



جغرافیا و روابط انسانی، تابستان ۱۳۹۷، دوره ۱، شماره ۱

پهنه بندی مناطق دارای ریسک بالای آتش سوزی در جنگل ها با استفاده از GIS

(مطالعه موردی جنگل های استان کرمانشاه)

سعدی صالحی^{۱*}، زانکو زارعی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی روستایی دانشگاه پیام نور

۲- کارشناسی جغرافیای دانشگاه رازی

sadisalehi7375@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۶

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۰۶/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۲۹

چکیده:

آتش سوزی جنگل ها و گسترش آن یکی از پدیده های طبیعی در سراسر کره خاکی می باشد. پدیده های طبیعی همواره پیچیده بوده و عوامل زیادی بر روی آنها تاثیر گذار می باشد، پدیده آتش سوزی در جنگل ها و گسترش آن از این قاعده مستثنی نبوده و سالیانه در مناطق مختلف کشور رخ می دهد. با توجه به اهمیت زیست محیطی اکوسیستم جنگل و گسترش و پیشرفت روزافزون فناوری سنسور از دور و سیستم های اطلاعات جغرافیایی می توانیم مناطقی را که بیشتر در معرض خطر این پدیده هستند شناسایی شود این تحقیق روش انجام تحقیق حاضر توصیفی-تحلیلی است، گردآوری اطلاعات با استفاده از منابع کتابخانه ای انجام گرفته. منطقه مورد مطالعه جنگل های استان کرمانشاه است در این مطالعه پارامترهای توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، دسترسی (فاصله از جاده ها، فاصله از سکونت گاه ها و فاصله از رودخانه ها) (ایلات و عشایر) محل عبور عشایر، نقاط حادثه خیز در محل عبور عشایر، اتراق، کاربری اراضی، پراکنش مرتع و پراکنش جنگل به عنوان پارامترهای موثر در پهنه بندی آتش سوزی در نظر گرفته شده اند و با استفاده از مدل *ahp* به لایه های مختلف وزن لازم داده شده است. و در نهایت با اعمال وزن ها به لایه ها، لایه ها را فازی سازی کرده و نقشه گاما ۰،۹ از لایه ها تهیه شده است که با توجه به اوزان و معیارها و زیر میارها نقشه مناطق دارای خطر آتش سوزی به صورت سه منطقه، کم خطر، متوسط خطر و مناطق دارای خطر زیاد مشخص شده است.

واژگان کلیدی: آتش سوزی، جنگل، کرمانشاه، مدل *AHP*، مدیریت بحران

مقدمه:

جنگل مجموعه ای طبیعی و بسیار پیچیده که فاکتورهای مختلفی در شکل گیری و بقا آن دخالت دارند، اگر چه جنگل ها جزء منابع تجدید شونده به شمار می رود ولی آشفستگی های از این قبیل چرای دام، تغییر کاربری، باد و آتش زمان رسیدن به ساختار ایده ال را افزایش داده است و مسیر توالی جنگل را تغییر می دهد (غدیری پور، ۱۳۸۴، ۱۳۰) کشور ایران در زمره ۵۶ کشور فقیر از نظر جنگل جهان به شمار می رود که سالانه شاهد سوختن چندین هزار هکتار جنگل است (هوشیار خواه و جمشیدی آلاشتی، ۹، ۱۳۸۶) آتش سوزی جنگلها یکی از بلاهای طبیعی محسوب می شود که و به عنوان یک خطر عمده ی بالقوه در بسیاری از مناطق جهان شناخته شده است، آتش سوزی جنگل ها می تواند بر روی شکل و ترکیبات گونه ای مختلف پوشش گیاهی و الگوی فضایی آنها تاثیر گذاشته و برای انسان نیز به عنوان یک تهدید محسوب می شود (زومبرونن¹، ۲۰۱۱، ۲۱۸۸) آتش سوزی جنگل ها و مراتع نه تنها از لحاظ زیست محیطی از نظر اجتماعی، اقتصادی یکی از موضوعات بسیار مهم جهان محسوب می شود (مرینو د میقیولا²، ۲۰۱۲، ۱) آتش سوزی اغلب به تخریب جنگل و یا تجدید دوباره آن می شود (نظری و همکاران، ۲۵: ۱۳۹۱) که از نظر تخریب و میزان خسارتی که به بار می آورد در مناطق مختلف اهمیت متفاوتی دارد چرا که شدت آن تابع شرایط اقلیمی محلی است که آتش سوزی در آن رخ میدهد (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵، ۲۲۵) آتش سوزی جنگل فرایند اولیه ای است که ترکیبات گیاهی و ساختار مکانی آنها را نیز تحت تاثیر خود قرار داده است (فلانیگان³، ۲۰۰۰، ۲۲۱) آتش سوزی در جنگل و مرتع باعث نابودی بخش مهمی از منابع و امکانات محیط زیست، آلودگی هوا، از بین رفتن گونه های ارزشمند گیاهی و جانوری شده و جان انسان های ساکن در مجاورت جنگل را با مخاطرات جدی مواجه می نماید (ژانگ و همکاران، ۴، ۲۰۱۰)

پیشنه پژوهش:

در تحقیقی که توسط جغرفی و غلامی (۱۳۹۶) در مورد پهنه خطر آتش سوزی جنگل با استفاده از روش ترکیب نسبت فراوانی - انتروپی شانون در مورد جنگل های چهار محال و بختیاری انجام دادند که نتایج آن حاکی از این است که بیش از یکسوم مساحت استان چهار محال و بختیاری در طبقات زیاد تا خیلی زیاد خطر آتش سوزی قرار دارد که در این میان عامل های کاربری اراضی، نوع خاک و فاصله از جاده بیشترین اهمیت را دارند. همچنین در تحقیقی که اسکندی (۱۳۹۴) با عنوان ارزیابی پتانسیل خطر آتش سوزی با استفاده از مدل *Dong*، مطالعه ی موردی: جنگل های بخش سه نکا - ظالمروود انجام داد که نتایج نشان داد که 51 درصد از مناطق آتش سوزی های واقعی در مناطق پرخطر و بسیار پرخطر قرار گرفته

¹ Zumbrunnen

² Merino-de-Miguel

³ Flannigan

اند، این مسئله اعتبار نسبتاً خوب مدل دانگ را برای پیش بینی های آتش سوزی آینده در منطقه مورد مطالعه مورد مطالعه نشان میدهد. با اصلاح این الگو به نظر میرسد که از آن بتوان برای سایر مناطق جنگلی شمال نیز برحسب موقعیت مکانی حوضه های آبخیز استفاده کرد، همچنین محمدی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی اقدام به تهیه نقشه نواحی دارای خطر آتش سوزی جنگل بر پایه عوامل پوشش گیاهی، فیزیوگرافی، اقلیمی، انسانی و فاصله از جاده ها، رودخانه ها در بخشی از حوضه پاوه رود در غرب ایران کردند که با بکارگیری ورش تحلیلی سلسله مراتبی (AHP) عوامل موثر در خطر وقوع آتش سوزی را وزن دهی کردند و ضریب وزنی مربوط به هر یک از عوامل در ۵ طبقه تهیه شد نتایج نشان داد که ۹۰ درصد از مناطق آتش سوزی در پهنه های با خطر زیاد قرار دارند. همچنین دانگ و همکاران (4 2005) ، روشی ترکیبی با استفاده از نرم افزار GIS/RS را برای نقشهبرداری مناطق خطر آتش سوزی با استفاده از نقشه های عوامل مؤثر در حریق در حوضه ی جنگلداری بیبه چین توسعه دادند. مناطق خطر آتش سوزی با اختصاص وزنهای معقول به طبقات همه لایه های فاکتورهای مؤثر در آتش سوزی مشخص شدند. سپس تاریخچه آتش سوزی در جنگلهای مورد مطالعه از سال 1974 تا 2001 برای کنترل مطلوبیت روش مورد استفاده بررسی شد. نتایج نشان داد که مناطق با خطر آتش سوزی زیاد در مکان هایی واقع شده اند که قبلاً در آنها آتشسوزی اتفاق افتاده است. همچنین ارتن 5 و همکاران (2005) در تحقیق دیگری، مناطق خطر وقوع آتشسوزی در جنگل های گالیپولی ترکیه را با توجه به مدل دانگ و با استفاده نقشهبرداری کردند. در GIS از داده های ماهواره های و این تحقیق، قبل و بعد از وقوع آتش سوزی از تصویر استفاده شد. سایر اطلاعات از نقشه ی توپوگرافی TM برحسب وزن و GIS 1:25000 استخراج و در محیط اهمیت آنها در ایجاد حریق، ادغام شد. نتایج نشان داد که در مناطق با پوشش گیاهی خشک، شیب زیاد، جهت جنوبی و نزدیک به جاده و مناطق مسکونی، پتانسیل خطر وقوع آتش سوزی بالاست. ادب 6 و همکاران (2013) ، خطر آتش سوزی در جنگلهای استان گلستان را با استفاده از GIS مدل سازی کردند. شاخص آتش سوزی ساختاری، شاخص خطر آتش سوزی و شاخص هیبریدی آتش سوزی، برای مشخص کردن خطر آتش سوزی استفاده شد. لایه های مؤثر در حریق با اختصاص مقادیر وزنی به طبقات آنها بر اساس نرخ حساسیت ترکیب شد. داده های هات اسپات GIS به حریق، در برای اعتبارسنجی شاخص ها MODIS سنجنده استفاده شد. نتایج نشان داد که مناطق پرخطر آتش سوزی بر اساس شاخص هیبریدی و شاخص ساختاری، تطابق بیش تری با هات اسپات ها دارد. ارزیابی نهایی شاخص ها با استفاده از روش منحنی های ROC دقت ۷۶/۶ درصدی شاخص هیبریدی آتش سوزی را نسبت به دو شاخص دیگر نشان داد. چوویکو 7 و همکاران (2012) ، خطر آتش سوزی در جنگل های اسپانیا را با استفاده از چهارچوبی از داده های مکانی ارزیابی کردند. ابتدا چهارچوب مدل تعریف شده و سپس متغیرهای ورودی تهیه شد و برای به دست آوردن شاخص های خطر آتش

⁴ Dong et al

⁵ Erten

⁶ Adab

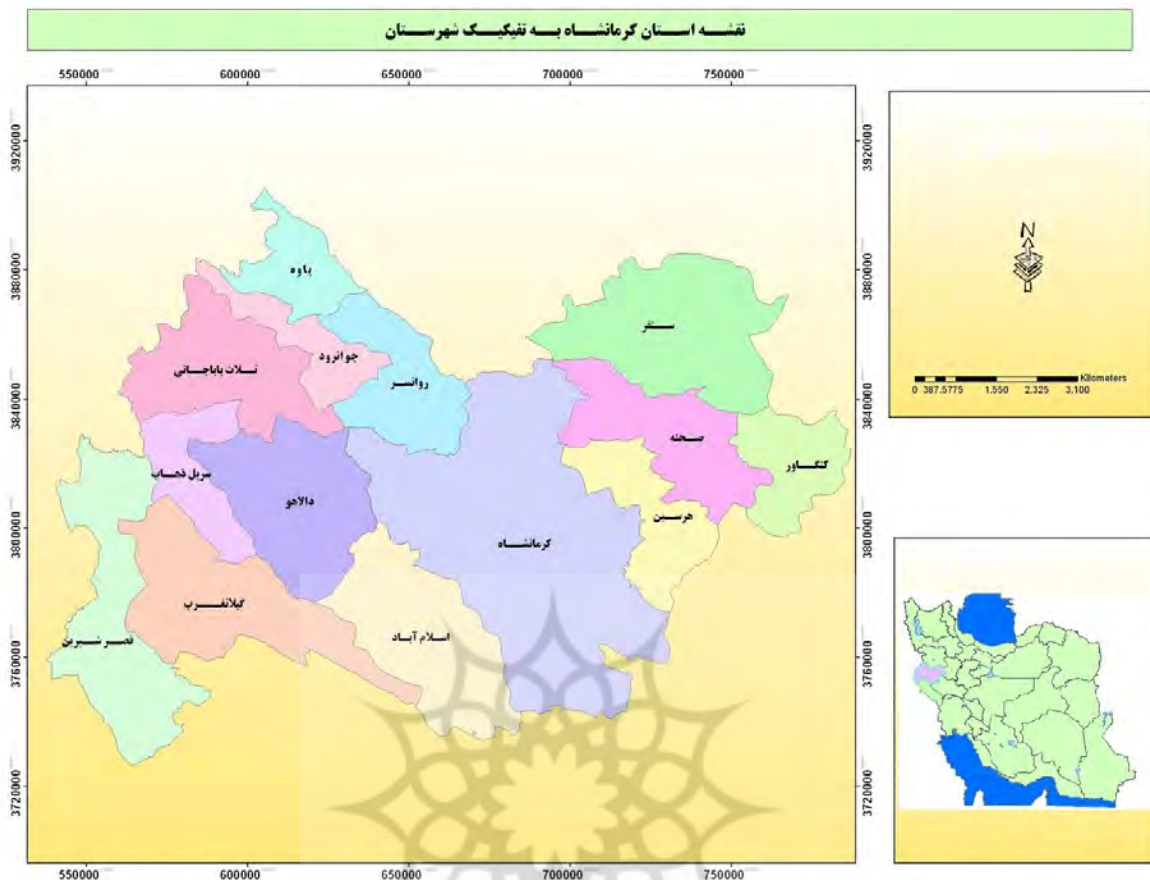
⁷ Chuvieco

سوزی ترکیب شدند. در نهایت اعتبارسنجی مدل انجام گرفت. خطر آتشسوزی شامل متغیرهای انسانی، رعد و برق، میزان رطوبت سوخت مرده و زنده و پتانسیل گسترش آتش سوزی بود. شاخصهای بروز و گسترش آتش سوزی با استفاده از آخرین آمار آتش سوزی در دسترس، اعتبارسنجی شد. نتایج، روابط معنی داری را بین وقوع آتشسوزی و مهمترین شاخص های خطر ساخته شده نشان داد؛ وادرو و همکاران (۲۰۰۹) 8، خطر وقوع آتش سوزی جنگل در ایالت اندهرا پردیش 6 هند را با استفاده از آنالیز چندمعیاره در قالب روش تحلیل سلسله مراتبی و با استفاده از داده های اقتصادی - اجتماعی، اقلیمی، پوشش گیاهی و توپوگرافی مدل سازی کردند. سازمان دهی GIS تمام دادهها در سطح مکانی در شدند و نقشه ی خطر آتشسوزی تهیه شد. نتایج نشان داد که مناطق خطر وقوع با پیکسل های آتش ۶۴/۴ درصد مستخرج از تصاویر ماهواره ای، تا همخوانی دارند که نشاندهنده اعتبار مدل ساخته شده در شناسایی مناطق بحرانی خطر وقوع آتش سوزی است

منطقه ی مورد مطالعه:

استان کرمانشاه با حدود ۲۴۴۳۴ کیلومتر مربع وسعت در میانه ضلع غربی کشور، بین ۳۳ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است که ۱/۵ درصد مساحت کشور را دربرمی گیرد، از استان های غربی به شمار می آید که با کشور عراق مرز مشترک دارند. منطقه مورد مطالعه از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان لرستان و ایلام، از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود می شود. مرکز استان کرمانشاه، شهر کرمانشاه است. بلندیهای زاگرس با داشتن کوههایی چون شاهو، پراو، امروله، دالاحانی، شیا کوه، نوا کوه و ... همچنین برخورداری از تنوع اقلیمی سردسیری تا گرمسیری استان را از تنوع گیاهی قابل توجهی برخوردار نموده است و براساس آخرین منابع بررسی شده از ۸۰۰۰ گونه گیاه ایران ۱۲۰۰ گونه در کرمانشاه وجود دارد بعضی از این گیاهان در نواحی محدودی از کشور می رویند و در هیچ جای دیگر از جهان آنها را نمی توان یافت و در ردیف ثروتهای طبیعی این سرزمین به شمار می روند و ۱۲۴ گونه در گروه گیاهان کمیاب آسیب پذیر و در معرض خطر جای دارند

⁸ Vadrevu

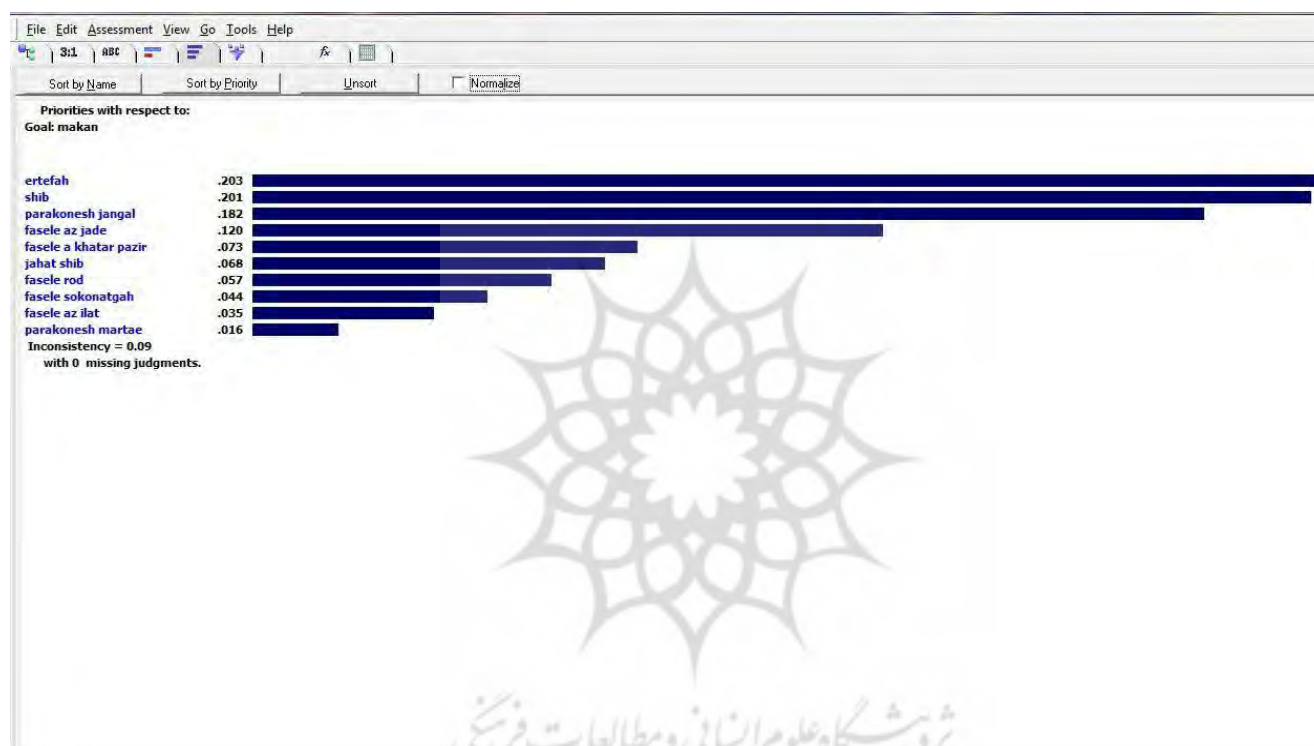


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان کرمانشاه (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

مواد و روش ها:

در فرآیند تحقیق حاضر از روش مطالعات کتابخانه ای، جهت آماده سازی اطلاعات و تجزیه و تحلیل اطلاعات و پردازش نهایی انجام شده است در مطالعات کتابخانه ای ضمن مرور اطاعات انجام شده در زمینه پهنه بندی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، به مطالعه بررسی کتب، اسناد و مقالات در خصوص مدل روش های علمی و مفهومی در مورد پهنه بندی و آشنایی با مسائل و معیار های مرتبط با زمین لغزش و نیز بررسی ویژگی های و سیمای استان کرمانشاه پرداخته شد سپس اقدام به جمع آوری لایه ها مورد نیاز پرداخته شد، همچنین تهیه فاکتورهای لازم برای پهنه بندی نقاط مستعد برای آتش سوزی و همچنین در تحقیق حاضر از نرم افزار *Export choice* جهت وزن دهی و انجام فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پارامترهای موثر در مکان یابی و پهنه بندی مناطق مستعد آتش سوزی در سطح استان استفاده شده

است و از نرم افزار *ARC GIS* برای پردازش داده ها و آنالیز داده های مورد نیاز در تهیه نقشه و فاکتورهای تلفیق نقشه های نهایی وضعیت آتش سوزی مناطق استان است.

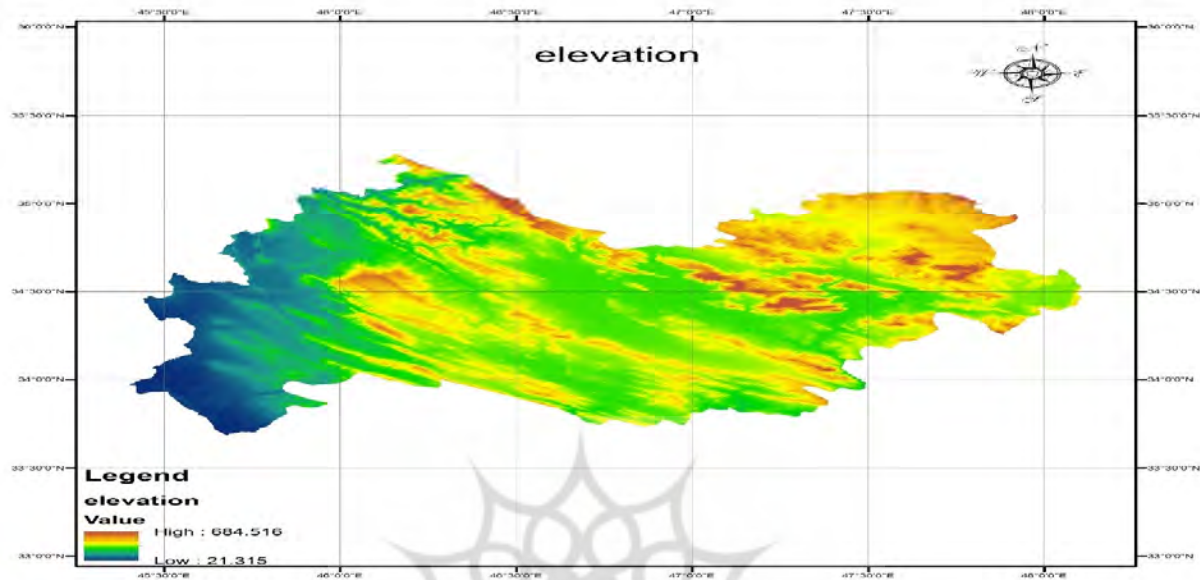


شکل ۲- ارزش عددی لایه ها (منبع: یافته های پژوهش، ۱۳۹۷)

یافته های تحقیق:

نقشه طبقات ارتفاعی

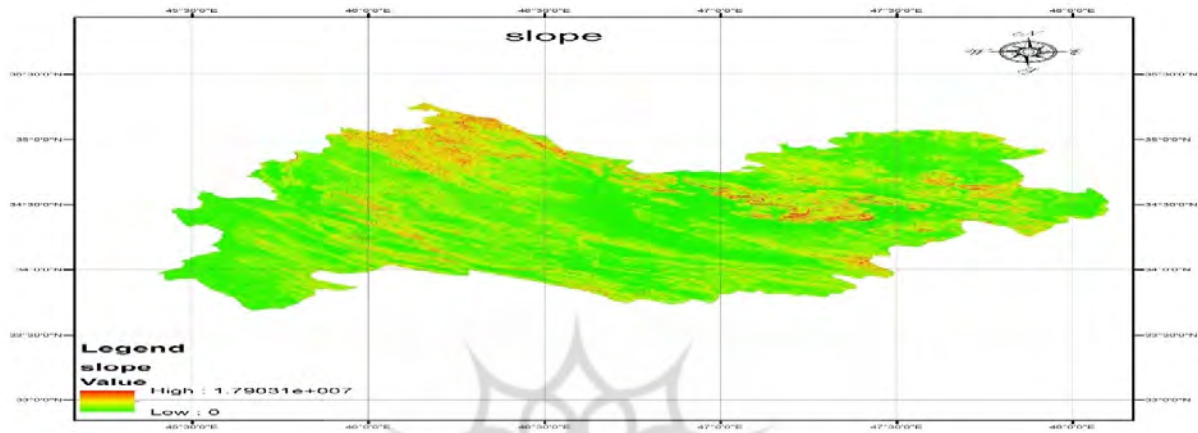
همانطور که در فصول قبل بحث شد ارتفاع یکی از پارامترهای تاثیر گذار در آتش سوزی جنگل ها می باشد که بر روی شیب و باد و بارش و دما که از پارامترهای موثر بر آتش سوزی هستند اثر می گذارد. بنابر این یکی از عوامل مهم ارتفاع منطقه می باشد که به صورت مستقیم از *DEM* منطقه استخراج می گردد. در زیر نقشه طبقات ارتفاعی منطقه نمایش داده شده است. شکل ۲-۴ نقشه طبقات ارتفاعی را نشان می دهد.



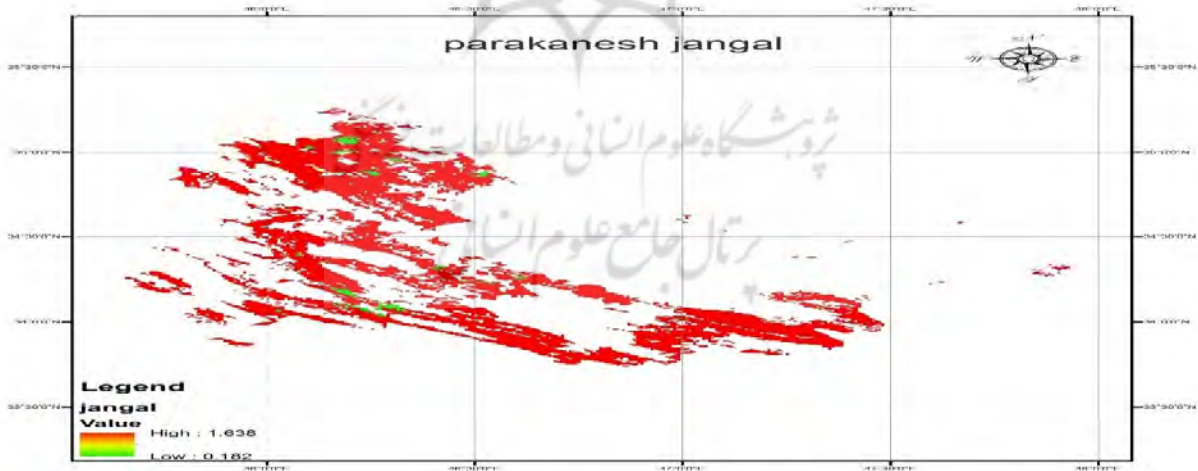
شکل ۳- نقشه طبقات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه (منبع، نویسندگان، ۱۳۹۷)

نقشه شیب:

شیب منطقه یکی از پارامترهایی است که نقش اساسی در آتش سوزی و گسترش آن دارد. آتش شیب های رو به بالا را سریعتر از شیب های رو به پایین طی می کند. بنابر این مقدار یا درصد شیب تاثیر مستقیم در میزان و نحوه گسترش آتش در مناطق جنگلی دارد. نقشه شیب از داده های رقومی *DEM* تولید می شود. شیب از حاصل تقسیم اختلاف ارتفاع بین دو نقطه بر فاصله افقی آن دو نقطه به دست می آید و برای تبدیل به درصد حاصل در عدد ۱۰۰ ضرب می شود. در شکل ۳-۴ نقشه شیب منطقه آورده شده است.



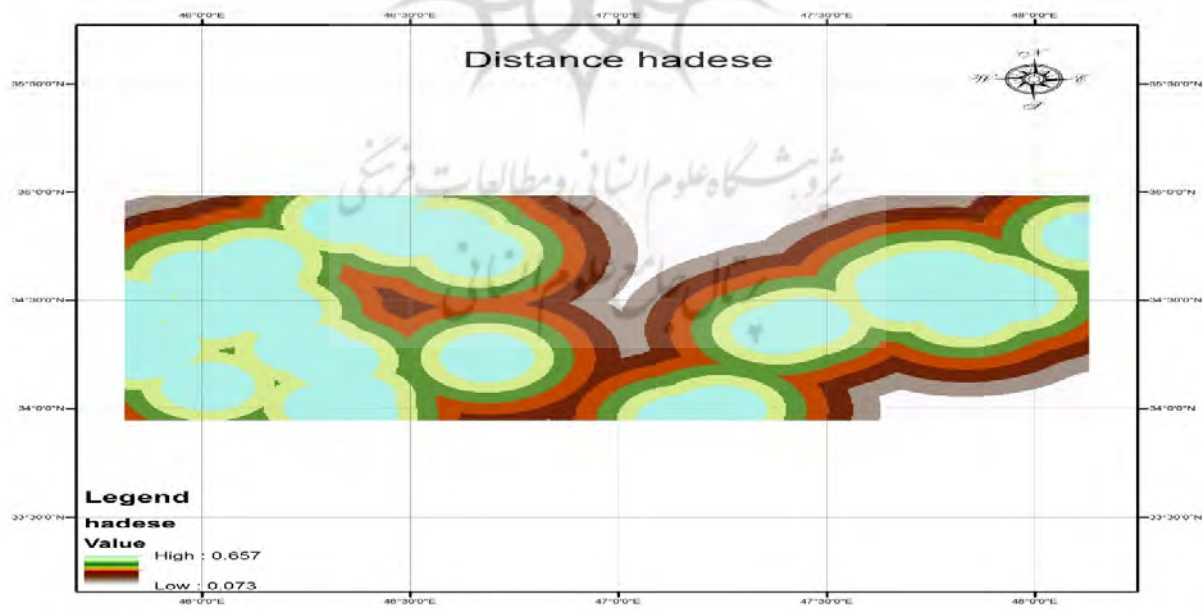
شکل ۴- نقشه شیب منطقه مورد مطالعه (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)



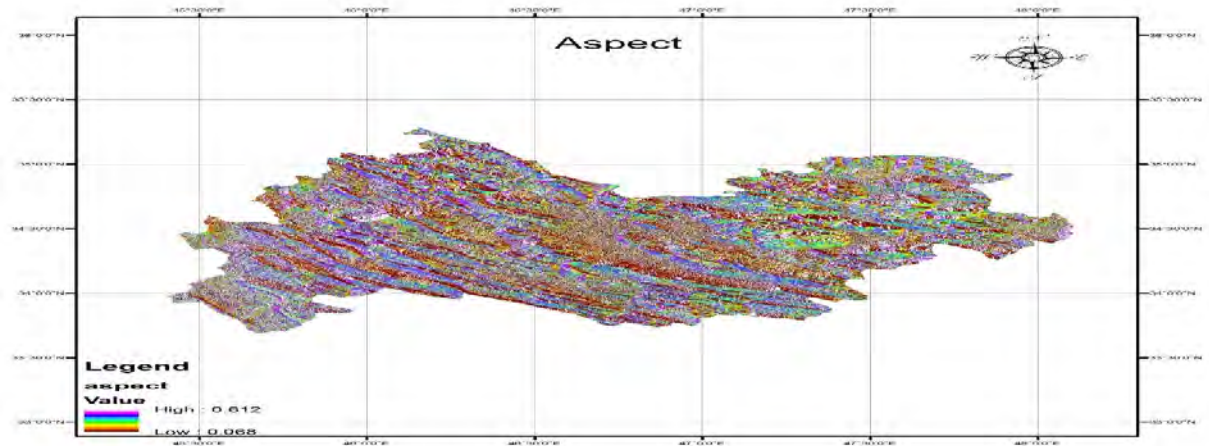
شکل ۵- نقشه پراکنش جنگل با اعمال وزن ۰,۱۸۲ (منبع نویسندگان، ۱۳۹۷)



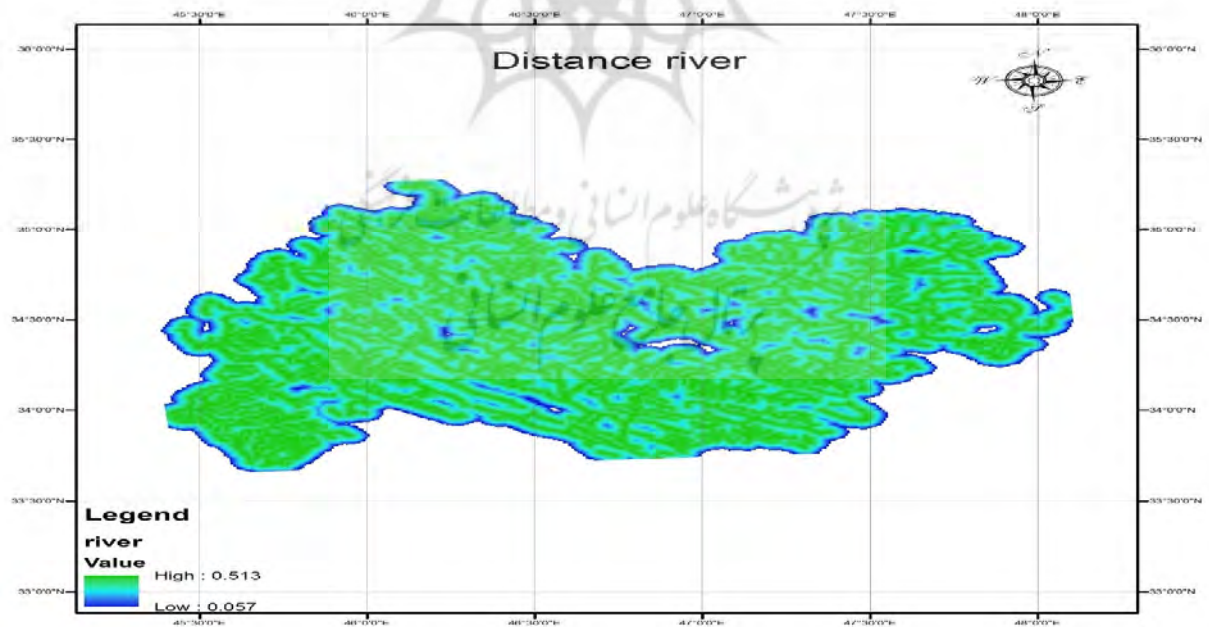
شکل ۶- نقشه فاصله از جاده با اعمال وزن ۰,۱۲۰ (منبع نویسندگان، ۱۳۹۷)



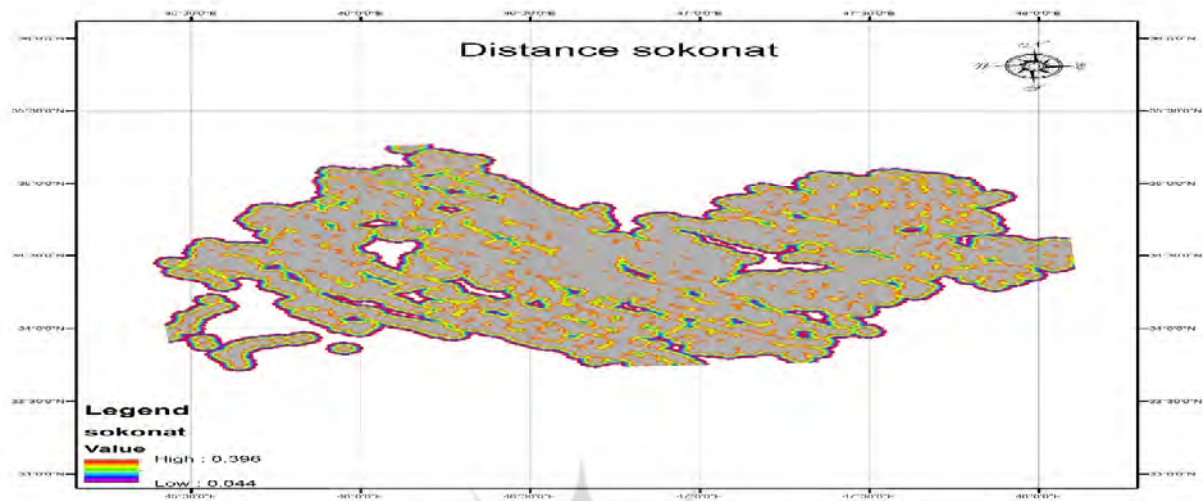
شکل ۷- نقشه نقاط حادثه خیز با اعمال وزن ۰,۰۷۳ (منبع نویسندگان، ۱۳۹۷)



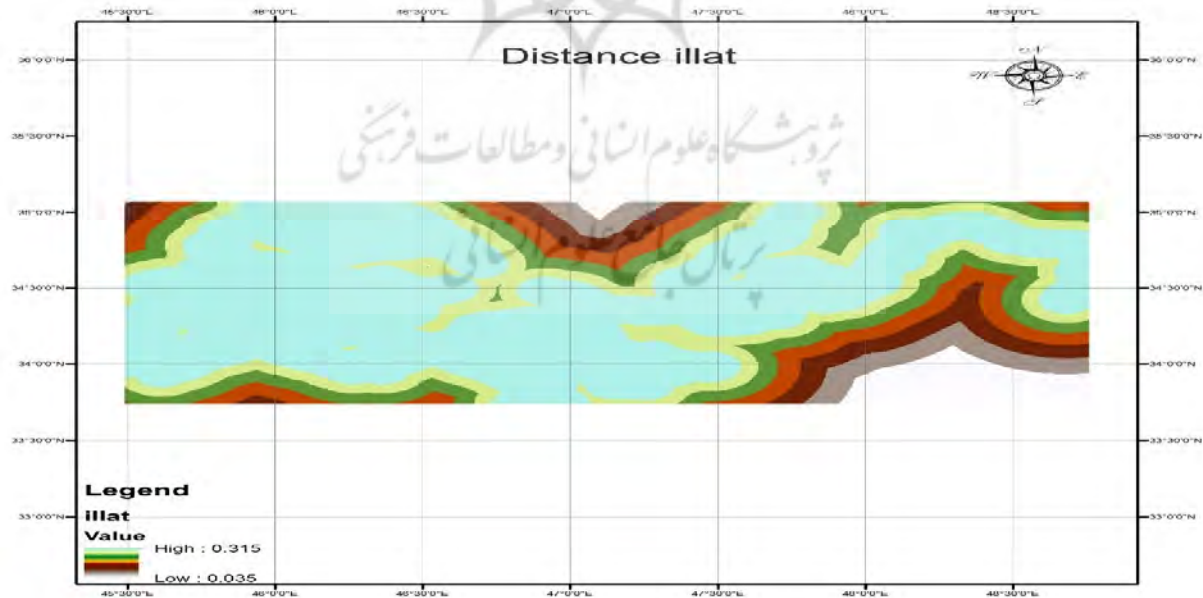
شکل ۸- نقشه جهت شیب با اعمال وزن ۰,۰۶۸ (منبع نویسندگان، ۱۳۹۷)



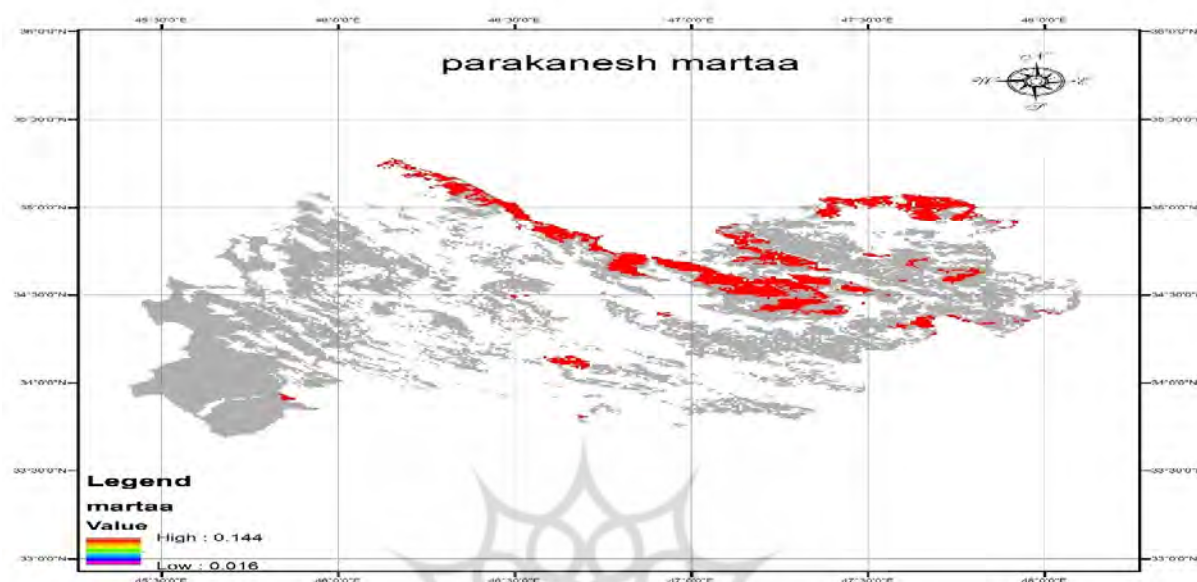
شکل ۹- نقشه فاصله از رودخانه با اعمال وزن ۰,۰۵۷ (منبع نویسندگان، ۱۳۹۷)



شکل ۱۰- نقشه فاصله از نقاط مسکونی با اعمال وزن ۰,۰۴۴ (منبع نویسندگان، ۱۳۹۷)

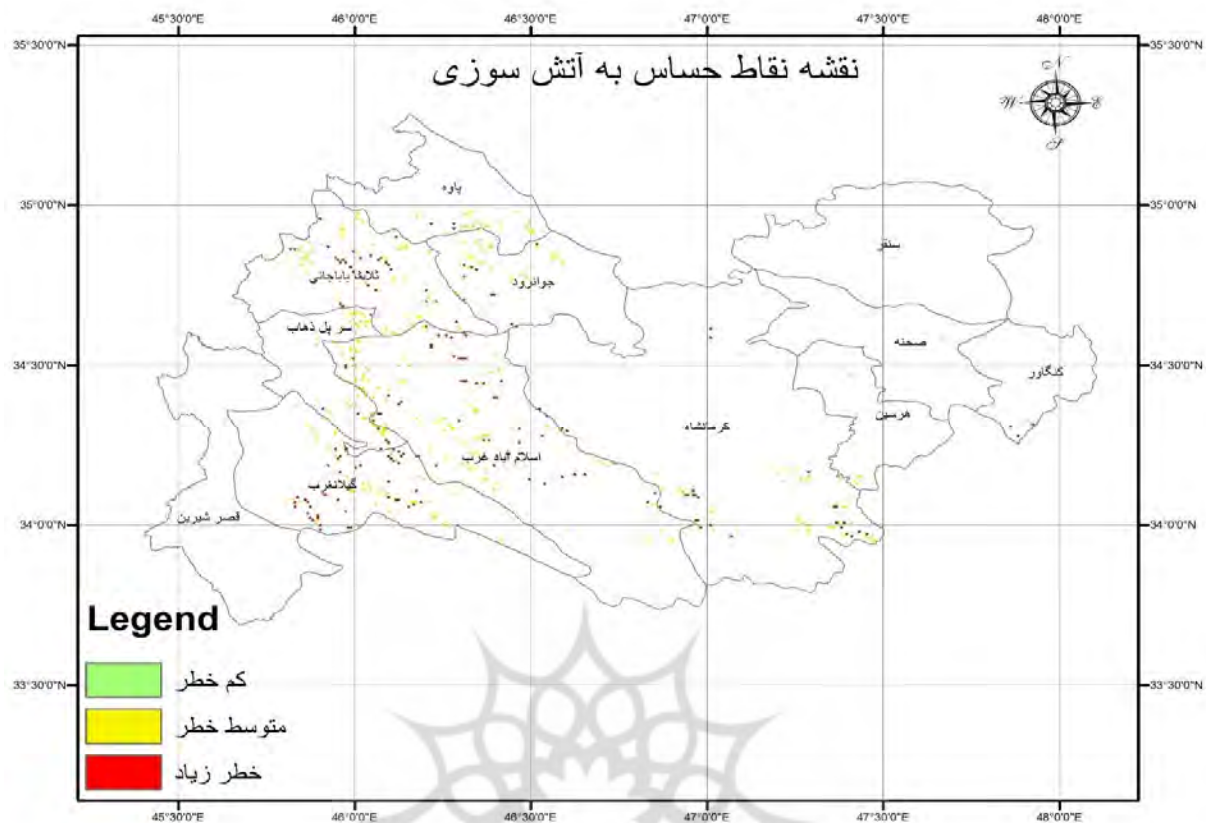


شکل ۱۱- نقشه مسیر عبور ایلات با اعمال وزن ۰,۰۳۵ (منبع نویسندگان، ۱۳۹۷)



شکل ۱۲- نقشه پراکنش مرتع با اعمال وزن ۰,۰۱۶ (منبع نویسندگان، ۱۳۹۷)

با توجه به متغیرهایی که برای آتش سوزی جنگل ها عنوان کردیم و در قسمت های قبلی نقشه های مورد نیاز را تولید نمودیم و با روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی وزن هر کدام از آنها را به دست آوردیم و همچنین با استفاده از زیر معیار ها، معیار های اصلی را تولید نمودیم. نقشه های کاربری، دسترسی و توپوگرافی نقشه های ثابت می باشند ولی برای نقشه های اقلیم و پوشش گیاهی به صورت ماهانه این نقشه ها را تولید می کنیم. بنابراین این در تولید نقشه نهایی هم مناطق مستعد آتش سوزی به صورت ماهانه تولید می شود و در صورت نیاز از آنها نقشه های فصلی و سالیانه نیز می تواند تولید شود. در زیر نمونه ای از نقشه نهایی که در چهار کلاس مناطق بسیار مستعد، مناطق مستعد، مناطق نیمه مستعد و مناطق غیر مستعد طبقه بندی شده است نمایش داده شده است.



شکل ۱۳- نقشه نهایی (منبع نویسندگان، ۱۳۹۷)

نتیجه گیری و پیشنهادات:

آتش سوزی جنگل ها دارای علل و عوامل بسیار زیادی می باشد که بخشی از آنها عوامل طبیعی و غیر قابل کنترل می باشد. بنابر این آتش سوزی و گسترش آن از پدیده های پیچیده طبیعی می باشد. در این تحقیق با توجه به داده های موجود و قابل دسترس و همچنین روش های به کار گرفته شده نتایجی به بار آمده است که در زیر به بررسی آن می پردازیم. با توجه به اینکه آتش سوزی از پدیده هایی است که هر ساله در کشورمان به صورت گسترده رخ می دهد لذا خلاء اینگونه مطالعات در کشور احساس می شود. با توجه به سوالات و فرضیات تحقیق در ادامه این بخش به این فرضیات می پردازیم و رد یا قبول این فرضیات را پس از مقدمه کوتاه بررسی می کنیم. داده های توپوگرافی از مدل رقومی ارتفاعی زمین با دقت ۳۰ متر برای تولید نقشه های شیب و جهت و ارتفاع استفاده شد. و داده های مربوط به دسترسی از نقشه های ۲۵۰۰۰/۱ سازمان نقشه برداری با تطبیق تصاویر ماهواره ای و به روز رسانی آن تولید شده است. در مورد پراکنش جنگل و مراتع از لایه های رقومی اخذ شده از سازمان منابع طبیعی و جنگل داری استان کرمانشاه استفاده

شده است. برای وزن دهی روش تحلیل سلسله مراتبی مورد استفاده قرار گرفته است. وزندهی زیر معیارها و معیارها و هدف با این شیوه انجام گرفته است. پس از تولید لایه ها و وزن دهی به آنها و همپوشانی لایه ها به روش منطق فازی صورت پذیرفته است. با توجه به داده ها و اطلاعات به دست آمده از آتش سوزی ها سه منطقه دارای خطر کم، خطر متوسط و خطر زیاد روی نقشه نشان داده شده است. در زیر به بررسی علت های این نتایج می پردازیم.

در بخش سوالات و فرضیات تحقیق مسائل زیر مطرح شده است که به بررسی آن می پردازیم.

۱- چه رابطه ای بین عوامل انسانی (دوری و نزدیکی به جاده ها و سکونت گاهها) با آتش سوزی جنگل ها وجود دارد؟ فرض تحقیق: به نظر می رسد مناطق جنگلی که در مجاورت جاده ها و سکونت گاه ها وجود دارد به علت فعالیت های انسانی همانند کشاورزی، صنعتی و توریسم و... بیشتر در معرض آتش سوزی های سهوی و عمدی قرار دارند. با توجه به بررسی های به عمل آمده در این مطالعه بخش زیادی از مناطق خطر پذیر در فاصله ۱۵۰۰ متری از مناطق مسکونی و همچنین قسمت اعظمی از آن در فاصله ۲۰۰۰ متری از سکونت گاهها بوده است که نشان می دهد نزدیکی به عوامل انسانی مخصوصاً جاده ها خطر آتش سوزی جنگل ها را افزایش می دهد بنابراین فرض اول پذیرفته می شود.

۲- رابطه بین مراتع، جنگل ها و نوع کاربری اراضی با آتش سوزی ها چگونه است؟

فرض تحقیق: پوشش جنگلی و مراتعی متراکم در فصول خشک ریسک منطقه از لحاظ آتش سوزی را بیشتر می کند از نظر نوع پوشش های گیاهی متراکم و خزاندار نسبت به پوشش های تنک و سوزنی برگ ها دارای ریسک بیشتری برای آتش سوزی هستند. البته وسعت مناطق جنگلی با پوشش های متراکم بسیار کم است در هر صورت این برآورد نشان دهنده اثر کاربری اراضی در آتش سوزی ها می باشد. در نگاه خوشبینانه می توان فرض سوم را نیز تایید نمود.

پیشنهادات:

۱- همانطور که در این مطالعه اشاره شد نیاز به بر آورد تعدادی پارامتر موثر در پهنه بندی هستیم که برای این کار می توان در صورت وجود از داده های دقیق تر استفاده نمود. برای پوشش گیاهی از تصاویر ماهواره ای با قدرت تفکیک مکانی بالاتر استفاده شود.

۲- برای داده های توپوگرافی از مدل های رقومی زمین با دقت بالاتر استفاده شود. در صورت امکان از DEM با دقت ۱۰ متر استفاده شود.

۳- پیشنهاد می شود آموزش های لازم و فرهنگ سازی لازم از طریق رسانه ها و ارگانها و جوامع علمی و دانشگاهی برای جلوگیری از آتش سوزی در جنگل ها و همچنین راههای مقابله با انتشار آن انجام شود.

۴- پیشنهاد می شود با توجه به بضاعت اندک کشور از لحاظ جنگل اینگونه مطالعات در یک طرح یا برنامه جامع کشوری یا منطقه ای برای تمام جنگل ها اعم از حفاظت شده و نشده صورت پذیرد تا بتوانیم یک دیدگاه کامل از لحاظ وضعیت جنگل و آتش سوزی های آن داشته باشیم .

منابع:

اسکندری، سعیده (۱۳۹۴) ارزیابی پتانسیل خطر آتش سوزی با استفاده از مدل *Dong*، مطالعه ی موردی: جنگل های بخش سه نکا-ظالمروود مجله آمایش جغرافیایی فضا، فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه گلستان، سال ششم، شماره مسلسل ۱۵، بهار ۱۳۹۴، صص ۱۹۵-۲۰۹

جعفری، ابوالفضل؛ مافی غلامی، داوود (۱۳۹۶) پهنه بندی خطر آتش سوزی جنگل با استفاده از روش ترکیبی نسبت فراوانی -انترپوی شانون، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۲۵، شماره ۲، صص ۲۳۲-۲۴۳

غدیری پور، پ (۱۳۸۴) بررسی تاثیر اندازه حفرهای طبیعی در وضعیت زادآوری چوبی و علفی در قطعه شاهد جنگل زیارت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صص ۱۳۰

پور رضا، مرتضی؛ صفری، هوشمند؛ خداکرمی، یحیی؛ مشایخی، شهرام (۱۳۸۸) نتایج جست دهی بلوط ایرانی بعد از آتش سوزی در جنگل های زاگرس استان کرمانشاه، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۷، شماره ۲، صص ۲۳۵-۲۳۳

هوشیار خواه، ب؛ جمشیدی آلاشتی، ر (۱۳۸۶) رژیم های آتش سوزی در جنگل و استراتژی مقابله با آن، مجموعه مقالات دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی تهران، صص ۸-۲۳

محمدی، فریده؛ نقی شعبانیا؛ مهدی پورهایمی و پرویز فاتحی (۱۳۸۹) تهیه نقشه خطر آتشفروزی جنگل با ، در بخشی از جنگلهای پاره با استفاده از نرم افزار *GIS* و مدل *AHP*، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد 18 ، شماره ۴، صص ۵۶۹-۵۸۶

کازمی، س. م. ۱۳۸۴. آتش و اکوسیستم های جنگلی. ماهنامه دام : کشت و صنعت ۷۰، صص ۴۶-۵۶

Adab, H., Kanniah, K.D., and Suleiman, K. 2013. Modeling forest fire risk in the northeast Of Iran using remote sensing and GIS techniques, Natural Hazards, 65, 1723-1743.

Chuvieco, E., Allowed, B., and Salas, J. 2003. Integration of physical and human factors in Fire danger assessment, in: Chuvieco, E. (Eds.). Wild land fire danger estimation and mapping, the role of remote sensing data. World Scientific. New Jersey, USA, 197-217.

Dong, X.U., Li-min, D., Goo-fan, Sh., Lei, T., and Hue, W. 2005. Forest fire risk zone Mapping from satellite images and GIS for Baize Forestry Bureau, Jilin, China, Journal of Forestry Research, 16(3): 169-174.

Erten, E., Kurgan, V., and Musaolu, N. 2005. Forest Fire Risk Zone Mapping From Satellite Imagery and GIS, a Case Study. Civil Engineering Faculty, Remote Sensing Division. 7 p

Flannigan, M. D., Stocks, B. J., & Wotton, B. M. (2000). Climate change and forest fires. Science of the Total Environment, 262 (3), 221-229

Merino-de- Miguel, S., Gonzalez- Alonso, F., Huesca, M, Armentieres, D., & Franco, C (2011). Modes reflectance and active fire data for burn mapping in Colombia 15(10)1-17

Zumbrunnen, T., Pezzatti, G.B., Menendez, p., Bagman, H., (2011) Weather and human impacts on fires 100 years of fire history in two climatic regions 261(12), ۲۱۸۸-۲۱۹۹

