

## اثر مدیریت جنگل روی آتش‌سوزی جنگل‌های استان گلستان در سال ۱۳۸۹ با استفاده از GIS

امید عبدی<sup>۱\*</sup>، شعبان شتایی<sup>۲</sup>، زینب شیروانی<sup>۳</sup> و محمدرضا نقوی<sup>۴</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

پست الکترونیک: abdi.grs@gmail.com

۲- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴- کارشناس ارشد مرتعداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۱۱

### چکیده

یکی از راه‌های دوام و بقای جنگل تهیه و اجرای طرح‌های جنگلداری است که موجب حفظ آن در شرایط بحرانی از جمله آتش‌سوزی جنگل می‌شود. هدف این تحقیق بررسی اثر مدیریت جنگل در قالب طرح‌های جنگلداری فعال بر روی میزان سطح و مدت زمان تداوم آتش‌سوزی نسبت به مناطق جنگلی با طرح جنگلداری غیرفعال و یا فاقد طرح جنگلداری در سال ۱۳۸۹ در استان گلستان بود. بدین منظور، ابتدا اطلاعات شاخص‌های مدیریتی مهم در مدیریت صحیح یک طرح جنگلداری بر اساس فرم‌های پیشرفت فیزیکی و سایر داده‌های موجود به تفکیک قطعه وارد بانک اطلاعاتی آن در محیط GIS شد. سپس اطلاعات مربوط به سطح گسترش آتش‌سوزی جنگل‌ها به همراه مدت زمان ماندگاری آتش‌سوزی وارد محیط GIS شد. و با هم‌پوشانی محدوده مناطق دچار حریق بر روی مناطق جنگلی از لحاظ مکانی و آماری مورد تحلیل قرار گرفتند. بر اساس نتایج بدست‌آمده، از بین عوامل مدیریتی مورد بررسی بر روی زمان ماندگاری و سطح آتش‌سوزی‌ها، در محدوده طرح‌های جنگلداری فعال، با استفاده از رگرسیون گام به گام، ۷۱/۷۰ درصد از افزایش زمان تداوم آتش‌سوزی‌ها، مربوط به کمبود یا فقدان میزان تراکم جاده‌های جنگلی، کانال‌کشی و حصارکشی در طرح‌های جنگلداری بوده و حدود ۹۰ درصد افزایش سطح آتش‌سوزی‌ها مربوط به سه عامل مدیریتی، کمبود نیروی انسانی، کاهش عملیات پرورشی و حفرکانال-حصارکشی می‌باشد. به‌طورکلی وجود طرح‌های جنگلداری ضمن اینکه باعث حفاظت جنگل در مقابل گسترش سطح و مدت زمان تداوم آتش‌سوزی می‌گردد، بکارگیری شاخص‌های مدیریتی مهم داخل طرح‌های جنگلداری مطابق با اصول علم جنگلداری، در حفاظت جنگل در مواقع بحرانی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** طرح جنگلداری، آتش‌سوزی جنگل، مدت زمان تداوم آتش‌سوزی، سطح آتش‌سوزی، GIS

### مقدمه

توسعه آن می‌شود، زیرا طرح جنگلداری سند مدونی از مجموعه برنامه‌های اجرایی مرتبط با هم و ترکیبی از علوم مختلف می‌باشد که بر مبنای اصول مدیریت پایدار جنگل

یکی از راه‌های دوام و بقای جنگل تهیه و اجرای طرح‌های جنگلداری است که موجب حفظ، حراست و

بر حسب زمان و مکان و برای محدوده‌ای از جنگل در حوزه‌های آبخیز توسط ورزیده‌ترین نیروهای کارشناسی با تخصص‌های مختلف (جنگل‌شناسی، خاکشناسی، جنگلکاری، بهره‌برداری، جنگلداری، اقتصادی و اجتماعی، اکولوژی و ...) تهیه شده و اجرای آن همواره بر دو اصل استمرار تولید و قانون بازده حداکثر استوار می‌باشد. در برنامه‌ریزی‌های طرح نیز مواردی مانند بالابودن زمان تولید، تعدد عوامل تخریب، شکنندگی اکوسیستم حاکم بر آن کاملاً لحاظ شده و مسائلی از قبیل اثر جنگل‌ها بر شرایط آب و هوایی، توسعه منابع آبی، خدمات اجتماعی و اقتصادی در رأس این برنامه‌ها قرار گرفته و تولید چوب در درجات بعدی آن قرار می‌گیرد (خانلری، ۱۳۹۰). آتش‌سوزی در جنگل و مرتع باعث نابودی بخش مهمی از منابع و امکانات محیط‌زیست، آلودگی هوا، از بین رفتن گونه‌های ارزشمند گیاهی و جانوری شده و جان انسان‌های ساکن در مجاورت جنگل را با مخاطرات جدی مواجه می‌نماید (Zhang et al., 2010). آتش‌سوزی جنگل‌ها را می‌توان بر حسب منشأ به آتش‌سوزی طبیعی، انسانی و آتش‌سوزی از قبل برنامه‌ریزی شده تقسیم‌بندی نمود. همچنین مهمترین عوامل مؤثر در بروز و یا مهار آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع عبارت از بارندگی، دما، رطوبت و ناپایداری هوا می‌باشد که با استفاده از همین عوامل می‌توان وقوع آتش‌سوزی را با مدل‌ها و شاخص‌های گوناگون پیش‌بینی کرد (بذرافشان و همکاران، ۱۳۸۶). محققان بسیاری به منظور ارزیابی اثر اکولوژیکی و خطر آتش‌سوزی‌های مهیب، با اهداف مدیریت آتش‌سوزی این پدیده را از لحاظ فراوانی، وسعت، شدت، پراکنش و احتمال الگوی مکانی در دوره‌های زمانی بررسی نموده‌اند (Amatulli et al., 2007). پی‌بردن به

روابط بین عوامل آتش‌سوزی و پوشش گیاهی، آب و هوا، توپوگرافی و فعالیت‌های مدیریتی ضروری بوده و می‌تواند از زوایای مختلف بررسی شود، زیرا امکان کنترل چنین آتش‌سوزی‌هایی به‌ویژه در آتش‌سوزی‌های انسانی وجود دارد (Pewb & Larsen, 2001). بنابراین در مطالعات اخیر نیز پیش‌بینی مکان و زمان آتش‌سوزی‌های انسانی در جنگل مورد توجه قرار گرفته‌است، همان‌طور که مطالعات (Chou et al., 1993; Pewb & Larsen, 2001) در جنگل بورآل آلبرتا، مخلوط چاپارال و سوزنی‌برگ کالیفرنای جنوبی نشان داد که احتمال آتش‌سوزی انسانی با افزایش فاصله از تأسیسات انسانی کاهش پیدا کرده‌است. همچنین مطالعات انجام شده در جنگل بورآل کانادا حکایت از افزایش احتمال آتش‌سوزی انسانی با خشکی و درجه حرارت دارد (Vega Garcia et al., 1995; Pewb & Larsen, 2001). مطالعات انجام‌شده روابطی را به‌منظور مشخص نمودن مکان و زمان آتش‌سوزی انسانی در جنگل با استفاده از GIS<sup>1</sup> توسعه داد و فعالیت‌هایی از قبیل استفاده از زمان آتش‌سوزی‌های ایجادشده با عوامل انسانی، محیطی، اطلاعات آماری، درون‌یابی و همپوشانی‌ها به‌منظور تعیین مکان نقطه نامعلوم آتش‌سوزی انجام شده‌است (De la Riva et al., 2004). در ایران نیز محمدی و همکاران (۱۳۸۹) نقشه نواحی دارای خطر آتش‌سوزی جنگل را در بخشی از حوضه پاره به وسعت حدود ۱۴۸۸۰ هکتار با استفاده از AHP<sup>2</sup> و GIS بر پایه عوامل اقلیمی، پوشش گیاهی، فیزیوگرافی، انسانی و فاصله از جاده‌ها و رودخانه‌ها و با توجه به مقادیر کمی وزن هر یک از عوامل تهیه نمودند. سپس اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی با استفاده از

1- Geospatial Information System

2- Analytical Hierarchy Process

گرفته‌اند. دامنه ارتفاعی منطقه مطالعاتی از لحاظ توپوگرافی بین ۱۹۰ تا ۲۵۰۰ متر بالاتر از سطح دریا متغیر بوده و شیب متوسط آن حدود ۳۰ درصد می‌باشد.

میانگین حداکثر دما در منطقه مذکور در ماه‌های آبان و آذر در سال ۱۳۸۹، ۲۲ درجه سانتیگراد بوده که نسبت به میانگین دوره آماری (۲۰ ساله) ۶ درجه افزایش یافته‌است. میانگین حداقل رطوبت نسبی نیز ۳۵ درصد بوده که حدود ۲۰ درصد نسبت به دوره آماری کاهش یافته، میانگین بارندگی ۲۰ میلی‌متر بوده که نسبت به دوره آماری ۴۰ میلی‌متر کاهش داشته‌است و تعداد روزهای بارانی ۳ روز بوده که نسبت به دوره آماری ۷ روز کاهش یافته‌است. در مجموع موارد فوق نشان‌دهنده توانمندی بالای آتش‌سوزی جنگل در این مدت در استان گلستان می‌باشد (کردجری و همکاران، ۱۳۹۰). تنوع‌زیستی منطقه جنگلی مورد مطالعه، بالا بوده و از گونه‌های درختی صنعتی با ارزش آن می‌توان به راش، توسکا، بلندمازو، ممرز، سرخدار، ارس، زربین و انجیلی اشاره نمود. آتش‌سوزی در جنگل‌های استان گلستان در سال ۱۳۸۹ از تاریخ ۸۹/۸/۲۵ شروع و تا تاریخ ۸۹/۹/۲۲ به مدت ۲۹ روز ادامه داشته که در منطقه مورد مطالعه و این دوره زمانی، حدود ۱۳۵ مورد آتش‌سوزی با میانگین ۴۰۹ هکتار و مساحت کمتر از ۰/۱ تا حداکثر ۲۹۲۷ هکتار ثبت شده که علت اغلب این آتش‌سوزی‌ها نامعلوم گزارش شده‌است.

در این تحقیق برای رقومی‌سازی دقیق جاده‌ها، مرز طرح‌های جنگلداری، سری‌ها و قطعه‌بندی‌ها از نقشه‌های رقومی توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور به صورت دو بُعدی و سه بُعدی استفاده شد. همچنین از

لایه‌های وزنی و ضریب وزنی مربوط به هر یک از عوامل کردند. در نهایت پنج طبقه از دامنه خطر آتش‌سوزی جنگل از خیلی زیاد تا خیلی کم مشتق شد. نقشه بدست‌آمده تطبیق زیادی با مکان‌های واقعی آتش‌گرفته داشت و نشان داد که ۹۰ درصد از مناطق آتش‌گرفته در پهنه‌هایی با خطر زیاد قرار دارند.

در اغلب تحقیقات انجام شده، مناطق جنگلی دارای طرح جنگلداری و فاقد طرح جنگلداری و نیز شاخص‌های مدیریتی داخل طرح‌های جنگلداری با سطح و مدت زمان تداوم آتش‌سوزی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌است. بنابراین هدف این تحقیق پی‌بردن به میزان تأثیر مدیریت صحیح در قالب طرح‌های جنگلداری در کاهش سطح و مدت زمان تداوم گسترش آتش‌سوزی‌های رخ داده در پائیز سال ۱۳۸۹ در استان گلستان بوده، همچنین تأثیر اجرای شاخص‌های مدیریتی صحیح در داخل طرح‌های جنگلداری در میزان ماندگاری و سطح آتش‌سوزی‌های جنگل مورد بررسی قرار گرفته‌است.

## مواد و روشها

برای مناطق جنگلی استان گلستان حدود ۵۸ طرح جنگلداری تهیه شده که ۲۸ طرح جنگلداری فعال و بقیه بصورت غیرفعال هستند. منطقه مورد مطالعه با مساحتی بالغ بر ۳۰۰ هزار هکتار در محدوده طول‌های جغرافیایی  $113^{\circ} 53' 50''$  تا  $55^{\circ} 59' 15''$  شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $36^{\circ} 37' 46''$  تا  $36^{\circ} 37' 46''$  شمالی، قسمتی از جنگل‌های واقع در منتهی‌الیه باریکه جنگل‌های شمال شرقی ایران می‌باشد که دارای طرح‌های جنگلداری فعال و غیرفعال و یا فاقد طرح جنگلداری می‌باشد و در آتش‌سوزی‌های سال ۲۰۱۰ بیشتر مورد آسیب قرار

همچنین موقعیت مکانی نقاط آتش سوزی با استفاده از GPS برداشت و به صورت یک لایه نقطه‌ای وارد محیط GIS شد. سپس اطلاعات مساحت و مدت زمان تداوم آتش سوزی در هر نقطه نیز در بانک اطلاعاتی هر نقطه آتش سوزی وارد شد. در مرحله بعد، نقاط آتش سوزی با محدوده طرح‌های جنگلداری و سایر مناطق جنگلی استان با استفاده از روش هم‌پوشانی اشتراکی<sup>۴</sup> هم‌پوشانی داده شد تا مشخص شود کدام آتش سوزی‌ها در محدوده طرح‌های جنگلداری اتفاق افتاده، مساحت و مدت تداوم آتش سوزی و نیز میزان شدت فیزیکی انجام عملیات هر طرح به چه صورت بوده است؟ در نهایت اقدام به بررسی همبستگی شاخص‌های مدیریتی طرح جنگلداری بر روی سطح گسترش و مدت زمان تداوم آتش سوزی در محیط نرم‌افزار SPSS با استفاده از مدل رگرسیون گام به گام پیش‌رونده (FS)<sup>۵</sup> در طرح‌های فعال جنگلداری و مناطق جنگلی با طرح‌های جنگلداری غیرفعال و یا فاقد طرح جنگلداری گردید. در روش رگرسیون گام به گام پیش‌رونده که براساس مدل رگرسیون خطی بنا نهاده شده است، برای قضاوت این که در هر مرحله آیا یک متغیر مستقل جدید باید به مدل افزوده شود یا خیر، یک سطح  $\alpha$  انتخاب می‌شود (بازرگان لاری، ۱۳۸۶)؛ که در این مطالعه سطح معنی‌داری  $\alpha$  برابر ۵ درصد انتخاب شده است. مجموعه‌ای که با افزودن شاخص مستقل دیگر در سطح  $\alpha$  افزایش معنی‌داری در آماره F آن ایجاد نشود، به عنوان بهترین ترکیب ورودی برای مدل‌سازی انتخاب می‌گردد. بدین ترتیب شاخص‌های مؤثر بر میزان گسترش سطح و ماندگاری زمان آتش سوزی در جنگل‌های منطقه مشخص شد.

داده‌های ماهواره‌های اسپات<sup>۳</sup> مربوط به سال ۲۰۰۹ میلادی به منظور بارزسازی و به‌روزرسانی مرز طرح‌های جنگلداری استفاده شد. از اطلاعات جدول‌های پیشرفت فیزیکی ماهانه طرح‌های جنگلداری واقع در دفتر فنی اداره کل منابع طبیعی استان گلستان به منظور دستیابی به اطلاعات عملیات مراقبتی، پرورشی، حفاظتی، کانال‌کشی و حصارکشی، وضعیت نیروی انسانی و غیره برای هر طرح جنگلداری کمک گرفته شد. برای انجام تحلیل‌های مکانی و آماری به ترتیب از نرم‌افزارهای ArcGIS و SPSS استفاده شد.

به منظور مشخص شدن محدوده طرح‌های جنگلداری، ابتدا محدوده این طرح‌ها، محدوده سری و قطعه‌بندی‌ها و جاده‌ها با استفاده از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ به صورت دوبعدی و سه‌بعدی و نیز با استفاده از داده‌های ماهواره‌های اسپات به روز و در محیط GIS به صورت یک لایه برداری رقومی گردید. سپس با استفاده از میزان مجموع طول جاده‌ها و مساحت هر طرح، میزان تراکم جاده‌های موجود در داخل آن طرح محاسبه شد. از طریق محاسبه میزان متوسط فواصل بین جاده‌ها با استفاده از تابع بافر در محیط GIS، مساحت تحت پوشش جاده‌های طرح مشخص و با تقسیم میزان مساحت پوشش داده شده به مساحت طرح، درصد پوشش شبکه‌بندی جاده‌های هر طرح تعیین گردید. در مرحله بعد برای هر طرح جنگلداری اطلاعات مدیریتی از قبیل میزان تراکم جاده‌ها، میزان پوشش شبکه‌بندی جاده‌ها، میزان نیروهای انسانی، حفاظتی، عملیات مراقبتی، عملیات آزادکردن، پاک کردن و تنک کردن، وسایل اطفای حریق، میزان حصارکشی و کانال‌کشی و غیره وارد بانک اطلاعاتی آن طرح گردید.

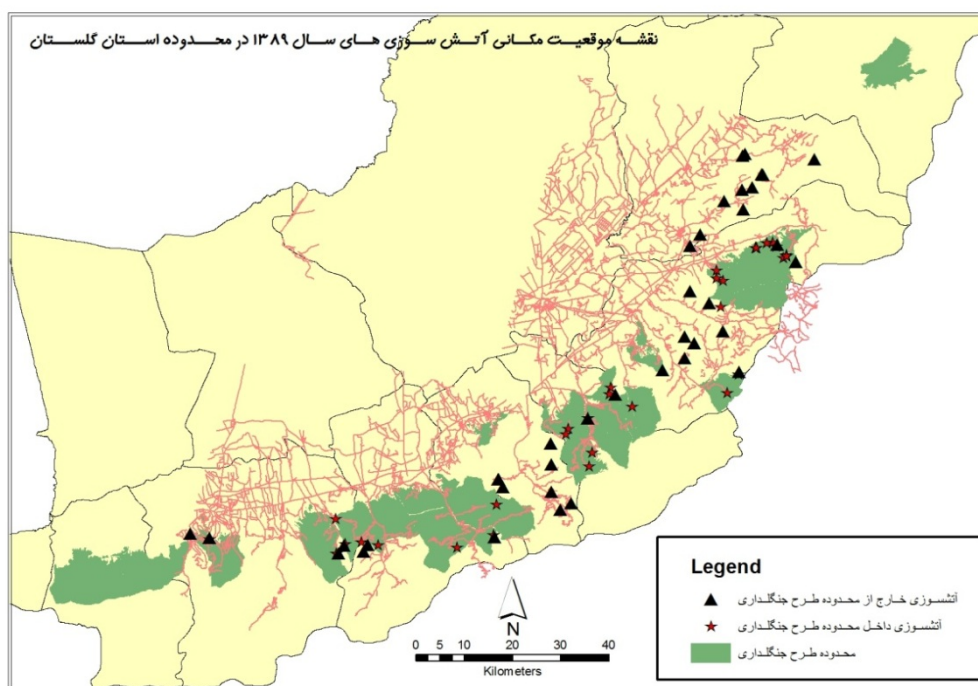
4- Intersect  
5- Forward Stepwise

3- SPOT Imagery

## نتایج

نتایج حاصل از بررسی همپوشانی آتش‌سوزی‌های استان گلستان در سال ۱۳۸۹ با محدوده طرح‌های جنگلداری فعال و غیرفعال و نیز محدوده‌های جنگلی فاقد طرح جنگلداری حکایت از آن داشت که از مجموع

حدود ۱۳۵ مورد آتش‌سوزی رخ داده، حدود ۳۳ درصد آتش‌سوزی‌ها در محدوده طرح‌های جنگلداری فعال و حدود ۶۷ درصد آنها در محدوده مناطق جنگلی دارای طرح‌های غیرفعال و یا فاقد طرح جنگلداری رخ داده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت مکانی آتش‌سوزی‌های واقع در محدوده طرح‌های جنگلداری فعال و سایر مناطق جنگلی گلستان در سال ۱۳۸۹

میزان ۲۴ درصد در افزایش مدت‌زمان تداوم آتش‌سوزی‌ها دارد، به این معنی که به تنهایی ۷۱/۷۰ درصد از افزایش زمان تداوم آتش‌سوزی‌های مربوط به کمبود یا فقدان این دو فاکتور مدیریتی در طرح‌های جنگلداری است (رابطه ۱).

همچنین نتایج حاصل از بررسی فاکتورهای مدیریتی مورد بررسی بر روی زمان ماندگاری آتش‌سوزی‌ها در محدوده طرح‌های جنگلداری فعال با استفاده از رگرسیون گام به گام (جدول ۱)، حکایت از تأثیر کاهش میزان تراکم جاده‌های جنگلی به میزان ۴۷/۷۰ درصد و کانال‌کشی و حصارکشی به

جدول ۱- ضرایب رگرسیون گام به گام رابطه بین زمان تداوم آتش سوزی جنگل با شاخص‌های مدیریتی طرح‌های جنگلداری

سطح معنی‌داری	t	ضرایب استاندارد		مدل
		Beta	Std. Error	
۰/۰۰۱	۳/۹۳۲		۴۱,۸۰۸	مقدار ثابت
۰/۰۲۲	۲/۹۳۸-	۰/۴۷۴-	۴/۸۲۳	تراکم جاده موجود (SD)
۰/۰۲۴	-۱/۰۲	-۲/۳۴	۰/۹۱۴	حصارکشی و حفر کانال (CE)

رابطه (۱)

$$TF = -11/979SD - 1/104CE + 127/076, R^2 = 0/449$$

به سه شاخص مدیریتی کمبود نیروی انسانی به میزان ۳۶/۴ درصد، کاهش عملیات پرورشی به میزان ۲۹/۵ درصد و حفر کانال - حصارکشی به میزان ۲۴/۱ درصد می‌باشد (رابطه ۲).

بررسی رابطه بین متغیرهای مختلف مدیریتی طرح‌های جنگلداری بر روی میزان سطح گسترش آتش سوزی‌ها با استفاده از رگرسیون گام به گام (جدول ۲)، بیانگر آن است که حدود ۹۰ درصد افزایش سطح آتش سوزی‌ها مربوط

جدول ۲- ضرایب رگرسیون گام به گام رابطه بین میزان سطح آتش سوزی جنگل با عوامل مدیریتی طرح‌های جنگلداری

سطح معنی‌داری	t	ضرایب استاندارد		مدل
		Beta	Std. Error	
۰/۰۵	۰-/۲۰۵		۲۳۸/۶۰	مقدار ثابت
۰/۰۲۱	-۱/۶۷	-۰/۳۶۳	۱۷/۲۷	نیروی انسانی (FF)
۰/۰۳۴	-۱/۲۹۷	-۰/۲۹۵	۳/۱۰	عملیات پرورشی (SO)
۰/۰۳۸	-۱/۰۶	-۰/۲۴۱	۶/۳۰	حصارکشی و حفر کانال (CE)

$$SF = -28/42FF - 4/081SO + 6/71CE + 7/30, R^2 = 0/445$$

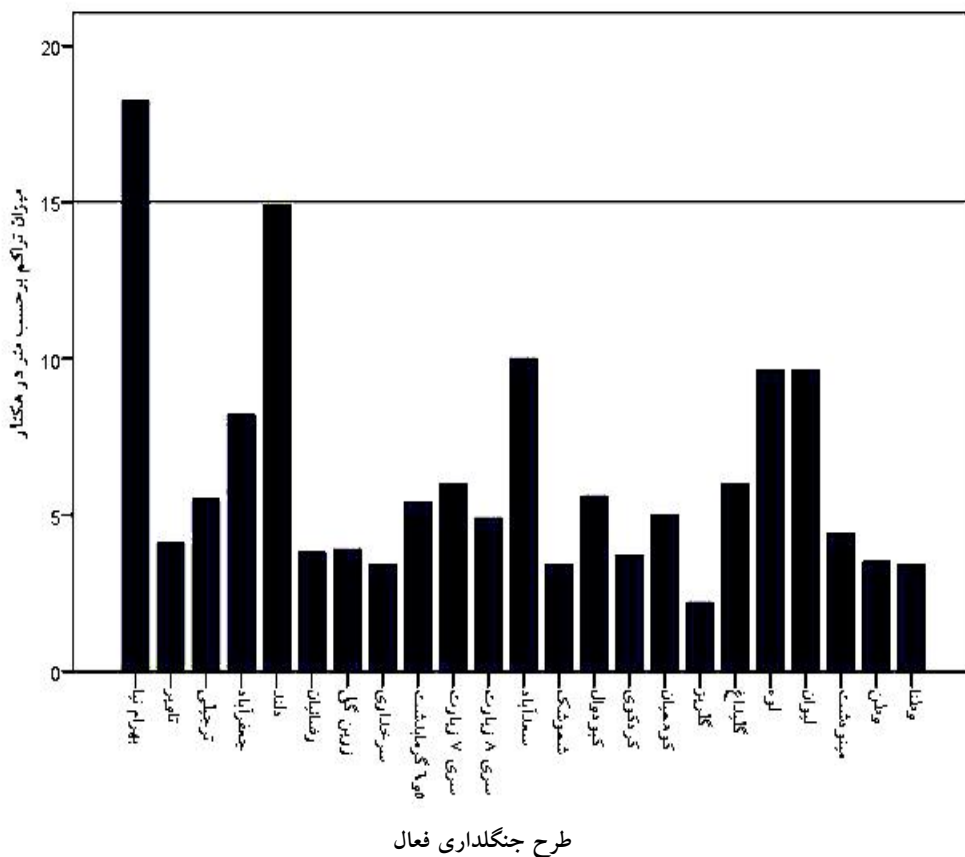
رابطه (۲)

## بحث

نتایج بدست‌آمده از بررسی میزان سطح آتش‌سوزی‌ها در محدوده طرح‌های جنگلداری فعال و مناطق جنگلی با طرح جنگلداری غیرفعال و فاقد طرح جنگلداری حکایت از آن دارد که وجود طرح جنگلداری باعث کاهش یک سوم میزان سطح آتش‌سوزی‌های سال ۱۳۸۹ در محدوده جنگل‌های استان گلستان شده‌است. به عبارتی در طرح جنگلداری فعال شاخص‌های مدیریتی خواه بطور کامل و یا ناقص در آن اجرا شده‌باشد، می‌تواند در کاهش میزان سطح آتش‌سوزی جنگل مؤثر باشد، زیرا در داخل هر طرح جنگلداری فعال حداقل شاخص‌های مدیریتی از قبیل جاده دسترسی، نیروهای حفاظتی، عملیات پرورشی و غیره اجرا می‌شود که در جلوگیری از گسترش سطح آتش‌سوزی می‌تواند مفید واقع شود. همچنین نتایج بدست‌آمده از بررسی تأثیر شاخص‌های مدیریتی جنگل بر روی میزان زمان تداوم و گسترش سطح آتش‌سوزی‌ها در داخل طرح‌های جنگلداری فعال بیانگر آن است که برخی از شاخص‌های مدیریتی پایه از قبیل دسترسی به تمام سطح جنگل در داخل طرح جنگلداری می‌تواند در کاهش میزان تداوم و گسترش سطح آتش‌سوزی نقش مهمی داشته‌باشد. چنانچه طبق نتایج، میزان تراکم جاده بهینه باعث کاهش زمان تداوم آتش‌سوزی در داخل محدوده طرح جنگلداری شده که این امر می‌تواند به دلیل دسترسی سریعتر به مناطق دچار آتش‌سوزی و استفاده از ماشین‌آلات و نیروهای انسانی اطفای حریق باشد. در بررسی‌های انجام

شده بیشتر آتش‌سوزی‌ها در سال ۱۳۸۹ در مناطق فاقد مسیر جاده دسترسی اتفاق افتاده‌است. از سویی تحقیقات انجام‌شده در طرح‌های جنگلداری استان گلستان نشان می‌دهد که متوسط میزان تراکم جاده در این طرح‌ها حدود ۷ متر در هکتار بوده که با حداقل تراکم موردنیاز (حدود ۱۵ متر در هکتار) اختلاف نسبتاً زیادی دارد (رأفت‌نیا و همتی خشکدشتی، ۱۳۸۵). از بین طرح‌های جنگلداری استان براساس شاخص باکموند تنها طرح جنگل آموزشی دکتر بهرام‌نیا با تراکم ۱۸/۳ متر در هکتار و پوشش شبکه‌بندی ۸۰ درصد، از تراکم و پوشش شبکه‌بندی جاده مناسب برخوردار بوده (رأفت‌نیا و همتی خشکدشتی، ۱۳۸۵) و بقیه طرح‌ها فاقد تراکم و پوشش شبکه جاده قابل قبول بر اساس شاخص باکموند می‌باشند (شکل ۲). بنابراین رعایت پوشش شبکه‌بندی مناسب با میزان تراکم بهینه جاده (حدود ۲۰ متر در هکتار) و نیز درصد پوشش جاده مناسب (پوشش شبکه‌بندی بالای ۶۵ درصد) در داخل محدوده طرح‌های جنگلداری ضروری بوده و جاده‌های جنگلی برخلاف تصور غلط، خود عاملی مؤثر در کاهش مدت‌زمان تداوم آتش‌سوزی‌ها داخل طرح‌های جنگلداری است.

همچنین براساس نتایج، حفرکانال به‌عنوان آتش‌بر عمل نموده و ضمن این‌که از میزان گسترش سطح آتش‌سوزی کاسته، مدت‌زمان تداوم را نیز کاهش داده‌است که این نتیجه، ایجاد آتش‌بر با تراکم بهینه و پوشش مناسب در محدوده جنگل‌های استان را ضروری نشان می‌دهد.



شکل ۲- میزان تراکم جاده موجود در داخل طرح‌های جنگلداری فعال در استان گلستان

نیروهای کافی داخل طرح‌های جنگلداری می‌تواند با دخالت به موقع از گسترش آتش‌سوزی جلوگیری کند. به‌طور کلی نتایج بدست‌آمده، حکایت از اهمیت وجود طرح‌های جنگلداری و فعالیت‌های صحیح مدیریتی داخل طرح‌های جنگلداری داشته و تا حدود زیادی می‌تواند در حفاظت از جنگل در مواقع بحرانی مانند آتش‌سوزی جنگل مؤثر باشد که نتایج فوق در راستای مطالعات Larsen و Pewb (۲۰۰۱) می‌باشد. در تحقیق بذرافشان و همکاران (۱۳۸۶) مهمترین عوامل مؤثر در بروز و یا مهار آتش‌سوزی در جنگل را عوامل اقلیمی دانسته‌اند و بر اساس همین عوامل اقدام به پیش‌بینی مدل‌ها و شاخص‌های گوناگون نموده‌اند، در

انجام عملیات پرورشی از قبیل آزاد کردن، پاک‌کردن، تنک‌کردن، روشن‌کردن، بوته‌زنی و غیره نیز باعث کاهش میزان سطح گسترش آتش‌سوزی‌های داخل طرح‌های جنگلداری شده که این امر گویای اهمیت انجام عملیات پرورشی و جمع‌آوری مقطوعات زاید به‌موقع در داخل طرح‌های جنگلداری با هدف جلوگیری از گسترش میزان سطح آتش‌سوزی در نتیجه وجود مقطوعات، سرشاخه‌ها، بوته‌ها و غیره در کف جنگل می‌باشد. وجود نیروی انسانی کافی در داخل طرح‌های جنگلداری از قبیل قرقبان، کارشناس، نگهبان، قرقبان آتش‌سوزی و غیره باعث کاهش میزان مساحت آتش‌سوزی‌ها شده‌است؛ بنابراین سازماندهی



- بذرافشان، ا.، معینی، ا. و علیزاده پایین افراکتی، ا.، ۱۳۸۶. استفاده از مدل‌ها و شاخص‌های مختلف برای پیش‌بینی وقوع آتش‌سوزی در جنگل و مراتع. دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی، ۱۰ صفحه.
- خانلری، د.، ۱۳۹۰. اصول تهیه و ارزیابی طرح‌های جنگلداری. مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، ۲۶۹ صفحه.
- رافت‌نیا، ن. و همتی خشکدشتی، و. ۱۳۸۵. تهیه نقشه و تعیین مشخصات شبکه‌بندی جاده‌های جنگلی جنگل آموزشی دکتر بهرام نیا (سری یک شصت کلا). طرح پژوهشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴۰ صفحه.
- کردجزی، ک.، رحمانیان، م.، باقری، س. و ملاعرزی، ع.، ۱۳۹۰. تحلیل هم‌دید و آماری آتش‌سوزی در جنگل‌های استان گلستان مطالعه موردی پاییز ۱۳۸۹. نخستین همایش بین‌المللی آتش‌سوزی در عرصه‌های منابع طبیعی، ۱۰ صفحه.
- محمدی، ف.، شعبانیان، ت.، پورهاشمی، م. و فاتحی، پ.، ۱۳۸۹. تهیه نقشه خطر آتش‌سوزی جنگل با استفاده از GIS و AHP در بخشی از جنگلهای پاوه. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸ (۴): ۵۶۹-۵۸۶.
- Amatulli, G., Perez-Cabello, F. and De la Riva J., 2007. Mapping lightning/human-caused wildfires occurrence under ignition point location uncertainty. *Ecological Modeling*, 200 (3-4): 321-333.
- Chou, Y.H., Minnich, R.A. and Chase, R.A., 1993. Mapping probability of fire occurrence in San Jacinto Mountains. California, USA. *Environment Management*, 17: 129-140.
- De la Riva, J., Perez-Cabello, F., Lana Renault, N. and Koutsias, N., 2004. Mapping wildfire occurrence at a regional scale. *Remote Sensing of Environment*, 92: 288-294.
- 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.
- Vega Garcia, C., Woodard, P.M., Titus, S.J., Adamowicz, W.L. and Lee, B.S., 1995. A logistic model for predicting the daily occurrence of human caused forest fires. *International Journal of Wild land Fire*, 5: 101-111.
- Zhang, Z.X., Zhang, H.Y. and Zhou, D.W., 2010. Using GIS spatial analysis and logistic regression to predict the probabilities of human-caused grassland fires. *Journal of Arid Environments*, 74: 386-393.

صورتی‌که با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی بحرانی، پارامترهای مدیریتی در طرح‌های جنگلداری براساس نتایج این تحقیق، در جلوگیری از گسترش سطح و مدت زمان آتش‌سوزی نقش معنی‌داری را ایفا می‌کنند. از سوی دیگر Larsen و Pewb (۲۰۰۱) امکان کنترل آتش‌سوزی‌های جنگل را علاوه بر عوامل اقلیمی و محیطی به پی‌بردن روابط بین آنها و عوامل مدیریتی به‌ویژه در آتش‌سوزی‌های انسانی را ضروری می‌دانند که در راستای نتایج این تحقیق است؛ به‌طوری‌که Amatulli و همکاران (۲۰۰۷) به‌منظور ارزیابی اثرهای اکولوژیکی و خطر آتش‌سوزی‌های مهیب، با اهداف مدیریت آتش‌سوزی، این پدیده را از لحاظ فراوانی، وسعت، شدت، پراکنش و احتمال الگوی مکانی در دوره‌های زمانی بررسی نموده‌اند. در برخی مطالعات (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Pewb & Larsen, 2001; Chou et al., 1993) از GIS برای پیش‌بینی و پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی جنگل استفاده نموده‌اند، در صورتی‌که بر اساس نتایج برخی تحقیقات دیگر (Vega Garcia et al., 1995; Pewb & Larsen, 2001; De la Riva et al., 2004) و تحقیق حاضر، امکان ارزیابی‌های آماری و مکانی عوامل مؤثر در میزان شدت و گستردگی آتش‌سوزی امکان‌پذیر است.

به‌طورکلی، لزوم تهیه طرح جنگلداری برای سایر مناطق جنگلی استان گلستان و نیز فعال نمودن طرح‌های جنگلداری غیرفعال با نظارت دقیق‌تر بر روی انجام عملیات مدیریتی صحیح و به‌موقع داخل طرح‌های جنگلداری می‌تواند به‌عنوان بهترین و کم هزینه‌ترین روش برای حفاظت از جنگل در مواقع بحرانی از جمله آتش‌سوزی باشد.

### منابع مورد استفاده

- بازرگان لاری، ع.، ۱۳۸۶. ارائه رگرسیون خطی کاربردی. انتشارات مرکز نشر دانشگاه شیراز، ۲۳۹ صفحه.