

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM QGIS VÀ PHÂN TÍCH THỨ BẬC (AHP) ĐỂ PHÂN CẤP NGUY CƠ CHÁY RỪNG TẠI CÁC XÃ SÔNG VÀNG, SÔNG KÔN, ĐÔNG GIANG VÀ BẾN HIÊN, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

Phan Tiến Dũng^{3*}, Phan Tú Uyên Nhi¹, Đặng Thái Hoàng², Mai Hoàng Sơn³

¹Trường Đại học Greenwich Việt Nam

²Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

³Công ty TNHH Tư vấn nghiên cứu và dịch vụ Hoàng Anh Mộc

* Email: phantiendung418@gmail.com

Ngày nhận bài: 11/5/2026; ngày hoàn thành phản biện: 29/5/2026; ngày duyệt đăng: 30/6/2026

TÓM TẮT

Cháy rừng là thách thức lớn đối với bảo tồn tài nguyên rừng và quản lý bền vững tại các xã miền núi. Các xã Sông Vàng, Sông Kôn, Đông Giang và Bến Hiên, thành phố Đà Nẵng (thuộc Huyện Đông Giang, tỉnh Quảng Nam cũ) có khoảng 69.960 ha đất lâm nghiệp có rừng trên tổng diện tích tự nhiên hơn 82.185 ha. Nghiên cứu ứng dụng GIS kết hợp phân tích đa chỉ tiêu và phân tích thứ bậc (AHP) để xây dựng bản đồ phân cấp nguy cơ cháy rừng, với tỉ số nhất quán $CR = 0,097 < 0,1$. Bảy yếu tố được lựa chọn có cơ sở khoa học và tham vấn 30 chuyên gia kiểm lâm: hướng phơi, kiểu rừng, khoảng cách đến sông suối, nương rẫy, đường giao thông, độ dốc và độ cao, với trọng số từ 0,0323 đến 0,398. Hướng phơi có trọng số cao nhất, phản ánh vai trò chi phối của bức xạ mặt trời và gió Lào đối với độ ẩm vật liệu cháy tại địa bàn. Bản đồ 5 cấp cho thấy ~79% diện tích rừng thuộc cấp Cao và Nguy hiểm, tập trung tại sườn tây và vùng tiếp giáp nương rẫy, phục vụ cảnh báo sớm mùa khô (tháng 3–8).

Từ khóa: Cháy rừng, Phân tích thứ bậc (AHP), QGIS.

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, biến đổi khí hậu đang trở thành thách thức toàn cầu nghiêm trọng, với những diễn biến ngày càng khốc liệt. Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng sâu sắc nhất, tình trạng thời tiết bất ổn định đã làm bùng phát nhiều vụ cháy rừng trên diện rộng, đe dọa hệ sinh thái, môi trường sống và phát triển bền vững (Nhật Trịnh, 2023). Rừng Việt Nam không chỉ là bức tường phòng thủ tự nhiên trước lũ lụt, sạt

lở hay hiệu ứng nhà kính, mà còn là kho tài nguyên sinh học, tạo sinh kế và thúc đẩy kinh tế địa phương.

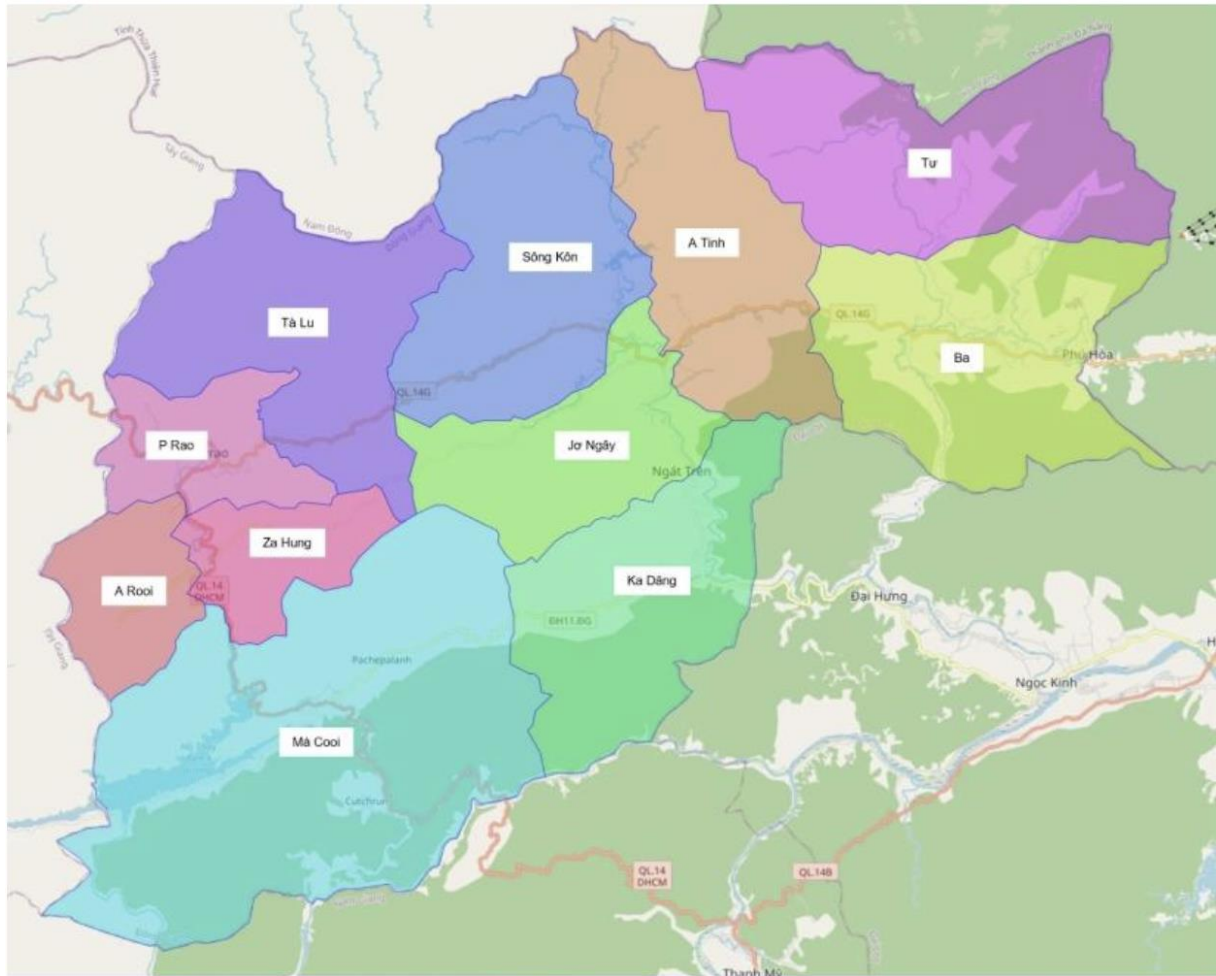
Các xã Sông Vàng, Sông Kôn, Đông Giang và Bến Hiên (thuộc Huyện Đông Giang, tỉnh Quảng Nam cũ) có diện tích rừng lớn (~69.960 ha trên 82.185 ha tự nhiên), với nguy cơ cháy rừng luôn ở mức cao trong mùa khô (Công Tú, 2023). Giai đoạn 2019–2024, địa bàn ghi nhận khoảng 15–20 vụ cháy rừng/năm, tập trung từ tháng 3 đến tháng 8, nguyên nhân chủ yếu là hoạt động đốt nương rẫy của đồng bào Cơ Tu và sử dụng lửa không an toàn trong rừng (Trần Hương, 2015).

Vì vậy, chúng tôi đã tiến hành ứng dụng công nghệ GIS kết hợp phần mềm QGIS nhằm xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ cháy rừng tại các xã Sông Vàng, Sông Kôn, Đông Giang và Bến Hiên, góp phần nâng cao năng lực phòng ngừa và ứng phó cháy rừng tại địa phương.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu

Các xã Sông Vàng, Sông Kôn, Đông Giang và Bến Hiên, tổng diện tích tự nhiên hơn 82.185 ha, trong đó đất lâm nghiệp có rừng đạt hơn 69.960 ha (~85% diện tích tự nhiên) (Công Tú, 2023). Địa hình chủ yếu là đồi núi, độ cao từ dưới 500 m tại thung lũng ven sông Vu Gia đến trên 1.600 m tại đỉnh núi phía tây bắc. Khí hậu nhiệt đới gió mùa, mùa khô kéo dài từ tháng 3 đến tháng 8 với nhiệt độ trung bình 26–28°C, gió Tây Nam (gió Lào) thổi mạnh làm độ ẩm vật liệu cháy giảm thấp. Dân số chủ yếu là đồng bào Cơ Tu với tập quán canh tác nương rẫy, là nguyên nhân quan trọng gây cháy rừng (Trần Hương, 2015).



Hình 1: Bản đồ khu vực nghiên cứu

2.2. Phương pháp nghiên cứu

a. Thu thập số liệu sơ cấp, thứ cấp

Phòng vấn trực tiếp: 130 đối tượng gồm kiểm lâm và cán bộ ban quản lý rừng (30 người), chủ rừng (10 người), lực lượng bảo vệ rừng (40 người), cán bộ địa phương (10 người) và người dân (40 người).

Dữ liệu thứ cấp: Dữ liệu kiểm kê rừng năm 2024 từ Chi cục Kiểm lâm tỉnh Quảng Nam (QĐ số 226/QĐ-UBND, 2025); mô hình số độ cao SRTM 30 m; bản đồ thủy văn, giao thông và hiện trạng sử dụng đất cấp huyện.

b. Phương pháp xử lý số liệu

Ứng dụng GIS (QGIS 3.28 LTR): Phần mềm QGIS 3.28 được sử dụng để xử lý, phân tích và chồng xếp các lớp bản đồ không gian. Các lớp bản đồ đơn nhân tố được xây dựng như sau:

- Độ cao: DEM SRTM 30 m, cắt theo ranh giới, nội suy bằng "Warp (Reproject)", phân thành 5 cấp.

- Độ dốc: Tính từ DEM bằng "Slope" (Raster → Analysis → Slope), phân 5 cấp.

- Hướng phơi: Tính từ DEM bằng "Aspect", phân loại theo hướng địa lý.

- Khoảng cách đến sông suối/giao thông: Vector hóa, tính khoảng cách Euclidean bằng "Proximity (Raster Distance)", raster hóa 30 m, phân 5 cấp.

- Khoảng cách đến nương rẫy: Xác định từ kiểm kê rừng 2024 và hiện trạng sử dụng đất.

- Kiểu rừng: Xây dựng từ kiểm kê rừng 2024, raster hóa 30 m, phân loại theo QĐ 689/QĐ-TCLN-KL ngày 23/12/2013.

Tất cả lớp raster chuẩn hóa về hệ tọa độ VN-2000 múi chiếu 6° và độ phân giải 30 m.

Phân tích thứ bậc (AHP): AHP được sử dụng để lựa chọn các tiêu chuẩn ưu tiên và xác định trọng số các nhân tố (Saaty và cs., 1990). Cấu trúc phân cấp gồm 2 cấp: Cấp 1 (mục tiêu tổng thể) là xác định nguy cơ cháy rừng; Cấp 2 gồm 7 nhân tố tiêu chí: hướng phơi (HP), kiểu rừng (KR), khoảng cách đến nương rẫy (KNR), sông suối (SS), giao thông (KGT), độ cao (DC) và độ dốc (DD). Các nhân tố được xác định dựa trên tổng quan tài liệu và tham vấn 30 chuyên gia (Phạm Hoàng Phi, 2013).

Quy trình tham vấn chuyên gia gồm 4 bước: (1) Xây dựng danh sách 30 chuyên gia (kiểm lâm viên ≥5 năm kinh nghiệm, cán bộ ban quản lý rừng phòng hộ cấp huyện và tỉnh, chuyên gia lâm học am hiểu điều kiện địa phương); (2) Phát phiếu khảo sát theo thang đo Saaty (1–9) đánh giá mức độ quan trọng tương đối giữa từng cặp nhân tố; (3) Tổng hợp bằng trung bình hình học các giá trị đánh giá; (4) Kiểm tra $CR < 0,1$ trước khi chấp nhận trọng số cuối cùng.

Độ nhất quán của ma trận so sánh được kiểm tra qua tỉ số nhất quán $CR = CI/RI$ ($CR < 0,1$ là ngưỡng chấp nhận theo Saaty, 1990). Lưu ý: CR phản ánh tính nhất quán nội tại của ma trận so sánh, không phải chỉ số độ chính xác của bản đồ cuối cùng.

- Công thức cốt lõi của phương pháp phân tích không gian đa chi tiêu (MCA) kết hợp trọng số AHP trong GIS là công thức Chồng xếp trọng số tuyến tính (Linear Weighted Combination - LWC). Chỉ số nguy cơ cháy rừng tổng hợp (NCCR):

$$NCCR = W_{IDD} \times DD + W_{IHP} \times HP + W_{IDC} \times DC + W_{ISS} \times SS + W_{IKGT} \times KGT + W_{IKNR} \times KNR + W_{IKR} \times KR$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các nhân tố ảnh hưởng đến cháy rừng tại các xã Sông Vàng, Sông Kôn, Đông Giang và Bến Hiên

Cháy rừng xảy ra khi có đủ ba nhân tố cơ bản: Oxy, Vật liệu cháy và Nguồn nhiệt (Bế Minh Châu, 2012). Cường độ và tốc độ lan rộng phụ thuộc vào đặc tính nhiên liệu (khối lượng, phân bố, độ ẩm) kết hợp với các yếu tố môi trường như vận tốc gió, địa hình và độ dốc.

Bảy nhân tố được lựa chọn trong nghiên cứu này dựa trên cơ sở khoa học cụ thể: (1) Hướng phơi – quyết định lượng bức xạ mặt trời nhận được và độ ẩm vật liệu cháy (Phạm Hoàng Phi, 2013); (2) Kiểu rừng – xác định đặc tính và khối lượng vật liệu cháy; (3) Khoảng cách đến nương rẫy – nguồn lửa chủ yếu từ canh tác nương rẫy của đồng bào Cơ Tu; (4) Khoảng cách đến sông suối – ảnh hưởng đến độ ẩm vi khí hậu khu vực; (5) Khoảng cách đến giao thông – liên quan đến khả năng tiếp cận của con người; (6) Độ dốc – ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ lan truyền lửa; (7) Độ cao – ảnh hưởng đến điều kiện nhiệt ẩm và mức độ hoạt động của con người (Bế Minh Châu, 2012; Trần Quang Bảo và cs., 2019).

Độ cao địa hình: Vùng thấp (<500 m) tại thung lũng ven sông Vu Gia khô hơn, có nhiều hoạt động con người và tiếp giáp nương rẫy → nguy cơ cháy cao hơn. Vùng cao (>1.600 m) tại đỉnh núi phía tây bắc mát, ẩm hơn → nguy cơ thấp hơn. Độ dốc >35° chiếm tỷ lệ đáng kể tại khu vực núi cao phía tây, làm tăng tốc độ lan truyền lửa (Bế Minh Châu, 2012). Kiểu rừng: HG2, NUA và RTK có vật liệu cháy lớn và dễ bắt lửa hơn RLG (Trần Quang Bảo và cs., 2019). Hoạt động đốt nương rẫy gần rừng là nguyên nhân chủ yếu gây cháy bùng phát vào mùa nắng nóng (Trần Hương, 2015).

Các yếu tố này là cơ sở dữ liệu đầu vào cho việc xây dựng bản đồ phân cấp nguy cơ cháy rừng.

Bảng 1. Định mức phân cấp cho các lớp bản đồ

Cấp đánh giá	Độ dốc (°)	Hướng phơi	Độ cao (m)	K/c đến sông suối (m)	K/c đến gt (km)	K/c đến nương rẫy (m)	Kiểu rừng
I	0–8	Bắc, Đông, Nam	>1.600	<200	>2	>400	DNN, DT1
II	8–15	Đông–Bắc	1.300–1.600	200–400	1,5–2	350–400	RLG, DKH, DTR
III	15–25	Đông–Nam	1.000–1.300	400–600	1–1,5	300–350	TXB, TXG,

							TXK, TXN
IV	25–35	Tây-Nam, Tây-Bắc	500–1.000	600–800	0,5–1	200–300	DT2, TXP
V	>35	Tây	<500	>800	<0,5	<200	HG2, LOO, NUA, RTG, RTK, TNK

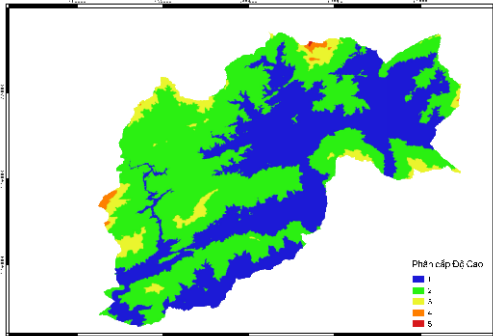
Ghi chú: Độ cao phân cấp theo nguyên tắc vùng thấp → nguy cơ cao do khô hơn và hoạt động con người nhiều hơn. Nguồn: Bế Minh Châu, 2012; Trần Quang Bảo và cs., 2014. Ký hiệu kiểu rừng theo QĐ 689/QĐ-TCLN-KL ngày 23/12/2013.

Bảng 2. Chú thích ký hiệu kiểu rừng (theo QĐ 689/QĐ-TCLN-KL)

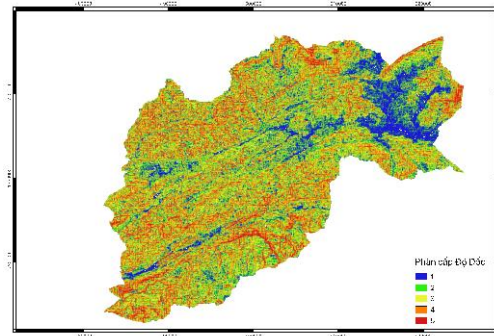
Ký hiệu	Tên kiểu rừng	Ký hiệu	Tên kiểu rừng
DNN	Đất không có rừng (núi đá)	DT1	Đất trống có cây gỗ tái sinh cấp 1
DT2	Đất trống có cây gỗ tái sinh cấp 2	RLG	Rừng lá rộng thường xanh giàu
DKH	Đất khác trong lâm nghiệp	DTR	Đất trống trảng cỏ, cây bụi
TXB	Rừng lá rộng thường xanh trung bình	TXG	Rừng lá rộng thường xanh nghèo
TXK	Rừng lá rộng thường xanh kiệt	TXN	Rừng lá rộng thường xanh núi cao
TXP	Rừng lá rộng thường xanh phục hồi	HG2	Rừng hỗn giao gỗ- tre nửa
LOO	Rừng lá kim	NUA	Rừng nửa, lồ ô
RTG	Rừng trồng gỗ lớn	RTK	Rừng trồng keo/bạch đàn
TNK	Tre nửa khác		

3.2. Các lớp bản đồ hiện trạng được xây dựng theo phân cấp đánh giá cháy rừng tại khu vực nghiên cứu

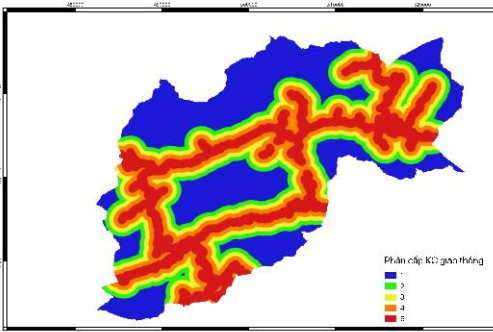
Trên cơ sở dữ liệu kiểm kê rừng năm 2024 và DEM SRTM 30 m kết hợp bản đồ thủy văn, giao thông nhằm đánh giá mức độ nguy cơ cháy rừng toàn diện. Kết quả phân loại theo từng chỉ tiêu bằng QGIS 3.28 được thể hiện qua các lớp bản đồ đơn nhân tố (Hình 2–8). Hệ thống phân cấp được thiết lập với 5 cấp độ, cấp I là nguy cơ thấp nhất và cấp V là cực kỳ nguy hiểm.



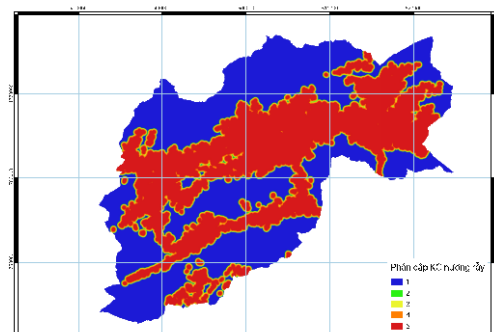
Hình 2. Bản đồ phân cấp cháy rừng theo độ cao



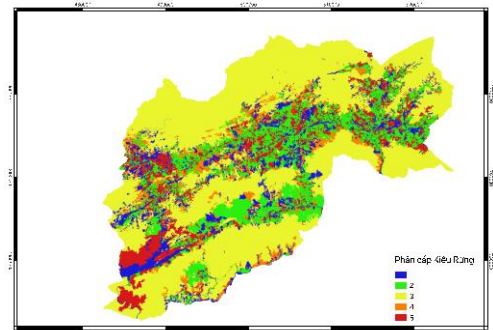
Hình 3. Bản đồ phân cấp cháy rừng theo độ dốc



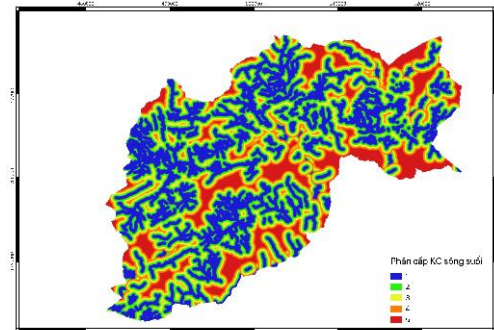
Hình 4. Bản đồ phân cấp cháy rừng theo khoảng cách đến đường giao thông



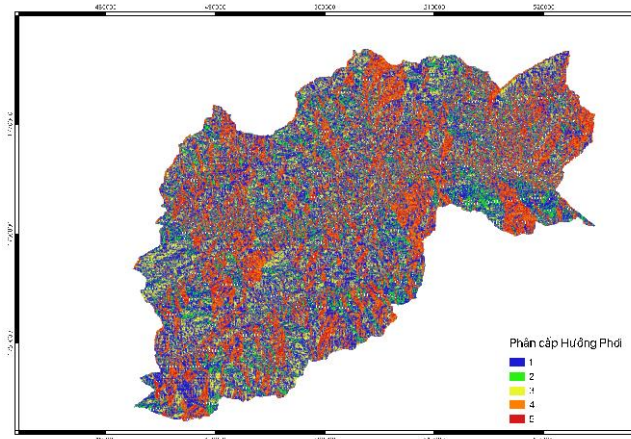
Hình 5. Bản đồ phân cấp cháy rừng theo khoảng cách đến nước chảy



Hình 6. Bản đồ phân cấp cháy rừng theo kiểu rừng



Hình 7. Bản đồ phân cấp cháy rừng theo khoảng cách đến sông suối



Hình 8. Bản đồ phân cấp cháy rừng theo hướng phơi

3.3. Xác định trọng số các nhân tố ảnh hưởng đến cháy rừng

Phương pháp AHP được sử dụng để xác định trọng số 7 nhân tố thông qua ma trận so sánh cặp đôi dựa trên đánh giá của 30 chuyên gia gồm kiểm lâm, chủ rừng, lực lượng quản lý bảo vệ rừng và cán bộ địa phương.

Bảng 3. Ma trận so sánh mức độ ảnh hưởng của các nhân tố gây cháy rừng

Nhân tố	DD	HP	DC	SS	KGT	KNR	KR
DD	1	1/5	3	1/3	1/3	1/5	1/5
HP	5	1	7	5	3	5	5
DC	1/3	1/7	1	1/3	1/3	1/5	1/5
SS	3	1/5	3	1	1	1	3
KGT	3	1/3	3	1	1	1	1/3
KNR	5	1/5	5	1	1	1	1
KR	5	1/5	5	1/3	3	1	1

Bảng 4. Ma trận chuẩn hóa và kết quả trọng số

Nhân tố	DD	HP	DC	SS	KGT	KNR	KR	Wi
DD	0,0448	0,0879	0,1111	0,0370	0,0345	0,0213	0,0186	0,0507
HP	0,2239	0,4393	0,2593	0,5556	0,3103	0,5319	0,4658	0,3980
DC	0,0149	0,0628	0,0370	0,0370	0,0345	0,0213	0,0186	0,0323
SS	0,1343	0,0879	0,1111	0,1111	0,1034	0,1064	0,2795	0,1334

KGT	0,1343	0,1464	0,1111	0,1111	0,1034	0,1064	0,0311	0,1063
KNR	0,2239	0,0879	0,1852	0,1111	0,1034	0,1064	0,0932	0,1301
KR	0,2239	0,0879	0,1852	0,0370	0,3103	0,1064	0,0932	0,1491

Từ Bảng 3 và bảng 4 cho thấy, trọng số dao động từ 0,0323 (độ cao) đến 0,398 (hướng phoi). Các nhân tố ảnh hưởng quan trọng nhất đến nguy cơ cháy rừng là: hướng phoi, kiểu rừng, khoảng cách đến sông suối, nương rẫy, giao thông, độ dốc và độ cao.

Trọng số cao của hướng phoi (0,398) được lý giải bởi đặc điểm địa lý và khí hậu đặc thù của khu vực nghiên cứu: sườn tây và tây nam chịu bức xạ mặt trời buổi chiều trực tiếp và gió Lào khô nóng trong mùa khô (tháng 3–8), khiến độ ẩm vật liệu cháy giảm dưới ngưỡng nguy hiểm nhanh hơn các hướng bắc và đông. Kết quả này tương đồng với Phạm Hoàng Phi (2013) và Trần Quang Bảo và cs. (2019) tại miền Trung Việt Nam. Các chuyên gia kiểm lâm địa bàn xác nhận đại đa số vụ cháy nghiêm trọng (2019–2024) đều xảy ra trên sườn phoi tây khi gió Lào mạnh. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng trọng số HP gấp >10 lần DC và DD có thể lấn áp các nhân tố khác trong chỉ số NCCR. Nghiên cứu tiếp theo nên kiểm chứng bằng dữ liệu điểm cháy MODIS/Sentinel và cân nhắc các phương pháp trọng số bổ sung (hồi quy logistic không gian, mô hình học máy).

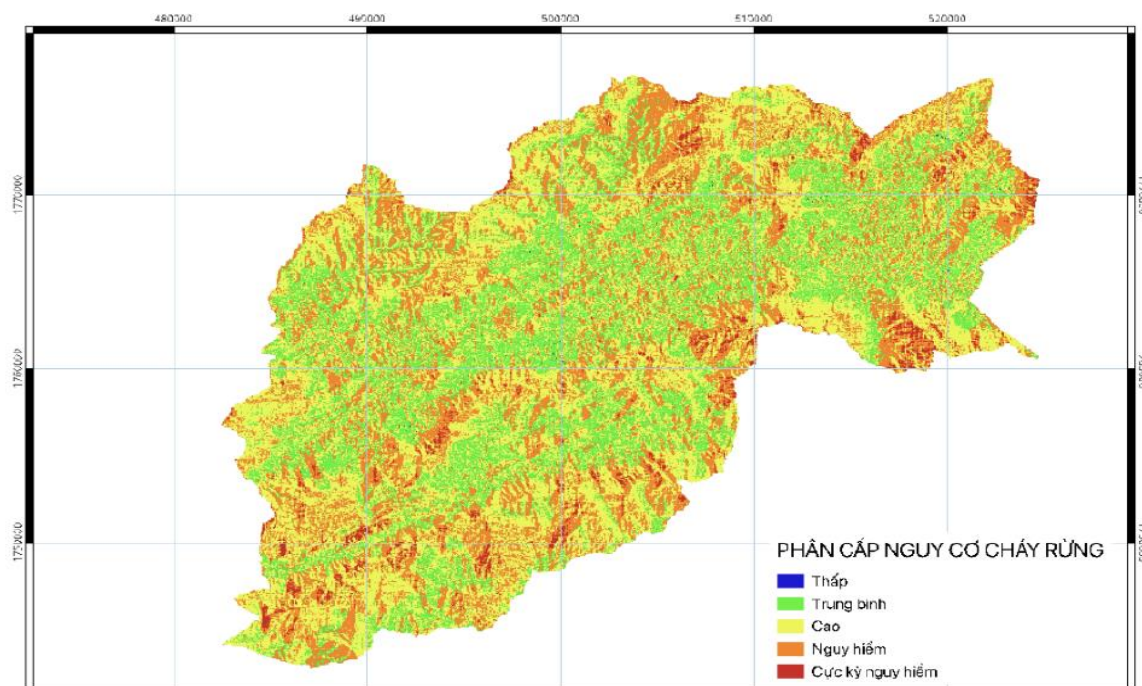
Tỉ số CR = 0,097 < 0,1 đảm bảo tính nhất quán của ma trận AHP. Giới hạn về yếu tố khí hậu: Các biến khí tượng quan trọng (nhiệt độ, độ ẩm, vận tốc gió) chưa được tích hợp do thiếu dữ liệu có độ phân giải không gian phù hợp. Tại Khu vực nghiên cứu, gió Lào (15–20 m/s) trong mùa khô làm giảm đột ngột độ ẩm tương đối xuống <50%, tạo ra "ngày cực kỳ nguy hiểm" không thể dự báo từ bản đồ không gian tĩnh. Nghiên cứu tiếp theo cần thu thập dữ liệu khí tượng từ mạng lưới trạm địa phương hoặc sản phẩm tái phân tích (ERA5-Land, MERRA-2) để bổ sung vào mô hình và xây dựng hệ thống cảnh báo theo thời gian thực.

3.4. Kết quả phân cấp nguy cơ cháy rừng tại khu vực nghiên cứu

Bản đồ phân cấp nguy cơ cháy rừng phục vụ dự báo và cảnh báo sớm mùa khô (tháng 3–8). Chỉ số nguy cơ cháy rừng tổng hợp (NCCR):

$$NCCR = 0,0507 \times DD + 0,3980 \times HP + 0,0323 \times DC + 0,1334 \times SS + 0,1063 \times KGT + 0,1301 \times KNR + 0,1491 \times KR$$

Các giá trị NCCR liên tục từ 1 đến 5 được phân hạng thành 5 cấp nguy cơ theo phương pháp điểm giữa: Thấp (<1,5); Trung bình (1,5–2,5); Cao (2,5–3,5); Nguy hiểm (3,5–4,5); Cực kỳ nguy hiểm (≥4,5).



Hình 9. Bản đồ phân cấp nguy cơ cháy rừng tại Các xã Sông Vàng, Sông Kôn, Đông Giang và Bến Hiên

Những khu vực có nguy cơ cao tập trung ở sườn dốc lớn hướng phơi tây và tây nam, mật độ thảm thực vật hỗn giao dày, gần giao thông, xa nguồn nước và gần nương rẫy – phù hợp với vùng thấp <1.000 m dọc tuyến đường liên xã và khu canh tác của đồng bào Cơ Tu.

Bảng 5. Diện tích rừng theo từng cấp nguy cơ cháy rừng tại khu vực nghiên cứu

Cấp nguy cơ	Mức độ	Ngưỡng NCCR	Số lượng Cell	Diện tích (ha)
Cấp 1	Thấp	< 1,5	10.250	102,5
Cấp 2	Trung bình	1,5–2,5	2.615.687	26.156,87
Cấp 3	Cao	2,5–3,5	3.823.905	38.239,05
Cấp 4	Nguy hiểm	3,5–4,5	1.683.729	16.837,29
Cấp 5	Cực kỳ nguy hiểm	≥ 4,5	7.899	78,99

Phân bố diện tích tập trung chủ yếu ở cấp Cao (38.239 ha, Cấp 3) và Nguy hiểm (16.837 ha, Cấp 4), phản ánh mức độ dễ bị tổn thương cao của hệ sinh thái rừng trong mùa khô. Cấp Thấp (~102 ha) và Cực kỳ nguy hiểm (~79 ha) chiếm diện tích nhỏ, tập trung ở điều kiện cực đoan (vùng núi cao rất ẩm hoặc vùng tiếp giáp nương rẫy-rừng tre nứa trên sườn tây dốc).

Kiểm chứng sơ bộ: Thông tin cháy lịch sử (15–20 vụ/năm giai đoạn 2019–2024) từ hồ sơ kiểm lâm cho thấy phần lớn các vụ cháy xảy ra tại khu vực cấp Cao và Nguy hiểm trên bản đồ, tập trung ở sườn tây và vùng tiếp giáp nương rẫy – phù hợp với dự báo không gian. Để kiểm chứng định lượng, nghiên cứu tiếp theo cần dữ liệu điểm cháy từ MODIS Active Fire (MOD14/MYD14) hoặc Sentinel-2 để tính Overall Accuracy, Kappa và AUC.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng thành công bản đồ phân cấp nguy cơ cháy rừng cho khu vực các xã Sông Vàng, Sông Kôn, Đông Giang và Bến Hiên thông qua kết hợp GIS và AHP. Bảy nhân tố địa hình, thủy văn, giao thông và thảm thực vật được tích hợp với trọng số từ 30 chuyên gia địa phương, đảm bảo $CR = 0,097 < 0,1$. Hướng phơi có trọng số cao nhất (0,398), phản ánh vai trò chi phối của bức xạ mặt trời và gió Lào đối với độ ẩm vật liệu cháy. Kết quả cho thấy ~79% diện tích rừng thuộc cấp Cao và Nguy hiểm; điểm nóng Cực kỳ nguy hiểm (~79 ha) cần được ưu tiên giám sát. Bản đồ cung cấp cơ sở không gian quan trọng phục vụ cảnh báo sớm và hoạch định phòng cháy chữa cháy rừng mùa khô.

Để nâng cao độ tin cậy, các hướng nghiên cứu tiếp theo gồm: (1) Kiểm chứng định lượng bằng dữ liệu điểm cháy MODIS/Sentinel (tính Accuracy, Kappa, AUC); (2) Tích hợp biến khí tượng động (nhiệt độ, độ ẩm, vận tốc gió từ ERA5-Land, MERRA-2 hoặc mạng lưới trạm địa phương) để xây dựng hệ thống cảnh báo thời gian thực; (3) Cập nhật định kỳ theo chu kỳ kiểm kê rừng; (4) Đánh giá lại phân bố trọng số bằng hồi quy logistic không gian hoặc mô hình học máy để tăng tính khách quan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bế Minh Châu (2012). Quản lý lửa rừng. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- [2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2014). Thông tư số 47/2014/TT-BTNMT ngày 22/8/2014 quy định kỹ thuật thành lập bản đồ các cấp. Hà Nội.
- [3]. Công Tú (2023). Đông Giang phát triển kinh tế rừng. Báo Đà Nẵng, ngày 17/8/2023.
- [4]. Nhật Trinh (2023). Tác động của biến đổi khí hậu đối với tài nguyên rừng. Tạp chí Khoa học Môi trường, ngày 02/12/2023.
- [5]. Phạm Hoàng Phi (2013). Ứng dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) trong đánh giá nguy cơ cháy rừng. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, 3, 25–34.
- [6]. TCVN 11566:2016 Bản đồ quy hoạch lâm nghiệp — Quy định trình bày và thể hiện nội dung.
- [7]. Tổng cục Lâm nghiệp (2013). Quyết định số 689/QĐ-TCLN-KL ngày 23/12/2013 hướng dẫn kỹ thuật điều tra, kiểm kê rừng. Hà Nội.

- [8]. Trần Hương (2015). Báo cáo tổng kết công tác PCCCR tỉnh Quảng Nam giai đoạn 2010–2015. Chi cục Kiểm lâm tỉnh Quảng Nam.
- [9]. Trần Quang Bảo, Nguyễn Văn Thị và Phạm Văn Duẩn (2014). Ứng dụng GIS trong quản lý tài nguyên thiên nhiên. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- [10]. Trần Quang Bảo, Võ Minh Hoàn, Nguyễn Thị Hoa và Dương Huy Khôi (2019). Nghiên cứu đặc điểm vật liệu cháy và phân vùng nguy cơ cháy rừng tại Khu Bảo tồn Thiên nhiên Văn hóa Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, 5, 38–48.
- [11]. Ủy ban Nhân dân tỉnh Quảng Nam (2025). Quyết định số 226/QĐ-UBND ngày 05/02/2025 công bố hiện trạng rừng tỉnh Quảng Nam năm 2024. Quảng Nam.
- [12]. Bui, D. T., Le, Q. T., Nguyen, V. N., Do, H. D., Revhaug, I. (2019). Tropical forest fire susceptibility mapping at the Cat Ba National Park Area, Hai Phong City, Vietnam, using GIS-based kernel logistic regression. Remote Sensing, 11(3), 318.
- [13]. Chuvieco, E., Aguado, I., Yebra, M., et al. (2020). Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system technologies. Ecological Modelling, 221(1), 46–58.
- [14]. Dong, X., Li, Z., & Hu, J. (2022). Wildfire risk assessment and zoning by integrating GIS, remote sensing, and AHP approaches. Forests, 13(4), 608.
- [15]. Ghorbanzadeh, O., Valizadeh Kamran, K., Blaschke, T., et al. (2019). Spatial prediction of wildfire susceptibility using field survey GPS data and machine learning approaches. Fire, 2(3), 43.
- [16]. Saaty, T. L. (1990). An exposition of the AHP in reply to the paper "Remarks on the Analytic Hierarchy Process". Management Science, 36(3), 259–268.

**APPLICATION OF QGIS AND ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)
FOR WILDFIRE RISK ASSESSMENT AND ZONING
IN THE COMMUNES OF SONG VANG, SONG KON, DONG GIANG
AND BEN HIEN, DA NANG CITY**

Phan Tien Dung^{3*}, Phan Tu Uyen Nhi¹, Dang Thai Hoang², Mai Hoang Son³

¹The University of Greenwich Vietnam

²University of Agriculture and Forestry, Hue University

³Hoang Anh Moc Consulting Research and Services Company Limited

*Email: phantiendung418@gmail.com

ABSTRACT

Forest fires pose a significant challenge to forest resource conservation and sustainable management in mountainous communes. In the communes of Song Vang, Song Kon, Dong Giang, and Ben Hien, Da Nang city (located in Dong Giang District, in the former Quang Nam Province) has approximately 69,960 hectares of forest land. This study applied GIS combined with Multi-Criteria Analysis and the Analytic Hierarchy Process (AHP) to develop a forest fire risk classification map ($CR = 0.097 < 0.1$). Seven factors were selected based on scientific evidence and consultation with 30 local forest rangers: aspect, forest type, distance to rivers, shifting cultivation areas, roads, slope, and elevation (weights ranging from 0.0323 to 0.398). Aspect received the highest weight, reflecting its dominant role in controlling fuel moisture via solar radiation and Lao winds. The five-level risk map shows that ~79% of forest area falls into the High and Very High categories, concentrated on west-facing slopes near shifting cultivation zones. Low and Extremely High levels cover ~102 ha and ~79 ha, respectively.

Keywords: Forest fire, Analytic Hierarchy Process (AHP), QGIS.