh Hạ trong tỉnh Cà Mau

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập dữ liệu

Trên cơ sở tổng quan tài liệu kết hợp với khảo sát thực địa hiện trạng tự nhiên và kinh tế - xã hội, 7 yếu tố nguy cơ gây cháy rừng ở VQG U Minh Hạ được xác định gồm: (1) Chỉ số thực vật (NDVI), (2) Nhiệt độ bề mặt (LST), (3) Độ ẩm tán lá thực vật (MSI), (4) Bề dày lớp than bùn, (5) Độ cao địa hình, (6) Khoảng cách đến đất sản xuất, và (7) Khoảng cách đến đường giao thông (nội bộ trong VQG).

- *Dữ liệu viễn thám:* Giá trị trung bình tháng 4/2024 các kênh đo (B4), hồng ngoại gần (B8), hồng ngoại sóng ngắn 1 (B11) của ảnh Sentinel-2 được thu thập từ <https://app.climateengine.org/climateEngine>; kênh hồng ngoại nhiệt (B10) của ảnh Landsat 9 ngày 29/04/2024 được thu thập từ <https://earthexplorer.usgs.gov>. Tất cả các kênh ảnh được thu thập vào cao điểm mùa khô, độ phủ mây < 10%. Các kênh ảnh được sử dụng để tính các chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hoá (NDVI), nhiệt bề mặt (LST), và chỉ số ức chế độ ẩm (MSI).

+ Chỉ số NDVI được xác định theo công thức sau (Rouse et al., 1973):

$$NDVI = (B8 - B4)/(B8 + B4)$$

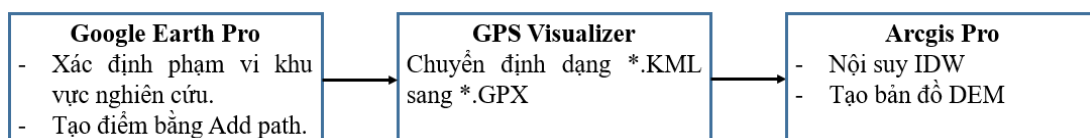
+ Chỉ số LST được tính bằng cách kết hợp kênh hồng ngoại nhiệt (B10) ảnh Landsat 9 và kênh đỏ (B4), hồng ngoại gần (B8) của ảnh Sentinel-2 (Trinh, 2018).

+ Chỉ số MSI được xác định theo công thức (Welikhe et al., 2017):

$$MSI = B11/B8$$

- *Dữ liệu bề dày than bùn*: Sự phân bố và bề dày lớp than bùn được trích xuất từ Quới (2014), được trích dẫn trong Tran và Tran (2023).

- *Dữ liệu địa hình*: Cao độ địa hình khu vực VQG U Minh Hạ được trích xuất từ mô hình độ cao số (DEM) bằng phần mềm Google Earth Pro độ phân giải 30 m.



Nguồn: Nhóm tác giả

Hình 2. Quy trình thực hiện trích xuất DEM

- *Dữ liệu đường giao thông và đất sản xuất*: hệ thống đường giao thông nội bộ, khu vực đất sản xuất được trích xuất từ Google Maps kết hợp với khảo sát thực địa.

Trên cơ sở lý luận và thực tiễn về cháy rừng, mỗi lớp dữ liệu sau khi thu thập được phân thành 4 cấp độ ảnh hưởng (thấp, trung bình, cao và rất cao) và được cho điểm từ 1 đến 4. Từ đó, 7 bản đồ tương ứng với 7 yếu tố nguy cơ gây cháy rừng được thành lập và được chuyển sang dữ liệu raster.

2.2.2. Phương pháp phân tích thứ bậc (AHP - Analytic Hierarchy Process)

Phương pháp AHP là một cách tiếp cận cơ bản để ra quyết định. Nó được thiết kế để lựa chọn phương án tốt nhất trong các phương án được đưa ra và đánh giá theo một số tiêu chí (Saaty & Vargas, 2012). Nguyên tắc của phương pháp này là so sánh cặp các yếu tố với nhau và cho điểm như Hình 2.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Vô cùng ít quan trọng	Rất ít quan trọng	Ít quan trọng hơn nhiều	Ít quan trọng hơn	Quan trọng như nhau	Quan trọng hơn	Quan trọng hơn nhiều	Rất quan trọng	Vô cùng quan trọng

Nguồn: Nhóm tác giả biên tập từ Teknomo (2006)

Hình 3. Thang điểm so sánh cặp của các yếu tố

Nghiên cứu này lấy ý kiến từ 3 chuyên gia về đánh giá, so sánh cặp giữa 7 yếu tố nguy cơ gây cháy rừng ở VQG U Minh Hạ, từ đó thành lập ma trận vuông và tính trọng số của các yếu tố. Trong AHP, tỉ số nhất quán (CR) được dùng để xác định mức độ không nhất quán của các nhận định và được xác định theo Do và cộng sự (2016). Nếu $CR < 10\%$ thì kết quả này có tính nhất quán và có thể sử dụng được (Saaty, 2008).

2.2.3. Phương pháp chồng xếp bản đồ

Từ kết quả tính trọng số và phân cấp của các yếu tố, nguy cơ cháy rừng (NCCR) được tính theo công thức sau (Bui & Nguyen, 2019):

$$NCCR = \sum_{i=1}^n ([w])_i x_i$$

trong đó: NCCR: nguy cơ cháy rừng; w_i : trọng số của yếu tố thứ i ; x_i : yếu tố i ; n : số lượng yếu tố.

Nguy cơ cháy rừng được phân thành 4 mức độ (thấp, trung bình, cao, và rất cao) theo phương pháp tứ phân vị của giá trị NCCR.

Các chỉ số LST, NDVI, MSI, diện tích các đối tượng và các bản đồ được tính toán, xác định và xây dựng bằng phần mềm ArcGIS Pro và QGIS.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Các yếu tố thành phần và mức độ ảnh hưởng tới cháy rừng

Theo Nghị định số 156/2018/NĐ-CP của Chính phủ: Quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Lâm nghiệp phân cấp dự báo cháy rừng thành 5 cấp: cấp thấp, cấp trung bình, cấp cao, cấp nguy hiểm, cấp cực kì nguy hiểm. Tuy nhiên, Pham và Vu (2018) cho rằng rất khó để phân biệt và phân định rõ ràng cấp nguy hiểm với cấp cực kì nguy hiểm trong thực tế, và đề xuất phân thành 4 cấp (thấp, trung bình, cao, và rất cao). Do vậy, trong bài báo này thống nhất sử dụng cách phân chia nguy cơ cháy rừng thành 4 cấp.

3.1.1. Yếu tố chỉ số thực vật (NDVI)

Sự hình thành và phát triển của cháy rừng thường quyết định bởi đặc điểm của vật liệu cháy, trong đó quan trọng nhất là độ ẩm, khối lượng vật liệu và khả năng xuất hiện nguồn lửa (Tran, 2011). Thực vật là nguồn cung cấp vật liệu cháy chủ yếu trong rừng. Lớp phủ thực vật càng dày thì nguồn cung cấp vật liệu cháy dày hơn, dẫn đến nguy cơ cháy rừng cũng như cháy lan càng cao.

Chỉ số NDVI vào mùa khô năm 2024 của VQG U Minh Hạ nằm trong khoảng từ -0,26-0,68. Mức độ ảnh hưởng của chỉ số NDVI đến cháy rừng được chia làm 4 cấp từ thấp đến rất cao, tương ứng từ 1 đến 4 điểm. Trong đó, cấp nguy cơ cháy thấp (NDVI <0,14) chiếm tỉ lệ diện tích nhỏ nhất (0,016%), chủ yếu là bề mặt không có lớp phủ thực vật như mặt nước, hệ thống kênh, đường giao thông, đất trống... Cấp nguy cơ cao (NDVI 0,27-0,43) chiếm tỉ lệ diện tích lớn nhất (74,91%), kể đến là cấp trung bình (NDVI 0,14-0,27) chiếm 16,59% và nhỏ nhất là cấp rất cao (NDVI >0,43) chiếm 8,48% (Bảng 1).

Bản đồ phân cấp yếu tố chỉ số thực vật (Hình 4a) cho thấy khu vực trung tâm VQG, dọc theo tuyến kênh Trung tâm có mức độ ảnh hưởng tới cháy rừng lớn nhất, khu vực phía Nam và Đông Bắc VQG có mức độ ảnh hưởng thấp hơn.

Bảng 1. Phân cấp yếu tố chỉ số thực vật (NDVI)

Phân cấp	Mức độ nguy cơ	Điểm	Diện tích (%)
<0,14	Thấp	1	0,016
0,14-0,27	Trung bình	2	16,59
0,27-0,43	Cao	3	74,91
>0,43	Rất cao	4	8,48

3.1.2. Yếu tố độ ẩm tán lá thực vật (MSI)

Chỉ số MSI biểu thị độ ẩm tán lá thực vật, MSI càng cao thì áp lực nước của thực vật càng lớn, độ ẩm của thực vật càng giảm. Khi độ ẩm thực vật giảm thì khả năng bắt lửa sẽ trở nên cao hơn, do đó MSI càng cao thì nguy cơ cháy càng cao.

Chỉ số MSI vào mùa khô năm 2024 ở VQG U Minh Hạ được xác định trong khoảng 0,47-1,71, và được chia làm 4 cấp từ thấp đến rất cao, tương ứng từ 1 đến 4 điểm: chiếm tỉ lệ diện tích lớn nhất là cấp nguy cơ trung bình (MSI 0,6-0,8) với 60,66%, kế đến là cấp cao (MSI 0,8-1,1) chiếm 34,71%, cấp rất cao (MSI >1,1) chiếm 2,95%, và nhỏ nhất là cấp nguy cơ thấp (MSI <0,6) chỉ chiếm 1,66% (Bảng 2).

Mức độ ảnh hưởng cháy rừng trung bình (MSI 0,6-0,8) phân bố chủ yếu ở Trung tâm và phía Tây Bắc của VQG; trong khi đó, mức cao (MSI 0,8-1,1) phân bố chủ yếu ở phía Đông; cấp thấp (MSI <0,6) và cấp rất cao (MSI >1,1) phân bố rải rác ở khu vực Trung tâm và phía Nam của VQG (Hình 4b).

Bảng 2. Phân cấp yếu tố độ ẩm tán lá thực vật (MSI)

Phân cấp	Mức độ nguy cơ	Điểm	Diện tích (%)
<0,6	Thấp	1	1,66
0,6-0,8	Trung bình	2	60,66
0,8-1,1	Cao	3	34,71
> ,1	Rất cao	4	2,95

3.1.3. Yếu tố nhiệt độ bề mặt

Nhiệt độ bề mặt ảnh hưởng đến mức độ bốc hơi nước của thực vật. Nhiệt độ càng cao thì mức độ thoát hơi nước của thực vật càng nhiều, độ ẩm thực vật giảm làm tăng khả năng bắt lửa. Do vậy nhiệt độ cao thì nguy cơ cháy rừng càng lớn.

Nhiệt độ bề mặt mùa khô năm 2024 ở VQG U Minh Hạ trong khoảng 22,1-31,4⁰C. Dựa vào Hình 4c và Bảng 3 có thể thấy hầu hết nhiệt độ trong khu vực VQG đều trên 25°C, trong đó khu vực có nhiệt độ >26 °C chiếm gần 94% diện tích. Do đó nguy cơ xảy ra cháy rừng là rất cao.

Bảng 3. Phân cấp yếu tố nhiệt độ bề mặt (LST)

Phân cấp	Mức độ nguy cơ	Điểm	Diện tích (%)
<24°C	Thấp	1	1,39
24-26°C	Trung bình	2	4,70
26-28°C	Cao	3	30,28
>28°C	Rất cao	4	63,62

3.1.4. Yếu tố bề dày than bùn

Than bùn là một nguồn cung cấp vật liệu cháy do than bùn có đặc tính dễ bắt lửa khi khô. Lớp than bùn có bề dày lớn sẽ có nguy cơ cháy cao hơn những nơi than bùn mỏng hoặc không có than bùn (Tran, 2011).

Bề dày than bùn khu vực VQG U Minh Hạ được phân thành 4 mức độ ảnh hưởng đến cháy rừng, tương ứng điểm từ 1 đến 4 theo sự gia tăng bề dày than bùn (Bảng 4). Từ Hình

4d và Bảng 4 cho thấy, khu vực có mức độ nguy cơ rất cao (100- >120cm) phân bố chủ yếu ở phía Nam VQG, chiếm tỉ lệ diện tích nhỏ nhất, 9,23%; khu vực có mức độ trung bình (40-70cm) đến cao (70-100cm) phân bố ở trung tâm với tổng tỉ lệ 64,26%; và khu vực có nguy cơ thấp (không có, rải rác) phân bố xung quanh với 26,51% tỉ lệ diện tích.

Bảng 4. Phân cấp yếu tố bề dày than bùn

Phân cấp	Mức độ nguy cơ	Điểm	Diện tích (%)
Không có than bùn và rải rác	Thấp	1	1,39
40-70cm	Trung bình	2	4,70
70-100cm	Cao	3	30,28
100->120cm	Rất cao	4	63,62

3.1.5. Yếu tố độ cao địa hình

Do sự tích trữ nước nên toàn bộ bề mặt địa hình VQG U Minh Hạ bị ngập vào cuối mùa mưa. Mực nước giảm dần và thấp nhất vào cuối mùa khô, khi đó mực nước ngầm nằm bên dưới bề mặt địa hình và vật liệu cháy với độ sâu khác nhau tùy theo cao độ địa hình bề mặt. Địa hình càng cao, độ sâu mực nước càng lớn và thời gian vật liệu cháy nằm nên mực nước càng nhiều vì vậy độ ẩm thấp hơn ở những nơi địa hình thấp. Do đó, khu vực có địa hình càng cao sẽ có mức độ ảnh hưởng đến cháy rừng càng cao.

Địa hình VQG U Minh Hạ được chia làm 4 cấp (Bảng 5). Bảng 5 và Hình 4e cho thấy, khu vực có mức độ nguy cơ cao (1,8-6m) đến rất cao (>6m) phân bố ở trung tâm VQG, chiếm tỉ lệ diện tích lần lượt là 60,77% và 21,77%; khu vực có mức độ nguy cơ trung bình (-2,4-1,8m) phân bố ở phía Đông và Tây của VQG với tỉ lệ diện tích 17,35%; và khu vực có nguy cơ thấp nhất (<-2,4m) phân bố rải rác với tỉ lệ diện tích không đáng kể, chỉ 0,11%.

Bảng 5. Phân cấp yếu tố độ cao địa hình

Phân cấp	Mức độ nguy cơ	Điểm	Diện tích (%)
<-2,4m	Thấp	1	0,11
-2,4-1,8m	Trung bình	2	17,35
1,8-6m	Cao	3	60,77
>6m	Rất cao	4	21,77

3.1.6. Yếu tố khoảng cách đến đường giao thông

Bao xung quanh VQG U Minh Hạ là các tuyến kênh nên đường giao thông có ảnh hưởng đến cháy rừng được xác định là đường giao thông nội bộ trong VQG. Trong phạm vi VQG, nguy cơ cháy có thể xuất phát từ hoạt động du lịch của du khách và của người dân vào thu hoạch lâm sản ngoài gỗ. Khu vực càng gần đường giao thông sẽ có nguy cơ cháy rừng càng cao.

Một số tuyến đường chính mà du khách và người dân có thể tiếp cận được dễ dàng được xác định như trong Hình 4f. Từ đó, khoảng cách đến đường giao thông được phân thành 4 cấp (>2000m, 2000m, 1000m, và 500m) tương ứng với mức độ nguy cơ từ thấp đến rất cao, điểm từ 1 đến 4 (Bảng 6). Theo đó, mức độ nguy cơ rất cao (500m) chiếm tỉ lệ diện

tích lớn nhất (42,66%) cho thấy mật độ đường nội bộ và khả năng tiếp cận của du khách và người dân là tương đối cao.

Bảng 6. Phân cấp yếu tố khoảng cách đến đường giao thông

Phân cấp	Mức độ nguy cơ	Điểm	Diện tích (%)
>2000m	Thấp	1	3,38
2000m	Trung bình	2	24,0
1000m	Cao	3	29,96
500m	Rất cao	4	42,66

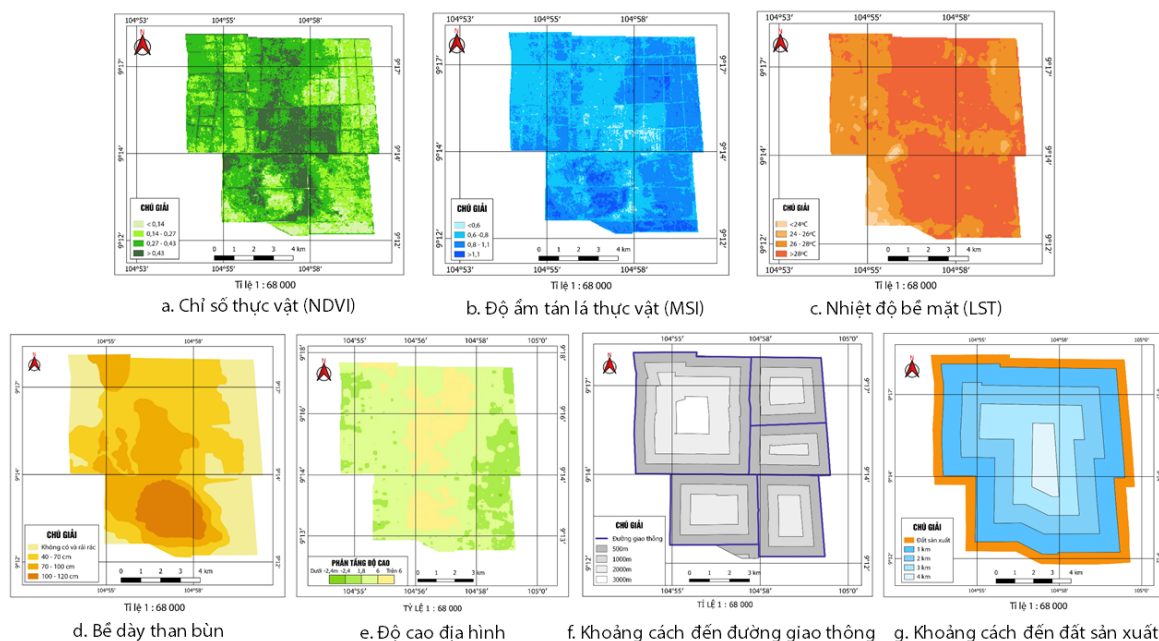
3.1.7. Yếu tố khoảng cách đến đất sản xuất

Xung quanh VQG U Minh Hạ là khu vực đất sản xuất của người dân với loại cây trồng chủ yếu là tràm. Thực tế nhiều vụ cháy rừng đã xảy ra ở khu vực đất sản xuất do sự bất cẩn của người dân. Vì vậy, khu vực càng gần đất sản xuất sẽ có nguy cơ cháy càng cao.

Phạm vi đất sản xuất có khả năng ảnh hưởng đến VQG U Minh Hạ được tính từ ranh giới của VQG trở ra khoảng 500m (Hình 4g). Mức độ ảnh hưởng đến cháy rừng do yếu tố khoảng cách đến đất sản xuất được phân thành 4 cấp (4km, 3km, 2km, và 1km) tương ứng với 4 mức từ thấp đến rất cao, và có điểm trọng số từ 1 đến 4 (Bảng 7).

Bảng 7. Phân cấp yếu tố khoảng cách đến đất sản xuất

Phân cấp	Mức độ nguy cơ	Điểm	Diện tích (%)
4km	Thấp	1	41,24
3km	Trung bình	2	31,49
2km	Cao	3	21,65
1km	Rất cao	4	5,62



Hình 4. Phân cấp nguy cơ cháy rừng theo từng yếu tố

3.2. Trọng số của các yếu tố thành phần

Từ ý kiến của 3 chuyên gia, ma trận so sánh cặp 7 yếu tố ảnh hưởng đến cháy rừng ở VQG U Minh Hạ được xây dựng và trọng số của từng yếu tố được tính toán (Bảng 8). Kết quả tính tỉ lệ nhất quán của ma trận là $CR = 6,9\% < 10\%$ nên kết quả này có thể sử dụng được.

Bảng 8. Ma trận so sánh cặp và trọng số của các yếu tố

Yếu tố	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Trọng số
(1)	1	1	1/3	1	3	3	3	0,179
(2)	1	1	1	1	1	3	5	0,182
(3)	3	1	1	1	1	3	3	0,209
(4)	1	1/3	1	1	3	3	3	0,178
(5)	1/3	1	1	1/3	1	3	3	0,136
(6)	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	3	0,070
(7)	1/3	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1	0,046

Ghi chú: (1) Chỉ số thực vật (NDVI), (2) Nhiệt độ bề mặt (LST), (3) Độ ẩm tán lá thực vật (MSI), (4) Bề dày lớp than bùn, (5) Độ cao địa hình, (6) Khoảng cách đến đất sản xuất, (7) Khoảng cách đến đường giao thông.

Qua Bảng 9 có thể thấy, hai yếu tố quan trọng nhất là MSI, với trọng số 0,209 và LST với trọng số 0,182. Hai yếu tố này đóng vai trò quan trọng nhất do quyết định đến độ ẩm của vật liệu cháy, từ đó ảnh hưởng đến độ bắt lửa. NDVI đứng thứ ba với trọng số 0,179. Yếu tố này cho thấy khả năng cung cấp vật liệu cháy và ảnh hưởng đến mức độ lây lan của đám cháy. Bề dày lớp than bùn đứng thứ tư (trọng số 0,178), độ cao địa hình đứng thứ năm (trọng số 0,136), khoảng cách đến đường giao thông đứng thứ sáu (trọng số 0,070). Kém quan trọng nhất là khoảng cách đến đất sản xuất với trọng số 0,046, nguyên nhân là do xung quanh VQG U Minh Hạ có các tuyến đê bao và kinh đào bao quanh vùng lõi, dọc 2 bên bờ kênh ở phía trong và ngoài vùng lõi là đường băng cản lửa nên nguy cơ cháy từ bên ngoài vào tương đối thấp.

3.3. Nguy cơ cháy rừng

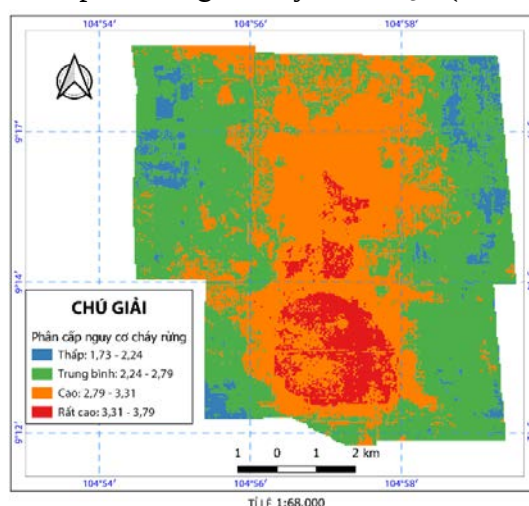
Kết quả phân cấp mức độ và trọng số của từng yếu tố ảnh hưởng đến cháy rừng ở VQG U Minh Hạ được tổng hợp và trình bày trong Bảng 9. Trọng số và điểm phân cấp của các yếu tố được sử dụng để tính toán và đánh giá nguy cơ cháy rừng. Từ đó, bản đồ phân cấp nguy cơ cháy rừng ở VQG U Minh Hạ được xây dựng bằng cách chồng xếp 7 lớp dữ liệu bản đồ thành phần. Giá trị nguy cơ cháy rừng được xác định từ 1,73 đến 3,79, và được phân thành 4 cấp: thấp (1,73-2,24), trung bình (2,24-2,79), cao (2,79-3,31), và rất cao (3,31-3,79) (Hình 5).

Bảng 9. Trọng số và điểm phân cấp của các yếu tố

Yếu tố	Trọng số	Điểm
Chỉ số thực vật (NDVI)	0,179	1 – 2 – 3 – 4
Nhiệt độ bề mặt (LST)	0,182	1 – 2 – 3 – 4
Độ ẩm tán lá thực vật (MSI)	0,209	1 – 2 – 3 – 4
Độ cao địa hình	0,136	1 – 2 – 3 – 4
Bề dày than bùn	0,178	1 – 2 – 3 – 4
Khoảng cách đến đường giao thông	0,070	1 – 2 – 3 – 4
Khoảng cách đến đất sản xuất	0,046	1 – 2 – 3 – 4

Kết quả thống kê diện tích theo cấp nguy cơ cháy rừng (Bảng 10) cho thấy: trong mùa khô, VQG U Minh Hạ có nguy cơ xảy ra cháy rừng khá lớn. 45,37% diện tích VQG (3874,64 ha) có nguy cơ cháy cao đến rất cao, phân bố ở trung tâm VQG, trong đó khu vực có nguy

cơ cháy rất cao chỉ chiếm khoảng 7,04% (601,55 ha) nhưng phần lớn nằm trong khu vực rừng già nguyên sinh có lớp than bùn dày nhất vùng U Minh, nếu để xảy ra cháy sẽ rất nguy hiểm vì có thể dẫn đến hiện tượng cháy ngầm rất khó kiểm soát; Khu vực có nguy cơ cháy rừng trung bình chiếm diện tích lớn nhất, khoảng 48,97% (4.181,44 ha), phân bố dọc 2 bên khu vực nguy cơ cao và rất cao; Nguy cơ cháy rừng thấp chiếm tỉ lệ nhỏ nhất (482,9 ha tương ứng 5,66%), phân bố rải rác ở phía Đông và Tây của VQG (Hình 5).



Hình 5. Phân cấp nguy cơ cháy rừng VQG U Minh Hạ, tỉnh Cà Mau

Bảng 10. Diện tích phân theo cấp nguy cơ cháy rừng

Phân cấp	Mức nguy cơ	Diện tích (ha)	Diện tích (%)
1,73 – 2,24	Thấp	482,90	5,66
2,24 – 2,79	Trung bình	4181,44	48,97
2,79 – 3,31	Cao	3273,09	38,33
3,31 – 3,79	Rất cao	601,55	7,04

4. Kết luận

Bằng việc kết hợp phương pháp GIS và AHP giúp xác định được trọng số của các yếu tố ảnh hưởng đến cháy rừng và xây dựng được bản đồ nguy cơ cháy rừng vào mùa khô ở VQG U Minh Hạ. Có 7 yếu tố ảnh hưởng đến nguy cơ cháy rừng ở VQG U Minh Hạ, trong đó yếu tố có mức độ quan trọng nhất là độ ẩm tán lá thực vật (MSI) và khoảng cách đến đất sản xuất là yếu tố kém quan trọng nhất; yếu tố đất than bùn đóng vai trò quan trọng trong mô hình nghiên cứu với mức độ quan trọng thứ tư. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng VQG U Minh Hạ có nguy cơ cháy rừng tương đối cao trong mùa khô: 45,37% diện tích VQG (3874,64 ha) có nguy cơ cháy cao đến rất cao. Kết quả nghiên cứu cung cấp thông tin về nguy cơ cháy rừng trên vùng đất than bùn, làm cơ sở cho các cấp quản lý xây dựng kế hoạch phòng chống cháy rừng phù hợp.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bui, M. H., & Nguyen, T. T. V. (2019). Sử dụng QGIS và phân tích thứ bậc (AHP) để phân cấp nguy cơ cháy rừng tại huyện Mường Chà, tỉnh Điện Biên [Using QGIS and analytic hierarchy process to classify forest fire risks in Muong Cha district, Dien Bien province]. *Journal of Forestry Science and Technology*, (2), 38–47.
- Ca Mau Province People's Committee. (2024). *Quyết định về việc công bố hiện trạng rừng tỉnh Cà Mau năm 2023* [Decision on announcing the forests' current status in Ca Mau province in 2023].
- Do, M. N., Dang, T. T., & Do, M. D. (2016). Ứng dụng GIS và phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) thành lập bản đồ nguy cơ trượt lở huyện Xín Mần, tỉnh Hà Giang, Việt Nam [Application of GIS and Analytic Hierarchy Process (AHP) Method to Establish Map of Landslide Susceptibility in Xin Man District, Ha Giang Province, Vietnam]. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, 2S(2016), 206-216.
- General Statistics Office of Vietnam. (2025). *Thông cáo báo chí tình hình kinh tế – xã hội quý IV và năm 2024* [Socio-economic situation in the fourth quarter and 2024]. <https://www.gso.gov.vn>
- Le, S. D., & Tran, Q. B. (2014). Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến nguy cơ cháy rừng ở Việt Nam [Impact of climate change on forest fire risk in Vietnam]. *Vietnam Journal of Agriculture and rural development*, 1(4)/2014, 113-118.
- Nuthammachot, N., & Stratoulis, D. (2021). A GIS- and AHP-based approach to map fire risk: a case study of Kuan Kreng peat swamp forest, Thailand. *Geocarto International*, 36(2), 212-225. <https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1611946>
- Pham, M. H., & Vu, N. P. (2018). Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS nghiên cứu vật liệu cháy trong các kiểu rừng phục vụ công tác phòng chống cháy rừng tại tỉnh Bắc Giang [Application of remote sensing and GIS for investigating the contributions of combustible forest materials in forest fire prevention in Bac Giang province]. *Journal of Geodesy and Cartography*, (35), 29-37.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deerin, D. W. (1973). *Monitoring the vernal advancedment and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation*. Texas A&M University Remote Sensing Center.
- Saaty, T. L. (2008). The analytic hierarchy and analytic network measurement processes: applications to decisions under risk. *European journal of pure and applied mathematics*, 1(1), 122-196.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process* (Second Edition ed.). Springer.
- Teknomo, K. (2006). Analytic hierarchy process (AHP) tutorial. *Revoledu. com*, 6(4), 1-20.
- Tran, K. H., & Tran, Q. K. (2023). Đặc điểm cấu trúc rừng tự nhiên theo độ dày đất than bùn tại Vườn Quốc gia U Minh Hạ, tỉnh Cà Mau [Structural characteristics of natural forestat peatland thickness in U Minh Ha National Park, Ca Mau province]. *Vietnam journal of Forest science*(3/2023).
- Tran, Q. B. (2011). Ảnh hưởng của mực nước ngầm đến nguy cơ cháy rừng tràm ở U Minh [Effects of water table on fire risk of melaleuca forest in U Minh]. *Vietnam Journal of Agriculture and rural development*, 4(2011).

- Tran, T. D. H., & Tran, T. T. H. (2022). Xây dựng bản đồ cảnh báo nguy cơ cháy rừng bằng công nghệ GIS và phân tích thứ bậc (AHP) tại thành phố Huế, tỉnh Thừa Thiên Huế [Mapping forest fire risk in Hue city, Thua Thien Hue province using geographic information system (GIS) and the AHP hierarchical analysis]. *Vietnam Soil Science*, 67(2022).
- Tran, V. H., Vo, Q. M., & Vo, T. G. (2010). Xây dựng phương pháp cảnh báo cháy rừng ở khu vực vườn quốc gia U Minh Hạ, Cà Mau, dưới sự hỗ trợ của hệ thống thông tin địa lí (GIS) [Geographic information system (GIS) aproach in forest fire warning methodology development for U Minh Ha national park]. *Can Tho University Journal of Science*, (14), 97-106.
- Trinh, L. H. (2018). Kết hợp ảnh vệ tinh Landsat 8 và Sentinel 2 trong nâng cao độ phân giải không gian nhiệt độ bề mặt [Combined Use of Landsat 8 and Sentinel 2 Images for Enhanced Spatial Resolution of Land Surface Temperature]. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, 34(2), 54-63.
- Van, T. H., Trong, K., Hai, A., & Phan, P. H. (2021). Assessment of forest fires risk in U Minh Ha National Park-Vietnam and proposed adaptation measures. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1092(1), 012805. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1092/1/012805>
- Welikhe, P., Quansah, J., & Fall, S. (2017). Estimation of soil moisture percentage using LANDSAT-based moisture stress index. *Journal of Remote Sensing & GIS*, 6(2).

APPLICATION OF GIS AND AHP IN ASSESSING FOREST FIRE RISKS ON PEATLANDS IN U MINH HA NATIONAL PARK, CA MAU PROVINCE

Tu Bao Nghi¹, Chau Hong Thang^{1,2*},

Nguyen Hong Nhung¹, Doan Minh Duy¹, Tran Thị Thu Khanh

¹Ho Chi Minh University of Education, Vietnam

²Van Lang University, Vietnam

³Tri Duc Secondary and High School, Ho Chi Minh City, Vietnam

*Corresponding author: Chau Hong Thang – Email: thangch@hcmue.edu.vn

Received: February 13, 2025; Revised: March 10, 2025; Accepted: April 04, 2025

ABSTRACT

U Minh Ha National Park is characterized by a peatland forest ecosystem and is located in the sub-equatorial monsoon climate area with a profoundly dry season. The park, therefore, has a high risk of forest fires. To evaluate forest fire hazards on peatlands in U Minh Ha National Park, seven determinants of forest fire risk in the study area were identified. Using GIS-based methods, various indices were calculated, and their relative weights were determined to develop a forest fire hazard zoning map for the dry season. The study results revealed that among the seven determinants of forest fire risk, the moisture stress index had the highest weight. This factor significantly influences forest fire hazards. The forest fire risk map is divided into four levels. The areas with high risk of forest fires account for the largest area (45,37%), and the areas with very high risk of forest fires are concentrated mainly in places with thick peat layers.

Keywords: AHP; GIS; forest fire; peatland; U Minh Ha National Park