



دانشگاه گوارن و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و پنجم، شماره سوم، ۱۳۹۷

<http://jwfst.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwfst.2018.14655.1729

ارزیابی نقش شاهراه آسیایی بر روی آتش‌سوزی‌های پارک ملی گلستان در محیط GIS

حسن فرامرزی^۱، *سید محسن حسینی^۲، حمیدرضا پورقاسمی^۳ و مهدی فرنقی^۴

^۱ دانشجوی دکتری جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، مازندران،

^۲ استاد گروه جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، مازندران،

^۳ استادیار بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز،

^۴ استادیار دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۰۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۴

چکیده

سابقه و هدف: حضور جاده‌ها در وقوع و پیش‌گیری آتش‌سوزی‌های جنگلی نقش مهمی ایفا می‌کنند، این آتش‌سوزی‌ها باعث آسیب اکوسیستم خاک شده و به‌طور جدی عملکرد و خدمات اکوسیستم‌ها را به خطر می‌اندازند و پایداری زیست‌بوم جنگل را تهدید می‌کند. وقوع رو به رشد این رخداد ضرورت توسعه برنامه‌های مدیریتی مناسب برای مناطقی که مستعد آتش‌سوزی است را بالا برده است. لذا در مطالعه حاضر به بررسی نقش جاده ترانزیتی معروف به شاهراه آسیایی که از درون پارک ملی گلستان می‌گذرد و بر روی آتش‌سوزی‌های پارک تأثیر مستقیم و غیر مستقیم دارد؛ پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها: بدین منظور ابتدا فاکتورهای انسانی تأثیرگذار (فاصله از جاده ترانزیتی، جاده‌های فرعی، روستاها، مناطق گردشگری، محل حضور شکارچیان و دامداران) بر روی آتش‌سوزی با مرور مطالعات مشخص و اطلاعات مربوط به آن جمع‌آوری گردید. سپس با توجه به نحوه تأثیرگذاری، لایه‌های مذکور فازی و وزن فاکتورها نیز در دو حالت حضور و انتقال جاده ترانزیتی با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به‌دست آمد. پس از تعیین وزن و آماده‌سازی فاکتورها با استفاده از روش میانگین وزنی مرتب‌شده در شش سناریو و دو حالت حضور و عدم حضور جاده ترانزیتی، مدل‌سازی خطر آتش‌سوزی انجام شد و با مقایسه با نقشه واقعیت آتش‌سوزی و استفاده از آماره مشخصه عامل نسبی، بهترین سناریو مشخص گردید و در نهایت با استفاده از ماژول Run macro برازش مکانی مناطق پرخطر صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج نقش جاده ترانزیتی را در وقوع آتش‌سوزی در صورت حضور با وزن ۰/۲۹ و در صورت انتقال با وزن ۰/۰۸ نشان داد. سناریو سطح میانگین ریسک و عدم جبران با $ROC=0/87$ به‌عنوان بهترین سناریو شناخته شد. هم‌چنین نتایج نشان داد در صورت عدم حضور جاده ترانزیتی مساحت مناطق دارای با پتانسیل خطر زیاد از ۵۶۴۷

*مسئول مکاتبه: hosseini@europe.com

هکتار به مساحت ۲۹۸۶ هکتار کاهش می‌باید که در واقع کاهش ۴۷ درصدی مساحت آتش‌سوزی‌ها را نشان می‌دهد. جاده ترانزیتی در ۴۶ درصد آتش‌سوزی‌های منطقه نقش مستقیم ایفا می‌کند.

نتیجه‌گیری: با توجه به وزن بالای نقش حضور جاده در آتش‌سوزی‌های پارک ملی گلستان می‌توان گفت از آن‌جا که در شمال و جنوب پارک ملی گلستان منطقه ترکمن صحرا و هم‌چنین بیابان‌ها و دشت‌های استان سمنان قرار گرفته است، بادهای گرمی از این مناطق به سمت پارک ملی گلستان می‌وزد، لذا شرایط مساعد برای ایجاد حریق در پارک فراهم می‌آید که با تردد زیاد در جاده ترانزیتی احتمال حریق در پارک افزایش می‌یابد. بنابراین با توجه به نقش شاهره آسیایی در افزایش احتمال آتش‌سوزی در منطقه، ضرورت انتقال این جاده به خارج از پارک بیش‌تر احساس می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اثرات جاده، پارک ملی گلستان، خطر آتش‌سوزی، میانگین وزنی مرتب‌شده

مقدمه

حرکت انسان‌ها و تردد وسایل نقلیه در جاده‌های نزدیک جنگل فرصت‌هایی را برای ایجاد آتش‌سوزی به‌وجود می‌آورد (۲۲). این آتش‌سوزی‌ها باعث آسیب اکوسیستم خاک شده و به‌طور جدی عملکرد و خدمات اکوسیستم‌ها را به‌خطر می‌اندازند و پایداری زیست‌بوم جنگل را تهدید می‌کند (۲۸). وقوع رو به رشد این رخداد ضرورت توسعه برنامه‌های مدیریتی مناسب برای مناطقی که مستعد آتش‌سوزی است را بالا برده است (۳۱). یکی از نگرانی‌های مهم در این ارتباط، تعیین چگونگی شدت، تکرار و میزان آتش‌سوزی‌ها و نحوه پاسخ و ایجاد تغییرات در مدیریت نسبت به آن می‌باشد (۳۲). ساخت و ساز جاده‌ها پیامدهای زیادی بر روی تنوع زیستی، ذخایر کربن، محصولات چوبی و غیرچوبی جنگل دارد (۵)، به‌طوری که در بسیاری موارد باعث تصادف جاده‌ای حیات‌وحش، ساختار اکولوژیکی و آتش‌سوزی در جنگل شده است (۸). اهمیت تأثیرات ناشی از جاده‌ها بر سیمای سرزمین تا حدی است که شاخه جدیدی در علم اکولوژی به نام اکولوژی جاده ظهور کرده است (۱۰؛ ۱۸). جاده‌ها به‌منظور مدیریت و استفاده از اکوسیستم‌ها در داخل جنگل‌ها طراحی گردیده‌اند، اما پس از آن باعث تکه‌تکه شدن (۲)،

تخریب محیط‌زیست و افزایش خطر آتش‌سوزی شده‌اند (۹). در حال حاضر مطالعات گسترده‌ای در جهت مدیریت خطر آتش‌سوزی و تأثیر ناشی از جاده‌ها بر روی اکوسیستم‌های طبیعی صورت گرفته است. در مطالعه‌ای زبردست و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی تغییرات ساختاری ناشی از جاده پارک ملی گلستان در فاصله سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۹ با استفاده از متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد تغییر ساختاری روی داده در فاصله این سال‌ها تخریب جنگل‌های متراکم ناشی از عملیات راه‌سازی و بهره‌برداری از جاده و اختلالات طبیعی مانند سیل و آتش‌سوزی بوده است (۳۳). در مطالعه‌ای ویبرلی و نارایاناراج (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر جاده‌های جنگلی بر روی شدت آتش‌سوزی در دامنه شرقی رشته‌کوه آبشار واشنگتن با استفاده از مدل‌های رگرسیونی پرداختند. در این مطالعه دو منطقه شامل فاصله ۱۵۰ متری و ۱۵۰ متری تا ۳۰۰ متری در نظر گرفته شد. نتایج بیان‌گر کاهش شدت آتش‌سوزی‌ها در زون اول حاشیه جاده‌ها بوده که دلیل آن را می‌توان ناشی از کاهش مواد سوختنی در حاشیه جاده، تکه‌تکه شدن عرصه بر اثر جاده و ایجاد کریدورها دانست (۲۵). در مطالعه‌ای دیگر فرامری و همکاران (۲۰۱۴) به شناسایی مناطق

داده است و انواع جاده‌ها و پوشش زمین در اطفای حریق مهمترین نقش را ایفا می‌کنند و بیش از دو سوم طبقه احتمال خطر بالای آتش‌سوزی در حوزه چهل‌چای توسط شبکه جاده پوشش داده نمی‌شود (۲۴). در مطالعه‌ای دیگر ژوو و همکاران (۲۰۱۷) به تعیین عوامل مؤثر بر روی آتش‌سوزی در دو اکوسیستم جنگل‌های بکر و گرمسیری با استفاده از رگرسیون لجستیک و K رایلی پرداختند و نشان دادند که عوامل آتش‌سوزی در میان اکوسیستم‌های مختلف متفاوت می‌باشد به طوری که در جنگل‌های بکر عوامل انسانی و در جنگل‌های گرمسیری عوامل اقلیمی نقش مهمی در وقوع آتش‌سوزی ایفا می‌کنند و نقش عوامل اقتصادی اجتماعی در رخداد آتش‌سوزی بسیار مهم است و با وجود جمعیت رو به رشد تأثیر عوامل انسانی نیز افزایش خواهد یافت (۲۱).

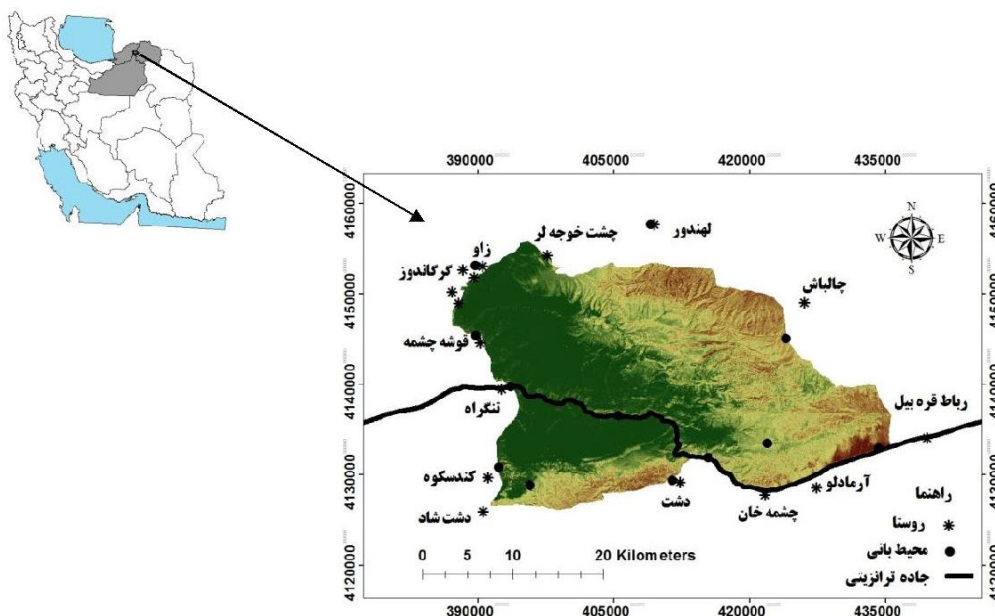
پژوهش پیش رو به پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی در پارک ملی گلستان با استفاده از فاکتورهای انسانی و استفاده از روش میانگین وزنی مرتب در دو حالت حضور و انتقال جاده ترانزیتی از پارک به منظور ارزیابی نقش این جاده در رخداد آتش‌سوزی‌ها و مناطق متأثر از آن در محیط GIS پرداخته است تا مشخص شود انتقال این جاده چه تأثیری بر میزان آتش‌سوزی‌های منطقه خواهد داشت. در واقع هدف از این مطالعه علاوه بر مشخص نمودن اهمیت فاکتورهای انسانی در وقوع آتش‌سوزی منطقه و تهیه نقشه خطر بر اساس اهمیت آن‌ها و با استفاده از روش میانگین وزنی مرتب و تعیین بهترین سناریوهای این رویه در مدل‌سازی حریق می‌باشد، با توجه به مورد بحث بودن انتقال جاده ترانزیتی جهت کاهش خسارات و راده به پارک به خارج از پارک، به بررسی تأثیر این جاده در وقوع آتش‌سوزی‌های پارک نیز پرداخته است تا بتواند تصمیم انتقال جاده را تسهیل تر نماید.

حساس به آتش‌سوزی در پارک ملی گلستان با استفاده از تحلیل تشخیصی و شبکه‌ی استنتاج عصبی فازی تطبیقی پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که فاکتورهای حضور دامدار، حضور شکارچی، فاصله از جاده ترانزیتی، میانگین دما، فاصله از چشمه‌ها، بارش در فصل رویش گیاهی و شیب از مهم‌ترین عوامل آتش‌سوزی پارک ملی گلستان هستند و در نهایت نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی نیز با صحت $ROC=0.875$ به دست آمد (۱۷). در مطالعه‌ای باربر و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی نقش جاده‌ها و بزرگراه‌ها در جنگل‌زدایی جنگل‌های آمزون با آماربرداری در عرصه و تجزیه و تحلیل در نرم‌افزارهای آماري پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که ۹۵ درصد از جنگل‌زدایی‌ها در فاصله ۵/۵ کیلومتری جاده‌ها بوده به طوری که تمام آتش‌سوزی‌ها منطقه نیز در فاصله ۱۰ کیلومتری این جاده‌ها رخ داده است (۶). در مطالعه‌ای دیگر اسحاقی و شتایی جویباری (۲۰۱۶) به پهنه‌بندی خطر احتمال آتش‌سوزی در پارک ملی گلستان با استفاده از الگوریتم‌های ناپارامتریک شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و جنگل تصادفی پرداختند. نتایج نشان داد الگوریتم جنگل تصادفی با صحت کلی ۷۵ احتمال خطر وقوع آتش‌سوزی را بهتر از سایر الگوریتم‌ها پیش‌بینی کرد به طوری سایر الگوریتم‌ها نیز دارای دقت مناسبی بودند (۱۵). در مطالعه‌ای مصطفی و همکاران (۲۰۱۷) به تقسیم‌بندی حوزه آبریز چهل‌چای مینودشت و ارزیابی شبکه جاده با هدف مدیریت اطفای حریق با استفاده از الگوریتم‌های ماشین پرداختند به طوری که طول و نوع جاده در هر کلاسه خطر آتش‌سوزی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد آتش‌سوزی در حاشیه جاده و در مناطق جنگلی رخ

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: پارک ملی گلستان در شمال‌شرقی استان گلستان، شمال‌غربی استان خراسان شمالی و شمال استان سمنان قرار دارد اما تحت مدیریت اداره کل محیط‌زیست استان گلستان قرار دارد. این منطقه در حدفاصل ۳۷ ۱۷ ۴۳ تا ۳۷ ۳۱ ۳۵ عرض شمالی و ۵۵ ۴۳ ۲۵ تا ۵۶ ۱۷ ۴۸ طول شرقی قرار گرفته است. مساحت پارک ملی گلستان ۹۱۸۹۵ هکتار و محیط آن ۱۹۸ کیلومتر است (شکل ۱). حداقل ارتفاع از سطح دریا در این پارک ۴۵۰ متر در

تنگراه و حداکثر آن با ۲۴۱۱ در دیوار کجی می‌باشد. میانگین بارش سالیانه ۶۵۹ میلیمتر و حداقل و حداکثر سالانه آن به ترتیب ۳۸۰ و ۹۴۶ میلی‌متر می‌باشد. ورودی به پارک از سمت غرب آن و از روستای تنگراه است که در ۱۴۵ کیلومتری شمال شرقی گرگان بوده و در مسیر بزرگراه آسیایی تهران-مشهد قرار دارد. مهم‌ترین شهرهای اطراف آن گرگان و مینودشت در غرب و بجنورد در شرق آن می‌باشد.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Study area

روش تحقیق

پارک ملی گلستان از یک طرف به دلیل ارزش‌های بوم‌شناختی ملی و جهانی خود و از طرف دیگر به دلیل تقاضای رو به افزایش استفاده از آن، نیازمند حفاظت است تا بتواند ارائه هر یک از خدمات خود را اعم از نقش حفاظتی، پژوهشی و تفریحی به شکل پایدار تضمین کند. جاده ترانزیتی، معروف به جاده آسیایی که شمال و مرکز ایران را به شمال‌شرقی ایران متصل می‌کند، به طول ۳۵ کیلومتر از روستای تنگراه تا

دوراهی دشت از درون پارک، پارک ملی گلستان را به دو ناحیه شمالی و جنوبی تقسیم می‌کند و از آن‌جا به بعد تا میرزابابلو از قسمت جنوبی پارک می‌گذرد. هر ساله در حاشیه این جاده آتش‌سوزی‌های گسترده‌ای اتفاق می‌افتد که از جمله آن می‌توان به آتش‌سوزی‌های رخ داده در جنگل‌های شمالی پارک در ۱۲ تیرماه ۱۳۹۴، آتش‌سوزی منطقه بیللی کوه در ۱۲ دی ۱۳۹۳، آتش‌سوزی منطقه قره‌تیکان در ۲۸ مرداد ۱۳۹۳ و آتش‌سوزی رخ داده در منطقه شارلق در ۲۸ شهریور

گردید و لایه‌های رقومی مربوط به آن‌ها در محیط GIS با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ آماده‌سازی شدند. نحوه تأثیرگذاری این عامل‌ها بر روی آتش‌سوزی با مرور مطالعات صورت گرفته مشخص شد (جدول ۱). این لایه‌ها با توجه به نحوه تأثیرگذاری در محیط نرم‌افزار IDRISI فازی شدند (جدول ۲).

۱۳۹۲ اشاره نمود. در این مطالعه معیارهای انسانی تأثیرگذار بر روی آتش‌سوزی‌های پارک ملی گلستان شامل فاصله از جاده ترانزیتی، فاصله از روستاها، فاصله از جاده‌های فرعی، فاصله از کمپینگ‌ها، مناطق حضور شکارچی و دامدار در نظر گرفته شد. سپس اطلاعات این عامل‌ها با برداشت میدانی در پارک تهیه

جدول ۱- فاکتورها و نحوی تأثیرگذاری و دستیابی به آن‌ها.

Table 1. Factors and Impacts and achieve them.

منبع تهیه Source of supply	چگونگی تأثیر بر روی آتش‌سوزی How to impacts the fire	فاکتور Factors
برداشتی با GPS Take with GPS	انسان‌ها باعث افزایش فراوانی و پراکنش آتش‌سوزی در طول حمل و نقل خود می‌شود (۲۳) و راه‌ها باعث دسترسی به مناطق می‌شود و خطر آتش‌سوزی را بالا می‌برد (۳۰).	جاده ترانزیتی Transit Road
سازمان محیط زیست و برداشتی GPS Department of Environment and Take with GPS	شکارچی و دامدار می‌تواند به صورت عمدی و غیر عمدی باعث آتش‌سوزی در مناطق جنگلی شوند (۴).	حضور شکارچی و دامدار Farmer and hunter presence
سازمان محیط زیست Department of Environment	گسترش مناطق مسکونی باعث افزایش آتش‌سوزی می‌شود (۲۸).	روستاها villages
برداشتی با GPS Take with GPS	گردشگرها باعث افزایش آتش‌سوزی می‌شود (۲۶).	حضور گردشگر Camping place

جدول ۲- نحوه فازی کردن فاکتورها.

Table 2. How to fuzzy the factors.

شکل تابع عضویت Membership function shape	نوع تابع عضویت Membership function type	فاکتور Factor	عامل Parameter
کاهشی Monotonically decreasing	ج-شکل J shaped	فاصله از جاده اصلی Distance of main road	
کاهشی Monotonically decreasing	ج-شکل J shaped	فاصله از جاده های فرعی Distance of side road	
کاهشی Monotonically decreasing	ج-شکل J shaped	فاصله از روستا Distance of villages	انسانی human
کاهشی Monotonically decreasing	خطی Linear	حضور شکارچی Hunter presence	
کاهشی Monotonically decreasing	ج-شکل J shaped	حضور دامدار Farmer presence	
کاهشی Monotonically decreasing	ج-شکل J shaped	حضور گردشگر Camping place	

مجموعه‌های فازی، مجموعه‌هایی هستند که محدوده صریحی ندارند یعنی انتقال بین عضویت و عدم عضویت یک گزینه در مجموعه‌های فازی تدریجی است. یک مجموعه فازی توسط درجه عضویت فازی مشخص می‌گردد که بین صفر و یک یا صفر تا ۲۵۵ تغییر می‌کند و نشان‌دهنده افزایش پیوسته از عدم عضویت تا عضویت کامل است. توابع عضویت مجموعه‌های فازی در IDRISI Taiga عبارت از توابع S شکل، J شکل، خطی و توابع تعریف‌شده توسط کاربر می‌باشد (۱). پس از فازی کردن لایه‌ها، وزن آن‌ها با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۱ به دو شکل مورد محاسبه قرار گرفت. حالت اول به این شکل که شاهراه آسیایی وضعیت حاضر خود را داشته باشد و مورد استفاده ترانزیتی قرار گیرد و در حالت دوم شاهراه آسیایی از وضعیت حاضر خارج شود و به‌عنوان جاده فرعی در نظر گرفته شود. بنابراین در این بخش دو نوع پرسشنامه طراحی گردید که در پرسشنامه اولی جاده ترانزیتی تحت عنوان یک فاکتور مطرح شده و در حالت دوم این فاکتور حذف گردید. فرآیند AHP در واقع یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسئله را به شکل سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد (۱۹). این بخش از مطالعه با استفاده از قضاوت کارشناس متخصص در زمینه آتش‌سوزی با مقایسه زوجی فاکتورها در نرم‌افزار Expert Choice Ver.11 با محاسبه نرخ ناسازگاری صورت گرفت. پس از تعیین وزن معیارها، مدل‌سازی با استفاده از روش میانگین وزنی مرتب‌شده (OWA)^۲ برای دو حالت

موجود انجام گرفت. روش میانگین وزنی مرتب‌شده یک مجموعه و کلیتی از روش‌های معمولی روی هم-گذاری در محیط GIS می‌باشد که روش WLC^۳ یکی از انواع تکنیک‌های آن می‌باشد (۱۲). در این مطالعه سناریوهای ریسک میانگین و جبران کامل، ریسک پایین و عدم جبران، ریسک پایین و مقدار اندک جبران، ریسک بالا و جبران اندک، میانگین ریسک و عدم جبران، ریسک بالا و عدم جبران مورد استفاده قرار گرفت. این روش ترکیبی از سه تابع اشتراک فازی، اجتماع و میانگین‌گیری است و ترکیب فازی پیوسته‌ای را بین اشتراک (AND) و اجتماع (OR) فازی با تلفیق میانگین وزنی درجه‌ای که بین آن دو قرار می‌گیرد را ایجاد می‌کند. این عملگر در بین عملگرهای فازی شرایط مناسبی از حداقل و حداکثر خطر را به وجود می‌آورد (۱۳) که این فضای راهبردی این عملگرها با استفاده از رابطه‌های ۱-۴ محاسبه می‌گردد.

$$\text{ORness} = 1 - \text{ANDness} \quad \text{رابطه ۱}$$

$$\text{ANDness} = (1/(n-1)) \sum ((n-i)W_{\text{order}i}) \quad \text{رابطه ۲}$$

$$\text{TRADEOFF} = 1 - \sqrt{\frac{n(\sum W_{\text{order}i} - 1/n)^2}{n-1}} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$\text{RISK} = \left(\frac{1}{n-1} \right) \sum [(n-i)W_{\text{order}i}] \quad \text{رابطه ۴}$$

که در آن: n تعداد متغیرها، $W_{\text{order}i}$ وزن متغیر ترتیب i ام می‌باشد. در پژوهش پیش‌رو نوع تابع عضویت خطی و J شکل و شکل توابع عضویت با توجه به نحوه تأثیرگذاری فاکتورها بر روی آتش‌سوزی منطقه در نحوه فازی کردن فاکتورها کاهش می‌گردد در نظر گرفته شد. در سناریو سطح ریسک میانگین و جبران کامل ریسک در حد میانی توابع AND و OR قرار داشته و سطح جبران نیز در حد کامل می‌باشد. به عبارتی دیگر وزن‌های ترتیبی به‌طور مساوی بین تمام فاکتورها

1- Analytic Hierarchy Process

2- Ordered Weighted Averaging

3- Weighted Linear Combination

آماره منحنی تشخیص عملکرد نسبی (ROC) و مقایسه با نقشه واقعیت آتش‌سوزی مورد ارزیابی قرار گرفت. آماره ROC یک عامل نسبی است که برای ارزیابی صحت یک مدل‌سازی با مقایسه نتایج مدل با یک نقشه واقعیت که به صورت بولین تهیه می‌گردد، مورد بررسی قرار می‌دهد و میزان دقت آن را بین صفر تا ۱ مشخص می‌کند (۲۷). آماره ROC با استفاده از رابطه ۵ محاسبه می‌گردد:

رابطه ۵

$$AreaUnderCurve = \sum_{i=1}^n [x_{i+1} + 1 - x_i] \times [y_i + (y_{i+1} - y_i) / 2]$$

که در آن: Xi درصد پیکسل‌های نادرست برای سناریو i و Yi میزان درصد پیکسل‌های درست برای سناریوی i و n تعداد سناریوها است (۲۰)؛ بنابراین با به دست آمدن بیش‌ترین ROC بهترین سناریو مشخص گردید و سپس نقشه‌های حاصل از این سناریو از طریق ماژول Run Macro در نرم‌افزار ایدرسی زون‌بندی گردید و به برازش مکانی هر یک از زون‌ها پرداخته شد. به عبارتی دیگر در این بخش از مطالعه به تعیین مناطق پر خطر به صورت لکه‌ای و تشخیص فاکتورهای مهم در هر یک از این مناطق پرداخته است. برای این منظور، لایه‌های مطلوبیت حاصل از فرآیند OWA که لایه‌ای رستری با ارزش‌های پیوسته در مقیاس مطلوبیت (صفر تا ۲۵۵) هستند به ماژول Run Macro معرفی شدند و بر اساس کمینه آستانه مطلوبیت و کمینه آستانه مساحت، لکه‌های پتانسیل خطر با آستانه بالای ۵۰ و آستانه مساحت بالای ۱۰۰ هکتار از نقشه‌های خطر آتش با حضور و عدم حضور جاده ترانزیتی مورد بررسی قرار گرفتند. پس از تعیین زون‌ها مقدار میانگین خطر آن‌ها از نقشه‌های خطر تفکیک شد. سپس مساحت زون‌ها در نقشه‌های خطر با حضور جاده ترانزیتی و عدم حضور این جاده مورد محاسبه و ارزیابی قرار گرفت.

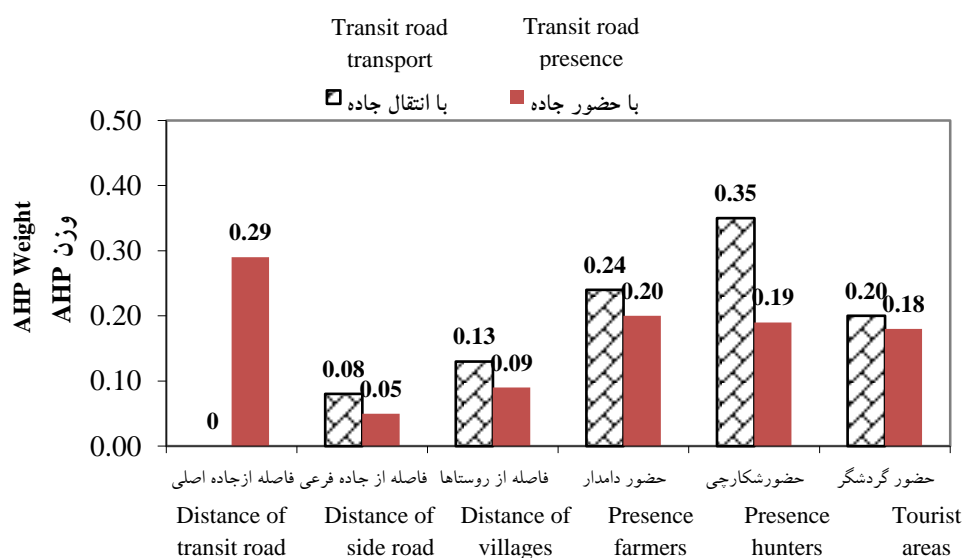
صرف‌نظر از موقعیت‌شان در رده‌بندی ترتیبی که از حداقل به حداکثر در هر موقعیت مکانی است، توزیع می‌گردد. در سناریو سطح ریسک پایین و عدم جبران برای ریسک پایین [استفاده از منطقی نزدیک به منطق AND (حداقل در توالی ریسک)] ایجاد خواهد شد که تمام وزن به رتبه ترتیبی اول اختصاص می‌یابد. لذا وزندهی در این صورت هیچ‌گونه جبرانی را ممکن نمی‌سازد. سناریو سطح ریسک پایین و مقدار اندک جبران اولین فاکتور در رتبه ترتیبی بیشترین وزن و سپس به ترتیب وزن‌ها کاهش خواهد یافت. این روش دارای تابع میانه‌ای بین محدوده‌ای انتهایی AND و موقعیت ریسک میانی WLC است. سناریو سطح ریسک بالا و جبران اندک نیز مانند روش سطح ریسک پایین و مقدار اندک جبران وزن‌ها بین فاکتورها تقسیم می‌شود؛ اما با این تفاوت که اولین فاکتور در رتبه ترتیبی کمترین وزن و سپس به ترتیب وزن‌ها افزایش می‌یابد و این روش دارای تابع میانه‌ای بین محدوده‌ای OR و موقعیت ریسک میانی WLC است. سناریو سطح میانگین ریسک و عدم جبران فاکتورهای میانی تمام وزن‌های ترتیبی را به خود اختصاص می‌دهند. این روش نیز مانند روش WLC دارای ریسک میانگین است اما با این تفاوت که هیچ‌گونه جبرانی در آن صورت نمی‌گیرد. سناریو سطح بالای ریسک و بدون جبران در این روش نتیجه‌ای برای ریسک بالا [استفاده از منطقی نزدیک به منطق OR (حداکثر در توالی ریسک)] ایجاد خواهد شد که تمام وزن به رتبه ترتیبی آخر اختصاص می‌یابد لذا وزندهی در این صورت هیچ‌گونه جبرانی را ممکن نمی‌سازد.

نقشه واقعیت آتش‌سوزی با استفاده از برداشت مناطق دچار حریق در طی ۳۰ سال اخیر با استفاده از GPS و پیمایش در پارک ملی گلستان تهیه گردید و سپس ارزیابی مدل‌های به‌دست آمده با استفاده از

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی با نرخ ناسازگاری ۰/۰۵ نشان داد که با توجه به نظر کارشناسان بخش‌های اجرایی و پژوهشی از بین عوامل انسان‌ساخت، جاده ترانزیتی با وزن ۰/۲۹ بیش‌ترین تأثیر را در آتش‌سوزی‌های منطقه داشته است. در حالی که کم‌ترین تأثیر نیز مربوط به جاده‌های فرعی می‌باشد. با در نظر گرفتن جاده ترانزیتی به‌عنوان یک جاده فرعی یا به‌عبارت دیگر با حذف نقش ترانزیتی شاهراه آسیایی بیش‌ترین فاکتور تأثیرگذار مربوط به حضور شکارچی با مقدار وزن ۰/۳۵ به‌دست آمد در حالی که فاکتورهای حضور دامدار و گردشگر پس از فاکتور حضور شکارچی بیش‌ترین تأثیر را داشتند (شکل ۲).

در نهایت، جهت تعیین فاکتورهای دارای بیش‌ترین تأثیر در هر یک از زون‌ها از ماژول SCALAR و Query در نرم‌افزار IDRISI Taiga استفاده شد و میزان تأثیر آن‌ها مشخص گردید. در ماژول SCALAR با ضرب هر یک از فاکتورهای فازی به‌دست آمده در مقدار وزن AHP آن ارزش هر یک از پیکسل‌های فاکتورها به‌دست آمد و با استفاده از ماژول Query مقدار پیکسل‌های هر فاکتور برای تک تک زون‌ها به‌صورت جداگانه تعیین گردید. خروجی حاصل از بخش Query در نرم‌افزار Excel بررسی شد و درصد نقش هر یک از فاکتورها برای هر زون مشخص گردید تا به‌این صورت عوامل اصلی افزایش احتمال خطر برای هر منطقه (زون خطر) و در نهایت میزان نقش جاده ترانزیتی در آتش‌سوزی‌های پارک ملی گلستان تعیین گردد.



شکل ۲- وزن‌های حاصل از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی.

Figure 2. Weights obtained from the hierarchical analysis process.

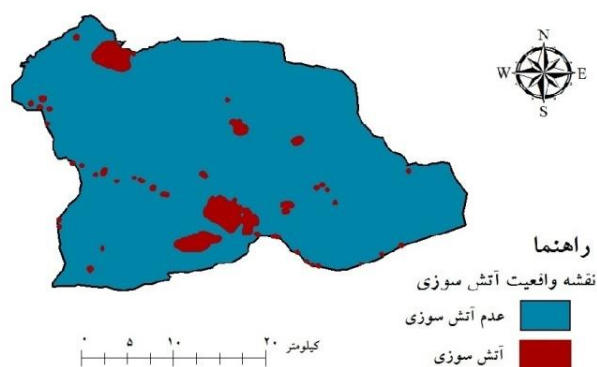
همان‌طور که نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی نشان می‌دهد حضور جاده ترانزیتی با توجه به نظر کارشناسان، عامل بسیار مهم بر روی آتش‌سوزی‌های پارک ملی گلستان می‌باشد و بیش‌ترین وزن را به‌خود اختصاص داده است. در واقع علت این امر را می‌توان این‌گونه تشریح نمود، از آن‌جا که در شمال و جنوب پارک ملی گلستان منطقه ترکمن صحرا و هم‌چنین بیابان‌ها و دشت‌های استان سمنان قرار گرفته است،

پارک ملی گلستان می‌باشد و بیش‌ترین وزن را به‌خود اختصاص داده است. در واقع علت این امر را می‌توان این‌گونه تشریح نمود، از آن‌جا که در شمال و جنوب پارک ملی گلستان منطقه ترکمن صحرا و هم‌چنین بیابان‌ها و دشت‌های استان سمنان قرار گرفته است،

آتش‌سوزی‌های غیرعمدی آن‌ها می‌تواند به دلیل روشن کردن آتش جهت پخت‌وپز و استراحت و خاموش نکردن آن در اتمام کار، پوک‌ه‌ها حاصل از شلیک و ته‌سیگاری که معمولاً آن‌ها استفاده می‌کنند، باشد و آتش‌سوزی‌های عمدی نیز به منظور سهولت در امر شکار خود آن را ایجاد می‌کنند. در واقع این شکارچیان برای این‌که تمرکز محیط‌بانان و مسئولین پارک را نسبت به خود کم‌رنگ کنند، دست به آتش‌سوزی‌های عمدی می‌زنند، چراکه در این صورت بیش‌ترین تمرکز در جهت مهار آتش می‌باشد.

نتایج حاصل از ارزیابی سناریوها با استفاده از منحنی ROC و در مقایسه با نقشه واقعیت آتش‌سوزی به دست آمده از برداشت میدانی حریق‌های رخ داده (شکل ۳) نشان داد که بهترین سناریو، مربوط به سناریو سطح میانگین ریسک و عدم جبران با مقدار ۰/۸۷ است؛ که نقشه‌های خطر آتش‌سوزی با در نظر گرفتن این سناریو برای دو حالت حضور جاده ترانزیتی و عدم حضور آن تهیه گردید (شکل ۴: الف و ب). در واقع در این سناریو بعد از ضرب وزن هر فاکتور در مقدار فازی آن، این مقادیر برای هر پیکسل به ترتیب از کمینه به بیشینه مرتب شده و بیش‌ترین وزن‌ها به فاکتورهایی که در میانه قرار گرفته‌اند تقسیم می‌شود که این عامل عملکرد بهتر این سناریو را در پی داشته است؛ به عبارتی با این عملکرد مناطق مشخص شده با خطر بالا هم‌خوانی بیش‌تری با آتش‌سوزی‌های اتفاق افتاده در منطقه مورد مطالعه دارند.

لذا بادهای گرمی از این مناطق به سمت پارک ملی گلستان می‌وزد (۱۷). این بادهای با برخورد به مناطق کوهستانی باعث ایجاد گرماباد در داخل دره‌های پارک می‌گردد. گرم‌باد در واقع ریزش هوای خشک و گرمی است که تحت شرایط خاص در دامنه پشت به باد کوه‌ها ایجاد می‌شود (۳). لذا از آن‌جا که جاده‌ی ترانزیتی از مرکز پارک و در داخل عمیق‌ترین دره آن قرار گرفته است که دقیقاً این مکان محل ریزش گرم‌باد حاصل از بادهای شمالی و جنوبی اطراف پارک است و با تردد زیاد مسافران، گردشگران و روستاییان از این جاده شرایط را کامل برای ایجاد آتش‌سوزی در این پارک فراهم می‌نماید. عامل دیگر پرتنگ‌تر شدن نقش جاده ترانزیتی در آتش‌سوزی‌های پارک را می‌توان قرار گرفتن اکوتون‌ها در حاشیه این جاده دانست. این اکوتون‌ها در واقع مرز بین جنگل‌های هیرکانی و مراتع استان خراسان شمالی می‌باشد، با وجود تنوع زیاد گونه‌های مرتعی و درختچه‌زارها در این مناطق، خطر آتش‌سوزی این مناطق در تمام فصول سال بالا می‌باشد. در مطالعه اسکندری و همکاران (۲۰۱۳) نیز در بین عوامل انسان ساخت، عامل فاصله از جاده بیش‌ترین وزن را به خود اختصاص داده است (۱۶). دیگر عوامل انسانی که نقش مهمی در آتش‌سوزی‌های پارک ملی گلستان دارند، شکارچیان، دامداران و گردشگران می‌باشند که در صورت انتقال جاده نقش شکارچیان نمایان می‌شود. در این منطقه شکارچیان با ایجاد آتش‌سوزی عمدی و غیرعمدی احتمال خطر آتش را بالا می‌برند.



شکل ۳- نقشه واقعیت آتش سوزی.

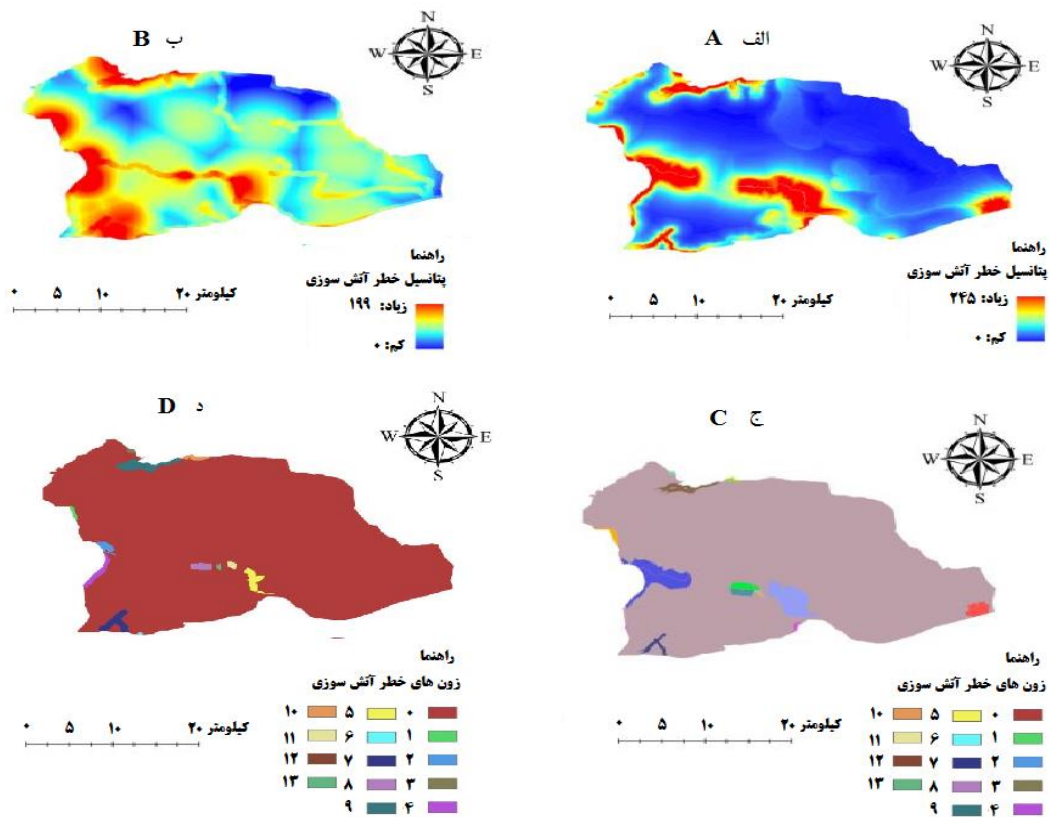
Figure 3. Fires map.

در شکل ۴ زون‌های دارای خطر زیاد مشخص و اولویت‌بندی شده‌اند. به طوری که اولویت صفر دارای کم‌ترین خطر و اولویت ۱۳ دارای بیش‌ترین خطر می‌باشد. علت انتخاب این تعداد زون خطر، پتانسیل زیاد آتش‌سوزی در این نقاط و هم‌چنین در نظر گرفتن مساحتی از منطقه که بتوان برای آن یک راهکار مدیریتی در نظر گرفت، می‌باشد. در واقع جهت تعیین علت بالای احتمال خطر آتش‌سوزی در نقشه‌های حاصل از سناریو سطح خطر میانگین و عدم جبران نقشه‌های حاصل به زون‌های خطر تقسیم شده است (شکل ۴: ج و د).

در شکل ۵ مساحت هر یک از زون‌ها خطر آتش مشخص شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود در صورت وجود جاده ترانزیتی در پارک ملی گلستان زون‌های ۴ و ۶ دارای مساحت‌های

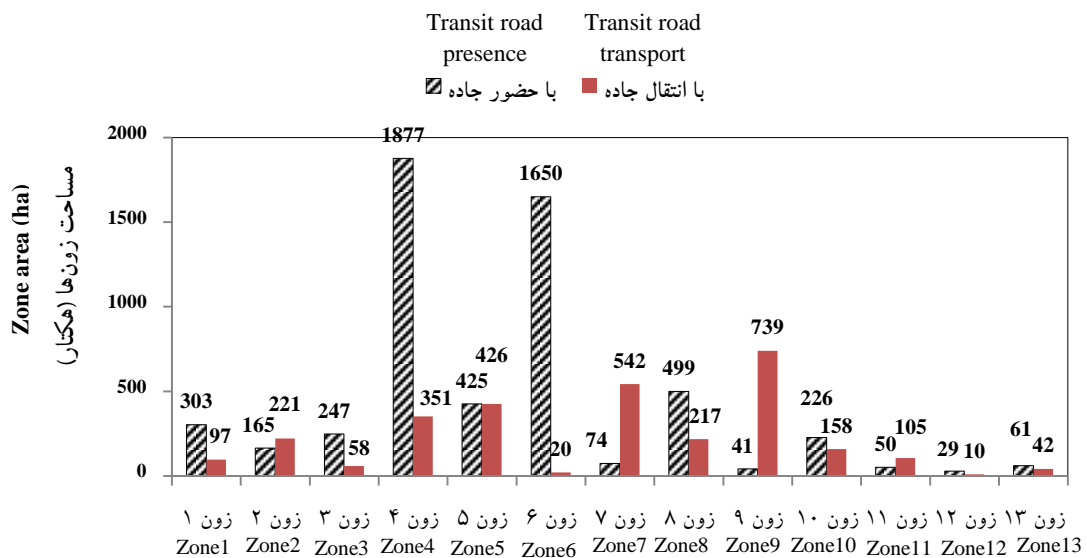
۱۸۷۷ و ۱۶۵۰ هکتار می‌باشد در حالی که در صورت انتقال جاده مساحت این زون‌ها به‌طور کلی کاهش یافته و مساحت زیاد زون‌ها مربوط به زون‌های ۷ و ۹ با مساحت‌های ۵۴۲ و ۷۳۹ هکتار است. آنچه از این نتایج به‌خوبی پیداست، کاهش مساحت مناطق پرخطر آتش‌سوزی در صورت انتقال جاده می‌باشد، به طوری که مساحت مجموع زون‌های خطر آتش‌سوزی در نقشه با حضور جاده ترانزیتی از ۵۶۴۷ هکتار به مساحت ۲۹۸۶ هکتار در نقشه خطر با انتقال جاده کاهش می‌یابد که در واقع کاهش ۴۷ درصدی مساحت‌های خطر آتش‌سوزی در منطقه را نشان می‌دهد. البته شایان ذکر است که انتقال جاده ترانزیتی از داخل پارک ملی گلستان می‌تواند تأثیر دیگر عامل‌های در نظر گرفته شده را نیز در پی داشته باشد.

در شکل ۵ مساحت هر یک از زون‌ها خطر آتش مشخص شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود در صورت وجود جاده ترانزیتی در پارک ملی گلستان زون‌های ۴ و ۶ دارای مساحت‌های



شکل ۴- نقشه‌های پتانسیل و زون‌بندی خطر آتش‌سوزی؛ الف: نقشه پتانسیل خطر با حضور جاده ترانزیتی؛ ب: نقشه پتانسیل خطر با انتقال جاده ترانزیتی؛ ج: نقشه زون‌بندی خطر آتش با حضور جاده ترانزیتی؛ د: نقشه زون‌بندی خطر آتش با انتقال جاده ترانزیتی.

Figure 4. Potential map and zoning of fire risk; A: Potential hazard map with the presence of a transit road; B: Potential hazard map by passing transit road; C: mapping zone of risk fire hazard with transit road; D: Mapping zone of risk fire hazard with movement Transit road.

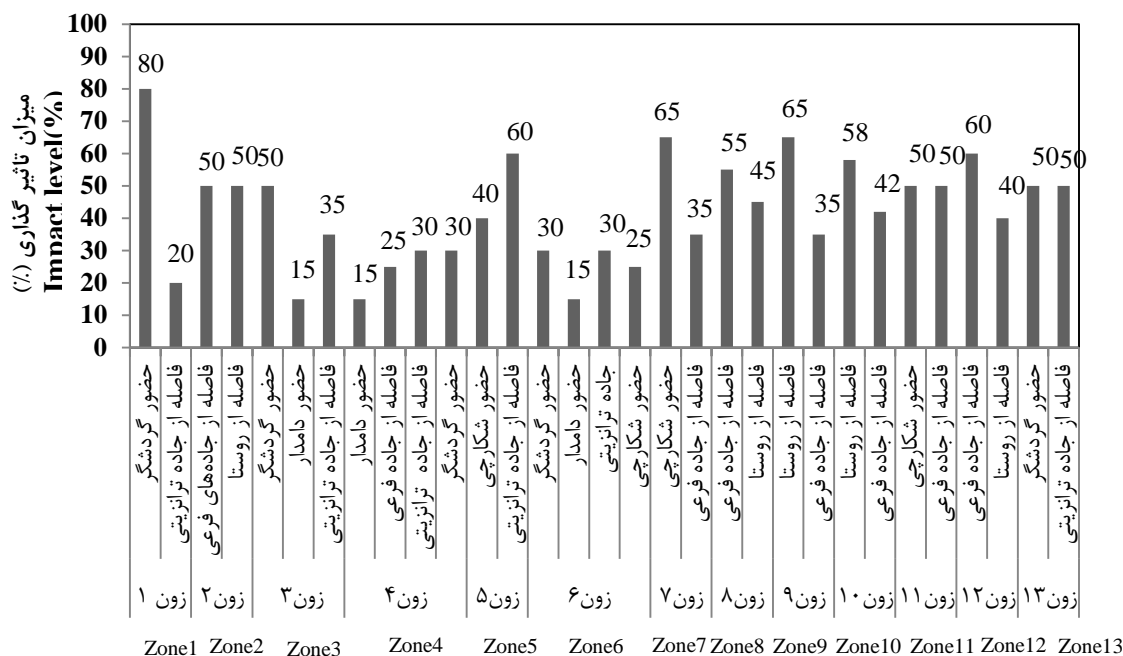


شکل ۵- مساحت‌ها زون‌های خطر آتش‌سوزی.

Figure 5. Areas of risk fire zone.

گرفتن وجود جاده ترانزیتی و انتقال آن پرداخته شد (شکل ۶).

پس از تعیین زون‌های خطر آتش‌سوزی در منطقه به‌منظور مدیریت این مناطق به بررسی عوامل آتش‌سوزی در زون‌های خطر آتش‌سوزی با در نظر



شکل ۶- فاکتورهای تأثیرگذار و میزان تأثیرگذاری آن‌ها در هر زون در نقشه پتانسیل خطر با حضور جاده.

Figure 6. Effective factors and their impact on each zone in the potential hazard map with the presence road.

بیش‌ترین وزن را به خود اختصاص داده است. در مطالعه مشابه اسحاقی و شتایی جویباری (۲۰۱۶) بر روی آتش‌سوزی پارک ملی گلستان نیز نقش فاکتورهای انسان ساخت به‌خصوص جاده ترانزیتی مهم نشان داده شده است. باوجود نقش جاده ترانزیتی در تغییرات ساختاری منطقه (۳۴)، ایجاد تصادفات جاده‌ای حیات‌وحش و از بین رفتن تعداد بی‌شماری از آن‌ها بر اثر تصادفات جاده‌ای و ایجاد خطر آتش‌سوزی در منطقه با توجه به پژوهش پیش‌رو، ضرورت انتقال این جاده به مسیر کلاله- آشنخانه بیش‌تر احساس می‌شود تا حد امکان از این منطقه تحت عنوان پارک ملی محافظت نمود. نتایج حاصل از مطالعه باربر و همکاران (۲۰۱۴) نیز یکی از عوامل اصلی جنگل زدایی و از بین رفتن مناطق حفاظت شده

همان‌طورکه در شکل ۶ ملاحظه می‌شود در هر زون علاوه بر نوع پارامتر، میزان تأثیرگذاری هر یک از عوامل نیز مشخص شده است. با توجه به این شکل، جاده ترانزیتی در ۶ زون از ۱۳ زون شامل زون‌های یک، سه، چهار، پنج، شش و سیزده دارای تأثیر مستقیم می‌باشد، به عبارتی می‌توان گفت این جاده در ۴۶ درصد آتش‌سوزی‌های منطقه تأثیر مستقیم دارد چه‌بسا که باوجود این جاده نقش دیگر پارامترها نیز پررنگ‌تر می‌شود که ازجمله آن می‌توان به مسافران و گردشگرانی اشاره کرد که هرروز از این پارک عبور می‌کنند و هیچ‌گونه مدیریتی بر روی آن‌ها وجود ندارد. در واقع علت پررنگ‌تر شدن نقش این فاکتور در این زون‌ها به‌دلیل ترتیب وزنی است که در سناریو سطح ریسک میانگین و عدم جبران این فاکتور

دقیق و با دخیل کردن تک تک پیکسل‌ها در مناطق پر خطر به علت یابی افزایش احتمال خطر در این مناطق پرداخته است، یعنی در این مطالعه ضمن نشان دادن مناطق پر خطر نقش فاکتورهای مهم در هر منطقه و زون را نیز نشان می‌دهد تا در آن زون آن فاکتور بیشتر مورد کنترل قرار گیرد. در نهایت باید خاطر نشان کرد از آنجا که در سال‌های اخیر بحث انتقال جاده به خارج از پارک مطرح می‌باشد این مطالعه بر روی اثرات جاده ترانزیتی بر روی حریق متمرکز شده است تا هم میزان تأثیرگذاری و مناطقی از پارک که بیشتر تحت تأثیر این جاده از لحاظ حریق قرار گرفته است، مشخص شود که در صورت عدم انتقال جاده، نقشه‌های حاصل جهت مدیریت حریق مورد استفاده قرار گیرد و همچنین بتواند به این هدف مهم یعنی انتقال جاده به خارج از پارک کمک نماید.

نتیجه‌گیری کلی

دقت بالای ارزیابی صحت نقشه مخاطره آتش حاصل از سناریوی سطح میانگین ریسک و عدم جبران روش میانگین وزنی مرتب با مقدار $ROC = 0.87$ بیانگر کاربرد مناسب این روش در مدل‌سازی حریق می‌باشد. همچنین با توجه به نتایج مطالعه حاضر در صورت انتقال جاده ترانزیتی به خارج از پارک باعث کاهش ۴۷ درصدی مساحت آتش‌سوزی‌های پارک و کاهش ۴۶ درصدی تعداد وقوع آتش‌سوزی‌های منطقه می‌گردد؛ لذا با وجود تأثیر این جاده بر روی اکوسیستم پارک و تصادفات جاده‌ای حیات وحش پیشنهاد می‌گردد این جاده به مسیر کلاله به آشخانه که خارج از پارک می‌باشد انتقال یابد.

در اثر آتش‌سوزی را جاده‌ها نشان می‌دهد و یکی از راهکارهای حفاظتی این مناطق را خروج این جاده‌ها معرفی می‌کند. جاده‌ها عرصه‌های طبیعی را به بخش‌های کوچک‌تر تقسیم می‌کنند که نواحی ایجادشده می‌تواند به‌عنوان آتش‌بر عمل و از گسترش آتش جلوگیری کند (۱۴)؛ بنابراین می‌توان گفت حضور جاده‌های فرعی هنگام اطفای آتش‌سوزی و هم به‌عنوان آتش‌بر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و از نقشه‌های خطر به‌دست‌آمده از مناطق آتش‌سوزی نیز می‌توان به‌عنوان راهنما هنگام طراحی مقدماتی مسیر هادی برای ایجاد آتش‌بر استفاده کرد (۱۱). بررسی‌های انجام‌شده در جنوب کالیفرنیا نیز بیانگر آن بود که جاده‌های جنگلی عاملی مهم در استراتژی‌های مفید برای مهار آتش‌سوزی محسوب می‌شود (۲۹). در واقع در منطقه مورد مطالعه، به‌منظور در نظر گرفتن نقش مفید جاده‌ها برای مدیریت آتش‌سوزی می‌توان به جاده‌های فرعی که در درون پارک وجود دارد و همچنین جاده ترانزیتی موجود در صورت انتقال اشاره نمود. بنابراین می‌توان گفت انتقال جاده ترانزیتی درون پارک باعث کاهش ۴۶ درصدی وقوع آتش‌سوزی‌های پارک و حفظ اثرات مثبت در جهت مدیریت آتش‌سوزی می‌شود. ارزیابی صحت نقشه‌های به‌دست‌آمده در مقایسه با نقشه واقعیت آتش‌سوزی بیانگر دقت بالای نقشه‌های حاصل از مدل‌سازی می‌باشد. به‌عبارتی دیگر ارزیابی صحت صورت گرفته دقت بالای روش میانگین وزنی مرتب برای مدل‌سازی حریق را نشان می‌دهد که در این زمینه نو و کاربردی است. همچنین استفاده از ماژول‌های اسکالر و ران ماکرو که به‌صورت بسیار

- Resources, Technology University Isfahan. (In Persian)
2. Arima, E.Y., Walker, R.T., Sales, M., Souza, Jr, C., and Perz, S.G. 2008. The

منابع

1. AliMohammadi, Sh. 2006. Urban parks locate use GIS, Case study: first area in Isfeahn. M.A. Thiess, College of Natural

13. Eastman, J.R. 1988. Idrisi. A Geographic Analysis System for research applications", *The Operational Geographer*. 15: 17-21.
14. Eker, M., and Çoban, H.O. 2010. Impact of Road Network on the Structure of a multifunctional Forest Landscape Unit in Southern Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 31: 157-168.
15. Eshaghi, M.A., Shataee Jouibary, Sh. 2016. Preparation map of Forest Fire Risk Using SVM, RF and MLP Algorithms (Case Study: Golestan National Park, Northeastern Iran), *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 23(4): 133-154 (In Persian)
16. Eskandari, S., Oladi Ghadikolaei, J., Jalilvand, H., Saradjian, M.R. 2013. Fire risk modeling and prediction in district three of Neka-Zalemroud forest, using Geographical Information System, *Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research Journal*, 21(2): 203-217. (In Persian)
17. Faramarzi, H., Hosseini, S.M., Ghajar, E., GholamAlifard, M. 2014. A model of a fire hazard in Golestan National Park, *crisis management journal*, 5: 79-87 (In Persian)
18. Forman, R., Sperling, D., Bissonette, J., Clevenger, P., Cutshall, C., Dale, V., Fahrig, L., France, R., Goldman, C., Heanue, K., Jones, J., Frederick, J., Swanson, F., Turrentine, T. 2003. *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washinton: 481.
19. Ghaffari, S.R., Shafaghi, S., Salehi, N., 2010. Urban Land Use Compatibility assessment using fuzzy multi-criteria decision-making model, *Urban Studies and Research Journal*, first year, (4): 59-76 (In Persian)
20. Gil Pontius R., and Schneider L., 2001. Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85: 239-248.
21. Guo, F., Su, Z., Wang, G., Sun, L., Tigabu, M., Yang, X., and Hu, H. 2017. Understanding fire drivers and relative fragmentation of space in the Amazon basin: emergent road networks. *Photogramm. Eng. Rem. Sens.*, 74, 699-709.
3. Azizi, G., and Yusefi, Y. 2005. Dynamic analysis and forest fires in the Mazandaran and Gilan provinces, *Geographical Research journal*, 92 (749): 15407-15434. (In Persian)
4. Bakirci, M. 2010. Negative Impacts of Forest Fires on Ecological Balance and Environmental, *Journal for Geography*, 5(1): 15-32.
5. Baraloto, C., Alverga, P., Quispe, S.B., Barnes, G., Chura, N.B., da Silva, I.B., and Linares, H.D. 2015. Effects of road infrastructure on forest value across a tri-national Amazonian frontier. *Biological Conservation*, 191: 674-681.
6. Barber, C., Cochrane, M., Souza Jr, C., Laurance, W. 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon, *Biological Conservation*, 177: 203-209.
7. Chu, T., Guo, X., and Tekeda, K. 2016. Remote sensing approach to detect post-fire vegetation regrowth in Siberian boreal larch forest, *Ecological Indicators*, 62: 32-46.
8. Ciolan, E., Cicort-Lucaciu, A.Ş., Sas-Kovács, I., Ferenti, S., and Covaciu-Marcov, S.D. 2017. Wooded area, forest road-killed animals: Intensity and seasonal differences of road mortality on a small, newly upgraded road in western Romania. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 55: 12-20.
9. Cochrane, M.A. 2003. Fire science for rainforests, *Nature* 421: 913-919.
10. Coffin, A.W. 2007. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of transport Geography*, 15(5): 396-406.
11. Demir, M., Küçükosmanolu, A., Hasdemir, M., Acar, H.H. 2009. Assessment of Forest Roads and Firebreaks in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8 (18): 4553-4561.
12. Eastman, J.R. 2006. Idrisi Andes-Tutorial, Clark Labs., Clark University, Worcester, MA.

- California. *Journal of Mediterranean Ecology*, 2: 209-220.
29. Salazar, L.A., and Gonzalez-Caban, A. 1987. Spatial relationships of a wildfire, fuelbreaks, and recently burned areas. *Western Journal of Applied Forestry* 2(2): 55-58.
 30. Syphard, A.D., Radeloff, V.C., Keuler, N.S., Taylor, R.S., Hawbaker, T.J., Stewart, S.I., and Clayton, M.K. 2008. Predicting spatial patterns of fire on a southern California landscape. *International Journal of Wildland Fire*, 17(5): 602-613.
 31. Veeraswamy, A., Galea, E.R., Filippidis, L., Lawrence, P.J., Haasanen, S., Gazzard, R.J., and Smith, T.E. 2018. The simulation of urban-scale evacuation scenarios with application to the Swinley forest fire. *Safety Science*, 102: 178-193.
 32. Whittier, T., and Gray, A. 2016. Tree mortality based fire severity classification for forest inventories: A Pacific Northwest national forests example, *Forest Ecology and Management*, 359: 199-209.
 33. Zaitsev, A., Gongalsky, K., Malmström, A., Persson, T., and Bengtsson, J. 2016. Why are forest fires generally neglected in soil fauna research? A mini-review, *Applied Soil Ecology*, 98: 261-271.
 34. Zebardast, L., Yavri, A.H., Salehi, A., Makhdam, M. 2011. Use network Effective metric in forest cover disruption analysis in road around of Golestan National Park, *Ecology journal*, thirty-seventh year, 58: 15-20 (In Persian)
 - impacts in different Chinese forest ecosystems. *Science of the Total Environment*, 605: 411-425.
 22. 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.
 23. Keeley, J.E., and Fotheringham, C.J. 2003. Impact of past, present, and future fire regimes on North American Mediterranean shrublands. In *Fire and climatic change in temperate ecosystems of the Western Americas* (pp. 218-262). Springer, New York, NY.
 24. Mostafa, M., Shataee Jouibary, S., Lotfalian, M., and Sadoddin, A. (2017). Watershed road network analysis with an emphasis on fire fighting management. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(4): 342-353.
 25. Narayanaraj, G., and Wimberly, M. 2013. Influences of forest roads and their edge effects on the spatial pattern of burn severity, *Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 23: 62-70.
 26. Rahbar, D. 2000. Environmental Impact of the Tourism Industry, *Management Development* (19): 4p. (In Persian)
 27. Rossiter, D.G., and Loza, A. 2010. Analyzing land cover change with logistic regression in R., *Technical Report ITC*, Enschede, 71p.
 28. Rundel, P.W., and King, J.A. 2001. Ecosystem processes and dynamics in the urban/wildland interface of Southern



Evaluation of the Asian Highway Role on Fire Golestan National Park in GIS Environment

H. Faramarzi¹, *S.M. Hosseini², H.R. Pourghasemi³ and M. Farneghi⁴

¹Ph.D. Student, Dept., of Forestry, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran,

²Professor Dept., of Forestry, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran,

³Assistant Prof., Dept., of Natural Resources and Environment, Shiraz University, Shiraz,

⁴Assistant Prof., Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, K.N. Toosi University, Tehran

Received: 01/27/2018; Accepted: 08/26/2018

Abstract

Background and objectives: The presence of roads plays an important role in the occurrence and prevention of forest fires, which causes damage to the ecosystem of the soil and seriously endanger the ecosystem's performance and service, and threat the stability of forest environment. The rising incidence of this event has increased the need to develop appropriate management plans for areas that are susceptible to fire. Therefore, the present study investigates the role of the transit road known as the Asian Shahrah, which passes through the Golestan National Park and has direct and indirect effects on the park fires.

Materials and methods: In this study, first the human factors (distance of transit road, side roads, villages, tourist areas and the presence hunters and farmers) affecting the fire in this area was determined. After that, according to the way of influencing, these layers were fuzzy and weight factors were obtained in two cases of transit road and transit road transport using the Analytic Hierarchy Process. After determining the weight and prepare invoices using the weighted average method arranged in six scenarios and modeling was performed both with and without transit road and best-case scenario was found with comparison with the real situations fire map and use of the Relative Operating Characteristic statistics. Finally, zoning with regard to the risk of using Run macro modules, and where the zones were fitted.

Results: Results showed the role of transit roads in the presence of 0.296 weight and transfer road with 0.077 weight. The Scenario with the average level of risk and decompensation was recognized as the best scenario with ROC = 0.87. The results also showed that if transported, the high risk areas would from 5647 ha would reduce to 2986 ha which is in fact 47% reduction of the whole high potential risk area. Road transit plays a direct role in 46 percent of fires in the area.

Conclusion: Considering the high weight of the road presence role in the fires of Golestan National Park, it can be said that Because of the presence of Turkmen Sahra region, and also deserts and plains of Semnan province in the north and south of Golestan National Park, warm winds from these areas blowing to the Golestan National Park, so there are favorable conditions for fire occurrence in the park, which will increase the chance of fire in the park by high traffic on the transit road. Therefore, with due attention to the role of the Asian highway in wildlife road accidents and the loss of countless numbers of them and probability of fire occurrence in the region, the need to transfer this road to the outside of the park is felt more and more.

Keywords: Road impact, Golestan National Park, Risk fire, Ordered weight average

*Corresponding author: hosseini@europe.com