



دانشگاه گواران

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و دوم، شماره اول، ۱۳۹۴
<http://jwfst.gau.ac.ir>

پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی در پارک ملی گلستان با استفاده از روش رگرسیون لجستیک

طیبه میردیلمی^۱، *شعبان شنایی^۲ و محمدرضا کاووسی^۳

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
دانشیار گروه جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۰

چکیده

آتش‌سوزی‌های جنگلی در ایران و به‌ویژه در جنگل‌های شمال کشور آثار مخربی را در سیمای ظاهری این مناطق به جای گذاشته است. شناسایی، پیشگیری و کنترل خسارات انسانی، اجتماعی و اقتصادی ایجاد شده توسط خطرات طبیعی از اهداف اساسی موسسات تحقیقاتی و اجرایی است. یکی از روش‌های پیشگیری آتش‌سوزی‌های جنگلی، تعیین محدوده‌های احتمال خطر آتش‌سوزی می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در محیط GIS، نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی برای منطقه پارک ملی گلستان تهیه گردید. عوامل مؤثر بر وقوع آتش شامل عوامل اقلیمی، توپوگرافی، پوشش گیاهی و انسانی با استفاده از روش‌ها و منابع مختلف جمع‌آوری و در محیط GIS تهیه گردید. نقاطی که آتش‌سوزی در آن روی داده نیز جمع‌آوری و به‌صورت یک لایه بولین تهیه شد. لایه‌های هر یک از عوامل مؤثر بر آتش‌سوزی به‌عنوان متغیر مستقل و لایه نقاط آتش‌سوزی سالیان گذشته، به‌عنوان متغیر وابسته وارد مدل رگرسیون لجستیک گردید و نقشه احتمال وقوع آتش‌سوزی برای منطقه تهیه گردید. مقادیر شاخص آماری $Pseudo R^2=0/3121$ و ضریب $ROC=0/9132$ به‌دست آمده برای مدل، نشان می‌دهد که مدل رگرسیون لجستیک دارای برازش خوبی بوده است. نقشه احتمال خطر به‌دست آمده به ۴ کلاس کم خطر، متوسط، خطرناک و پرخطر، پهنه‌بندی گردید. ارزیابی نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی با استفاده از تعدادی از نقاط آتش‌سوزی که در فرآیند مطالعه مورد استفاده قرار نگرفته بودند، انجام گرفت. نتایج نشان داد که درصد بیشتری از آتش‌سوزی‌ها در طبقه متوسط و درصد کمی از آن در طبقات خطرناک و پرخطر قرار گرفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی، آتش‌سوزی جنگل، GIS، رگرسیون لجستیک، پارک ملی گلستان

*مسئول مکاتبه: shataee@yahoo.com

مقدمه

جنگل‌ها، زیباترین منابع طبیعی پیرامون ما هستند و نقش مهمی را در سلامت جسمی و روانی موجودات زنده ایفا می‌کنند. سلامتی جنگل در هر محل شاخصی از شرایط اکولوژیکی متداول در آن ناحیه است (ژانگ و چن، ۲۰۰۷). یکی از خطراتی که جنگل‌ها را تهدید می‌کند آتش‌سوزی می‌باشد که با خسارات جبران‌ناپذیری که به آن‌ها وارد می‌کند، سبب تغییر اکولوژی منطقه می‌شود (زو و همکاران، ۲۰۰۵؛ واکالیز و همکاران، ۲۰۰۴). به‌عنوان مثال در کمتر از ۲۰۰ سال گذشته شش میلیون کیلومتر مربع از اراضی جنگلی در جهان بر اثر آتش‌سوزی از بین رفته‌اند. در ایران نیز طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۵ حدود ۱۱۰۴۴ هکتار (۴۸۳۰ هکتار در سال ۱۳۸۲، ۲۵۶۷ هکتار در سال ۱۳۸۳، ۲۲۲۲ هکتار در سال ۱۳۸۴، ۱۴۲۲ هکتار در سال ۱۳۸۵) از جنگل‌های طبیعی دچار آتش‌سوزی شده‌اند (انونیموس، ۲۰۰۷). وقوع آتش‌سوزی در سطح جنگل‌های استان گلستان نسبت به سایر نقاط کشور از شدت، اندازه، قدرت و وسعت بیشتری برخوردار بوده به نحوی که بیش از ۱۲۵۰ فقره آتش‌سوزی در سطحی بالغ بر ۱۰۰۰۰ هکتار طی ۲۰ سال اخیر (۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹) در سطح استان به وقوع پیوسته که بیشترین درصد را از لحاظ ابعاد زمانی و مکانی، تکرار و شدت، نسبت به سایر نقاط کشور به خود اختصاص داده است (سلامتی و همکاران، ۲۰۱۱). بدون شک انسان‌ها نمی‌توانند آتش‌سوزی‌ها را به‌طور کامل مهار نمایند، اما می‌توانند تا حدود زیادی از شدت آن بکاهند و خسارات وارده به منابع طبیعی را کاهش دهند. برای این منظور می‌توان هر منطقه را با استفاده از نقاط موجود از نظر احتمال وقوع آتش‌سوزی پهنه‌بندی نمود و نواحی که دارای پتانسیل بالای آتش‌سوزی هستند را مشخص و اقدامات لازم را برای پیش‌گیری و یا مقابله با آتش انجام داد.

پهنه‌بندی احتمال وقوع آتش تاکنون به روش‌های مختلف پارامتریک و ناپارامتریک صورت گرفته است که می‌توان به روش‌های رگرسیون لجستیک (مارتل و همکاران، ۱۹۸۷؛ هراندز لیا و همکاران، ۲۰۰۶؛ مارتینز و همکاران، ۲۰۰۹؛ پریرلز و همکاران، ۲۰۰۴)، ترکیب خطی - وزنی ساده (دانگ و همکاران، ۲۰۰۵)، روش ترکیب خطی - وزنی با استفاده از روش AHP برای تعیین میزان وزن عوامل و معیارهای مؤثر بر وقوع آتش (اسدی‌اسکویی و همکاران، ۲۰۱۱؛ وادرو و همکاران، ۲۰۱۰؛ محمدی و همکاران، ۲۰۱۰؛ شارما و همکاران، ۲۰۰۹؛ مهدوی و همکاران، ۲۰۱۱)، روش فازی لجستیک (ایلیادیز، ۲۰۰۵)، روش شبکه‌های عصبی (الونسو بتانروز و همکاران، ۲۰۰۲؛ واسیلاکوز و همکاران، ۲۰۰۷) و دیگر روش‌های نوین ناپارامتریک نظیر روش‌های داده کاوی (Data mining) و یادگیری ماشین (Machine learning) اشاره نمود. به کارگیری این روش‌ها؛ مستلزم تهیه و اجرای دقیق مدل‌های حاصل بین عوامل مؤثر بر وقوع آتش

می‌باشد. با توجه به پیچیدگی فرایند آتش‌سوزی در مناطق مختلف و تأثیرگذاری عوامل مختلف بر وقوع آن، روش‌های مذکور هر یک دارای قابلیت‌ها و محدودیت‌هایی هستند و در بسیاری از موارد و مکان‌ها ممکن است از کارایی لازم برای پیش‌بینی دقیق و پهنه‌بندی مکانی خطر یا ریسک آتش‌سوزی برخوردار نباشند. بررسی قابلیت این روش‌ها و به کارگیری آن‌ها در مناطق مختلف می‌تواند در نتیجه‌گیری برای انتخاب بهترین و مؤثرترین روش کمک زیادی نماید.

استفاده از قابلیت‌های ابزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نیز توانسته است پهنه‌بندی و مدلسازی وقوع و احتمال خطر آتش‌سوزی را تسهیل نماید (چوویکو و کونگالتون، ۱۹۸۹؛ جیسوال و همکاران، ۲۰۰۲؛ ارتن، ۲۰۰۴؛ سلامتی و همکاران، ۲۰۱۱). یکی از مدل‌های آماری مناسب برای انجام پهنه‌بندی با استفاده از داده‌های موجود آتش‌سوزی که در بسیاری از تحقیقات مورد استفاده قرار گرفته است، رگرسیون لجستیک می‌باشد (مارتل و همکاران، ۱۹۸۷؛ اندرز و همکاران، ۲۰۰۳؛ هانگ و همکاران، ۲۰۰۷). در مدل رگرسیون، بر اساس داده‌های موجود معادله‌ای برای پیش‌بینی متغیر وابسته بر اساس یک یا چند متغیر مستقل به دست خواهد آمد. چنانچه مقادیر متغیر وابسته کیفی باشد و دارای دو حالت وقوع (۱) و عدم وقوع (۰) باشند، دیگر الگوی رگرسیون عادی جوابگو نیست. در چنین حالتی احتمال وقوع پدیده برآورد می‌گردد و این مدل اصطلاحاً رگرسیون لجستیک نامیده می‌شود. رگرسیون لجستیک از روش برآورد حداکثر احتمال^۱ برای پیدا کردن بهترین مجموعه پارامترهایی که مدل را برازش می‌کنند، استفاده می‌کند. خروجی مدل، ضریب‌هایی بین ۰ و ۱ خواهد داشت که از طریق تئوری فازی به احتمالات بالاتر از ۰/۵ ارزش یک می‌دهد و نقشه بولین^۲ خطر را تولید می‌کند. رگرسیون لجستیک با این فرض استفاده می‌شود که احتمال یک بودن متغیر وابسته از منحنی لگاریتمی پیروی می‌کند و مقدار آن توسط رابطه (۱) تخمین زده می‌شود (ایسمن، ۲۰۰۲):

$$P(y=1/X) = \exp(\sum BX) / (1 + \exp(\sum BX)) \quad (1)$$

در این رابطه P احتمال یک بودن متغیر وابسته، X متغیر مستقل، B پارامتر برآورد شده و Y همان متغیر وابسته است که احتمال خطر آتش است. به منظور خطی‌سازی رابطه بالا، تغییر لگاریتمی روی آن صورت می‌گیرد و به صورت رابطه (۲) در می‌آید.

$$\text{Log}_e(P/1+P) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k + \text{error term} \quad (2)$$

1- Maximum likelihood estimation (MLE)

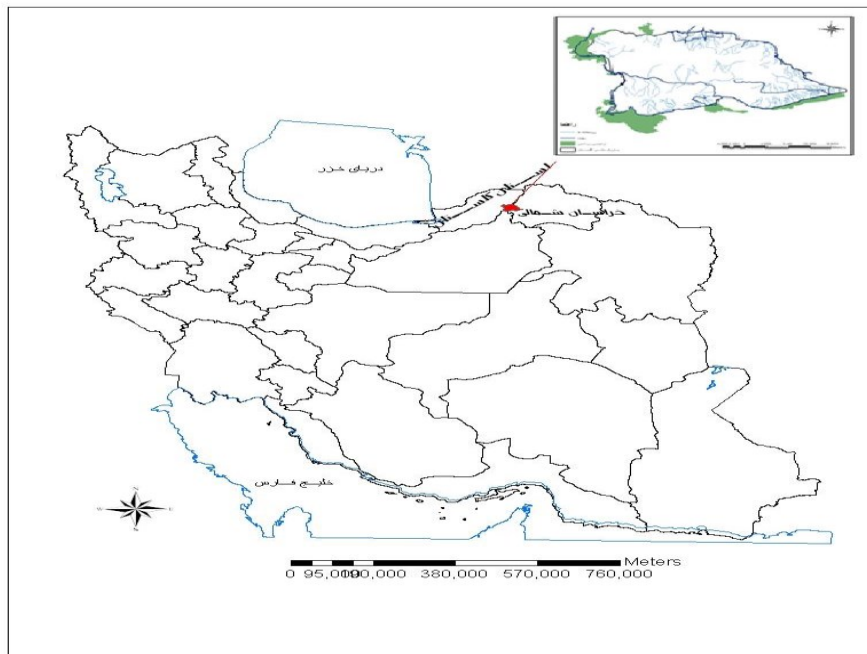
2- Boolean

این تغییر لگاریتمی سبب می‌شود احتمال پیش‌بینی شده در دامنه ۰ تا ۱ پیوسته باشد و خروجی مدل به صورت یک نقشه پیش‌بینی مکانی احتمال خطر ارائه شود (کلارک و هاسکینگ، ۱۹۸۶). مدل به دست آمده با استفاده از درصدی از نقاط برگرفته شده از نقشه اولیه خطر آتش به روش‌های نمونه‌برداری سیستماتیک یا تصادفی نمونه‌بندی به صورت ارائه آماره‌های $Pseudo R^2$ و مشخصه نسبی اجرایی^۱ (ROC) ارزیابی می‌شود. $Pseudo R^2$ برابر ۰/۲ به عنوان برازش خوب در نظر گرفته می‌شود (کلارک و هاسکینگ، ۱۹۸۶). ROC آمار مناسبی برای ارزیابی مدل است و می‌توان از آن برای مقایسه تصویر مدل‌سازی شده با تصویر واقعی خطر آتش استفاده کرد. ارزش ۱ نشان دهنده توافق مکانی کامل و ارزش ۰/۵ نشان‌دهنده توافق کم مدل با واقعیت است (پونتوز و اسچنیدر، ۲۰۰۱). در این تحقیق کارایی مدل رگرسیون لجستیک در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی برای پهنه‌بندی احتمال خطر آتش‌سوزی در پارک ملی گلستان مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه: پارک ملی گلستان در شمال شرقی ایران و شرق استان گلستان قرار گرفته است. این منطقه در حد فاصل ۳۷ درجه ۱۶ دقیقه ۴۳ ثانیه تا ۳۷ درجه ۳۱ دقیقه ۳۵ ثانیه عرض شمالی و ۵۵ درجه ۴۳ دقیقه ۲۵ ثانیه تا ۵۶ درجه ۱۷ دقیقه ۴۸ ثانیه طول شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). مساحت پارک حدود ۸۷۲۴۲ هکتار و محیط آن ۱۴۷ کیلومتر است. جاده ترانزیتی معروف به جاده آسیایی که شمال و مرکز ایران را به شمال شرقی ایران وصل می‌کند، به طول ۳۵ کیلومتر از درون پارک می‌گذرد. ارتفاع منطقه در پست‌ترین نقطه به ۴۵۰ متر و در مرتفع‌ترین نقطه به ۲۴۱۱ متر از سطح دریا می‌رسد. پارک ملی گلستان در بین دو ناحیه اقلیمی کاملاً متفاوت، یعنی منطقه معتدل مرطوب و سرد و خشک واقع شده است. میانگین سالیانه بارش نیز بین ۱۴۲ تا ۸۶۶ میلی‌متر در متغیر است. البته مناطق مرتفع در یال‌های شمالی باران بیشتری (حدود ۱۰۰۰ میلی‌متر) دریافت می‌کنند. تقریباً در تمامی ایستگاه‌ها عمده بارندگی از اواخر پاییز تا ابتدای بهار رخ می‌دهد. دمای متوسط سالانه پارک ملی گلستان بین ۱۱/۵ و ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد متغیر است. رطوبت نسبی هوا در زمستان تا ۱۰۰ درصد (اشباع) نیز می‌رسد و در تابستان تا حد ۱۸ درصد پایین می‌آید. متوسط رطوبت نسبی منطقه ۷۵ درصد است. این منطقه از بادهای شدیدی با سرعت ۱۲ متر بر ثانیه برخوردار می‌باشد که جهت وزش آن‌ها از شمال شرق می‌باشد.

1- Relative Operating Characteristic (ROC)



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور.

داده‌های مورد استفاده: در این تحقیق نقشه کاغذی تیپ پوشش گیاهی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ از سازمان حفاظت محیط‌زیست تهیه شد. اطلاعات آتش‌سوزی سال‌های گذشته از آرشیو ادارات کل منابع طبیعی و محیط‌زیست استان گلستان جمع‌آوری گردید. فایل‌های رقومی خطوط میزان منحنی، رودخانه‌ها به صورت انشعابات اصلی و فرعی شان و روستاهای اطراف از روی نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ منطقه استخراج گردید. اطلاعات دما و بارش منطقه از ایستگاه‌های سینوپتیک اطراف منطقه جمع‌آوری گردید.

روش تحقیق: در این تحقیق ابتدا عوامل مؤثر بر وقوع آتش‌سوزی منطقه شامل عوامل فیزیوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب)، عوامل گیاهی (تیپ پوشش گیاهی و کاربری اراضی)، عوامل اقلیمی (دما و بارش) و عوامل انسانی (فاصله از جاده، اراضی زراعی و رودخانه‌ها) پس از بررسی ویژگی‌های طبیعی منطقه شناسایی شدند. برای هر یک از متغیرهای عوامل تأثیرگذار لایه مکانی در محیط GIS تهیه شد. نقشه تیپ پوشش گیاهی پارک ملی گلستان که از سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور

تهیه شده بود، در محیط GIS زمین مرجع و رقومی گردید و به صورت یک لایه مکانی آماده استفاده شد. در منطقه مورد مطالعه ۱۶ تپ گیاهی مرتعی و جنگلی وجود دارد. در روی نقشه رقومی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه، خطوط میزان منحنی، رودخانه‌ها و روستاها نیز هر کدام به طور جداگانه استخراج گردید. از لایه خطوط میزان، مدل رقومی ارتفاع (DEM) تولید و نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع تهیه شد. نقشه جهت با استفاده از فرمول Beers طبق رابطه (۳) پیوسته‌سازی شد (برس و همکاران، ۱۹۶۶).

$$A' = \text{Cos} (45 - A) + 1 \quad (3)$$

نقشه‌های کاربری اراضی منطقه با استفاده از اطلاعات برگرفته شده از مجموعه Google Earth رقومی و به هنگام شد. لایه جاده موجود نیز با استفاده از داده‌های Google Earth و کنترل زمینی به هنگام شد. با استفاده از تابع فاصله، لایه فاصله از جاده ایجاد گردید. اراضی کشاورزی اطراف محدوده پارک نیز با استفاده از اطلاعات برگرفته شده از Google Earth رقومی شده و به صورت یک لایه مکانی آماده کار گردید. همچنین با استفاده از تابع فاصله لایه فاصله از اراضی زراعی تولید گردید. نقشه‌های بارش متوسط و دمای متوسط ۶ ماهه (تابستان و پاییز) نیز با استفاده از درون‌یابی اطلاعات ایستگاه‌های موجود تهیه شد.

بر اساس اطلاعات ثبت شده توسط کارشناسان ادارات کل منابع طبیعی و محیط‌زیست استان، موقعیت و محدوده‌های مناطق آتش‌سوزی شده در چند سال اخیر که با استفاده از گیرنده سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) برداشت شده بود لایه رقومی محدوده‌های آتش گرفته تهیه شد. سپس لایه نقاط آتش‌سوزی در محیط GIS به صورت لایه ۰ و ۱ تبدیل شد. لایه‌های عوامل مؤثر و لایه نقاط آتش‌سوزی که به ترتیب متغیرهای مستقل و وابسته هستند، وارد مدل رگرسیون لجستیک گردید و نقشه احتمال خطر آتش‌سوزی تولید شد.

مدل آماری پیش‌بینی احتمال وقوع آتش‌سوزی به دست آمده از مدل‌سازی رگرسیون لجستیک با استفاده از فاکتورهای پوشش گیاهی، فیزیوگرافی، انسانی و اقلیمی در زیر نشان داده شده است.

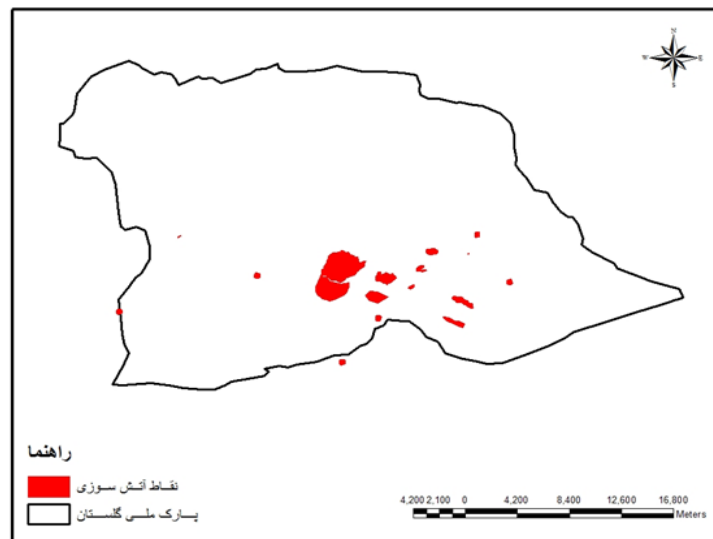
$$\text{Forest fire risk probability} = -144.2326 - 0.208732 vt + 10.318396 te + 0.005211 sl - 0.000878 dr + 0.000901 dri - 0.184789 ra - 3.3700511 la - 0.000179 df - 0.000113 el - 0.013698 as$$

که vt تپ پوشش گیاهی، te دما، sl شیب، dr فاصله از جاده، dri فاصله از رودخانه، ra بارش، la کاربری اراضی، df فاصله از اراضی زراعی، el ارتفاع و as جهت شیب می‌باشد.

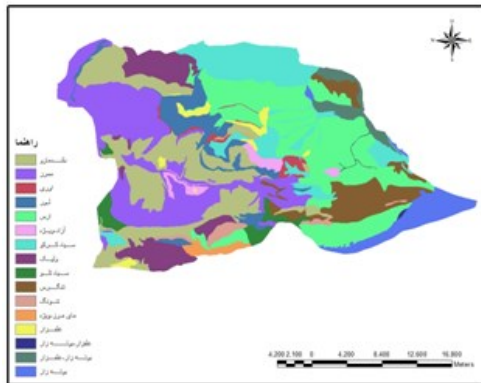
سپس نقشه احتمال خطر به دست آمده به ۴ کلاس کم خطر، متوسط، خطرناک و پرخطر پهنه‌بندی گردید. برای ارزیابی نقشه پهنه‌بندی ابتدا تعدادی از نقاط آتش‌سوزی به‌عنوان نقاط تست کنار گذاشته شده و عمل تهیه نقشه پهنه‌بندی برای باقی‌مانده نقاط (نقاط آزمون) انجام شد. سپس از طریق تلاقی نقشه‌های نقاط تست و نقشه تولید شده با استفاده از نقاط آزمون، میزان درصد نواحی آتش‌سوزی در هر یک از طبقات خطر محاسبه و ارزیابی براساس میزان وقوع نقاط آتش‌سوزی در هر یک از طبقات انجام شد.

نتایج

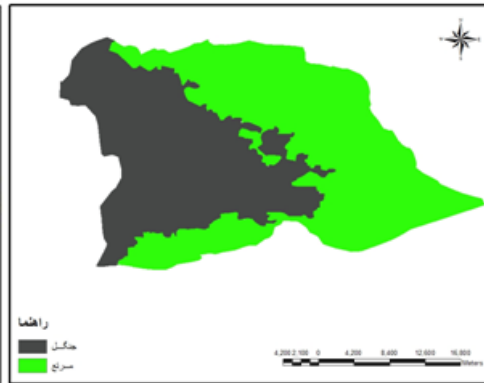
نتایج حاصل از تهیه نقشه عوامل مؤثر بر آتش‌سوزی و نقشه مناطق وقوع آتش‌سوزی در سالیان گذشته در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی در شکل ۲ ارائه شده است.



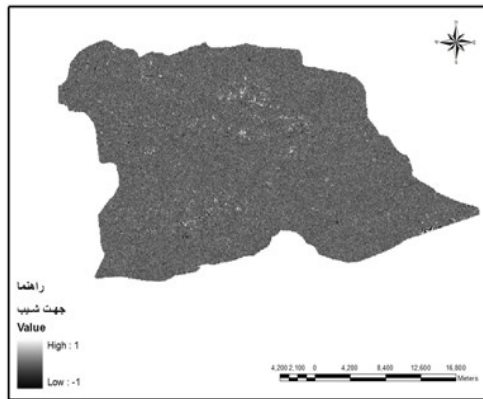
شکل ۲- نقشه وقوع آتش‌سوزی‌های سالیان گذشته.



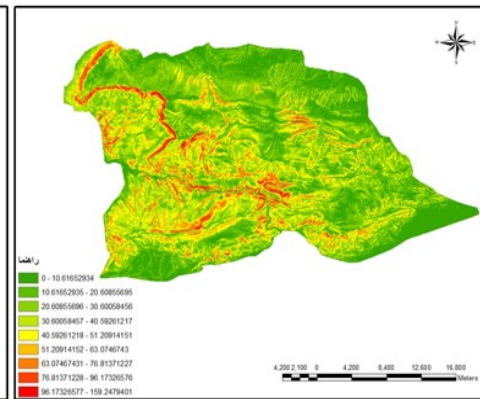
(ب)



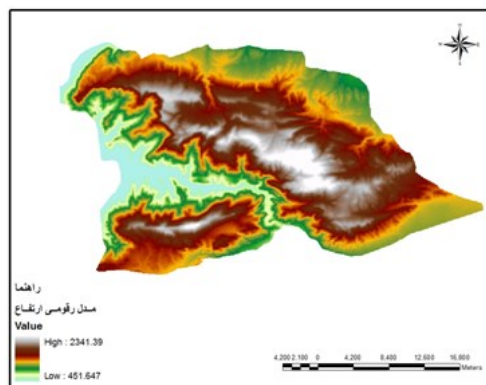
(الف)



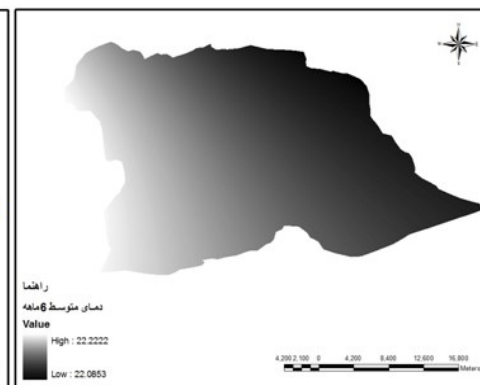
(د)



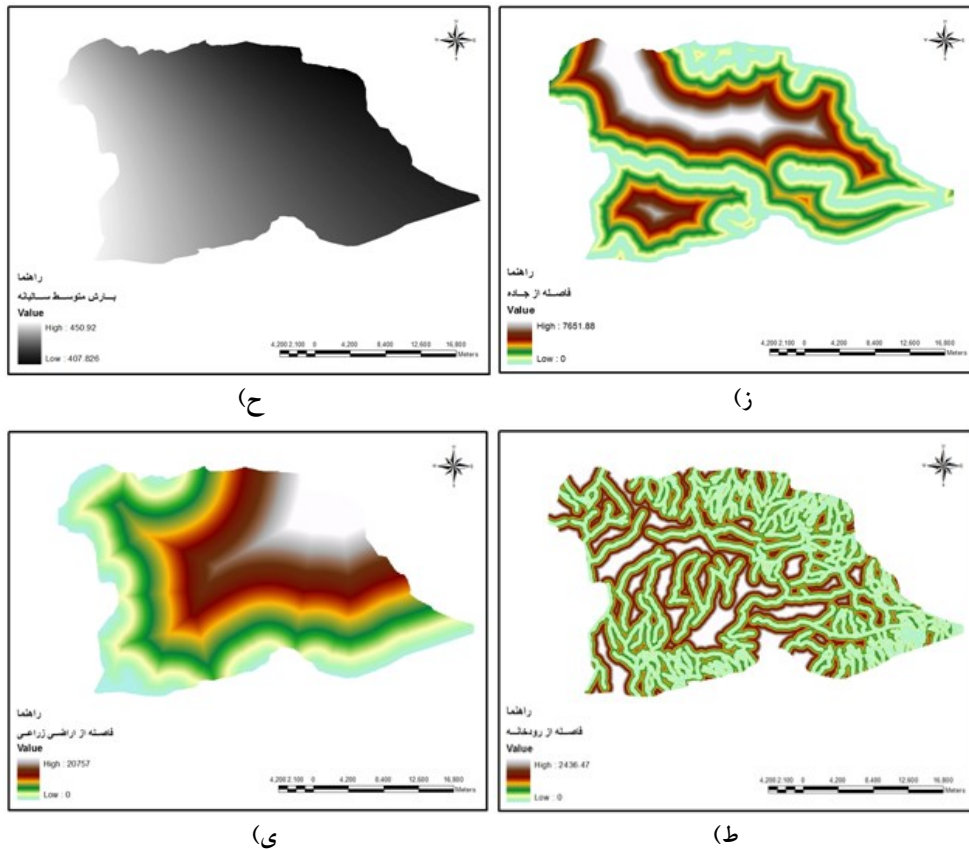
(ج)



(و)

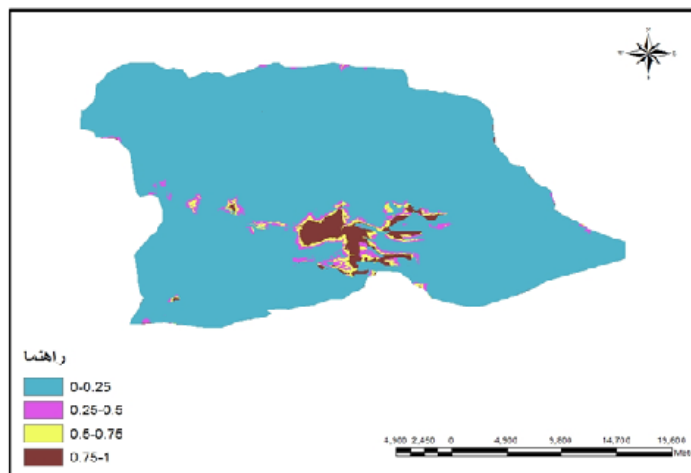


(ه)



شکل ۳- نقشه هر یک از عوامل مؤثر بر وقوع آتش‌سوزی: الف (کاربری اراضی)، ب (تیپ پوشش گیاهی)، ج (شیب)، د (جهت)، ه (دمای متوسط ۶ ماهه)، و (مدل رقومی ارتفاع)، ز (فاصله از جاده)، ح (بارش متوسط سالیانه)، ط (فاصله از رودخانه)، ی (فاصله از اراضی زراعی)

همچنین نقشه پهنه‌بندی خطر تولید شده با استفاده از رگرسیون لجستیک در ۴ طبقه کم خطر، متوسط، خطرناک و پرخطر طبقه‌بندی گردید (شکل ۴). جداول مربوط به آماره‌ها و شاخص‌های مدل به‌دست آمده در جداول ۱، ۲ و ۳ آورده شده است.



شکل ۴- نقشه میزان احتمال خطر آتش‌سوزی در منطقه مورد مطالعه.

جدول ۱- شاخص‌های آماری به دست آمده از مدل.

مقدار	شاخص آماری
۰/۳۰۰۲	Pseudo R ²
۰/۹۰۳۵	Roc

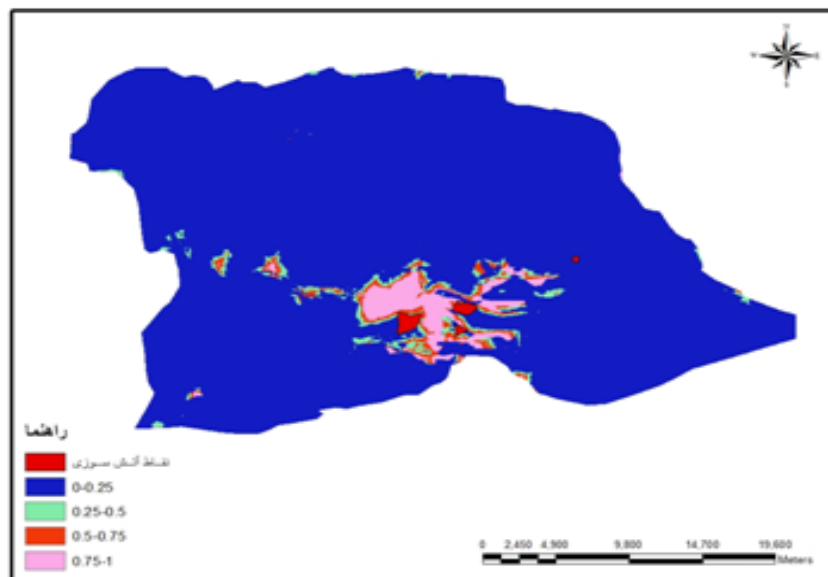
جدول ۲- ضرایب حاصل از رگرسیون لجستیک.

ضرایب	متغیرهای مستقل
۰/۰۰۵۲۱۱	شیب
-۰/۰۱۳۶۹۸	جهت
-۰/۰۰۰۱۱۳	ارتفاع
-۰/۲۰۸۷۳۲	تیپ پوشش گیاهی
-۳/۳۷۰۰۵۱۱	کاربری اراضی
۱۰/۳۱۸۳۹۶	دما
-۰/۱۸۴۷۸۹	بارش
-۰/۰۰۰۸۷۸	فاصله از جاده
-۰/۰۰۰۱۷۹	فاصله از اراضی زراعی
۰/۰۰۰۹۰۱	فاصله از رودخانه

جدول ۳- نتایج بررسی ارزیابی حساسیت متغیرها (تغییرات مقادیر ROC) در صورت حذف متغیرها.

متغیرهای حذف شده	ROC
شیب	۰/۹۱۲۹
جهت	۰/۹۱۲۷
ارتفاع	۰/۹۱۴۵
تیپ پوشش گیاهی	۰/۹۱۶۲
کاربری اراضی	۰/۸۸۰۱
دما	۰/۹۱۳۲
بارش	۰/۹۰۳۵
فاصله از جاده	۰/۸۸۱۰
فاصله از اراضی زراعی	۰/۹۰۱۹۰
فاصله از رودخانه	۰/۹۱۰۵

شکل ۵ موقعیت نقاط ارزیابی را بر روی نقشه پهنه‌بندی سوزی نشان می‌دهد. نتایج حاصل از ارزیابی نقشه پهنه‌بندی خطر آتش‌سوزی نیز در جدول ۴ آورده شده است.



شکل ۵- نقشه پهنه‌بندی خطر با استفاده از نقاط آزمون به همراه نقاط آتش‌سوزی تست.

جدول ۴- درصد وقوع آتش در طبقات پهنه‌بندی شده احتمال خطر آتش‌سوزی.

طبقات خطر	کم خطر	متوسط	خطرناک	پرخطر
نواحی آتش‌سوزی (درصد)	۱۰/۷	۵۷/۳	۲۰/۱	۱۱/۹

بحث و نتیجه‌گیری

حریق جنگلی که می‌تواند توسط عوامل طبیعی و یا انسانی حادث شود، تهدید بزرگی در جهت تخریب و رو به زوال گذاشتن منابع جنگلی است که می‌بایست آن را کنترل و پیشگیری نمود. برای به حداقل رساندن این تهدید در جنگل مدیران باید شناخت کامل از فرآیند آتش‌سوزی‌های گذشته داشته باشند و تحلیل مکانی وقوع آتش‌سوزی‌ها در هر منطقه صورت گیرد و بعد از شناخت کامل از فرآیندهای زمانی و مکانی می‌بایست استراتژی‌های حفاظتی برای هر منطقه طراحی کنند. لازمه این طراحی توانایی در پیش‌بینی، تحلیل مکانی و تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر آتش است. استفاده از رگرسیون لجستیک یکی از روش‌های مدل‌سازی خطر می‌باشد که به کمک آن می‌توان ارتباط موجود بین متغیرهای مستقل و وابسته را تعیین نمود. در این تحقیق برای منطقه پارک ملی گلستان با استفاده از روش رگرسیون لجستیک نقشه حساسیت خطر آتش‌سوزی تهیه شد. نتایج نشان داد که با توجه به ضرایب به‌دست آمده وقوع آتش‌سوزی جنگل با عوامل شیب، دما و فاصله از رودخانه رابطه مثبت و با بقیه عوامل رابطه منفی دارد. یعنی وقوع آتش‌سوزی با افزایش شیب، دما و فاصله از رودخانه افزایش و با افزایش ارتفاع، فاصله از جاده، فاصله از اراضی زراعی و بارش کاهش می‌یابد. در تحقیقی که توسط ژانگ و همکاران در سال ۲۰۰۹ برای پیش‌بینی خطر آتش‌سوزی در مناطق علفزاری چین انجام شد، نشان داده شد که احتمال خطر آتش‌سوزی با دما و ارتفاع رابطه مثبت و با بارش، رطوبت نسبی، فاصله از روستاها- جاده‌ها و راه‌آهن و ساختمان‌ها رابطه منفی دارد. در مجموع با توجه به مقدارهای ضرایب می‌توان گفت که لایه کاربری اراضی مهم‌ترین عامل در وقوع آتش‌سوزی می‌باشد و به ترتیب لایه‌های فاصله از جاده، فاصله از اراضی زراعی، بارش، فاصله از رودخانه، جهت، شیب، دما، ارتفاع و تیپ پوشش گیاهی در درجات بعدی اهمیت قرار می‌گیرند. همچنین در مورد شاخص‌های آمارهای مرتبط با مدل رگرسیون لجستیک نیز می‌توان گفت با توجه به این که مقدار شاخص $Pseudo R^2$ برابر ۰/۳۱۲۱ گردیده و بزرگتر از حد آستانه ۰/۲ می‌باشد، این مدل برازش قابل قبولی را نشان می‌دهد. مقدار شاخص ROC برابر با ۰/۹۱۳۲ است، این شاخص، نشان دهنده این است که محدوده‌های آتش‌سوزی اتفاق

افتاده در گذشته رابطه‌ای قوی با مقادیر احتمال حاصل از مدل رگرسیون لجستیک دارد. اما پس از انجام ارزیابی صحت برای نقشه تولید شده از طریق کنار گذاشتن تعدادی از نقاط آتش‌سوزی به‌عنوان نقاط تست و به‌دست آوردن درصد وقوع آتش در طبقات پهنه‌بندی شده، معلوم شد که درصد بیشتری از آتش‌سوزی‌ها در طبقه متوسط و درصد کمی از آن در طبقات خطرناک و پرخطر قرار می‌گیرد. این پارامترها نشان می‌دهد که مدل به‌خوبی نتوانسته است احتمال خطر را پیش‌بینی کند. علت این عدم توانایی برای پیش‌بینی احتمال خطر پراکنش و فراوانی نامناسب (تعداد) نقاط آتش‌سوزی به وقوع پیوسته در سال‌های گذشته می‌باشد که کارشناسان اجرایی دستگاه‌های مرتبط نتوانستند موقعیت و محدوده‌های آتش‌سوزی‌های سنوات گذشته را ثبت نمایند.

فقدان نقاط آتش‌سوزی ثبت شده به‌عنوان معظلی بزرگ برای برنامه‌ریزی در قسمت جنگل می‌باشد و دستگاه‌ها موظف می‌باشند اطلاعات آتش‌سوزی در سنوات گذشته را ثبت و به‌صورت رفومی در بانک اطلاعاتی ذخیره نمایند تا این داده‌ها در مدل‌سازی‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

1. Alonso-Betanzos, A., Fontenla-Romero, O., Guijarro-Berdin̄as, B., Hernańdez-Pereira, E., Canda, E., Jimenez, J., Luis Legido, J., Mun̄iz, S., Paz-Andrade, C., and Paz-Andrade, M.I. (2002). A neural network approach for forest fire risk estimation. In: F. van Harmelen, (Ed.), Proceedings of the 15th European Conference on Artificial Intelligence. ECAI'2002, Lyon, France, Pp: 643–647.
2. Andrews, P.L., Loftsgaarden, D.O., Bradshaw, L.S. 2003. Evaluation of fire danger rating indexes using logistic regression and percentile analysis. *International Journal of Wildland Fire* 12: 213–226.
3. Asadi oskoie, A., Azizi, A., and Farid mojtahadi, N. 2011. Fire risk mapping of natural resources lands of Guilan province. Proceeding of first conference of fire on natural resources lands.
4. Beers, T.W., Beers, P.E., and Wensel, L.C. 1966. Aspect transformation in site productivity research, *Journal of Forestry*, vol. 64: 691–692.
5. Chandra, S., 2002. application of remote sensing and GIS technology in forest fire risk modeling and management of forest fire-a case study in the Garhwali Himalayan region.
6. Chuvieco, E., Kasischke, E.S. 2007. Remote sensing information for fire management and fire effects assessment. *Journal of geophysical research, biogeosciences*, 112.

7. Chuvieco, E., and Salas, F.J. 1996. Mapping the spatial distribution of forest fire danger using GIS, international journal of geographical information systems, 10: 333-345.
8. Chuvieco, E., Congalton, R.G. 1989. Application of remote sensing and geographic information system to forest fire hazard mapping. Remote Sens. Environ. 29: 147-159.
9. Clark, W.A., and Hosking, P.L. 1986. Statistical Methods for Geographers (Chapter 13). New York: John Wiley and Sons.
10. Dimopoulou, M., and Giannikos, I. 2002. Towards an integrated framework for forest fire control. European journal of operational research, 152(2): 476-486.
11. Dong, XU, Shao, G., Limin, D., Zhanqing, H., Lei, T., and Hui, W. 2006. Mapping frost fire risk zones with spatial data and principal component analysis, science in china, series E Technological Sciences, 49: 140-149.
12. Dong, XU., Li-min, D., Guo-fan, SH., Lei, T., Hui, W. 2005. Forest fire risk zone mapping from satellite images and GIS for Baihe forestry Bureau, Jilin, China. Journal of forestry research, 16: 169-174.
13. Eastman, J.R. 2002. Idrisi for windows user's guide ver.32, Clark labs for cartography and geographic analysis, (Clark University), 327.
14. Erten, E. 2004. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS, XXth Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), 12-25 July 2004, Istanbul, Turkey.
15. Jaiswal, R.K., Mukherjee, S., Raju, D.K., Saxena, R. 2002. Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 4 (2002), Pp: 1-10.
16. Jain, A., Ravan, S.A., Singh, R.K., Das, K.K., Roy, P.S. 1996. Forest fire risk modeling using remote sensing and GIS. Curr.Sci. 70(10): 928-933.
17. Juarez orozco, S. 2008. Forest fire risk model for Michoacán, Mexico.
18. Hernandez-Leal, P.A., Arbelo, M., Gonzalez-Calvo, A. 2006. Fire risk assessment using satellite data. *Advances in Space Research*, 37: 741-746.
19. Hong F., Liping, D., Wenli, Y., Bonnländer, B., Xiaoyan, L. 2007. Use of binary logistic regression technique with MODIS data to estimate wild fire risk. *Proceedings of the Society for Photo-Instrumentation Engineers*. 6786: 67863L.
20. Iliadis, L.S. 2005. A decision support system applying an integrated fuzzy model for long-term forest fire risk estimation. *Environmental Modelling and Software*, 20(5): 613-621.
21. Lynn, K., Gerlitz, W. 2006. Mapping the relationship between wildfire and poverty, in: Andrews, P.L., Butler, B.W. (eds.), fuels management-How to measure success: conference proceeding, USDA forest service proceeding, rocker mountain research station, fort Collins, 2005, Pp: 401-415.
22. Mahdavi, A., Fallah shamsi, R., Nazari, R., and Heidari, M. 2011. Fire risk mapping of forest and range lands of Illam county region using AHP. Proceeding of first conference of fire on natural resources lands.

23. Martell, D.L., Otukol, S., Stocks, B.J. 1987. A logistic model for predicting daily people-caused forest fire occurrence in Ontario. *Canadian Journal of Forest Research*, 17: 394–401.
24. Martí'nez, J., Vega-García, C., and Chuvieco, E. 2009. Human caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. *Journal of Environmental Management*, 90(2): 1241–1252. doi: 10.1016/j.jenvman. 2008.07.005.
25. Mohammadi, F., Shabaniyan, N., Pourhashemi, M., and Fatehi, P. 2010. Forest fire risk mapping using GIS and AHP in some part of Pave forests. *Iranian forest and popular journal*, 18(4): 569-586.
26. Pontius, R.G., and Schneider, L. 2001. Land-use change model validation by a ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85(1-3) Pp: 239-248.
27. Preisler, H.K., Brillinger, D.R., Burgan, R.E., and Benoit, J.W. 2004. Probability based models for estimation of wildfire risk. *International Journal of Wild land Fire*, 13(2): 133–142.
28. Salamati, H., Mostafalu, H., and Honardoust, F. 2011. Evaluation and forest fire risk mapping using GIS in the Golestan forests. *Proceeding of first conference of fire on natural resources lands*.
29. Sharma, D., Hoa, V., Cuong, T.V., Tuyen, H.T., and 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 October.
30. Unknown. 2007. Four years fire statistics, Iranian forest, rangeland, and watershed organization, 36 pages.
31. Vakalis, D., Sarimveis, H., Kiranoudis, C., Alexandridis, A., and Bafas, G., 2004. A GIS based operational system for wild land fire crisis management I. mathematical modeling and simulation. *Applied Mathematical Modeling*, 28(4), 389-410.
32. Vadrevu, K.P., Eaturu, A., Badarinath. KVS. 2010. Fire risk evaluation using multi-criteria analysis– a case study. *Environmental Monitoring and Assessment*, 166: 223–239.
33. Vasilakos, C., Kalabokidis, K., Hatzopoulos, J., Kallos, G., and Matsinos, Y. 2007. Integrating new methods and tools in fire danger rating. *International Journal of Wildland Fire*, 16(3): 306–316.
34. Xu, D., Dai, L.M., Shao, G.F., Tang, L., and Wang, H. 2005. Forest fire risk zone mapping from satellite images and GIS for Baihe forestry Bureau, Jilin China. *Journal of forestry research*, 15(3): 169-174.
35. Zhang, Z.X., Zhang, H.Y., Zhou, D.W. 2009. Using GIS spatial analysis and logistic regression to predict the probabilities of human-caused grassland fires. *Journal of arid environments*, 74: 386-393.
36. Zhang, Q.F., and Chen, W.J. 2007. Fire cycle of the Canada's boreal region and its potential response to global change. *Journal of forestry research*, 18(1): 55-61.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 22 (1), 2015
<http://jwfst.gau.ac.ir>

Forest fire risk zone mapping in the Golestan national park using regression logistic method

T. Mirdeilami¹, *Sh. Shataee² and M.R. Kavooosi³

¹M.Sc. Graduated, Dept., of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²Associate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ³Associate Prof., Dept., of Silviculture and Forest Ecology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 07/25/2012 ; Accepted: 7/1/2013

Abstract

Forest fires in Iran and particularly in the northern forests had destructive effects on the physiognomy of these forests. Recognition, prevention and controlling the Socio-economic destroys caused by natural hazard are the main objectives of administrative and educational organizations. One of the methods for prevention of forest fires is mapping the probability risk zones. In this study, map of fire probability risk for Golestan national park was prepared using regression logistic method and GIS. The effective factors on fires including climate, topography, vegetation and human factors were prepared in the GIS environment by different methods and sources. The occurred forest fires map was gathered and generated as a Boolean map. The logistic regression modelling was done using effective factors as independent variables and the occurred forest fire map as dependent variable. The obtained Pseudo $R^2= 0.3121$ and ROC= 0.9132 from model indicate that regression logistic could modeled forest fire probabilities on the study area. The probability fire map was classified to four low, medium, high and sever dangerous classes. The obtained forest fire probability map was assessed using the some unused occurred fire points. The assessment results showed that more of occurred forest fire points were in the medium and high dangerous classes.

Keywords: Modelling, Forest fire, GIS, Logistic regression, Golestan national park

*Corresponding author: Shataee@yahoo.com