

پهنه‌بندی تأثیر عوامل مدیریتی و بیوفیزیکی بر وقوع آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع استان چهارمحال و بختیاری با رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی

❖ اعظم کریمی؛ کارشناس ارشد مرتعداری.

❖ عطاالله ابراهیمی*؛ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد.

❖ اسماعیل اسدی بروجنی؛ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد.

❖ پژمان طهماسبی کهیانی؛ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد.

❖ رحمان توکلی وردنجان؛ کارشناس ارشد مرتعداری.

چکیده

یکی از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده جنگل‌ها و مراتع، آتش‌سوزی‌های عمدی و غیرعمدی است که در چند سال اخیر منجر به تخریب بخش وسیعی از منابع طبیعی شده است. مطالعه و ارائه تدابیر مدیریتی می‌تواند نقش کنترل‌کننده‌ای برای مقابله با این بحران ایفا کند. مطالعه حاضر، جهت شناسایی و ارزیابی مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر مهار آتش‌سوزی و شناسایی مناطق با ضریب خطر آتش‌سوزی بالا طراحی گردید. برای این منظور، رابطه بین ۳ گروه عوامل انسانی (انگیزشی)، عوامل بیوفیزیکی، عوامل تجهیزات و امکانات مشتمل بر ۲۶ متغیر (متغیرهای مستقل) بر تعداد وقوع آتش‌سوزی‌های رخ داده (متغیر وابسته) در دهستان‌های استان چهارمحال و بختیاری مورد بررسی قرار گرفت. از روش رگرسیون وزن‌دار فضایی (GWR) برای تهیه نقشه پهنه‌بندی تعداد آتش‌سوزی‌های رخ داده، طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲ و تعیین ارتباط آن با متغیرهای مستقل استفاده گردید. نتایج نشان داد از بین ۲۶ متغیر مورد بررسی، تعداد ۶ متغیر شامل میزان حقوق دریافتی ماهیانه ($R=-0/61$ و $VIF=8/08$)، تعداد نیروی محافظ ($R=-0/56$ و $VIF=10/81$)، تعداد پاسگاه حفاظتی ($R=-0/54$ و $VIF=2/2$)، متوسط سن افراد محافظ ($R=0/53$ و $VIF=9/71$)، متوسط شیب عرصه‌های طبیعی ($R=0/50$ و $VIF=8/99$)، تعداد پرسنل افتخاری ($R=-0/42$ و $VIF=15/11$) به ترتیب دارای بیشترین تأثیرگذاری بر روی تعداد آتش‌سوزی‌های رخ داده بودند. در نهایت طبق نقشه پهنه‌بندی ترسیم شده دهستان‌های وردنجان، میزدج علیا، پشت‌کوه اردل و ارمند دارای بیشترین خطرپذیری و دهستان میانکوه موگویی و منج دارای کمترین خطرپذیری از نظر تعداد حریق‌های رخ داده بودند.

کلید واژگان: منابع طبیعی، آتش‌سوزی، مدیریت حریق، پهنه‌بندی حریق، چهارمحال و بختیاری.

۱. مقدمه

جنگل‌ها و مراتع از جمله مواهب الهی هستند که نه به عنوان میراث گران‌بهایی از گذشتگان، بلکه امانتی از آیندگان در اختیار بشر قرار گرفته تا ضمن بهره‌برداری مناسب، نسبت به حفظ و صیانت آن اقدام نمایند و از مواهب بی‌شمار آن نیز بهره ببرند. بررسی‌ها نشان داده عرصه‌های منابع طبیعی به لحاظ بهره‌برداری بی‌رویه ساکنین آن‌ها دستخوش تغییر و تحولات بسیاری گردیده که در این رهگذر، آتش‌سوزی به لحاظ اثرات ویرانگر، از ویژگی خاصی برخوردار است [۲۳] و خسارات جبران‌ناپذیری را بر عرصه‌های منابع طبیعی وارد کرده است. وقوع آتش‌سوزی‌های مکرر، محققین منابع طبیعی را بر آن داشته تا مطالعات جدیدی در عرصه جنگل‌ها و مراتع انجام دهند. شناخت و مدیریت آتش‌سوزی باعث می‌شود که مدیران و برنامه‌ریزان برای مقابله با این بحران، برنامه‌های مدیریتی پیش‌رفته‌تری تنظیم کنند [۱۰]. همچنین مطالعه رفتار انسان در قبال پدیده آتش‌سوزی که ریشه در میزان توسعه یافتگی اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در هر منطقه داشته و پیدا کردن درک صحیح و شناخت ریشه‌ها و مبانی مترتب بر رفتار و انگیزه‌های انسانی جزء لاینفک و از جمله ضرورت‌های مطالعات پهنه‌بندی آتش‌سوزی است. حال آنکه در بسیاری از تحقیقات صورت گرفته تنها به عوامل فیزیکی بسنده می‌شود. بنابراین، شناخت و مطالعه دقیق‌تر رفتار انسانی می‌تواند نتایج بهتری را به اثبات برساند. به عنوان مثال در مطالعات صورت گرفته، فاصله مناطق آتش‌سوزی شده از مراکز اطفاء حریق و حضور نیروهای اطفاء حریق در کمیت آتش‌سوزی تأثیرگذار فرض می‌شود، اما تجربه نشان داده است این تأثیرگذاری در مناطق مختلف یکسان نبوده و ناشی از باورهای شخصی نیروهای اطفاء حریق، تفاوت در انگیزه کاری ایشان، میزان توانمندی این نیروها در امر کنترل حریق، سیاست‌های مجموعه مدیریتی، آموزش و ترویج و مجموعه عوامل دیگری است که باعث می‌گردد این نیروها در مناطق مختلف بازخورد متفاوتی را

در قبال پدیده آتش‌سوزی از خود بروز دهند و به همین لحاظ خطرپذیری مناطق مختلف نیز متفاوت خواهد بود. از طرفی فرهنگ‌ها، باورها و اعتقادات عشایر، روستائیان و جامعه بهره‌بردار از جنگل‌ها و مراتع و میزان آموزش و آگاهی ایشان از تأثیرات مخرب آتش‌سوزی، در فراوانی و وسعت حریق در مناطق مختلف متفاوت بوده و موجب افزایش آتش‌سوزی و یا اینکه موجب کاهش فراوانی و سطح حریق از طریق همکاری داوطلبانه برای اطفاء حریق در قالب نیروهای مردمی، بسیج و جمعیت هلال احمر و... می‌گردد. شناخت موارد فوق از طریق انجام مطالعه جامع و علمی در این زمینه می‌تواند منجر به تعیین خطرپذیری مناطق مختلف از حیث عکس‌العمل عامل انسانی در مقابل آتش‌سوزی شده و نتایج چنین تحقیقاتی می‌تواند به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر پهنه‌بندی حریق مورد استفاده قرار گیرد [۲۲]. هر چند تاکنون مطالعات زیادی در مورد پیش‌بینی خطر آتش‌سوزی و تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی در نقاط مختلف دنیا و از جمله در کشور ایران به روش‌های ترکیب وزنی ساده [۲۰] رگرسیون لجستیک، تحلیل همپوشانی وزنی با تعیین وزن به روش‌های چگالی نسبی، AHP و تحلیل فازی [۲۲]، شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک و روش‌های داده‌کاوی با الگوریتم یادگیری ماشین انجام شده است، ولی کمتر به عوامل انسانی که اتفاقاً آمار و شواهد گویای آن است که نقش مهمی در وقوع و اطفاء آتش‌سوزی دارند توجه شده است. در زمینه آتش‌سوزی در عرصه‌های منابع طبیعی، مطالعه‌ای در جنگل‌های استان گلستان انجام شد [۱۹] که یکی از راه‌کارهای مؤثر در کاهش خطرات سالانه آتش‌سوزی در جنگل‌ها را تهیه نقشه حساسیت آتش‌سوزی برشمردند که به عنوان یک راهنما برای مدیریت آتش‌سوزی بسیار سودمند است. امروزه استفاده از GIS و داده‌های سنجش از دور یکی از ابزارهای مهم پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی محسوب می‌شود [۲۰] به طوری که مثال‌های زیادی در این خصوص و در مناطق مختلف جهان می‌توان یافت به عنوان مثال، در شبه

۱). این استان در منطقه زاگرس مرکزی واقع شده است و از کل مساحت استان قریب به ۱۴۰۰۰۰۰ هکتار معادل ۸۴/۶ درصد شامل جنگل‌ها و مراتع بوده که از این میزان جنگل‌ها ۳۰۷۰۰۰ هکتار و مراتع ۱۰۹۳۰۰۰ هکتار از مساحت استان را به خود اختصاص داده‌اند [۵]. پوشش گیاهی عمده استان را مراتع گون‌زار و به ویژه *Astragalus verus* و *Astragalus adcondense* و علفزارهای گندمی با غالبیت *Bromus tomentelus* و *Stipa hohenikeriana* تشکیل می‌دهند. اما پوشش گیاهی جنگلی استان متشکل از درخت‌زارهای عمدتاً پوشیده از بلوط است که به دلیل بهره‌برداری و قطع‌های پی در پی، غالباً شکل شاخه‌زاد یافته‌اند. علاوه بر بلوط در مواقعی بنه‌زارها و بادامستان‌ها غالبیت یافته و در مواقعی نیز درختانی چون، زبان گنجشک، مهلب، آرس و ... نیز جوامع مخلوطی با بلوط و یا جوامع مجزایی را تشکیل می‌دهند که در بیشتر مواقع علفزارهای با غالبیت یکساله‌ها در زیر اشکوب آن‌ها رویش می‌یابند.

مراتع این استان عمدتاً بیلاقی بوده و از جنبه‌های حفاظت از منابع آب، خاک و تولید علوفه از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای در بخش مرکزی متمایل به جنوب غربی کشور برخوردار هستند. به دلیل پوشش سطحی نسبتاً خوب مراتع استان به ویژه در مناطق با غالبیت گون‌زارها و همچنین وجود گیاهان یکساله در زیر اشکوب جنگل‌ها، شرایط برای آتش‌سوزی بسیار مهیا بوده و وقوع آن به کرات اتفاق و گزارش می‌شود. از این‌رو پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع از طریق تعریف مدلی مناسب می‌تواند در امر مدیریت پیشگیری و کنترل آتش موثر واقع شود.

۲.۲. روش تحقیق

در این تحقیق برای رسیدن به اهداف پژوهش، سه دسته از عوامل و متغیرهای تأثیر گذار شامل عوامل انسانی و انگیزشی، عوامل تجهیزات و امکانات و عوامل بیوفیزیکی در استان چهارمحال و بختیاری و در سطح

جزیره گالی‌پولی در ترکیه [۷]، در زیر حوضه گورنا در هند [۱۲]، در استان جیلین چین [۶]، در سه منطقه جنگلی در اسپانیا و پاتا در مالزی [۱۷] از این تکنولوژی استفاده شده است.

در این تحقیق برآنیم تا در استان چهارمحال و بختیاری مجموعه‌ای از عوامل انسانی (انگیزشی)، تجهیزات و امکانات اطفاء حریق مؤثر بر آتش‌سوزی را به همراه عوامل بیوفیزیکی در دهستان‌های استان مورد بررسی قرار داده و ضمن تعیین میزان خطرپذیری مناطق مختلف از حیث عوامل اطفاء حریق، پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی هر دهستان را انجام و مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر وقوع و اطفاء حریق را مورد شناسایی قرار دهیم. از دیدگاه مدیریتی این امر می‌تواند اولویت‌های دهستان‌های استان را برای اطفاء حریق نشان داده و ارتباط بین این عوامل را با تعدد آتش‌سوزی مورد بررسی قرار داده تا براساس آن مدیریت بهتری را بر منابع اعمال کنیم. این مطالعه همچنین می‌تواند اولویت‌های مسائلی همچون آموزش نیروها، شناخت و درک انگیزه‌های فردی، امکانات و تجهیزات آن‌ها، میزان توانمندی این نیروها در امر کنترل حریق و کاهش تعداد آتش‌سوزی‌ها در استان را مشخص و میزان خطرپذیری مناطق مختلف از حیث عوامل اطفاء حریق را مورد بررسی و اولویت بندی قرار دهد. امید است نتایج چنین تحقیقی به عنوان یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی مورد استفاده قرار گرفته و مدیران بخش حفاظت را در امر مدیریت پشتیبانی بخش حفاظت، یاری رساند.

۲. روش شناسی تحقیق

۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

استان چهارمحال و بختیاری با مساحت معادل ۱۶۳۴۳۰۰ هکتار در ناحیه غربی ایران و حدود مختصات ۳۱° و ۹' و ۳۰" تا ۳۲° و ۴۹' و ۵" عرض شمالی و ۴۹° و ۲۹' و ۵۶" تا ۵۱° و ۲۶' و ۴۹" طول شرقی قرارداد (شکل

در هر بخش تهیه و پس از تعیین روایی پرسشنامه‌ها در مورد موضوع مورد مطالعه و اخذ نظر افراد خبره در این خصوص، نسبت به تکمیل پرسشنامه‌ها توسط نیروهای اطفاء حریق با لحاظ عواملی که می‌توانند در اطفاء و کنترل حریق مؤثر باشند، اقدام شد. از جمله پارامترهای منظور شده در پرسشنامه می‌توان به دو گروه اطلاعات ۱- عوامل انسانی، انگیزشی همچون حقوق و مزایا، ارزشیابی، رضایت مدیران و... اشاره کرد (جدول ۱).

دهستان‌های استان مورد بررسی قرار گرفت. به منظور مقایسه بخش‌ها و دهستان‌های مختلف استان از نظر عوامل انسانی و انگیزشی همچنین بررسی وضعیت نیروهای کنترل کننده آتش‌سوزی، ابتدا اطلاعات این افراد از معاونت برنامهریزی و پشتیبانی اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان و اداره کل حفاظت محیط زیست استان (اطلاعات پرسنلی)، اخذ و سپس تعداد ۶۴ پرسشنامه برای افراد قربان و محافظ موجود

جدول ۱. متغیرهای مورد استفاده در تحقیق و روش‌های اندازه‌گیری، تهیه و جمع‌آوری اطلاعات

ردیف	گروه عوامل	متغیر	روش اندازه‌گیری یا جمع‌آوری و یا منبع اطلاعات
۱	عوامل انسانی	تعداد پرسنل افتخاری (۲۰۰-۱)	اداره منابع طبیعی، پرسشنامه، مصاحبه حضوری
۲		تعداد افراد محافظ (۱۰-۱)	اداره منابع طبیعی
۳		تعداد نیروی پشتیبان (۱۰-۱)	اداره منابع طبیعی
۴		شاخص BMI هر فرد محافظ (۳۵-۱۰)	اندازه‌گیری و پرسشنامه
۵		متوسط سن افراد محافظ (۶۵-۲۰ سال)	اطلاعات پرسنلی اداره کل منابع طبیعی
۶		متوسط سابقه کار افراد محافظ (۳۰-۱)	اطلاعات پرسنلی اداره کل منابع طبیعی
۷		متوسط سطح تحصیلات افراد محافظ (سال‌های تحصیل ۱ تا ۱۸)	اطلاعات پرسنلی اداره کل منابع طبیعی، مصاحبه حضوری
۸		متوسط حقوق و مزایای ماهانه افراد محافظ (مبلغ دریافتی به تومان نسبت به سابقه)	اطلاعات پرسنلی اداره کل منابع طبیعی، میانگین دریافتی حقوق و مزایا
۹		متوسط نمره ارزشیابی افراد محافظ (۱۰۰-۱)	اطلاعات پرسنلی اداره کل منابع طبیعی
۱۰		ارزیابی و میزان رضایت مدیران از عملکرد افراد محافظ (۱۰۰-۱)	پرسشنامه، پرسش از مسئولین و رتبه‌بندی افراد، اطلاعات پرسنلی
۱۱		متوسط دوره آموزشی مرتبط محافظین (ساعت)	اداره ترویج و آموزش اداره کل، اطلاعات پرسنلی
۱۲		متوسط آشنایی افراد با اطفاء حریق (۱۰۰-۱) حسب آموزش‌ها و مهارت‌ها)	پرسشنامه، رتبه‌بندی، یگان حفاظت اداره کل
۱۳		متوسط فاصله محل کار تا سکونت	پرسشنامه، پرسش از افراد، مسئولین و رتبه‌بندی افراد پرسنلی
۱۴	متوسط سهم حفاظتی جنگل و مرتع هر فرد (هکتار)	اداره کل منابع طبیعی، محاسبه از وسعت شهرستان (تعداد پرسنل به سطح جنگل و مرتع دهستان با ضریب تبدیل ۱ به ۳ جنگل نسبت به مرتع)	
۱۵	زمان مورد نیاز سرکشی حوزه تحت مراقبت (ساعت)	پرسشنامه، یگان حفاظت، محاسبه از سطح دهستان	
۱۶	ابزار تخصصی اطفاء حریق (مورد)	پرسشنامه، بازدید محلی، یگان حفاظت	
۱۷	تعداد پاسگاه حفاظتی (تعداد)	اداره کل منابع طبیعی استان	
۱۸	میزان لباس ضد حریق (تعداد)	پرسشنامه، بازدید محلی، یگان حفاظت	
۱۹	تعداد تابلو هشدار دهنده و آگاهی رسان (تعداد)	پرسشنامه، بازدید محلی، یگان حفاظت	
۲۰	میزان آتش بر احداث شده (طول به متر به سطح هکتار)	پرسشنامه، بازدید محلی، یگان حفاظت (نقشه اجرایی)	
۲۱	تعداد بی سیم (تعداد)	پرسشنامه، بازدید محلی، یگان حفاظت	
۲۲	تراکم نسبی رودخانه (طول رودخانه به سطح دهستان)	استخراج از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ استان	
۲۳	تراکم نسبی جاده (طول جاده با لحاظ اهمیت آن (۵ تا ۱) نسبت به سطح دهستان)	اقتباس از اداره راه استان و تکمیل با اطلاعات Google earth و نقشه اجرایی جاده‌های جدید	
۲۴	متوسط شیب عرصه‌های جنگلی (درصد شیب)	استخراج از نقشه DEM استان	
۲۵	متوسط ارتفاع عرصه‌های جنگلی از سطح شبکه جاده‌ای (متر)	استخراج از نقشه DEM استان و تلاقی با نقشه جاده‌ها	
۲۶	متوسط شاخص پوشش گیاهی به عنوان مواد سوختنی (۱- تا ۱)	استخراج از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ نقشه NDVI	

اطمینان از موقعیت مکانی و تبدیل تصاویر به بازتابش سطحی (Reflectance) محاسبه گردید. خلاصه‌ای از عوامل فوق و نحوه استخراج هر یک در جدول ۱ نشان داده شده است.

پیش‌بینی خطر آتش و پهنه‌بندی مناطق به لحاظ خطر آتش‌سوزی، تاکنون به روش‌های گوناگونی انجام شده است. این روش‌ها، در تجزیه و تحلیل و مشابه‌سازی داده‌های نامفهوم و ناقص، فاقد توانایی کافی می‌باشند. به عنوان مثال در روش رگرسیون لجستیک، فقط از تعدادی متغیرهای مستقل استفاده شده و رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته بسیار ساده و تقریباً یکسان فرض می‌شود و ساده‌ترین و کمترین ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته در مدل وارد می‌شود. لذا مدل‌های پارامتریک و خطی پیش‌بینی کننده وقوع آتش، اغلب منجر به برآورد مدل دقیقی از خطر آتش‌سوزی نمی‌شوند. در مطالعاتی که داده‌ها متأثر از مفهوم فضا و موقعیت جغرافیایی و محیط است، میزان و نحوه اثرگذاری فضا دارای اهمیت زیادی می‌باشد و نادیده گرفتن اثر فضا، خطا در برآورد، تخمین و پیش‌بینی را به دنبال خواهد داشت [۴]. جدول ۲ که بر ویژگی‌های مثبت آمار فضایی تأکید می‌کند نشان می‌دهد که در این داده‌ها دو منبع اطلاعاتی موقعیت جغرافیایی (فاصله هر مشاهده در هر نقطه نسبت به نقاط یا مشاهدات دیگر یعنی مرکزیت مشاهدات) و مجاورت و همسایگی (موقعیت نسبی یک مشاهده نسبت به واحدهای دیگری از این قبیل) که معیارهای نزدیکی و مجاورت نامیده می‌شوند و لزوماً متفاوت از هم نیستند از اهمیت به‌سزایی برخوردارند [۲]. به همین دلیل، در این تحقیق داده‌ها ثبت و اندازه‌گیری شده و پارامترهای اصلی مؤثر بر ایجاد و گسترش حریق چه از بعد عامل انسانی مهار کننده (موقعیت افراد در دهستان‌ها) و چه از لحاظ ابعاد بیوفیزیکی دارای موقعیت مکانی بوده و بر نتایج حاصله تأثیر گذارند. لذا، در این تحقیق با استفاده از روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی

تمامی این عوامل به صورت میانگینی از اطلاعات تعداد افراد قرقبان و محافظ شاغل در هر دهستان جمع‌آوری شد و به عنوان نمره هر پارامتر به صورت نقشه با واحد نمونه دهستان ترسیم شد. بخش زیادی از این اطلاعات از پرونده پرسنلی افراد نیز استخراج، کنترل و نهایی شد.

اطلاعات تجهیزات و امکانات اطفاء حریق موجود در هر شهرستان از اداره کل منابع طبیعی استان و پاسگاه‌های حفاظتی شهرستان، یگان حفاظت استان با توجه به اقلام تحویلی و بررسی و بازدید محلی مشخص شد. برای محاسبه میزان آتش‌برها از نقشه اجرا شده آتش‌برهای استان استفاده شد. نسبت طول آتش‌بر به سطح عرصه مورد مطالعه محاسبه و مبنای تعیین میزان آتش‌بر لحاظ شد (جدول ۱).

تهیه متغیرهای بیوفیزیکی نیز عمدتاً از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شد. تراکم رودخانه‌های اصلی دارای آب (۱ تا ۵، بسته به اهمیت رودخانه بر اساس درجه‌بندی آبراهه‌ها در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰) از نقشه آبراهه‌های استان استخراج شد. تراکم نسبی جاده‌ها نیز با اخذ نقشه جاده‌ها از اداره کل راه و شهرسازی اخذ، تدقیق و به‌هنگام‌سازی شد و با لحاظ اهمیت جاده‌ها به ترتیب با ضریب ۵ برای جاده اصلی چهار بانده، ۴ جاده دوطرفه، ۳ جاده‌های آسفالت روستایی، ۲ جاده‌های شوسه و ۱ جاده‌های فرعی و مال‌رو ضرب در طول جاده و نسبت‌گیری برای هر دهستان صورت گرفت. شیب متوسط عرصه‌های جنگلی و مرتعی نیز از نقشه DEM با دقت ۳۰ متری استان استخراج شد. متوسط ارتفاع عرصه‌های طبیعی از جاده‌ها نیز با محاسبه تلفیق نقشه جاده‌ها و ارتفاع استان محاسبه گردید. اختلاف ارتفاع (متر) قدر مطلق فاصله‌های کمتر و بیشتر از جاده‌ها در نظر گرفته شد تا ارتفاعات کمتر و بیشتر لحاظ شوند. برای محاسبه شاخص پوشش گیاهی استان در فصل بهار، تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ استان تهیه شد (سه فریم) و سپس، نقشه NDVI منطقه با دخیل کردن تصویر بانده قرمز و مادون قرمز پس از

(GWR) اقدام به تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر حریق بر اساس تعداد آتش‌سوزی‌های رخ داده گردید. جدول ۲. تفاوت بین آمار فضایی و آمار کلی بدون در نظر گرفتن موقعیت فضایی

کلی	فضایی	فضایی
خلاصه کردن اطلاعات برای تمام سطح منطقه تک متغیره و چند متغیره	جزئیات محلی از اطلاعات کلی چند متغیره	قابلیت پرداختن به جزئیات ابعاد تجزیه و تحلیل
ترسیم کلی	قابلیت بهتر ترسیم گرافیکی	قابلیت بیان و ترسیم
فاقد سازگاری با GIS و عدم توجه مختصاتی	سازگار با GIS و دارای توجه مختصاتی	قابلیت سازگاری با GIS
تأکید بر شباهت‌ها در سرتاسر فضا	تأکید بر تفاوت‌ها در سرتاسر فضا	رویکرد تجزیه و تحلیل
رگرسیون معمولی	رگرسیون وزن‌دار فضایی	روش تجزیه و تحلیل

۳. نتایج

نتایج آزمون همبستگی متغیرهای مورد استفاده (R) در مدل، دامنه ضریب تأثیرات و همچنین آزمون هم‌خطی بودن متغیرهای مستقل یعنی مقادیر شاخص VIF که نشان دهنده میزان هم‌خطی بودن متغیرها است، در جدول شماره ۳ آمده است. چنانچه ملاحظه می‌فرمائید، رگرسیون وزن‌دار فضایی (GWR) برای تهیه نقشه پهنه‌بندی حریق از نظر تعداد آتش‌سوزی‌های رخ داده در استان چهارمحال و بختیاری در طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲، نه تنها اثرات موقعیت خود متغیرها را بر روی متغیر وابسته، بلکه اثرات موقعیت‌های همسایگی را نیز در نظر می‌گیرد. این شیوه وزن‌دهی براساس این تفکر است که استفاده از مشاهدات نزدیک از لحاظ جغرافیایی بهترین روش برای تخمین ضرایب است. در این روش از بین ۲۶ عدد متغیر مورد بررسی، تعداد ۶ متغیر مستقل، دارای بیشترین تأثیرگذاری بر روی تعداد آتش‌سوزی‌های رخ داده بوده‌اند که عبارتند از: تعداد پاسگاه اطفاء حریق، متوسط شیب عرصه‌های جنگلی، میزان حقوق دریافتی ماهیانه نیروهای محافظ، متوسط سن افراد محافظ، تعداد نیروی محافظ موجود در هر دهستان و تعداد پرسنل افتخاری موجود در هر دهستان. این متغیرها همگی دارای $R \geq 0.4$ و $R \leq -0.4$ و $VIF < 20$ می‌باشند. متوسط سابقه کار افراد محافظ با مقدار $R = -0.02$ و $VIF = 17/2$ ، متوسط آشنایی افراد با اطفاء حریق $R = -0.04$ و $VIF = 6/41$ و

در ساختن مدل، متغیرهای مستقل و وابسته به شرح زیر مورد تحلیل و بررسی قرار گرفتند.

- متغیر وابسته: تعداد وقوع آتش‌سوزی در هر دهستان (میانگین وقوع آتش‌سوزی طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲).

- متغیرهای مستقل نیز شامل: ۱- عوامل انسانی ۲- عوامل بیوفیزیکی ۳- امکانات و تجهیزات که مجموعاً به شرح جدول ۱ شامل ۲۶ متغیر بودند.

موقعیت جغرافیایی هر یک از متغیرها نیز بر حسب واحد نمونه دهستان لحاظ شد که در این حالت، متغیر توصیف کننده مکان، عبارت است از مختصات کارترین مرکز ثقل پلی گون‌های دهستان‌ها (بلوک‌ها).

در بررسی روابط بین متغیرهای مستقل و متغیرهای وابسته، ابتدا یکایک متغیرها به صورت جداگانه با متغیر وابسته مورد نظر، مورد آزمون در مدل قرار گرفتند و در نهایت متغیرهایی که دارای مقدار $R \geq 0.4$ و $R \leq -0.4$ و $VIF < 20$ بودند به عنوان تأثیرگذارترین متغیرها انتخاب شدند و سپس همگی به صورت چندین متغیر و به‌طور هم‌زمان وارد مدل شدند و در نهایت نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی براساس این متغیرهای انتخابی، مدل‌سازی و ترسیم گردید.

تعداد تابلوی هشدار دهنده $R=-0/05$ و $VIF=108/86$ دارای کمترین اثر گذاری بر میزان اطفاء حریق بوده‌اند.

جدول ۳. نتایج ارزیابی هم خطی بودن و بررسی میزان همبستگی متغیرهای مستقل مورد استفاده در مدل

ردی ف	متغیرها	VIF	R	دامنه تأثیرات	ردیف	متغیرها	VIF	R	دامنه تأثیرات
۱	تعداد پرسنل افتخاری	۱۵/۱۱	-۰/۴۲	-۱/۵۲ تا ۲/۴۳	۱۴	متوسط سهم جنگل هر فرد	۴۰/۳۴	-۰/۳۷	۱/۴۹ تا ۲/۴۹
۲	تعداد افراد محافظ	۱۰/۸۱	-۰/۵۶	۱/۴۱ تا ۲/۵۱	۱۵	مدت زمان مورد نیاز سرکشی حوزه تحت مراقبت	۲۱/۹۵	-۰/۲۳	۱/۹۲ تا ۲/۱۷
۳	تعداد نیروی پشتیبان	۱۸/۸	-۰/۲	۱/۷۳ تا ۲/۲	۱۶	تجهیزات و امکانات	۱۱/۰۴	-۰/۲۹	۱/۷ تا ۲/۵۱
۴	شاخص BMI	۶۰/۱۱	۰/۲۶	۱/۵۹ تا ۲/۵۱	۱۷	تراکم نسبی رودخانه	۲/۰۳	-۰/۰۸	۱/۸۵ تا ۲/۳
۵	متوسط سن افراد محافظ	۹/۷۱	۰/۵۳	۲/۰۴ تا ۲/۰۷	۱۸	تراکم نسبی جاده	۴/۲۱	-۰/۳۲	۱/۴۷ تا ۲/۵۴
۶	متوسط سابقه کار افراد محافظ	۱۷/۲	-۰/۰۲	۲/۴ تا ۲/۳۹	۱۹	متوسط شیب عرصه‌های جنگلی	۸/۹۹	۰/۵	۱/۵۴ تا ۳/۰۹
۷	متوسط سطح تحصیلات افراد محافظ	۲۳/۴۳	-۰/۳۷	۱/۸۷ تا ۱/۹۱	۲۰	متوسط ارتفاع عرصه‌های جنگلی از سطح جاده	۶/۲۶	۰/۳۲	۲/۲۲ تا ۲/۵۴
۸	متوسط حقوق ماهانه افراد محافظ	۸/۰۸	-۰/۰۶	۲/۰۶ تا ۲/۱۶	۲۱	تعداد پاسگاه حفاظتی	۲/۲	-۰/۵۴	۲/۰۱ تا ۲/۵۶
۹	متوسط نمره ارزشیابی افراد محافظ	۱۶/۵۶	-۰/۲۷	۱/۸۳ تا ۲/۷۲	۲۲	میزان لباس ضد حریق	۴/۵۳	-۰/۰۹	۱/۵۱ تا ۲/۵
۱۰	میزان رضایت مدیران از افراد محافظ	۱۲/۶۷	-۰/۱۷	۱/۶ تا ۲/۷	۲۳	تعداد تابلوی هشداردهنده	۱۰۸/۸۶	-۰/۰۵	۱/۵۲ تا ۲/۲۹
۱۱	متوسط دوره آموزشی افراد محافظ	۲۵/۰۶	-۰/۰۵	۱/۳۴ تا ۲/۵۳	۲۴	میزان آتش بر احداث شده	۱۱/۰۲	-۰/۲۸	۲/۳۳ تا ۲/۳
۱۲	متوسط آشنایی افراد با اطفاء حریق	۶/۴۱	-۰/۰۴	۱/۵۲ تا ۲/۰۷	۲۵	تعداد بی سیم	۱۸/۳	-۰/۲۳	۱/۳۲ تا ۲/۳۴
۱۳	متوسط فاصله محل کار تا سکونت	۲۷/۴۹	-۰/۰۸	۱/۶۲ تا ۲/۲۳	۲۶	متوسط شاخص پوشش گیاهی	۱۴/۳	۰/۳۲	۱/۶۷ تا ۲/۱۴

مرکز استان دارای ضریب خطر بسیار بالا و در جنوب شرق، شمال شرق و مرکز دارای ضریب خطر بالایی می‌باشد. به عبارتی، از طرف مناطق دارای خطر پذیری کم به سمت مناطق دارای خطر پذیری زیاد، ضریب خطر آتش‌سوزی نیز افزایش می‌یابد. به طور کل، می‌توان بیان داشت که نقش میزان حقوق ماهیانه در یافتی در تعداد آتش‌سوزی در منطقه مورد مطالعه در دهستان‌های میزدج علیا و ارمند برجسته‌تر از سایر نواحی می‌باشد و دامنه ضریب تأثیر این عامل در نواحی بسیار خطرناک بین ۱/۵ تا ۱/۹۸ است که با

ضرایب مدل نشان می‌دهد، در بین عوامل یاد شده میزان حقوق در یافتی ماهیانه با ضریب همبستگی $-0/61$ و دامنه ضریب تأثیر $2/75$ تا $1/98$ از لحاظ تأثیر بر تعداد آتش‌سوزی در عرصه‌های طبیعی آشکارترین و تأثیرگذارترین عامل است. براساس آزمون همبستگی فضایی نیز این عامل دارای بالاترین همبستگی فضایی است. نقش این عامل بر تعداد آتش‌سوزی‌ها از طریق پهنه‌بندی ضریب تأثیر آن به دست آمده است، همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود، نقش مکانی این عنصر در

میزان خطر آتش‌سوزی و دهستان‌های دیناران و زاینده‌رود جنوبی با دامنه ضریب تأثیر ۱/۵- تا ۲/۰۴- دارای کمترین میزان خطر آتش‌سوزی می‌باشند. عامل مؤثر دیگری که بر تعداد وقوع آتش تأثیر دارد، متوسط شیب عرصه‌های طبیعی می‌باشد که با افزایش آن، کاهش دسترسی محافظان به عرصه‌های دارای شیب بالا را سبب می‌شود و احتمال وقوع تعداد بیشتر حریق را افزایش می‌دهد. این عامل نیز با ضریب همبستگی ۰/۵۰ و دامنه ضریب تأثیر ۱/۸۶- تا ۲/۲ در تعداد وقوع آتش تأثیرگذار است. همان‌گونه که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، دهستان‌های میزدج علیا، وردنجان، پشت‌کوه اردل و ارمند با دامنه ضریب تأثیر ۱/۵ تا ۲/۲۱ دارای بیشترین میزان خطر آتش‌سوزی و دهستان‌های سردشت و دیناران با دامنه ضریب تأثیر ۱/۸۶- تا ۱/۵- دارای کمترین میزان خطر آتش‌سوزی می‌باشند.

تعداد پرسنل افتخاری موجود در هر دهستان نیز عامل بعدی مؤثر بر تعداد وقوع حریق می‌باشد که با افزایش تعداد پرسنل بالطبع تعداد وقوع حریق کاهش می‌یابد. این عامل با ضریب همبستگی ۰/۴۲- و دامنه ضریب تأثیر ۱/۶۱- تا ۲/۱ در تعداد وقوع آتش تأثیرگذار است. همان‌گونه که در شکل ۷ نیز مشاهده می‌شود، دهستان‌های میزدج علیا، پشت‌کوه اردل و ارمند با دامنه ضریب تأثیر ۱/۵ تا ۲/۱ دارای بیشترین میزان خطر آتش‌سوزی و دهستان‌های میزدج سفلی، حومه بروجن و دیناران با دامنه ضریب تأثیر ۱/۶۱- تا ۱/۵- دارای کمترین میزان خطر آتش‌سوزی از این حیث می‌باشند. نقشه ۶ عامل اصلی مؤثر بر آتش‌سوزی در شکل‌های ۱ تا ۶ آمده است.

در نهایت با تلفیق این شش عامل که به عنوان مؤثرترین عوامل بر تعداد وقوع حریق مشخص شدند، نقشه پهنه‌بندی تعداد وقوع حریق استان براساس واحد دهستان در شکل شماره ۸ نشان داده شده است که در این شکل دهستان‌ها در پنج کلاس بدون خطر (خاکستری متمایل به سفید)، کم خطر (خاکستری کم رنگ)، خطر متوسط (خاکستری)، خطرناک (خاکستری متمایل به

کاهش این مقدار، میزان خطر آتش‌سوزی در بعضی دهستان‌ها چون سردشت، حومه بروجن، دیناران و زاینده‌رود جنوبی دارای کمترین ضریب تأثیر ۲/۷۵- تا ۱/۵- می‌گردد. طبق مدل به‌دست آمده، تعداد نیروی محافظ موجود در هر بخش، دومین عامل تأثیرگذار بر وقوع تعداد آتش‌سوزی‌ها می‌باشد، این عامل با ضریب همبستگی ۰/۵۶- و دامنه ضریب تأثیر ۱/۷- تا ۲/۳ در تعداد حریق در عرصه‌های طبیعی نقش مهمی دارد. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، دهستان‌های موجود در مرکز و جنوب استان همچون میزدج علیا، پشت‌کوه اردل و ارمند با دامنه ضریب تأثیر ۱/۵ تا ۲/۳ دارای خطرپذیری بسیار بالا و دهستان‌هایی چون دیناران و سردشت با دامنه ضریب تأثیر ۱/۵- تا ۱/۷- دارای کمترین میزان خطرپذیری آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع استان می‌باشند. سومین عامل تأثیرگذار بر تعداد آتش‌سوزی‌ها تعداد پاسگاه حفاظتی موجود در هر بخش است که این عامل نیز با ضریب همبستگی ۰/۵۴- و دامنه ضریب تأثیر ۲/۰۲- تا ۲/۲ در تعداد وقوع حریق تأثیر دارد. همان‌گونه که در شکل ۴ نشان داده شده است، دهستان‌های وردنجان در شمال استان و پشت‌کوه اردل در مرکز و ارمند در جنوب با دامنه ضریب تأثیر ۱/۵ تا ۲/۲ دارای بیشترین میزان خطرپذیری از حیث تعداد آتش‌سوزی می‌باشند و دهستان‌هایی چون میانکوه موگویی، کیار غربی و حومه شهرکرد با دامنه ضریب تأثیر ۱/۵- تا ۲/۰۲- دارای کمترین میزان خطرپذیری آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع استان می‌باشند.

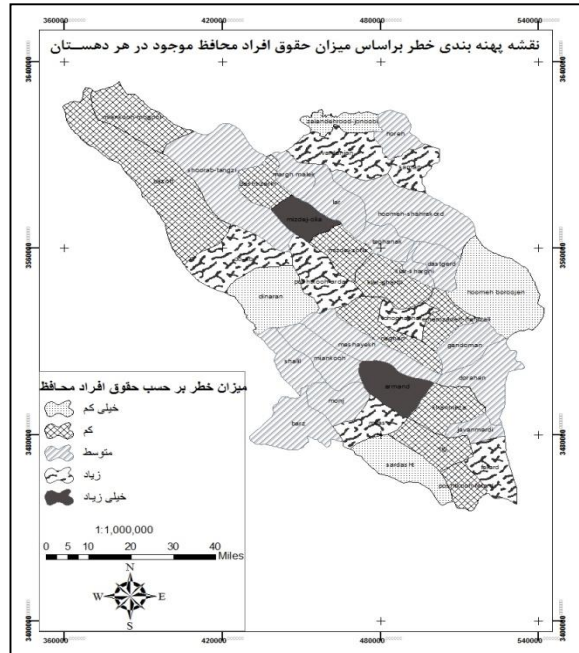
چهارمین عاملی که می‌تواند تأثیر زیادی در تعداد آتش‌سوزی به وقوع پیوسته داشته باشد، متوسط سن افراد محافظ موجود در هر دهستان می‌باشد که افزایش آن می‌تواند تأثیر منفی بر انگیزه و کارایی نیروهای محافظ داشته باشد این عامل نیز با ضریب همبستگی ۰/۵۳- و دامنه ضریب تأثیر ۲/۰۴- تا ۲/۰۷ در تعداد وقوع آتش تأثیرگذار است. همان‌گونه که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، دهستان‌های ارمند، دوآب صمصامی، پشت‌کوه اردل با دامنه ضریب تأثیر ۱/۵ تا ۲/۰۷ دارای بیشترین

گردید.

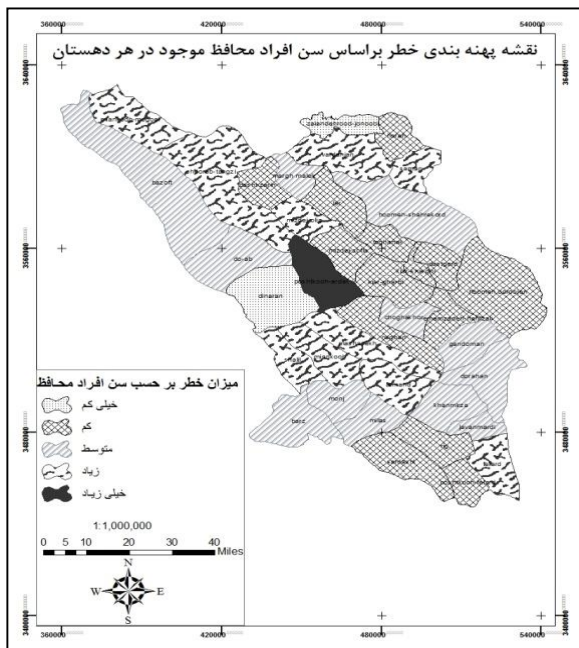
تیره) و بسیار خطرناک (تیره)، مطابق شکل ۸ طبقه‌بندی



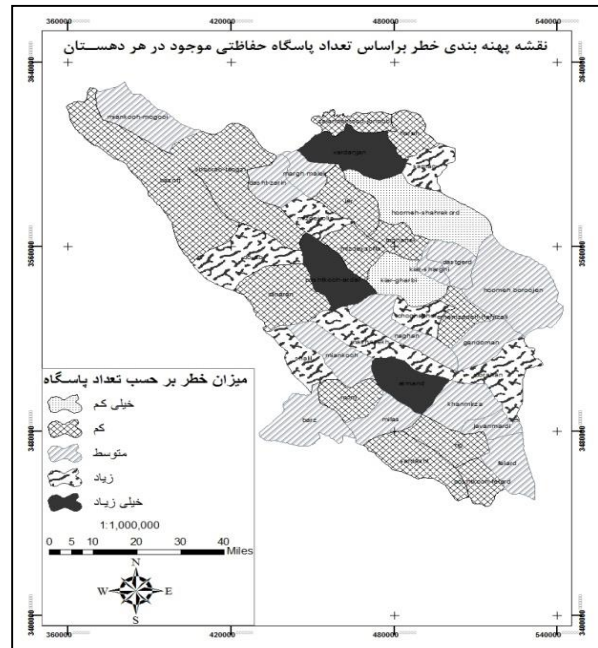
شکل ۲. نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی بر اساس تعداد افراد محافظ (قرقباں) موجود در هر دهستان



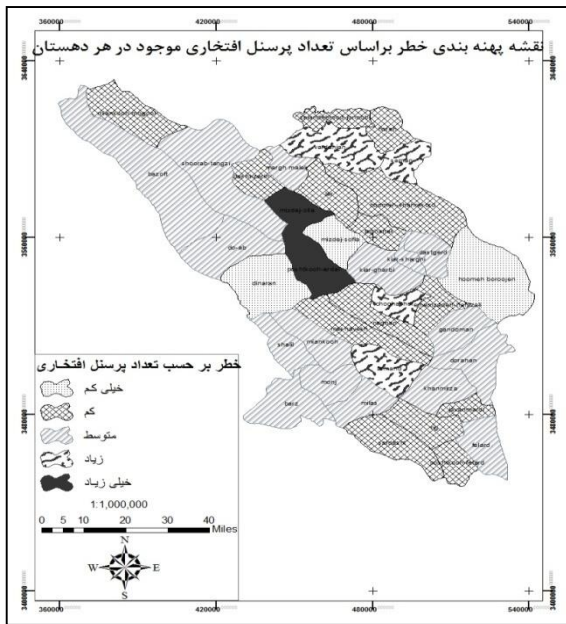
شکل ۱. نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی بر اساس میزان حقوق محافظ (قرقباں) ماهیانه دریافتی افراد محافظ (قرقباں)



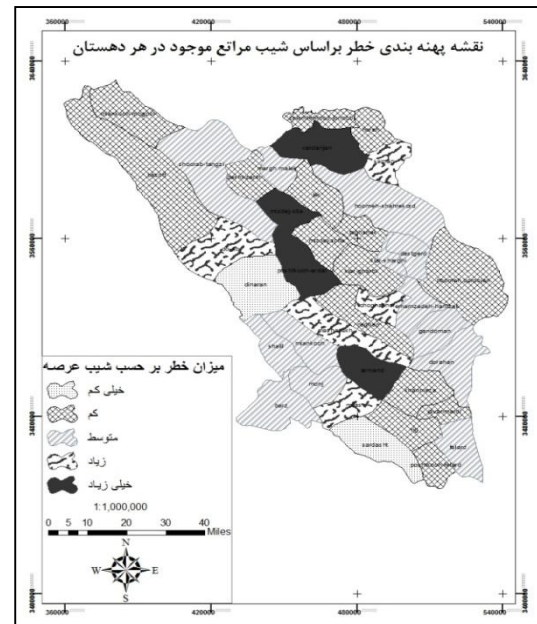
شکل ۴. نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی بر اساس متوسط سن افراد محافظ موجود در هر دهستان



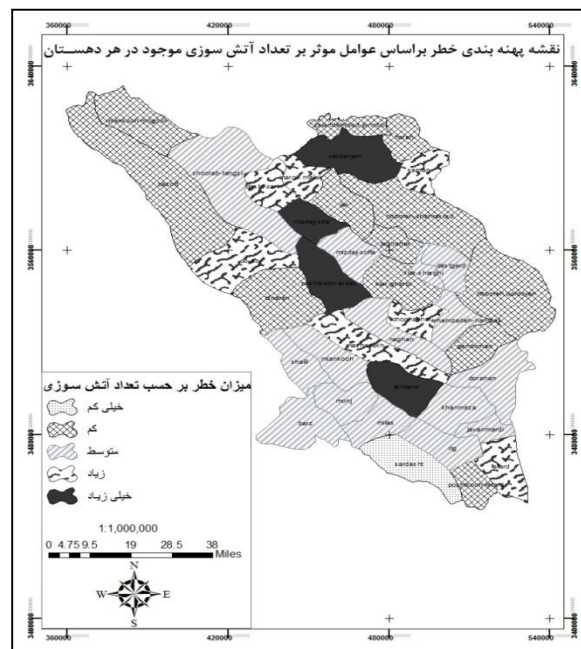
شکل ۳. نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی بر اساس تعداد پاسگاه حفاظتی موجود در هر دهستان



شکل ۶. نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی بر اساس تعداد پرسنل افتخاری موجود در هر دهستان



شکل ۵. نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی بر اساس متوسط شیب عرصه‌های جنگل و مرتع هر دهستان



شکل ۷. نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی پیش‌بینی شده توسط GWR بر مبنای تعداد آتش‌سوزی‌های سنواتی

رابطه با وقوع پدیده مخربی چون آتش‌سوزی، عدم آگاهی از پیش‌بینی صحیح وقوع این پدیده و همچنین تعیین

۴. بحث و نتیجه‌گیری

یکی از دغدغه‌های مدیران عرصه‌های منابع طبیعی در

کاهش بروز خسارات هنگفت و جبران ناپذیر آتش‌سوزی در عرصه‌های طبیعی داشته باشد. این موضوع توسط محققین دیگری نیز مورد تأکید قرار گرفته است [۱۴] و [۱۹]. در دهستان‌های ارمند و میزدج علیا که میزان خطر آتش‌سوزی بسیار خطرناک تعیین شده است (شکل ۱)، ارتباط معنی‌داری با حقوق دریافتی افراد محافظ در این دهستان‌ها نسبت به سایر دهستان‌های دیگر (با متوسط حقوق دریافتی ماهانه ۸۵۰۰۰۰ تومان در سال ۹۳) دارد (جدول ۳). از طرفی علاوه بر انگیزه‌های مادی، وجود تعداد نیروی محافظ کافی در عرصه‌های طبیعی، نقش به‌سزایی در کاهش رخداد آتش‌سوزی خواهد داشت و موجب کنترل بهتر و کاهش میزان آتش‌سوزی خواهد بود که این امر نیز اهمیت پیشگیری در مقایسه با درمان را که هزینه‌های کمتری نیز در پی دارد، مشهود می‌سازد (شکل ۲)؛ این امر نیز در تحقیقات دیگری [۱۰ و ۱۶] مورد تأکید قرار گرفته است. به همین دلیل دهستان‌هایی چون پشت‌کوه اردل، میزدج علیا، ارمند، با وجود تعداد کم نیروهای محافظ (۲ تا ۴ نفر) احتمال خطر آتش‌سوزی بیشتری را دارند که ضرورت افزایش تعداد نیروهای محافظ در این دهستان‌ها مشهود است. همچنین از آنجا که وجود تعداد پاسگاه حفاظتی کافی احتمال اطلاع‌رسانی سریع و دیده‌بانی بهتر را فراهم می‌آورد [۱۰ و ۱۶] امکان بروز آتش‌سوزی نیز کاهش می‌یابد. از این‌رو، شاهد آنیم که در دهستان‌های فاقد پاسگاه حفاظتی تعداد بروز آتش‌سوزی‌ها بیشتر بوده است (شکل ۳ و جدول ۳). در دهستان‌هایی چون ارمند، دوآب صمصامی، پشت‌کوه اردل به دلیل وجود میانگین سنی بالای افراد، خطر بروز آتش‌سوزی نیز از این حیث بالا برآورد شده است. به همین دلیل، نیازمند به‌کارگیری نیروهای حفاظتی جوانتر و با توان بالاتری در این منطقه یک ضرورت است که در نظر گرفتن این موضوع موجب کنترل و حفاظت بهتر عرصه‌های طبیعی خواهد شد (شکل ۴). متوسط شیب به عنوان عامل محیطی مهمی می‌باشد که رخداد آتش‌سوزی را تعیین می‌کند. افزایش این عامل کاهش

راهکارهای مناسب مقابله با آن است [۳]. از آنجا که آتش‌سوزی سالانه خسارات هنگفتی را بر عرصه‌های طبیعی تحمیل می‌کند، لازم است مهم‌ترین عوامل بروز و اطفاء آن شنا سایی و خطر وقوع آن مدل‌سازی تا بر این اساس تدابیر لازم اتخاذ گردد.

نتایج به‌دست آمده از این تحقیق که سه گروه عوامل انسانی، عوامل تجهیزات و امکانات و عوامل بیوفیزیکی را مورد مطالعه قرار داد، گویای آن است که متغیرهای میزان حقوق دریافتی ماهیانه نیروهای محافظ، تعداد نیروی محافظ موجود در هر دهستان، تعداد پاسگاه اطفاء حریق، متوسط سن افراد محافظ، متوسط شیب عرصه‌های جنگلی و تعداد پرسنل افتخاری موجود در هر دهستان از بین ۲۶ متغیر مورد بررسی دارای بیشترین ضریب خطر بر روی تعداد حریق رخ داده، بوده است. از آنجا که قریب به اتفاق موارد فوق عوامل انسانی و انگیزشی مربوط به حفاظت از عرصه‌های طبیعی می‌باشند، توجه به نیروی انسانی در جلوگیری از بروز آتش‌سوزی بیش از پیش نمود پیدا کرده و لازم است دقت نظر بیشتری در تقویت عوامل انگیزشی نیروی انسانی داشت. مطالعاتی که در سال‌های اخیر بر روی وقوع آتش‌سوزی صورت گرفته است، عمدتاً جنبه‌های فیزیکی و اقلیمی مؤثر بر آتش‌سوزی را مورد مطالعه قرار داده‌اند، حال آنکه نتایج این تحقیق که جنبه‌های انسانی و تجهیزاتی را علاوه بر موارد فوق مد نظر قرار داده است، گویای این واقعیت است که عوامل انسانی نقشی تعیین‌کننده بر آتش‌سوزی و یا جلوگیری از آن دارند. در این راستا نقش عوامل حفاظتی در جلوگیری از بروز وقوع آتش‌سوزی، نقشی تعیین‌کننده و حیاتی بوده و نباید از آن غافل شد. در این میان از بین متغیرهای ۲۶ گانه مورد بررسی در این تحقیق، میزان حقوق ماهیانه دریافتی افراد محافظ، دارای بالاترین اهمیت بوده است، از آنجا که حقوق دریافتی نیروهای منابع طبیعی علی‌رغم حاکمیتی بودن و ظایف و خطیر بودن آن ناچیز است، توجه به مسائل مالی و مدیریت درست آن در این زمینه، می‌تواند نقش مهمی را در

بایستی بر فرهنگ سازی، جلب مشارکت مردمی و خصوصاً توجه بیش از پیش هم به وضعیت حقوقی نیروهای حفاظتی و هم توجه به عوامل انگیزشی ضمن تقویت پاسگاه‌های حفاظتی صحنه می‌گذارد. همچون مطالعات دیگر [۸]، این مطالعه نیز گویای آن است که روش بررسی مناطق حساس و بحرانی آتش‌سوزی با استفاده از GIS برای تهیه نقشه خطر آتش‌سوزی می‌تواند روش مناسبی بوده و کاربرد موفقیت آمیزی داشته باشد. در این میان مدل GWR یک روش سریع و نسبتاً دقیقی برای پیش‌بینی و مدل‌سازی خطر وقوع رخداد آتش‌سوزی در منطقه مورد مطالعه محسوب شده (شکل ۶)، چرا که این روش (GWR) نه تنها اثرات موقعیت خود متغیرها (مستقل) را بر روی متغیر وابسته رخداد آتش‌سوزی بررسی کرده، بلکه بر خلاف روش‌های سنتی رگرسیون که موقعیت مکانی مقادیر مشاهدات در آن لحاظ نمی‌شود، اثرات موقعیت‌های همسایگی را نیز در نظر می‌گیرد و نقشه خروجی مربوط به خطر آتش‌سوزی نیز از آن استخراج می‌گردد. از این‌رو، می‌توان نتیجه گرفت که این روش روشی مناسب و کارآ در تهیه نقشه آتش‌سوزی به دلایل ۱- تعیین سهم عوامل ورودی و اهمیت آن‌ها، ۲- دخالت موقعیت مکانی و همسایگی عوامل مستقل بر روی وقوع رخداد عامل وابسته و ۳- ارائه نقشه برون‌داد خطر آتش‌سوزی (متغیر وابسته مورد بررسی) که بر مبنای مهم‌ترین عوامل ارائه می‌دهد، می‌باشد. به همین دلیل، پیشنهاد می‌شود که نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی در سایر مناطق کشور نیز بررسی تا علاوه بر اینکه با مشاهدات این تحقیق نیز مقایسه می‌گردند، نسبت به یافته‌های این روش، اطمینان بیشتری حاصل گردد. همچنین، هر چند یافته‌های زیادی گویای آن است که در کشور ما در بیش از ۹۰ درصد از آتش‌سوزی‌ها، نقش عامل انسانی مشهود است که در این تحقیق نیز مورد تأیید قرار گرفته، با این وجود، شاید خالی از فایده نباشد که علاوه بر متغیرهای بررسی شده در این تحقیق، عوامل اقلیمی نیز با نقشه‌های مورد استفاده در این تحقیق،

دسترسی محافظان را به عرصه‌های طبیعی در پی خواهد داشت و احتمال وقوع حریق را افزایش می‌دهد (شکل ۵). محققان زیادی با بررسی عامل شیب در تحقیقات خود بر تأثیر افزایش شیب بر افزایش آتش‌سوزی تأکید نموده‌اند [۱۳، ۱۲، ۱۵، ۱۸]. آخرین عامل مؤثر بر تعداد رخداد آتش‌سوزی، تعداد پرسنل افتخاری می‌باشد که با افزایش تعداد پرسنل افتخاری که به نوعی بیانگر حس مشارکت مردم هر دهستان نیز می‌باشد، بالطبع تعداد وقوع حریق کاهش می‌یابد (شکل ۶). به دلیل کمبود کمک‌های مردمی و نیروهای بومی در دهستان‌های پشت‌کوه اردل و میزدج علیا و عدم همکاری مناسب نیروهای افتخاری در دهستان ارمند، خطر وقوع آتش‌سوزی بسیار زیاد است. این امر، نیازمند توجه و تبلیغ بیشتر مسئولین در جهت تشویق مشارکت بیشتر نیروهای بومی در کمک‌رسانی به موقع در هنگام وقوع آتش‌سوزی و جلوگیری از وقوع آن است. بنابراین لازم است که اقدامات مدیران عرصه‌های طبیعی برای پیشگیری و کنترل آتش‌سوزی‌های آینده چون ایجاد برج‌های دیدبانی، احداث پاسگاه و پایگاه‌های حفاظتی در مناطق پرخطر، تأمین نیروی انسانی کافی در داخل جنگل‌ها و مراتع از قبیل قرقبانان، کارشناسان، نگهبان، سازماندهی نیروها با حساسیت بیشتری دنبال شود، چرا که این امر کمک قابل توجهی به کاهش خطر آتش‌سوزی کرده و خسارات آن را به شدت کاهش می‌دهد [۱۶ و ۱۷]. همچنین به کارگیری نیروهای انسانی کارآمد و جوان که توانایی لازم را برای محافظت و سرکشی از عرصه‌ها داشته باشند می‌تواند امری قابل توجه در حفاظت از جنگل‌ها و مراتع قلمداد شود. بنابراین، در دهستان‌های میزدج علیا، پشت‌کوه اردل و ارمند که طبق نقشه پهنه‌بندی دارای بیشترین میزان خطر آتش‌سوزی است، بایستی تدابیر لازم جهت کاهش تعداد آتش‌سوزی به ویژه از طریق توجه و تقویت نیروی انسانی و جلب مشارکت مردمی صورت پذیرد. در مجموع می‌توان بیان داشت که نتایج این تحقیق بیش از پیش بر این فرضیه که بیشتر آتش‌سوزی‌ها در کشور ما به دلیل عامل انسانی است و

مناطق پرخطر موجود در سطح جنگل‌ها و مراتع کشور
بررسی و استخراج شود.

تلفیق شده تا نقشه جامع و کاملی با تأثیر تمامی عوامل
اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و اقلیمی تهیه گردیده و

References

- [1] Abdi, O. Shetaei, Sh. Shiravani, Z. Naghavi, M. R. (2012). Effects of forest management on forest fires in 1389 Golestan province using GIS. *Journal of protection and conservation of forests and rangelands*. 8(2): 100-108.
- [2] Akbari, N. Asgari, A. (2003). Methodology Spatial Econometrics: Theory and Applications. *Journal of University of Isfahan*. 12(1-2): 93-112.
- [3] Alei mahmoodi, S. Fegghi, j. Jabariyan amiri, B. (2013). Predict the occurrence of fires in forests and rangelands using Artificial Neural Network (Case Study: Zagros forests, city ize). *Journal of Applied Ecology*, Vol 1. Issue 2.
- [4] Brunson, C. & Charlton, M. & Fotheringham, S. (2002). *Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Non-Stationary*, Geographical Analysis. UK, University of Newcastle Wiley.
- [5] Chaharmahal-Va-Bakhtiari. (2008). *Iran Statistical year book*. Statistical Center of Iran.
- [6] Dong XG Shao GG Limin DG Zhanqing HG Lei TG Hui W. (2006). Mapping forest fire risk zones with spatial data and principal component analysis. *Science in china: series E technological* 2006 (49):140-149.
- [7] Erten e.. (2004). Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS a case study, *XXth Congress of the international Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)*, 12-25.
- [8] Farehi Ashtyani, E. Ghodskhahei daryaei, M. Mohamadi Samanei, k. Amin Amlashei, M. (1391). Sensitive areas and critical review with emphasis on drought and fire using AHP, PDSI, GIS (Case Study: Forest Saravan province of Gilan). *Journal of Research of the protection and conservation of forests and rangelands*. 18(10): 95-113.
- [9] Fattahi, M., Ansari, N. and Khan hassani, M. (2000). Effects of degradation on forests regeneration in the Western of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands Press, Publication NO. 240, 471p.
- [10] Fule P. M., Ribas. E, Gutierrez. R, Vallejo & M. Kaye. (2006). Forest structure and fire history in an old *Pinus nigra* forest, eastern Spain, *Forest Ecology and Management*, 241(3): 79 – 88.
- [11] Ghorbani, kh. (2012). Weighted regression: a method for mapping the isorain in Gilan province. *Journal of Soil Water*. 9(3): 743-752.
- [12] Jaiswal, R.K., Mukherjee, S., Raju, K.D. and Saxena, R. (2002). Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 4(1):1-10.
- [13] Mahdavi, A. Rashid Fallah, Shamsi, R. Hydari, M. (2011). Mapping the risk of fire in forest and pasture lands in the Ilam city area using AHP. Book of Abstracts: *First International Symposium on fire in the area of natural resources*. 40(11-39).
- [14] Miraki, M. Akbarinia, M. Ghazanfri, H. Ezati, S. Hydari, A. (2013). Provide strategies for dealing with fire management using decision support systems in the forests of northern Zagros (Case of Marivan city forest areas). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 4(13): 742-755.
- [15] Mohamadi, F. (2009). Forest fire risk mapping using satellite imagery and GIS in forest part of, Thesis, University of Kurdistan. Statistical Center of Iran, *Statistical Yearbook of the Provinces*. 2008.
- [16] Pewb, K.L. and Larsen, C.P.S. (2001). GIS analysis of spatial and temporal patterns of human-caused wildfires in the temperate rain forest of Vancouver Island, Canada. *Forest Ecology and Management*, 140: 1– 18.
- [17] Romero Calcerrada R. (2008). GIS analysis of spatial patterns of human –caused wildfire ignition risk in the SW of Madrid (Central Spain), *Landscape Ecology*. 23(3): 341-354.
- [18] Rothmel R.C. (1985). Fire behavior consideration of aerial ignition. Prescribed Fire by Aerial Ignition. *Intermountain Fire Council*: 143-158 pp.

- [19] Salamati, H. Mostafaloo, H. Mastoori, A. (2011). Evaluation of forest fire risk mapping using GIS in the forests of Golestan Province. *Proceedings of the First International Conference on Fire in the areas of natural resources*. Gorgan. 272.
- [20] Sharma D, Hoa V, Cuong T. V, Tuyen H. T & Sharma N. (2009). Forest Fire Risk Zonation for Jammu District forest division using Remote Sensing and GIS. 7th FIG Regional Conference. *Spatial Data Serving People: Land Governance and the Environment – Building the Capacity*. Hanoi, Vietnam, 19-22.
- [21] Soltani, A. Ahmadyan, A.R. Esmaeili Ayuki, Y. (2010). Application of spatially weighted regression (GWR) to examine the spatial relationships between variables in a metropolitan area. 11(99-110).
- [22] Tavakoli, R. (2011). Identification of the most important factors affecting the spreading of fire and fire hazard zonation of forests and meadows of Chahrmahal-va-Bakhtiari Province. Thesis, University of Shahrekord.
- [23] Vallentine J F. (1990). *Grazing management*, Academic Press, INC, New York.