

Các hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng tại khu vực Bảo Lâm thuộc tỉnh Lâm Đồng

Nguyễn Văn Thêm¹, Lê Hồng Việt², Nguyễn Văn Quý²¹Hội Khoa học kỹ thuật Lâm nghiệp TP. HCM²Trường Đại học Lâm nghiệp - Phân hiệu Đồng Nai

Forest fire risk hierarchy functions in Bao Lam area of Lam Dong province

Nguyen Van Them¹, Le Hong Viet², Nguyen Van Quy²¹Forestry Science and Technology Association of Ho Chi Minh City²Viet Nam National University of Forestry - Dong Nai Campus<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.13.6.2024.067-074>

TÓM TẮT

Phân cấp nguy cơ cháy rừng là nhiệm vụ quan trọng trong quản lý lửa rừng. Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu về phân cấp nguy cơ cháy rừng ở khu vực Bảo Lâm bằng các hàm lập nhóm tuyến tính. Mục tiêu nghiên cứu là xây dựng các hàm phân chia các cấp nguy cơ cháy dựa theo một số yếu tố thời tiết bình quân ngày. Số liệu nghiên cứu là điều kiện thời tiết của 911 ngày trong mùa khô từ tháng 12 năm trước đến tháng 5 năm sau. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng mùa khô ở khu vực Bảo Lâm kéo dài 6 tháng từ tháng 12 năm trước đến tháng 5 năm sau. Các cấp nguy cơ cháy rừng ở khu vực Bảo Lâm có thể được dự báo theo 5 hàm ($F_j^{(1)} = -0,003 \times TJ + 1,433 \times WS + 0,017 \times P - 4,423$; $F_j^{(2)} = 0,035 \times TJ + 1,487 \times WS + 0,001 \times P - 4,907$; $F_j^{(3)} = 0,144 \times TJ + 1,468 \times WS + 0,001 \times P - 23,212$; $F_j^{(4)} = 0,273 \times TJ + 0,903 \times WS + 0,001 \times P - 71,021$; $F_j^{(5)} = 0,426 \times TJ + 1,464 \times WS + 0,001 \times P - 170,52$); trong đó TJ là lũy tích nhiệt độ không khí bình quân ngày, P là tổng lượng mưa ngày và WS là tốc độ gió bình quân ngày. Các hàm lập nhóm đã phân loại các ngày trong mùa khô vào 5 cấp nguy cơ cháy rừng với độ chính xác 98,9%. Ở khu vực Bảo Lâm, nguy cơ cháy rừng ở mức lớn đến cực kỳ nguy hiểm xảy ra từ giữa tháng 12 năm trước đến tháng 2 năm sau. Nguy cơ cháy rừng từ tháng 3 đến tháng 5 chỉ ở các cấp I và II.

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 09/08/2024

Ngày phản biện: 13/09/2024

Ngày quyết định đăng: 07/10/2024

Từ khóa:

Cấp nguy cơ cháy rừng, chỉ số khô hạn, hàm lập nhóm tuyến tính, hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng, mùa khô.

Keywords:

Drought index, dry season, forest fire risk hierarchy function, forest fire risk level, linear clustering function.

ABSTRACT

Ranking forest fire risk levels is an important task in forest fire management. This paper presents the results of a study on forest fire risk rank in Bao Lam area using a linear clustering functions. The research objective was to build forest fire risk hierarchy functions based on average daily weather factors. The research data were the weather conditions of 911 days in the dry season from December of the previous year to May of the following year. The data were collected in 2015 to 2019. The forest fire risk levels were classified according to a linear clustering function with three predictor variables: cumulative daily average air temperature, total daily rainfall, and daily mean wind speed. The research results showed that the dry season in Bao Lam area lasts 6 months from December of the previous year to May of the following year. Forest fire risk levels in Bao Lam area can be predicted by 5 linear clustering functions ($F_j^{(1)} = -0.003 \times TJ + 1.433 \times WS + 0.017 \times P - 4.423$; $F_j^{(2)} = 0.035 \times TJ + 1.487 \times WS + 0.001 \times P - 4.907$; $F_j^{(3)} = 0.144 \times TJ + 1.468 \times WS + 0.001 \times P - 23.212$; $F_j^{(4)} = 0.273 \times TJ + 0.903 \times WS + 0.001 \times P - 71.021$; $F_j^{(5)} = 0.426 \times TJ + 1.464 \times WS + 0.001 \times P - 170.52$); where TJ was the cumulative daily average air temperature, P was the total daily rainfall, and WS was the daily average wind speed. The clustering functions classified dry season days into five forest fire risk levels with 98.9% accuracy. In Bao Lam area, forest fire risks ranging from major to extremely dangerous occurred from mid-December of the previous year to February of the following year. The risk of forest fires from March to May was only at levels I and II.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cháy rừng không chỉ ảnh hưởng lớn đến tài nguyên rừng, mà còn làm biến đổi những yếu tố môi trường (khí hậu, đất...) theo chiều hướng xấu. Vì thế, nghiên cứu cháy rừng và các biện pháp phòng chống cháy rừng là nhiệm vụ quan trọng của quản lý lửa rừng [1, 2].

Ở Việt Nam, các cấp dự báo nguy cơ cháy rừng ngắn hạn được phân chia theo chỉ số phân hạng nguy cơ cháy rừng của Nesterov (1949; dẫn theo Phạm Ngọc Hưng (2001) [2]). Các cấp dự báo nguy cơ cháy rừng dài hạn được phân chia theo chỉ số ngày khô hạn của [2]. Ưu điểm của hai phương pháp này là đơn giản và dễ tính toán. Hạn chế của hai phương pháp này là các cấp nguy cơ cháy rừng phụ thuộc vào phân chia khoảng cách giữa các chỉ số nguy cơ cháy rừng của Nesterov.

Nhiều tác giả (L Shu và X Kou (2001) [3]; Yundan Xiao và cộng sự (2015) [4]) cho rằng cháy rừng phụ thuộc vào vùng khí hậu và tình trạng thời tiết hàng ngày, cấu trúc rừng, trạng thái của thảm thực vật, khoảng cách từ rừng đến khu dân cư, sự phát triển kinh tế và tập quán văn hóa của địa phương. Thông thường nhà lâm nghiệp có thể dễ dàng thu thập các yếu tố thời tiết thông qua bản tin dự báo thời tiết hàng ngày. Vì thế, phân cấp nguy cơ cháy rừng có thể dựa vào các yếu tố thời tiết.

Khu vực Bảo Lâm nằm trên cao nguyên Di Linh thuộc tỉnh Lâm Đồng. Về mùa khô, rừng tự nhiên hỗn loài và rừng trồng Thông ba lá (*Pinus kaysia* ex Gordon) ở khu vực này có nguy cơ bị cháy do thời tiết khô hạn. Thế nhưng, hiện nay ngành lâm nghiệp tỉnh Lâm Đồng vẫn còn gặp những khó khăn trong phân cấp mức độ nguy cơ cháy rừng. Những khó khăn này có thể được hạn chế một phần bằng cách xây dựng các hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng dựa theo những yếu tố thời tiết bình quân ngày. Xuất phát từ đó, mục tiêu nghiên cứu là xây dựng các hàm phân loại các cấp nguy cơ cháy dựa theo những yếu tố thời tiết bình quân ngày. Kết quả của nghiên cứu này cung cấp công cụ để phân cấp nguy cơ cháy.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thu thập số liệu

Để xác định mùa khô ở khu vực Bảo Lâm, số liệu thu thập bao gồm nhiệt độ không khí bình quân tháng ($T, ^\circ\text{C}$), tổng lượng mưa bình quân tháng ($P, \text{mm/tháng}$), độ ẩm không khí bình quân tháng ($Rh, \%/tháng$), tổng số giờ nắng bình quân tháng ($N, \text{giờ/tháng}$) và tốc độ gió bình quân tháng ($WS, \text{m/s/tháng}$). Số liệu để phân cấp nguy cơ cháy rừng hàng ngày bao gồm 6 biến: (1) Nhiệt độ không khí bình quân ngày ($T, ^\circ\text{C/ngày}$); (2) Nhiệt độ không khí lúc 13h hàng ngày ($T_{13h}, ^\circ\text{C/ngày}$); (3) Nhiệt độ điểm sương lúc 13h hàng ngày ($T^d_{13h}, ^\circ\text{C/ngày}$); (4) Tổng lượng mưa ngày ($P, \text{mm/ngày}$); (5) Độ ẩm không khí bình quân ngày ($Rh, \%/ngày$); (6) Tốc độ gió bình quân ngày ($WS, \text{m/s/ngày}$). Các chỉ tiêu khí tượng này được thu thập từ ngày 01 tháng 12 năm trước đến ngày 30 tháng 5 năm sau. Thời gian thu thập số liệu trong 5 năm từ 2015 đến 2019. Tổng số 911 ngày. Các số liệu khí tượng được thu thập từ Đài khí tượng - Thủy văn Bảo Lộc.

2.2. Phương pháp xử lý số liệu

(1) Xác định mùa khô ở khu vực Bảo Lâm

Chỉ tiêu này được xác định theo chế độ khô ẩm của Thái Văn Trường (1998) [5]. Chế độ khô ẩm là tập hợp lượng mưa bình quân năm ($P, \text{mm/năm}$), chỉ số khô hạn (X) và độ ẩm tương đối bình quân thấp nhất của năm ($Rh, \%$). Chế độ khô ẩm được biểu diễn theo công thức 1; trong đó PA là lượng mưa bình quân năm (mm/năm), X là chỉ số khô hạn, Rh là độ ẩm tương đối bình quân thấp nhất của năm ($Rh, \%$). Chỉ số khô hạn (X) được biểu thị bằng công thức 2; trong đó S là số tháng khô. Tháng khô có lượng mưa $PS \leq 50 \text{ mm}$. Tham số A là số tháng hạn ($PA \leq 25 \text{ mm/tháng}$). Tham số D là số tháng kiệt ($PD \leq 5 \text{ mm/tháng}$). Sau đó xây dựng biểu đồ Gausson-Walter để xác định mùa khô ở khu vực Bảo Lâm. Mùa khô là những tháng có $P < 50 \text{ mm/tháng}$.

$$PA.X = X.Rh \quad (1)$$

$$X = S.A.D \quad (2)$$

(2) Xây dựng các hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng

Các hàm này được xây dựng theo hàm lập

nhóm tuyến tính Fisher. Các hàm lập nhóm hay hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng phải thỏa mãn 4 điều kiện cơ bản. Điều kiện 1: Các hàm lập nhóm phải có ít nhất 2 nhóm phân loại trở lên. Điều kiện 2: Các ngày trong mùa khô phải được phân loại sơ bộ vào 5 cấp nguy cơ cháy rừng. Điều kiện 3: Các biến dự đoán phải khác nhau rõ rệt giữa 5 cấp nguy cơ cháy rừng. Điều kiện 4: Các hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng phải có ít nhất 2 biến phân loại (dự đoán) trở lên. Điều kiện 1 được thỏa mãn bằng cách phân chia nguy cơ cháy rừng thành 5 cấp khác nhau. Điều kiện 2 được thỏa mãn bằng cách phân chia điều kiện thời tiết hàng ngày trong các tháng khô vào 5 cấp nguy cơ cháy rừng theo chỉ số phân hạng nguy cơ cháy rừng của Nesterov (công thức 3). Ở công thức 3, $P_{Nes(j)}$ là chỉ số phân hạng nguy cơ cháy rừng ở ngày thứ j ; n là số ngày có $P < 5$ mm; T_{j13} là nhiệt độ không khí lúc 13 giờ của ngày j ; T_{j13}^d là nhiệt độ điểm sương lúc 13 giờ của ngày j ; K là hệ số điều chỉnh theo lượng mưa. Hệ số $K = 0$ và 1 tương ứng với những ngày có $P > 5$ mm và $P < 5$ mm. Điều kiện 3 được kiểm định bằng tiêu chuẩn Wilk's Lamda (công thức 4); trong đó $SSE(1)$ là tổng các sai lệch bình phương của từng biến phân loại trong các nhóm, $SSE(2)$ là tổng các sai lệch bình phương của từng biến phân loại trong các nhóm gộp lại. Mức ý nghĩa của tiêu chuẩn Wilk's Lamda được xác định theo phân bố F với độ tự do $df_1 = (k \text{ nhóm} - 1)$ và $df_2 = (N - k \text{ nhóm})$. Khi $P < 0,05$, thì các biến

phân loại khác nhau rõ rệt giữa các nhóm hay các cấp nguy cơ cháy rừng.

$$P_{Nes(j)} = K \times \sum_{j=1}^n T_{13j} (T_{13j} - T_{13j}^d) \quad (3)$$

$$\text{Wilk's Lamda} = \frac{SSE_1}{SSE_2} \quad (4)$$

Để thỏa mãn điều kiện 4, trước hết xác định mức ý nghĩa của 4 biến khí tượng (T_j , P , R_h , WS) trong hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng bằng phương pháp lập nhóm từng bước. Giá trị T_j là lũy tích nhiệt độ không khí bình quân của các ngày trong mùa khô (công thức 5); trong đó T_i là nhiệt độ không khí bình quân của ngày i , $K = 0$ và 1 tương ứng với những ngày có $P > 5$ mm và $P < 5$ mm. Những biến dự đoán tối ưu phải có giá trị $F > 3,84$.

$$T_j = K \times \sum_{i=1}^j T_i \quad (5)$$

Khi thỏa mãn 4 điều kiện trên đây, các hàm phân chia 5 cấp nguy cơ cháy rừng từ I-V được xây dựng theo Hàm 6. Ở Hàm 6, $F^{(w)}$ là khoảng cách khác nhau cực đại của hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng thứ k ; X_i ($i=1-z$) là các biến dự đoán; a_0-a_z là các hệ số của các hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng. Các hệ số của hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng được xác định theo phương pháp khoảng cách của Mahalanobis. Cấp nguy cơ cháy rừng của ngày thứ j là hàm nhận giá trị $F^{(w)}_{Max}$.

$$F_j^{(k)} = a_0 + a_1 \times X_1^{(k)} + a_2 \times X_2^{(k)} + \dots + a_z \times X_z^{(k)} \quad (6)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm khí hậu ở khu vực Bảo Lâm

Nhiệt độ không khí (T , °C), lượng mưa (P , mm), độ ẩm không khí (R_h , %), số giờ nắng (N , giờ) và tốc độ gió (WS , m/s) từ tháng 1 đến tháng 12 ở khu vực Bảo Lâm được tổng hợp ở Bảng 1. Từ đó cho thấy, khu vực Bảo Lâm có T bình quân tháng là $22,3^{\circ}\text{C}$ /tháng, P bình quân tháng và cả năm tương ứng là 103 mm/tháng và 2.200 mm/năm, R_h bình quân năm là 87% , N bình quân tháng là 168 giờ/tháng và WS bình quân tháng là $1,3\text{m/s}$ /tháng. Lượng mưa

lớn xảy ra từ tháng 7 đến tháng 10. Theo phân loại chế độ khô ẩm của Thái Văn Trường (1998) [5], chế độ khô ẩm ở khu vực Bảo Lâm thuộc cấp II (Hơi ẩm = $1.200-2.500$ mm/năm); trong đó có 5 tháng khô ($PS < 50$ mm) từ tháng 12 năm trước đến tháng 4 năm sau, 3 tháng hạn ($Pa < 25$ mm; tháng I, II và XII) và không có tháng kiệt ($Pd < 5$ mm) (Hình 1). Lượng mưa bình quân của tháng 5 vẫn ở mức thấp ($P = 69$ mm) được xem là thời kỳ cuối mùa khô. Vì thế, mùa khô ở Bảo Lâm là 6 tháng từ tháng 12 năm trước đến tháng 5 năm sau.

Bảng 1. Một số đặc điểm khí hậu ở khu vực Bảo Lâm

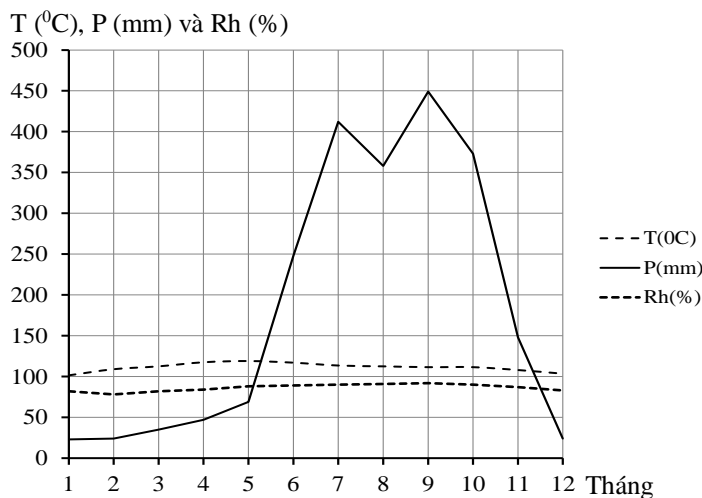
Tháng	T(°C)	P(mm)	Rh(%)	N(giờ)	WS(m/s)
1	20,3	23	82	193	1,4
2	21,8	24	78	216	1,3
3	22,5	35	82	203	1,2
4	23,5	47	84	195	1,0
5	23,8	69	88	182	1,2
6	23,4	248	89	162	1,2
7	22,7	412	90	142	1,4
8	22,5	358	91	143	1,3
9	22,3	449	92	114	1,3
10	22,3	373	90	136	1,0
11	21,6	148	87	143	1,4
12	20,7	24	83	185	1,3
Cả năm	22,3	103	87	168	1,3

Ghi chú: Số liệu thống kê trong 10 năm từ 2009 – 2019.

3.2. Phân cấp nguy cơ cháy rừng theo chỉ số của Nesterov

Những tính toán cho thấy phạm vi biến động của chỉ số $P_{Nes} = 0-15.000$ (làm tròn). Những ngày có $P = 0$ hay $P_{Nes} = 0$ được xếp vào cấp nguy cơ cháy rừng I (ít có khả năng cháy). Những ngày có $P_{Nes} = 1-15.000$ được phân chia thành 4 cấp; trong đó khoảng cách của mỗi cấp là 3.500. Chỉ số P_{Nes} tương ứng với 5 cấp nguy cơ cháy rừng được dẫn ra ở Bảng 2. Số ngày trong mỗi cấp nguy cơ cháy rừng được

tổng hợp ở Bảng 3. Từ đó cho thấy, tổng số ngày trong 6 tháng có nguy cơ cháy rừng là 911 ngày (100%); trong đó cấp nguy cơ cháy rừng I là 326 ngày (35,8%), cấp nguy cơ cháy rừng II là 440 ngày (48,3%), còn lại cấp nguy cơ cháy rừng III-V là 145 ngày (15,9%). Đặc điểm cơ bản của thời tiết ở 5 cấp nguy cơ cháy rừng theo chỉ số P_{Nes} được dẫn ra ở Bảng 4. Từ đó cho thấy, ba chỉ tiêu T, P và Rh giảm từ cấp nguy cơ cháy rừng I đến V, còn WS tăng dần từ cấp nguy cơ cháy rừng I đến V.



Hình 1. Biểu đồ Gauss-Walter biểu diễn ba yếu tố T, P và Rh từ tháng 1 đến tháng 12 ở khu vực Bảo Lâm. Giá trị $T = T_{Thực} \times 5$

Bảng 2. Phân chia 5 cấp nguy cơ cháy rừng theo chỉ số Nesterov (P_{Nes})

Cấp nguy cơ cháy rừng	Cấp chỉ số P_{Nes}	Mức nguy cơ cháy rừng
I	0	Không có nguy cơ cháy rừng
II	1-3.500	Nguy cơ cháy rừng thấp
III	3.501 - 7.000	Nguy cơ cháy rừng trung bình
IV	7.001 - 10.500	Nguy cơ cháy rừng cao
V	> 10.501	Nguy cơ cháy rừng rất cao

Bảng 3. Số ngày phân bố vào 5 cấp nguy cơ cháy rừng ở khu vực Bảo Lâm

Cấp nguy cơ cháy rừng	Số ngày	Tỷ lệ (%)
I	326	35,8
II	440	48,3
III	91	10,0
IV	35	3,8
V	19	2,1
Tổng số	911	100

Ghi chú: I - V là cấp nguy cơ cháy rừng theo chỉ số P_{Nes} .

Bảng 4. Đặc điểm thời tiết ở 5 cấp nguy cơ cháy rừng theo chỉ số P_{Nes}

Cấp nguy cơ cháy rừng	T(°C)	T_{13h} (°C)	P(mm)	Rh(%)	Rh_{13h} (%)	WS(m/s)
I	26,7	30,8	115	78	61	2,5
II	26,0	30,1	0	77	59	2,9
III	25,7	29,7	0	77	57	2,4
IV	25,9	29,1	0	75	50	3,3
V	21,7	28,1	0	76	41	4,4

Ghi chú: T và T_{13} = Nhiệt độ không khí bình quân ngày và lúc 13 giờ; P = Lượng mưa hàng ngày; Rh và R_{13} = Độ ẩm không khí bình quân ngày và lúc 13 giờ; WS = Tốc độ gió bình quân ngày.

3.3. Phân cấp nguy cơ cháy rừng theo hàm lập nhóm

Theo tiêu chuẩn Wilks' Lambda, ba biến (TJ, WS, P) khác nhau rất rõ rệt ($P_\alpha < 0,01$) giữa 5 cấp nguy cơ cháy rừng, còn Rh khác nhau không rõ rệt ($P_\alpha = 0,172$) (Bảng 5). Vì thế, ba biến TJ, WS và P được sử dụng để xây dựng 5 hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng (Hàm 7 – 11

ở Bảng 6). Đồ thị phân chia 5 cấp nguy cơ cháy rừng theo 5 hàm lập nhóm này được biểu diễn ở Hình 2; trong đó hàm hợp quy 1 và 2 là hai hàm để tính điểm số phân loại của các ngày theo 5 cấp nguy cơ cháy rừng. Hình 2 cho thấy trung tâm và ranh giới giữa 5 cấp nguy cơ cháy rừng khác nhau rất rõ rệt.

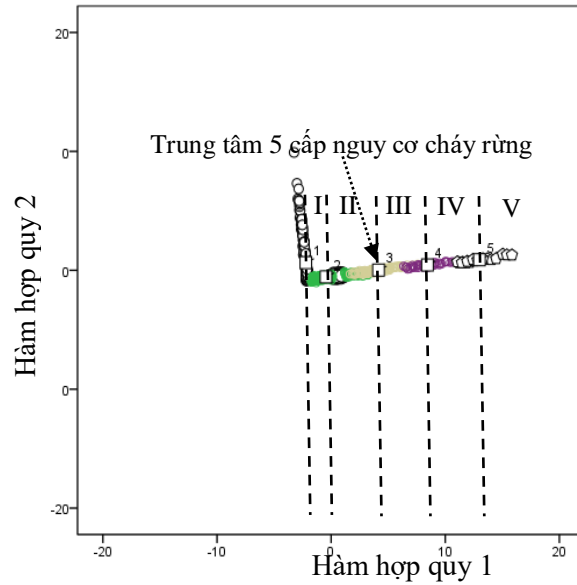
Bảng 5. Kiểm định sự khác nhau của các biến phân loại giữa 5 cấp nguy cơ cháy rừng

Biến khí tượng	Wilks' Lambda	F	df1	df2	P_α
TJ	0,057	3764,5	4	906	0,001
WS	0,950	11,9	4	906	0,001
P	0,695	99,5	4	906	0,001
Rh	0,041	1,6	4	906	0,172

Ghi chú: Wilks' Lambda = Thống kê sai khác giữa các nhóm; df1 và df2 = Độ tự do; P_α = Mức ý nghĩa thống kê.

Bảng 6. Các hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng với 3 biến dự đoán

Cấp nguy cơ cháy rừng	Các hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng:	Hàm
I	$F_j^{(1)} = -0,003 \times TJ + 1,433 \times WS + 0,017 \times P - 4,423$	(7)
II	$F_j^{(2)} = 0,035 \times TJ + 1,487 \times WS + 0,001 \times P - 4,907$	(8)
III	$F_j^{(3)} = 0,144 \times TJ + 1,468 \times WS + 0,001 \times P - 23,212$	(9)
IV	$F_j^{(4)} = 0,273 \times TJ + 0,903 \times WS + 0,001 \times P - 71,021$	(10)
V	$F_j^{(5)} = 0,426 \times TJ + 1,464 \times WS + 0,001 \times P - 170,52$	(11)



Hình 2. Biểu đồ phân chia 5 cấp nguy cơ cháy rừng ở khu vực Bảo Lâm

Khi thay thế 3 biến TJ, WS và P của 911 ngày vào 5 Hàm 7-11 ở Bảng 6, xác định được số ngày phân bố vào 5 cấp nguy cơ cháy rừng (Bảng 7). Từ đó cho thấy, số ngày được phân chia chính xác vào 5 cấp nguy cơ cháy rừng I, II, III, IV và V tương ứng là 326 ngày (100%), 379 ngày (99,0%), 121 ngày (95,3%), 49 ngày (100%) và 26 ngày (100%). Nói chung, 5 Hàm 7-11 phân loại chính xác 98,9% các ngày trong mùa khô vào 5 cấp nguy cơ cháy rừng. Số ngày phân loại không chính xác là 10 ngày (1,1%).

Đặc điểm thời tiết của 5 cấp nguy cơ cháy rừng theo hàm lập nhóm được tóm tắt ở Bảng 8. So sánh số liệu ở Bảng 4 và Bảng 8 cho thấy không có sự khác biệt rõ rệt về điều kiện thời tiết được phân loại theo chỉ số P_{Nes} của

Nesterov và các hàm lập nhóm. Nhiệt độ không khí bình quân ngày giảm rõ rệt từ cấp nguy cơ cháy rừng I ($26,7^{\circ}C$) đến V ($22,8^{\circ}C$). Lượng mưa giảm rõ rệt từ cấp nguy cơ cháy rừng I (115 mm/ngày) đến V (0 mm/ngày). Độ ẩm không khí giảm nhẹ từ cấp nguy cơ cháy rừng I (78%/ngày) đến V (76%/ngày). Tốc độ gió nâng cao rõ rệt từ cấp nguy cơ cháy rừng I (2,5 m/s/ngày) đến V (4,0 m/s/ngày). Nói chung, nhiệt độ không khí bình quân ngày chênh lệch giữa các cấp nguy cơ cháy rừng từ $0,5-4^{\circ}C$. Lượng mưa khác nhau rất rõ rệt giữa các cấp nguy cơ cháy rừng. Chênh lệch độ ẩm không khí giữa các cấp nguy cơ cháy rừng khoảng 1-2%. Chênh lệch tốc độ gió giữa các cấp nguy cơ cháy rừng khoảng 0,5-1,5 m/s.

Bảng 7. Kết quả phân chia 5 cấp nguy cơ cháy rừng theo các hàm lập nhóm

		Cấp nguy cơ cháy rừng					Tổng số
		I	II	III	IV	V	
Số ngày	I	326					326
	II		379	4			383
	III			121	6		127
	IV				49		49
	V					26	26
%	I	100					100
	II		99,0	1,0			100
	III			95,3	4,7		100
	IV				100		100
	V					100	100

Bảng 8. Đặc điểm thời tiết ở 5 cấp nguy cơ cháy rừng theo các hàm lập nhóm

Cấp nguy cơ cháy rừng	T(°C)	T _{13h} (°C)	P(mm)	Rh(%)	Rh _{13h} (%)	WS(m/s)
I	26,7	30,8	115	78	61	2,5
II	26,0	30,3	0	77	59	2,8
III	25,6	29,4	0	75	58	3,2
IV	25,9	29,6	0	76	54	2,5
V	22,8	28,3	0	76	42	4,0

Ghi chú: T và T₁₃ = Nhiệt độ không khí bình quân ngày và lúc 13 giờ; P = Lượng mưa hàng ngày; Rh và R₁₃ = Độ ẩm không khí bình quân ngày và lúc 13 giờ; WS = Tốc độ gió bình quân ngày.

3.4. Thảo luận và áp dụng kết quả nghiên cứu

3.4.1. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng tổng lượng mưa bình quân tháng ở khu vực Bảo Lâm từ tháng 12 năm trước đến tháng 4 năm sau ở mức P < 50 mm/tháng. Lượng mưa vào tháng 5 vẫn xảy ra ở mức thấp (P < 70 mm/tháng). Vì thế, mùa khô ở khu vực Bảo Lâm kéo dài 6 tháng từ tháng 12 năm trước đến tháng 5 năm sau. Đây là thời kỳ có nguy cơ cháy rừng. Số ngày rơi vào 5 cấp nguy cơ cháy rừng được phân loại theo chỉ số P_{Nes} của Nesterov (Bảng 3) và các hàm lập nhóm (Bảng 7) không khác nhau ở cấp nguy cơ cháy rừng I, nhưng khác nhau khá lớn ở 4 cấp nguy cơ cháy rừng II-V. Sự khác nhau này là do phương pháp phân cấp nguy cơ cháy theo chỉ số P_{Nes} của Nesterov phụ thuộc vào cách phân chia khoảng cách giữa các cấp của chỉ số P_{Nes}. Trái lại, các hàm lập nhóm phân chia 5 cấp nguy cơ cháy rừng dựa theo sự khác biệt của ba biến TJ, WS và P. Theo hàm lập nhóm, những ngày có TJ, WS và P khác nhau không rõ rệt (P < 0,05) đều được xếp vào cùng một cấp nguy cơ cháy rừng. Phương pháp hàm lập nhóm có 4 ưu điểm chính: (1) Ba yếu tố khí tượng (TJ, WS và P) của ngày hiện tại trong các tháng khô được thu thập dễ dàng thông qua các bản tin

dự báo thời tiết hàng ngày; (2) Ba yếu tố khí tượng (TJ, WS và P) trong các ngày của tuần tiếp theo cũng có thể nhận được từ các bản tin dự báo thời tiết theo tuần; (3) Các hàm được tính toán dễ dàng bằng phần mềm Excel và SPSS For Window; (4) Chi phí thấp về nhân lực và vốn đầu tư để thu thập và xử lý số liệu. Ngày nay, các Ban quản lý rừng và Chi cục kiểm lâm ở các tỉnh đều quản lý rừng bằng bản đồ kỹ thuật số. Bằng cách tích hợp các hàm phân cấp nguy cơ cháy rừng vào bản đồ kỹ thuật số trên máy tính, các cấp quản lý rừng ở mức địa phương và quốc gia đều có thể chủ động dự báo các cấp nguy cơ cháy rừng hàng ngày và tuần trong các tháng khô.

Điều kiện thời tiết của các tháng trong năm thay đổi theo quy luật nhất định. Tương tự, nguy cơ cháy rừng trong các tháng khô cũng biến đổi theo quy luật nhất định. Theo quy luật này, các cấp nguy cơ cháy rừng ở các tháng khô của năm trước có thể được sử dụng để dự báo gần đúng các cấp nguy cơ cháy rừng ở các tháng khô của năm sau. Hiện nay khí hậu đang biến đổi một cách thất thường. Điều đó cũng dẫn đến các cấp nguy cơ cháy rừng vào mùa khô của các năm khác nhau cũng thay đổi khá lớn (Bảng 9).

Bảng 9. Biến động cấp nguy cơ cháy rừng ở khu vực Bảo Lâm theo năm

Tháng	Năm 2017			Năm 2019		
	Cấp nguy cơ cháy rừng bình quân	Min	Max	Cấp nguy cơ cháy rừng bình quân	Min	Max
12	2	1	3	4	2	5
1	2	1	2	2	1	3
2	2	1	3	3	1	4
3	2	1	3	2	1	2
4	1	1	2	1	1	2
5	1	1	2	1	1	2

Ghi chú: Tháng 12 = Tháng 12 của năm trước; 1-5 = Tháng 1 đến tháng 5 của năm hiện tại.

Số liệu ở Bảng 9 cho thấy nguy cơ cháy rừng ở khu vực Bảo Lâm vào các tháng mùa khô của năm 2017 dao động từ cấp I đến cấp III. Trái lại, nguy cơ cháy rừng vào các tháng mùa khô của năm 2019 dao động từ cấp I đến cấp V. Số liệu của hai năm 2017 và 2019 cho thấy nguy cơ cháy rừng cao ở khu vực Bảo Lâm xảy ra từ tháng 12 năm trước đến tháng 2 năm sau.

3.4.2. Áp dụng kết quả nghiên cứu

Nghiên cứu này đề xuất sử dụng 5 Hàm 7-11 để phân cấp nguy cơ cháy rừng ở khu vực Bảo Lâm. Các cấp nguy cơ cháy rừng trong các ngày của các tháng khô được xác định theo 5 bước. Bước 1: Thu thập ba chỉ tiêu khí tượng

(T, WS và P) của các ngày trong các tháng mùa khô. Ba chỉ tiêu này của các ngày trong tuần tiếp theo có thể thu thập từ các bản tin dự báo thời tiết theo tuần. Bước 2: Cộng lũy tích nhiệt độ không khí bình quân theo các ngày (TJ, °C) từ công thức 4; trong đó ngày bắt đầu tính TJ là ngày 1 tháng 12 năm trước. Bước 3: Xác định cấp nguy cơ cháy rừng bằng cách thay thế ba biến TJ, WS và P vào 5 Hàm 7-11 (Bảng 6) và tính các giá trị F^k của 5 hàm này. Bước 4: Xác định cấp nguy cơ cháy rừng. Cấp nguy cơ cháy rừng của ngày thứ J trong tháng mùa khô là hàm nhận giá trị F^(k) lớn nhất. Bảng 10 dẫn ví dụ xác định các cấp nguy cơ cháy rừng theo 5 Hàm 7-11.

Bảng 10. Dự báo các cấp nguy cơ cháy rừng theo hàm lập nhóm

Biến dự đoán			Giá trị F ^(k) của 5 hàm lập nhóm					Cấp nguy cơ cháy rừng
TJ	WS	P	1	2	3	4	5	
0	2,8	0	-0,4	-0,7	-19,1	-68,5	-166,4	I
100	2,3	0	-1,4	2,0	-5,4	-41,6	-124,6	II
231	2,3	0	-1,8	6,6	13,4	-5,9	-68,7	III
547	3	0	-1,8	18,7	60,0	81,0	66,9	IV
655	2	0	-3,5	21,0	74,0	109,6	111,4	V

Ghi chú: TJ (°C) = Lũy tích nhiệt độ không khí bình quân theo ngày; WS (m/s) = Tốc độ gió bình quân ngày; P (mm/ngày) = Tổng lượng mưa hàng ngày.

4. KẾT LUẬN

Mùa khô ở khu vực Bảo Lâm kéo dài khoảng 6 tháng từ tháng 12 năm trước đến tháng 5 năm sau. Đây là thời kỳ có nguy cơ cháy rừng. Các cấp nguy cơ cháy rừng ở khu vực Bảo Lâm có thể được dự báo theo 5 hàm sau đây: F_J⁽¹⁾ = -0,003×TJ + 1,433×WS + 0,017×P - 4,423; F_J⁽²⁾ = 0,035×TJ + 1,487×WS + 0,001×P - 4,907; F_J⁽³⁾ = 0,144×TJ + 1,468×WS + 0,001×P - 23,212; F_J⁽⁴⁾ = 0,273×TJ + 0,903×WS + 0,001×P - 71,021; F_J⁽⁵⁾ = 0,426×TJ + 1,464×WS + 0,001×P - 170,52; trong đó TJ là lũy tích nhiệt độ không khí bình quân ngày, P là tổng lượng mưa ngày và WS là tốc độ gió bình quân ngày. Các hàm lập nhóm phân chia các ngày trong mùa khô vào 5 cấp nguy cơ cháy rừng với độ chính xác 98,9%. Ở khu vực Bảo Lâm, nguy cơ cháy rừng ở mức lớn đến cực kỳ nguy hiểm xảy ra từ giữa tháng 12 năm trước đến tháng 2 năm sau. Nguy cơ cháy rừng từ tháng 3 đến tháng

5 chỉ ở các cấp I và II. Nhóm tác giả kiến nghị các cơ sở lâm nghiệp ở khu vực Bảo Lâm có thể sử dụng kết quả của nghiên cứu này để phân cấp nguy cơ cháy rừng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Ngô Quang Đê, Lê Đăng Giảng & Phạm Ngọc Hưng (1983). Giáo trình Phòng cháy, chữa cháy rừng. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
 [2]. Phạm Ngọc Hưng (2001). Thiên tai khô hạn cháy rừng và giải pháp phòng cháy chữa cháy rừng ở Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
 [3]. L Shu & X Kou (2001). Study of the pattern of special forest fire behavior by using satellite remote sensing. Fire Safety Science. 10(3): 4-140
 [4]. Yundan Xiao, Xiongqing Zhang & Ping Ji (2015). Modeling forest fire occurrences using count-data mixed models in qiannan autonomous prefecture of Guizhou Province in China. PLoS One. 10(3): e0120621.
 [5]. Thái Văn Trường (1998). Những hệ sinh thái rừng nhiệt đới ở Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.