

پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی مراتع و جنگلها با استفاده از GIS و مدل AHP (مطالعه موردی: پارک ملی بמו)

حسن بهزادی^۱، سعید محتشم‌نیا^{۲*} و حسین قره‌داغی^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، فارس، ایران

۲- نویسنده مسئول، استادیار، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، فارس، ایران

پست الکترونیک: Mohtasham@iaua.ac.ir

۳- استادیار، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، فارس، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۴

تاریخ دریافت: ۹۶/۴/۲۱

چکیده

پارک ملی بمو در استان فارس شاهد بروز سالانه حریق و تکرار آن در سال‌های متمادی است. با توجه به اهمیت حفظ پارک و مجاورت آن با پالایشگاه شیراز، اقدام به پهنه‌بندی خطر حریق با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسه مراتبی گردید. با در نظر گرفتن عوامل چهارگانه فیزیوگرافی (ارتفاع، شیب، جهت)، اقلیم (دما و باران)، عوامل انسانی (گردشگری، نواحی صنعتی، مناطق نظامی، مناطق مسکونی و جاده‌ها) و مواد سوختی (نوع تپ و تراکم پوشش گیاهی) و وزن‌دهی بر اساس لایه‌های رقومی، نظرات کارشناسی و تکمیل پرسشنامه‌ها و تلفیق لایه‌های تولیدی، نقشه نهایی پهنه‌بندی حریق بر مبنای طبقه‌بندی از ۰ تا ۱۰۰ به صورت بدون خطر (۰-۲۰)، کم‌خطر (۲۰-۴۰)، خطر متوسط (۴۰-۶۰)، خطرناک (۶۰-۸۰) و بسیار خطرناک (۸۰-۱۰۰) تهیه گردید. نتایج نشان داد ۲۳/۳٪ (۱۴۲۶۳ هکتار) از محدوده در پهنه خطرناک و ۲۰/۲۵٪ در بسیار خطرناک (۲/۸۴) قرار دارد. ارزیابی دقت و صحت مدل تهیه‌شده نشان می‌دهد که ۷۶/۶۰٪ از سطح محدوده‌ای که قبلاً دچار حریق شده در پهنه‌های خطرناک و بسیار خطرناک واقع شده و این موضوع بیانگر تطبیق واقعیت زمینی با نقشه‌های تهیه‌شده است. با توجه به ایجاد ارتباط منطقی بین نواحی خطر با مکان‌های واقعی می‌توان موفقیت این روش را اثبات کرد. از این رو پیشنهاد می‌گردد نسبت به تدوین برنامه مدیریت بحران به‌طور ویژه و افزایش تجهیزات و نیروی انسانی در جهت جلوگیری از بروز حریق و گسترش آن در پهنه‌های خطرناک و بسیار خطرناک منطقه اقدام نمود.

واژه‌های کلیدی: GIS، آتش‌سوزی، مراتع و جنگلها، AHP، پارک ملی بمو.

مقدمه

رفتن و یا کاهش کمی و کیفی خدمات منابع طبیعی می‌گردد، اصطلاحاً تخریب یا آسیب منابع طبیعی گفته می‌شود (Almedia, 1994). جنگلها و مراتع کشور نیز از این پدیده مستثنی نبوده و بر اساس گزارش فائو هر ساله حدود ۶ درصد از جنگل‌های ایران بر اثر حریق از بین می‌روند (Gholami

اصولاً پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی همیشه در معرض آسیب‌های طبیعی و انسانی قرار دارد و بر این اساس به هرگونه تغییرات مضر و قابل اندازه‌گیری در کیفیت فیزیکی و شیمیایی و یا توان زیستی عرصه‌های منابع طبیعی که موجب از دست

در تحقیقی به بررسی سرعت گسترش آتش در جنگل‌های پهن‌برگ پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد با افزایش سرعت باد، سرعت گسترش حریق سطحی به صورت تصاعدی افزایش می‌یابد. ضمن اینکه ضخامت برگ نیز در افزایش و کاهش سرعت باد بسیار اهمیت دارد (Nasiri *et al.*, 2012). Heydari و Ghorbani در سال ۲۰۱۳، در تحقیقی به بررسی تأثیر حریق بر کیفیت خاک مراتع استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد هدایت آب و نفوذ آب به لایه‌های زیرین خاک با حریق کاهش معنی‌داری می‌یابد (Ghorbani & Heydari, 2013). Gravand و همکاران، در سال ۲۰۱۳ در تحقیقی به بررسی الگوی مکانی حریق با تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی و دورکاوی در اراضی طبیعی استان لرستان پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد استفاده از روش K رایلی به مراتب بهتر می‌تواند راهنمای مدیریت مناطق پرخطر باشد (Gravand *et al.*, 2013). Faramarzy و همکاران، در سال ۲۰۱۳ در تحقیقی به پهنه‌بندی مخاطره آتش‌سوزی پارک ملی گلستان با استفاده از روش رگرسیون لجستیک پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد همبستگی بیشتری میان مناطق آتش‌گرفته با میزان تجمع مواد آلی و هدایت الکتریکی خاک وجود دارد (Faramarzy *et al.*, 2013). Duarte و Teodoro در سال ۲۰۱۳ در تحقیقی اقدام به ایجاد نقشه خطر حریق جنگل با استفاده از لایه‌های رقومی احتمال، حساسیت، خطر، آسیب‌پذیری، ارزش اقتصادی، توان بالقوه و درنهایت تهیه نقشه خطر حریق جنگل در محیط Quantom GIS کردند (Duarte & Teodoro, 2013). Malik و همکاران، در سال ۲۰۱۳ در تحقیقی با تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی و دورکاوی در جنگل‌های کانسراو و پارک ملی راجاجی هندوستان اقدام به پهنه‌بندی خطر حریق با استفاده از دو فناوری فوق نمودند (Malik *et al.*, 2013). Rafiee و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی صفات گیاهان مقاوم، سازگار و حساس به آتش پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد از میان ۵۸ صفت فنولوژیکی، مورفولوژیکی و تولیدمثلی گونه‌های گیاهی انتخاب شده چهار نوع واکنش متفاوت

بنابراین در صورت وجود اطلاعات جامع از بروز حریق در عرصه‌های طبیعی در نقاط مختلف کشور می‌توان با استفاده از روش‌های تحلیل مکانی نسبت به تعیین نواحی پرخطر و طبقه‌بندی آنها اقدام کرد. حریق عبارت است از سوختن شدید مواد سوختنی یا آتشی ناخواسته و از کنترل خارج شده که معمولاً با دود، حرارت و نور زیاد همراه است که عمدتاً از یک منبع حرارتی کنترل‌ناپذیر یا منبع حرارتی معین کنترل‌شده‌ای سرچشمه گرفته و با نیروی حرارتی خود گسترش می‌یابد. حریق برآیند همزمان سه عامل ماده سوختنی، اکسیژن و انرژی اولیه است که اصطلاحاً مثلث حریق می‌نامند (Faramarzy *et al.*, 2014). در عرصه‌های منابع طبیعی حریق عمدتاً شامل آتش‌سوزی طبیعی از قبل برنامه‌ریزی‌شده، انسان‌ساخت و عمدی است که بر اساس مکان آن به انواع سطحی، تاجی، تنه‌ای و ریشه‌ای تقسیم می‌شود. با توجه به اهمیت رخداد حریق در عرصه‌های منابع طبیعی تحقیقات متعددی از سوی محققان در سال‌های اخیر انجام شده است. Mohammadi و همکاران، در سال ۲۰۱۱ موفق به تهیه نقشه خطر آتش‌سوزی جنگل‌های شهرستان پاره با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی در پنج طبقه از دامنه خطر آتش‌سوزی از خیلی زیاد تا خیلی کم شدند. نتایج آنان نشان داد که ۹۰ درصد از مناطق آتش‌گرفته در پهنه‌هایی با خطر زیاد قرار دارند (Mohammadi *et al.*, 2011). Mansouri و همکاران، در سال ۲۰۱۱ در تحقیقی با تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی و دورکاوی به تدوین برنامه جامع مدیریت بحران حریق در جنگل‌ها اقدام کردند. نتایج نشان داد با تدوین برنامه مدیریت بحران می‌توان در سه مرحله عملیاتی قبل از وقوع، زمان وقوع و بعد از وقوع به مدیریت آتش اقدام کرد (Mansouri *et al.*, 2011). Mahdavi و همکاران، در سال ۲۰۱۱ در تحقیقی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی اقدام به پهنه‌بندی حریق در مراتع استان ایلام کردند. نتایج تحقیق آنان نشان داد ۴۰ تا ۵۰ درصد حریق‌های بزرگ در مناطقی با خطر ریسک زیاد رخ داده است (Mahdavi *et al.*, 2011). Nasiri و همکاران، در سال ۲۰۱۲

و اهمیت حفظ و نگهداری از عرصه‌های طبیعی و به‌ویژه مناطق حفاظت‌شده، ضروری است با تلفیقی از فناوری‌های نوین و تحلیل‌های سلسله مراتبی اقدام به ارائه طرح‌های تحقیقاتی در مورد مکان‌یابی مناطق مستعد به حریق در سطح اراضی جنگلی مرتعی کشور نمود.

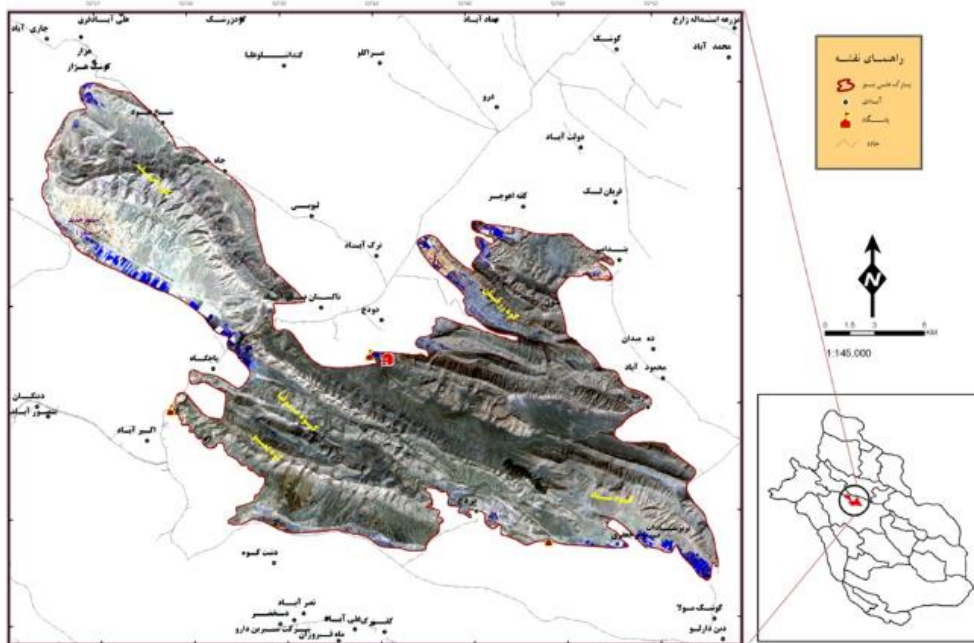
مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

پارک ملی بمو با مساحت ۴۶۹۱۳ هکتار در شمال شرقی شهر شیراز با مختصات طول جغرافیایی و ۲۹°۳۶' تا ۲۹°۵۳' عرض جغرافیایی واقع شده است (شکل ۱). میانگین ده سالانه بارندگی ۲۳۵/۵ میلی‌متر می‌باشد. از نظر فلورستیک این پارک مشتمل بر ۳۵۰ گونه گیاهی در ۵۸ تیره است که ۵۱ گونه آن بومی منطقه بوده که نشان از غنای ژنتیکی آن دارد (Golami et al., 2013). محدوده پارک فاقد کاربری مسکونی است، اما در حریم پارک ۲۰ پارچه آبدی مسکونی و شهرک‌های رکن‌آباد، سعدی و شهرستان‌های زرقان، لپویی، شهریار و شهر جدید صدرا قرار دارد. در حال حاضر در حدود ۱۸۰۰۰ هکتار از اراضی محدوده پارک مورد تجاوز جوامع انسانی، ارگان‌های دولتی و مؤسسات عمومی بوده و یا عملاً اعمال فعالیت‌های حفاظتی از سوی مسئولان استان، روند حفاظت را دچار اختلال کرده است.

به‌منظور پهنه‌بندی نیاز به تهیه نقشه‌های پایه در محیط نرم‌افزاری ArcGIS10 و وزن‌دهی عوامل مؤثر در ایجاد و گسترش حریق با استفاده از پرسشنامه و انعکاس نظرات کارشناسی بر اساس معیارهای جدول ۱، شناسایی منابع و معیارهای ایجاد و گسترش حریق، وزن‌دهی معیارها با استفاده از مدل AHP در محیط Expert Choice، تهیه لایه‌های رقومی جدید، تلفیق لایه‌ها و در نهایت استخراج نقشه نهایی پهنه‌بندی خطر ریسک حریق در عرصه‌های طبیعی بر اساس شکل ۲ است (Mohammadi et al., 2009). با توجه به مقادیر کمی و وزن هر یک از عوامل، نقشه وزنی مربوطه تهیه و بعد نسبت به تهیه ماتریس مقایسه‌ای اقدام گردید و مشخصه‌ها به صورت زوجی مقایسه و وزن نسبی آنها به‌طور نظری تعیین شد.

مشاهده شد که بیانگر اهمیت نقش صفات مذکور در مقاومت به آتش‌سوزی در مراتع است (Rafiee et al., 2015). Goudarzi و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی اثر آتش‌سوزی بر روی پوشش علف‌گندمی‌های مراتع کردن استان البرز پرداختند. نتایج آنان نشان داد آتش‌سوزی در درازمدت روی گندمیان اثر مثبت دارد (Goudarzi et al., 2015). Payandeh و همکاران در سال ۲۰۱۵ در تحقیقی به بررسی علل بروز حریق در جنگل‌های استان مازندران پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد عامل اصلی بروز حریق انسان و عمده حریق‌های انجام شده در طی ماه‌های خشک بوده است. ضمناً شیب‌های ۳۰ تا ۵۰٪ به‌ویژه در دامنه‌های جنوبی بیشترین تعداد حریق را دربر داشته است (Payandeh et al., 2015). Aijin و همکاران در سال ۲۰۱۶ با تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی و دورکاوی به بررسی توان بروز حریق در منطقه حفاظت‌شده ایدوکی در کشور هندوستان پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر حریق در جنگل‌ها و تهیه پایگاه‌های داده از آن می‌تواند گام مهمی در حل مسئله حریق و کنترل اصولی آن باشد (Aijin et al., 2016). Chuvieco و Eskandari در سال ۲۰۱۵ به بررسی وقوع حریق و خطرات آن در عرصه‌های منابع طبیعی با استفاده از اطلاعات مکانی پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد عرصه‌هایی که سابق بر این خطر حریق و شیوع آن را تجربه کرده‌اند مستعد بروز حریق‌های دیگر نیز می‌باشند (Chuvieco & Eskandari, 2015). Akay و همکاران در سال ۲۰۱۷ در تحقیقی اقدام به تهیه نقشه خطر حریق براساس تحلیل سلسله مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی کردند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که نوع گونه و اشکوب جنگلی بیشترین و جهت شیب کمترین تأثیر را در آغاز حریق و توسعه آن داشته‌اند (Akay et al., 2017). در استان فارس با توجه به وسعت اراضی جنگلی و مرتعی، میزان تخریب در سال ۱۳۹۲ در اثر این رخداد ۱۴۰۰ هکتار بوده که براساس آمار اداره کل منابع طبیعی فارس روند بروز حریق سیر نزولی طی کرده، به‌طوری که تعداد حریق‌ها از ۳۵ مورد به ۲۳ مورد در سال ۱۳۹۶ کاهش یافته است. با توجه به توضیحات اخیر

نسبت‌های یادشده با مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ براساس جدول ۱ و ۲ بیان می‌شود (Aijin, 2016; Akay, 2017). در نهایت دامنه و نقشه خطر آتش‌سوزی مراتع پارک ملی بمو از بسیار زیاد تا بسیار کم به‌دست آمد.



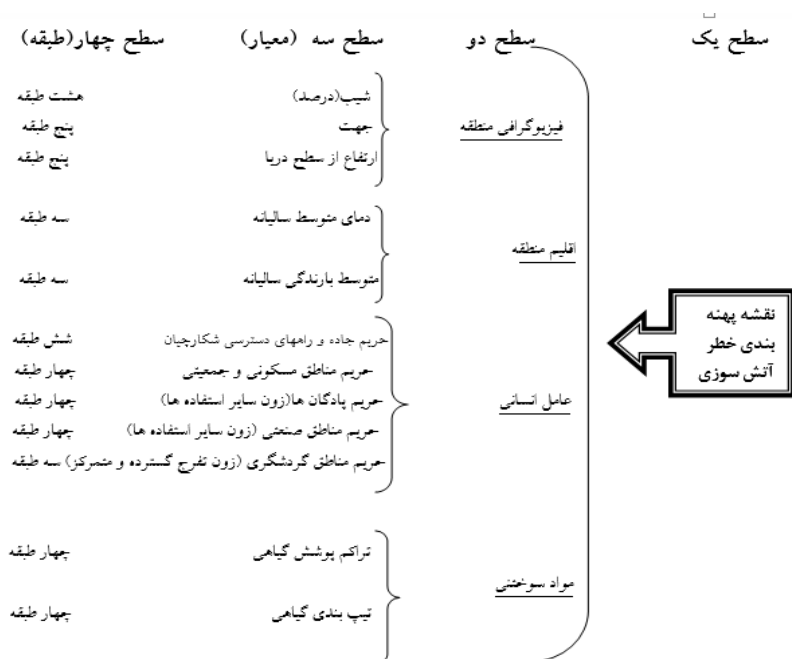
شکل ۱- محدوده پارک ملی بمو

جدول ۱- مقادیر ترجیحات برای مقایسات زوجی عوامل

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم یا کاملاً مطلوب
۷	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهمتر یا کمی مطلوب
۱	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲,۴,۶,۸	ترجیحات بین فواصل قوی

جدول ۲- معیارها و اوزان مورد استفاده در AHP

وزن معیار	معیار
۰/۱۶۳	شاخص تراکم پوشش گیاهی
۰/۱۴۳	حریم پادگان
۰/۱۳۳	درصد شیب
۰/۱۲۳	جهت شیب
۰/۱۰۷	حریم جاده و راه دسترسی
۰/۱۰۱	حریم مناطق مسکونی
۰/۰۵۲	دما
۰/۰۵۱	تیپ بندی گونه های گیاهی
۰/۰۳۸	گردشگری
۰/۰۳۴	بارندگی
۰/۰۲۷	حریم واحدهای صنعتی
۰/۰۲۵	ارتفاع از سطح دریا
۱	مجموع

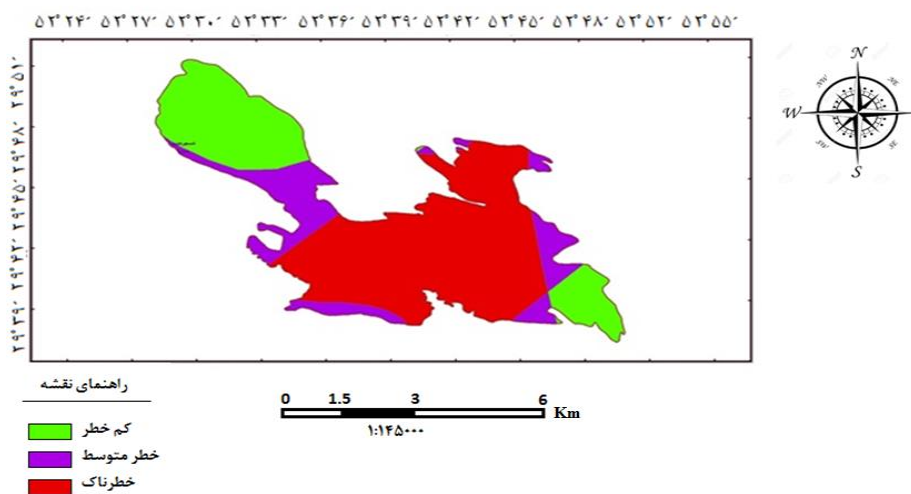


شکل ۲- منابع و معیارهای مورد استفاده

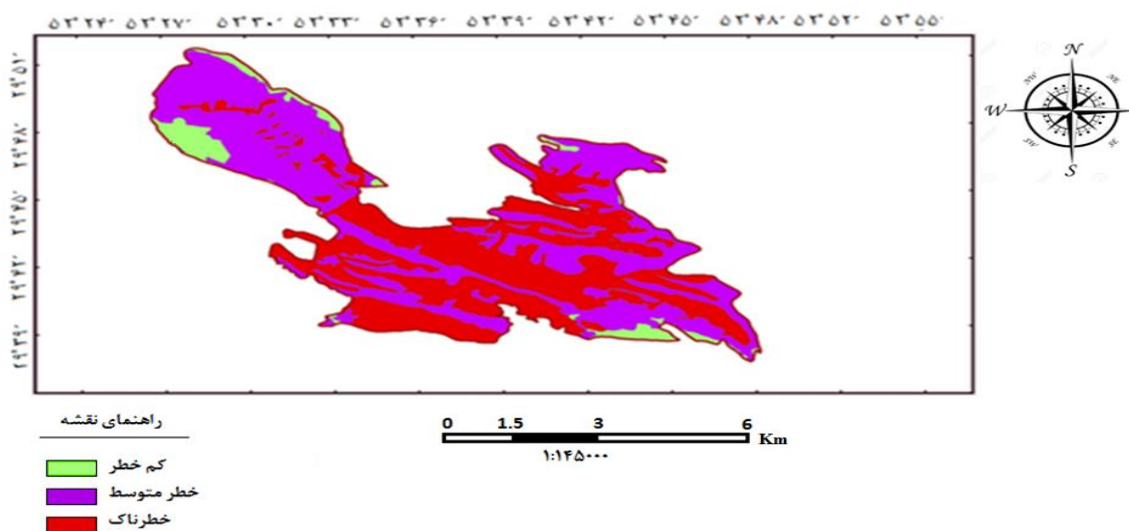
نتایج

نتایج وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها نشان داد بر مبنای سطح ۲، به ترتیب عامل اقلیم و مواد سوختی دو عامل مؤثر در ایجاد حریق در منطقه می‌باشند. براین اساس نقشه‌های پهنه‌بندی حساسیت به حریق بر مبنای اقلیم و مواد سوختی به شرح شکل‌های ۳ و ۴ و جدول ۳ است.

در بخش شناسایی منابع و معیارها از چهار عامل فیزیوگرافی، انسانی، اقلیمی و سوختی براساس شکل ۲ استفاده شد. ضمن اینکه بر اساس پایش میدانی و برداشت مختصات جغرافیایی محدوده‌های دارای سابقه حریق، زون‌بندی نهایی بر اساس صفر تا ۲۰ (بدون خطر)، ۲۰ تا ۴۰ (کم خطر)، ۴۰ تا ۶۰ (متوسط خطر)، ۶۰ تا ۸۰ (خطرناک) و ۸۰ تا ۱۰۰ (پرخطر) طبقه‌بندی شد.



شکل ۳- نقشه حساسیت به حریق بر مبنای عوامل اقلیمی



شکل ۴- نقشه حساسیت به حریق بر مبنای مواد سوختی

جدول ۳- طبقه‌بندی منطقه مورد مطالعه بر مبنای سطح ۲

درصد	مساحت (هکتار)	طبقات	مبنای سطح ۲
۴۹,۱۷	۲۳۰۶۵	کم خطر	مبنای فیزیوگرافی
۱۶,۵۴	۷۷۶۲	خطر متوسط	
۳۴,۲۹	۱۶۰۸۶	خطرناک	
۲۷,۲۳	۱۲۷۸۲۱	کم خطر	مبنای اقلیم
۱۷,۴۴	۸۱۸۱	خطر متوسط	
۵۵,۳۳	۲۵۹۵۱	خطرناک	
۴۹,۳۶	۲۳۱۵۷	کم خطر	مبنای عوامل انسانی
۴۱,۳	۱۹۳۷۵	خطر متوسط	
۹,۳۴	۴۳۸۱	خطرناک	
۶	۲۸۱۰	کم خطر	مبنای مواد سوختنی
۴۹	۲۲۹۳۳	خطر متوسط	
۴۵	۲۱۱۷۰	خطرناک	

خطر)، ۲۰ تا ۴۰ (کم خطر) ۰ تا ۶۰ (خطر متوسط)، ۶۰ تا ۸۰ (خطرناک) و ۸۰ تا ۱۰۰ (بسیار خطرناک) شد که در جدول ۴ مقادیر طبقات پهنه‌بندی خطر حریق محدوده پارک ملی بمر آورده شده است.

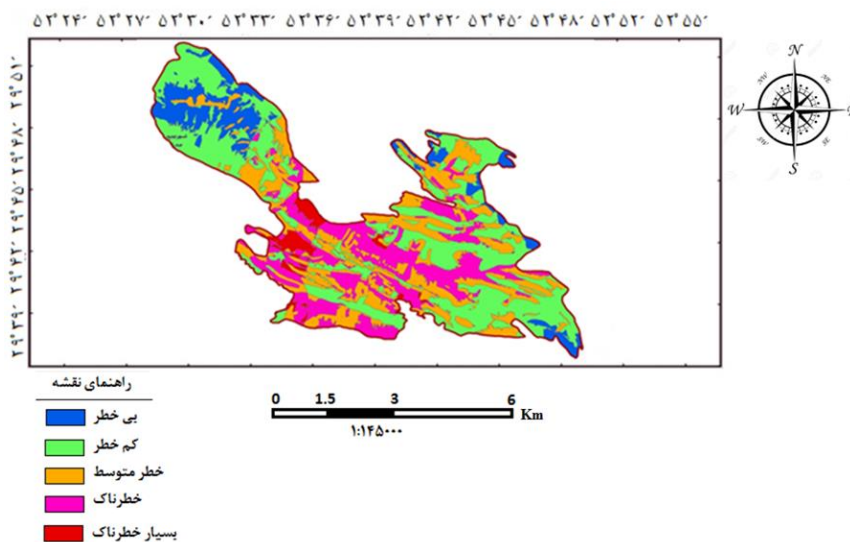
در نهایت با حاصل ضرب وزن هر طبقه در طبقات نرمال‌سازی شده برای هر یک از طبقات و برای تمامی لایه‌ها و بانک اطلاعاتی اقدام به تهیه نقشه نهایی پهنه‌بندی خطر حریق در منطقه مورد مطالعه در پنج طبقه صفر تا ۲۰ (بدون

جدول ۴- مقادیر طبقات پهنه‌بندی خطر حریق محدوده پارک ملی بمر

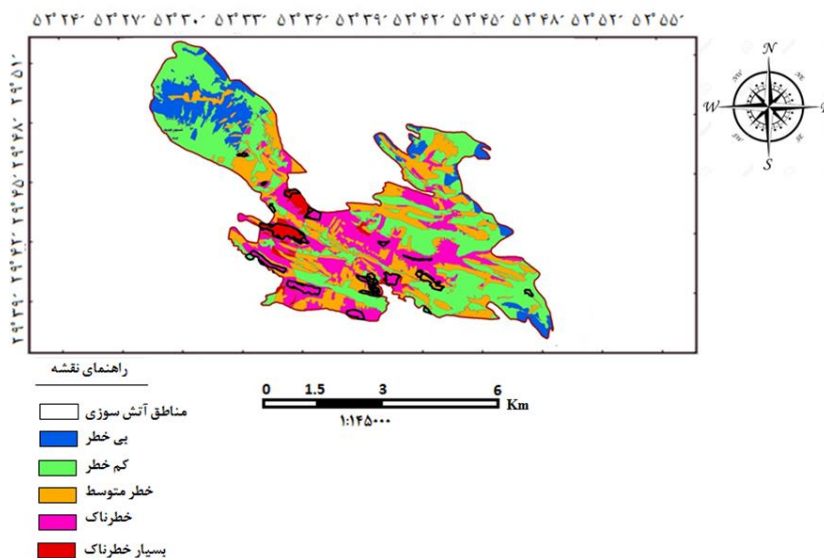
درصد	مساحت (هکتار)	مناطق پهنه‌بندی
۱۱	۵۱۶۴,۲	بی خطر
۳۸,۳۵	۱۷۹۸۴,۴۴	کم خطر
۲۷,۵۶	۱۲۹۲۲,۴۳	خطر متوسط
۲۰,۲۵	۹۵۱۰,۶۴	خطرناک
۲,۸۴	۱۳۳۱,۲۵	بسیار خطرناک
۱۰۰	۴۶۹۱۳	مجموع

تلفیق و با به‌دست آوردن درصد نواحی واقع در مناطق پهنه‌بندی، ارتباط بین نواحی خطر با مکان‌های واقعی استخراج گردید که در شکل‌های ۵ و ۶ و جدول ۵ آورده شده است.

با در اختیار داشتن مختصات جغرافیایی محدوده‌هایی که در سال‌های ۱۳۸۶ لغایت ۱۳۹۲ دچار حریق شده‌اند، اقدام به ارزیابی نقشه نهایی پهنه‌بندی گردید. براین اساس محدوده‌های مذکور را با نقشه نهایی پهنه‌بندی خطر حریق



شکل ۵- نقشه نهایی پهنه‌بندی خطر حریق پارک ملی بemo



شکل ۶- نقشه تلفیق لایه حریق رخ داده با نقشه پهنه‌بندی نهایی

جدول ۵- مقادیر طبقات پهنه‌بندی آتش‌سوزی‌های رخ داده از سال ۸۶ تا ۹۲

مناطق آتش گرفته	مساحت (هکتار)	درصد
بی خطر	۰	۰
کم خطر	۱۱۵,۴۶	۶,۱۹
خطر متوسط	۳۲۱,۳۸	۱۷,۲۲
خطرناک	۹۴۳,۶۵	۵۰,۵۶
بسیار خطرناک	۴۸۵,۸۲	۲۶,۰۳
مجموع	۱۸۶۶,۳	۱۰۰

بحث

همان‌طور که جدول‌ها و لایه‌های اطلاعاتی نشان می‌دهند محدوده‌های دارای حساسیت حریق خطرناک و بسیار خطرناک با وسعت ۱۴۲۶۳ هکتار (۲۳/۳٪) و محدوده‌های بی‌خطر و کم‌خطر که اغلب در ضلع غربی پارک ملی بمو واقع شده‌اند با وسعتی در حدود ۲۳۱۴۸ هکتار (۴۹/۳۴٪) و محدوده‌های با خطر متوسط دارای مساحتی حدود ۱۲۹۳۱ هکتار (۲۷/۵۶٪) از عرصه را تشکیل داده‌اند. همچنین حدود ۷۶/۶۰ درصد از سطح محدوده‌ای که قبلاً دچار حریق شده در پهنه‌های خطرناک و بسیار خطرناک واقع گردیده‌اند. حدود ۱۷/۲۲ درصد از محدوده آتش‌گرفته در پهنه خطر متوسط و ۶/۱۹ درصد در محدوده کم‌خطر واقع شده است. ضمن اینکه هیچ حرقی طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲ در پهنه بی‌خطر حادث نشده است. آمارهای حریق نشان داده تقریباً بیشترین فراوانی حریق‌ها از نیمه فصل تابستان تا اوایل فصل پاییز بوده است که دلیل آن را می‌توان افزایش درجه حرارت و کاهش رطوبت نسبی و خشکی پوشش گیاهی منطقه بیان کرد که با تحقیق Payandeh و همکاران (۲۰۱۵)، Rafiee و همکاران (۲۰۱۵) و Goudarzi، (۲۰۱۵) و همکاران (۲۰۱۵) همخوانی دارد. تراکم گندمیان یکساله منتج به افزایش تراکم پوشش گیاهی و تأمین مواد سوختنی تأثیرگذار در آتش‌سوزی سطحی شده است. با توجه به افزایش دما و خشکی پوشش سطح در فصل تابستان و متعاقب آن تأثیر فعالیت‌های انسانی موجب تشدید حریق در منطقه گردیده است که منطبق با تحقیق Gholami

و همکاران (۲۰۱۳)، Rafiee و همکاران (۲۰۱۵) و Aijin و همکاران (۲۰۱۶) می‌باشد. بنابراین تراکم پوشش گیاهی می‌تواند به‌عنوان معیار اصلی مورد توجه قرار گیرد. با توجه به اینکه دو عامل اقلیمی دما و بارندگی از نظر بعد زمانی دارای تأثیرگذاری بسیار بالایی در ایجاد حریق هستند، اما با توجه به بررسی انجام‌شده در محدوده مورد مطالعه نمی‌توانند تغییرات اقلیمی چشمگیری در یک زیستگاه در چنین مقیاسی محدودی به وجود آورند. ضمن اینکه با توجه به تأثیرگذاری شرایط فیزیوگرافی منطقه مانند جهت جغرافیایی، شیب و ارتفاع از سطح دریا بر شرایط اقلیمی، امتیازدهی بالای سطوح فوق می‌تواند نواقص مربوط به نقشه‌های اقلیمی را مرتفع سازد. بررسی متغیر باد به‌عنوان عامل گسترش حریق به دلیل نوسانهای سرعت و جهت باد و عدم وجود اطلاعات کافی به‌عنوان عامل اثرگذار بر بروز حریق تقریباً غیرممکن بوده است. طبقات جهت شیب موجود در منطقه نیز بیشترین خطر به‌ویژه در نواحی دشتی و جهات جنوبی را به خود اختصاص می‌دهد که منطبق بر تحقیقات Almedia (۱۹۹۴) و Mohammadi (۲۰۰۹) است که علت این امر را می‌توان در تداوم و تأثیرپذیری بیشتر نور خورشیدی، افزایش درجه حرارت و کاهش رطوبت نسبی پوشش سطوح در جهت‌های یادشده عنوان کرد. در طبقات مربوط به درصد شیب با توجه به استفاده از ۸ طبقه و داشتن مقیاس مناسب بیشترین خطر حریق در شیب کم اتفاق افتاده است؛ بدین ترتیب که در شیب‌های ۵-۲ درصد به دلیل پایین بودن شیب و افزایش

اطفاء سریع آن کمک شایانی می‌نماید. بر اساس این تحقیق و نتایج منتج از آن می‌توان امکانات مناسب را برای مقابله با حریق در محدوده‌های خطرناک و بسیار خطرناک، قبل از شروع فصل حریق استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

- Ajin, R. S., Loghin, A. M., Vinod, P. G. and Jacob, M. K., 2016. Forest fire risk zone mapping using RS/GIS techniques: A study in Achankovil forest division, Kerala. *India Journal of Earth Environment and Health Sciences*, 2(3):109-115.
- Ajin, R. S., Loghin, A. M., Jacob, M. J., Vinod, P. G. and Krishnamurthy, R. R., 2016. The risk assessment study of potential forest fire in Idukki wildlife sanctuary using RS/GIS techniques. *International Journal of advanced Earth Science and Engineering*, 5:308-318.
- Akay, A. E. and Erdoğan, A., 2017. A GIS based multi criteria decision analysis for forest fire risk mapping. *Remote sensing and spatial information sciences conference*, 14-15 October, Safranbolu, Karabuk, Turkey.
- Almedia, R., 1994. Forest fire risk areas and definition of the prevention priority planning actions using GIS. *Proceedings of the 5th European Conference and Exhibition on Geographic Information Systems, EGIS 94*. Utrecht: EGIS Foundation, 2: 1700-1706.
- Amini, M. R., 2011. Qualitative comparison of potential fire damage in forest reserves of Kermanshah province using weight overlap analysis in GIS. *International Conference on Fire in Natural Resources*, 26-27 October.
- Cammeraat, L. H. and Imeson, A. C., 1999. The evolution and significance of soil-vegetation patterns following land abandonment and fire in Spain. *Journal of Catena*, 37: 107-127.
- Dong, X. D., Li-min, S. H., Guo-fan, T. L. and Hui, W., 2005. Forest fire risk zone mapping from satellite images and GIS for Baihe Forestry Bureau. *Journal of Forestry Research*, 16(3): 169-174.
- Erten, E. B., Kurgun, V. and Musaoglu, N., 2004. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *Institute of Informatics, Maslak, Istanbul*.
- Eskandari, S. and Chuvieco, E., 2015. Fire danger assessment in Iran based on geospatial information. *International Journal of Applied Earth Observation and Geo information*, 42:5764.
- Faramarzi, H., Hosseini, S. M. and Gholamali Fard, M., 2013. Golestan National Park fire hazard zonation using logistic regression. *Geography Magazine and Environmental Hazards Journal*, 3(10):73-90.

تأثیرپذیری حریق توسط فعالیت‌های انسانی بیشترین فراوانی حریق اتفاق افتاده است. در طبقات مربوط به ارتفاع از سطح دریا به دلیل اینکه بیش از نیمی از وسعت پارک ملی بمو در بازه ارتفاعی ۲۰۰۰-۱۷۰۰ متری واقع شده، از این رو بیشترین تعداد حریق در بازه ارتفاعی مذکور رخ داده است که منطبق بر تحقیق Mohammadi (۲۰۰۹) می‌باشد. در سطوح مربوط به عامل انسانی که در این پژوهش سعی شده معیار پادگان‌ها و مراکز نظامی به دلیل برگزاری مانورهای نظامی، رزمی و آموزشی، وجود متخلفانی همانند شکارچیان متخلف، چوپانانی که به دور از چشم محیط‌بانان از علوفه این مناطق بطور مخفیانه استفاده کرده و بحث گردشگری منطقه که عموم مردم در مراجعه به محدوده‌های درون و اطراف پارک به صورت غیرقانونی وارد محدوده شده و اقدام به روشن کردن آتش می‌نمایند موجب بروز حریق در محدوده پارک می‌شوند که موجب شده بیشترین حریق در طبقات ۴۰۰۰-۲۰۰۰ متری اتفاق بیفتد. در سطوح مربوط به پوشش گیاهی، عامل تراکم بیشترین تأثیرگذاری را در بین تمامی معیارهای استفاده شده در این پژوهش دارد. پوشش گیاهی متراکم با درصد وزنی ۸۴ درصد بیشترین خطر حریق را به خود اختصاص داده است که به دلیل فراوانی تراکم گونه‌های گندمی و تولید مواد سوختنی مکفی در بخش شرقی و به‌ویژه در زون امن محدوده می‌تواند به‌عنوان عامل اصلی گسترش حریق مطرح شود. نتیجه نهایی تلفیق تمامی طبقات و معیارهای با وزن‌های عنوان شده نشان می‌دهد که ۷۶/۶۰ درصد از سطح محدوده‌ای که قبلاً دچار حریق شده در پهنه‌های خطرناک و بسیار خطرناک، ۱۷/۲۲ درصد از محدوده آتش گرفته در پهنه خطر متوسط و ۶/۱۹ درصد در محدوده کم‌خطر واقع شده است. این در حالی است که هیچ حرقی طی این مدت در پهنه بی‌خطر اتفاق نیفتاده است که منطبق با تحقیق Chuvieco و Eskamdari (۲۰۱۵) و Akay (۲۰۱۷) است. اصولاً انجام چنین تحقیقی نقش مهمی در بررسی و ارزیابی میزان حساسی عرصه‌های مرتعی و جنگلی و اتخاذ تصمیمات مدیریتی صحیح اطفای حریق ایفا می‌کند. بنابراین نقشه حاصل از این پژوهش به مدیریت حریق در محدوده مورد مطالعه، پیشگیری از وقوع حریق و در نهایت

- Fatehi, P., 2008. Preparation forest fire line map using GIS and AHP in part of Pave forest. *Iranian Forest and Poplar Research Journal*, 18(4):569-586.
- Mohammadi, E. M., Feiz Abadi, M. and Tavakol, R., 2011. The effect of seasonal precipitation distribution pattern on the frequency and level of fire in forests and rangelands of Chahar Mahal Bakhtiari. *International Conference on Fire in Natural Resources*, 26-27 October.
 - Malik, T., Rabbani, Gh. and Farooq, M., 2013. Forest fire risk zonation using RS/GIS technology in Kansrao forest range of Rajaji national park, Uttarakhand, India. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 2(1):86-95.
 - Mahdavi, A., Fallah Shamsi, S. R., Nazari, R., 2012. Forests and rangelands wildfire risk zoning using GIS and AHP techniques. *Caspian Journal of Environmental Science*, 10(1): 43-52.
 - Payandeh Najafabadi, A. T., Gorgani, F. and Omid Najafi Abadi, M., 2015. Modeling forest fires in Mazandaran province. *Iranian Journal of Forestry Research*, 26(4):851-858.
 - Rafiee, F., Jankju, M. and Ejtehadi, H., 2015. Investigation on tolerant, adapted and sensitive plant traits to chronological wildfires in a semiarid rangeland. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 22(1):73-85.
 - Teodoro, A. C. and Duarte, L., 2013. Forest fire risk maps: a GIS open source application. *International Journal of Geographical Information*, 27(4): 699-720.
 - Gholami, P., Ghorbani, J. and Abbasi, H., 2013. The effect of vegetation fire on some soil properties in rangelands of national park of Bamou (Shiraz). *Journal of Natural Ecosystems of Iran*, 5(2):41-50.
 - Goudarzai, M., Azimi, M., Zandi Esfahani, E., Karimi, G. and Shahmoradi, A., 2015. Effects of fire on the canopy cover of grasses (Case study: Semi steppe Rangelands of Kordan), *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 22(3):537-545.
 - Gravand, S., Nabi-O-Allah, I. E. and Sadeghi Kaji, H. A., 2012. Spatial pattern and fire hazard map in natural lands of Lorestan province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(2):231-242.
 - Guevara, J. C., Stasi, C. R., Wuilloud, C. F. and Estevez, O. R., 1999. Effects of fire on rangeland vegetation in south-western Mendoza plains (Argentina). *Journal of Arid Environments*, 41(1):27-35.
 - Heydari, J. and Ghorbani Dashtaki, Sh., 2012. Effect of vegetation fire on soil quality of semi-steppe rangelands in Chahar Mahal Bakhtiari. *Journal of Soil and Water Protection Research*, 20(2):125-142.
 - Jaiswal, R. K., Mukherjee, S., Raju, K. and Saxena, R., 2001. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geo information*, 4 (1):1-10.
 - Leone, V., Lovreglio, R., Pilar Martín, M., Martínez, J. and Vilar, L., 2009. Human Factors of Fire Occurrence in the Mediterranean. Chapter 11, *Earth Observation of Wild Land Fires in Mediterranean Ecosystems*, Springerlink Press: 149-170.
 - Mohammad, F., Shaabani, N., Pourhashemi, M. and

Rangelands and forests fire risk zoning using GIS and AHP model (Case Study: Bamu National Park, Fars province)

H. Behzadi¹, S. Mohtashamnia^{2*} and H. Gharehdaghi³

1-Former M.Sc. in Range Management, Islamic Azad University, Arsanjan Branch, Fars, Iran

2*-Corresponding author, Assistant Professor, Department of Natural Resources, Islamic Azad University, Arsanjan Branch, Fars, Iran, Email: Mohtasham@iaua.ac.ir

3-Assistant Professor, Department of Natural Resources, Islamic Azad University, Arsanjan Branch, Fars, Iran

Received:7/12/2017

Accepted:2/13/2018

Abstract

Bamu National Park, has witnessed an annual fire and its repetition for many years. Considering the importance of preserving the park and its proximity to Shiraz refinery, fire hazard zoning was conducted using geographical information system (GIS) and Analytic hierarchy process (AHP). With regards to the four factors of physiography (elevation, slope, direction), climate (temperature and precipitation), human factors (tourism, industrial areas, military regions, residential areas and roads) and fuels (vegetation type and density) and weighting according to digital layers, expert opinions, questionnaire filling and integration of manufacturing layers, the final mapping of fire zoning classified into 0-20 (no risk), 20-40 (low risk), 40-60 (medium risk), 60-80 (risky) and 80-100 (high risk). The results showed that 23.3% (14263 hectares) and 20.25% (2.84) of the area were located in the dangerous and very dangerous zones, respectively. Evaluating the provided model accuracy showed that 76.60% of the previously fired areas located in dangerous and very dangerous zones, and this subject shows the adaptation of the reality with the prepared maps. With a logical connection between the risk areas and the real places, the success of this method can be proved. So, it is suggested to develop a particular crisis management plan and increase the equipments and human resources for preventing fire and its spread in dangerous and very dangerous zones.

Keywords: AHP, Bamu National Park, GIS, fire, rangelands and forests.